Notice of Allowability	Application No. 16/294,883	Applicant(s) Ahn et al.	
	Examiner MANDISH RANDHAWA	Art Unit 2477	AIA (FITF) Status Yes

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☑ This communication is responsive to communication(s) filed on September 22, 2020.
   ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.

2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

3. ☑ The allowed claim(s) is/are 21, 26, 27, 29-33,38, 39, renumbered as 1-10 . As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see **http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp** or send an inquiry to **PPHfeedback@uspto.gov.**

4. ☑ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

   Certified copies:

   a) ☐ All b) ☐ Some *c) ☑ None of the:

   1. ☑ Certified copies of the priority documents have been received.
   2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
   3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____ .

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____ .

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).

6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☑ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____.
3. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material _____.
4. ☑ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date. 12/30/20.
5. ☑ Examiner's Amendment/Comment
6. ☐ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
7. ☐ Other _____.

/MANDISH K RANDHAWA/
Examiner, Art Unit 2477

DETAILED ACTION

Notice of Pre-AIA or AIA Status

1. The present application, filed on or after March 16, 2013, is being examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

EXAMINER'S AMENDMENT

2. An examiner's amendment to the record appears below. Should the changes and/or additions be unacceptable to applicant, an amendment may be filed as provided by 37 CFR 1.312. To ensure consideration of such an amendment, it MUST be submitted no later than the payment of the issue fee.

Authorization for this examiner's amendment was given in an interview with Young Seok Koo on December 30, 2020.

3. Claims 28 and 40 have been amended as follows:

Claim 28 (Cancelled).

Claim 40 (Cancelled).

Allowable Subject Matter

4. Claims 21, 26, 27, 29-33, 38, 39, renumbered as 1-10, are allowed.

Conclusion

5. Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to MANDISH RANDHAWA whose telephone number is (571)270-5650. The examiner can normally be reached on Monday-Thursday (7 AM-4 PM).

Examiner interviews are available via telephone, in-person, and video conferencing using a USPTO supplied web-based collaboration tool. To schedule an

interview, applicant is encouraged to use the USPTO Automated Interview Request (AIR) at http://www.uspto.gov/interviewpractice.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Ayaz Sheikh can be reached on (571) 272-3795. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see https://ppair-my.uspto.gov/pair/PrivatePair. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/MANDISH K RANDHAWA/
Examiner, Art Unit 2477

Applicant-Initiated Interview Summary	**Application No.** 16/294,883	**Applicant(s)** Ahn et al.	
	Examiner MANDISH RANDHAWA	**Art Unit** 2477	**AIA (FITF) Status** Yes

All participants (applicant, applicants representative, PTO personnel):

(1) MANDISH RANDHAWA. (3) _____.

(2) YOUNG SEOK KOO. (4) _____.

Date of Interview: 30 December 2020.

Type: ☑ Telephonic ☐ Video Conference
☐ Personal [copy given to: ☐ applicant ☐ applicant's representative]

Exhibit shown or demonstration conducted: ☐ Yes ☐ No.
If Yes, brief description: _____.

Issues Discussed ☐101 ☑112 ☐102 ☐103 ☐Others
(For each of the checked box(es) above, please describe below the issue and detailed description of the discussion)

Claim(s) discussed: 28 and 40.

Identification of prior art discussed: _____.

Substance of Interview
(For each issue discussed, provide a detailed description and indicate if agreement was reached. Some topics may include: identification or clarification of a reference or a portion thereof, claim interpretation, proposed amendments, arguments of any applied references etc...)

Applicant's representative authorized examiner's amendment to avoid potential rejection under 112 (d). For details, see examiner's amendment..

Applicant recordation instructions: The formal written reply to the last Office action must include the substance of the interview. (See MPEP section 713.04). If a reply to the last Office action has already been filed, applicant is given a non-extendable period of the longer of one month or thirty days from this interview date, or the mailing date of this interview summary form, whichever is later, to file a statement of the substance of the interview.

Examiner recordation instructions: Examiners must summarize the substance of any interview of record. A complete and proper recordation of the substance of an interview should include the items listed in MPEP 713.04 for complete and proper recordation including the identification of the general thrust of each argument or issue discussed, a general indication of any other pertinent matters discussed regarding patentability and the general results or outcome of the interview, to include an indication as to whether or not agreement was reached on the issues raised.

☐ Attachment

/MANDISH K RANDHAWA/ Examiner, Art Unit 2477	

Summary of Record of Interview Requirements

Manual of Patent Examining Procedure (MPEP), Section 713.04, Substance of Interview Must be Made of Record
A complete written statement as to the substance of any face-to-face, video conference, or telephone interview with regard to an application must be made of record in the application whether or not an agreement with the examiner was reached at the interview.

Title 37 Code of Federal Regulations (CFR) 1.133 Interviews
Paragraph (b)

In every instance where reconsideration is requested in view of an interview with an examiner, a complete written statement of the reasons presented at the interview as warranting favorable action must be filed by the applicant. An interview does not remove the necessity for reply to Office action as specified in §§ 1.111, 1.135. (35 U.S.C. 132)

37 CFR §1.2 Business to be transacted in writing.
All business with the Patent or Trademark Office should be transacted in writing. The personal attendance of applicants or their attorneys or agents at the Patent and Trademark Office is unnecessary. The action of the Patent and Trademark Office will be based exclusively on the written record in the Office. No attention will be paid to any alleged oral promise, stipulation, or understanding in relation to which there is disagreement or doubt.

The action of the Patent and Trademark Office cannot be based exclusively on the written record in the Office if that record is itself incomplete through the failure to record the substance of interviews.

It is the responsibility of the applicant or the attorney or agent to make the substance of an interview of record in the application file, unless the examiner indicates he or she will do so. It is the examiners responsibility to see that such a record is made and to correct material inaccuracies which bear directly on the question of patentability.

Examiners must complete an Interview Summary Form for each interview held where a matter of substance has been discussed during the interview by checking the appropriate boxes and filling in the blanks. Discussions regarding only procedural matters, directed solely to restriction requirements for which interview recordation is otherwise provided for in Section 812.01 of the Manual of Patent Examining Procedure, or pointing out typographical errors or unreadable script in Office actions or the like, are excluded from the interview recordation procedures below. Where the substance of an interview is completely recorded in an Examiners Amendment, no separate Interview Summary Record is required.

The Interview Summary Form shall be given an appropriate Paper No., placed in the right hand portion of the file, and listed on the "Contents" section of the file wrapper. In a personal interview, a duplicate of the Form is given to the applicant (or attorney or agent) at the conclusion of the interview. In the case of a telephone or video-conference interview, the copy is mailed to the applicants correspondence address either with or prior to the next official communication. If additional correspondence from the examiner is not likely before an allowance or if other circumstances dictate, the Form should be mailed promptly after the interview rather than with the next official communication.

The Form provides for recordation of the following information:
- Application Number (Series Code and Serial Number)
- Name of applicant
- Name of examiner
- Date of interview
- Type of interview (telephonic, video-conference, or personal)
- Name of participant(s) (applicant, attorney or agent, examiner, other PTO personnel, etc.)
- An indication whether or not an exhibit was shown or a demonstration conducted
- An identification of the specific prior art discussed
- An indication whether an agreement was reached and if so, a description of the general nature of the agreement (may be by attachment of a copy of amendments or claims agreed as being allowable). Note: Agreement as to allowability is tentative and does not restrict further action by the examiner to the contrary.
- The signature of the examiner who conducted the interview (if Form is not an attachment to a signed Office action)

It is desirable that the examiner orally remind the applicant of his or her obligation to record the substance of the interview of each case. It should be noted, however, that the Interview Summary Form will not normally be considered a complete and proper recordation of the interview unless it includes, or is supplemented by the applicant or the examiner to include, all of the applicable items required below concerning the substance of the interview.

A complete and proper recordation of the substance of any interview should include at least the following applicable items:
1) A brief description of the nature of any exhibit shown or any demonstration conducted,-
2) an identification of the claims discussed,
3) an identification of the specific prior art discussed,
4) an identification of the principal proposed amendments of a substantive nature discussed, unless these are already described on the Interview Summary Form completed by the Examiner,
5) a brief identification of the general thrust of the principal arguments presented to the examiner,
(The identification of arguments need not be lengthy or elaborate. A verbatim or highly detailed description of the arguments is not required. The identification of the arguments is sufficient if the general nature or thrust of the principal arguments made to the examiner can be understood in the context of the application file. Of course, the applicant may desire to emphasize and fully describe those arguments which he or she feels were or might be persuasive to the examiner.)
6) a general indication of any other pertinent matters discussed, and
7) if appropriate, the general results or outcome of the interview unless already described in the Interview Summary Form completed by the examiner.

Examiners are expected to carefully review the applicants record of the substance of an interview. If the record is not complete and accurate, the examiner will give the applicant an extendable one month time period to correct the record.

Examiner to Check for Accuracy

If the claims are allowable for other reasons of record, the examiner should send a letter setting forth the examiners version of the statement attributed to him or her. If the record is complete and accurate, the examiner should place the indication, Interview Record OK on the paper recording the substance of the interview along with the date and the examiners initials.

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	16/294,883	Ahn et al.
	Examiner	**Art Unit**
	MANDISH RANDHAWA	2477

CPC							
Symbol						**Type**	**Version**
H04W	/	80	/	02		F	2013-01-01
H04W	/	74	/	00		I	2013-01-01
H04W	/	84	/	12		I	2013-01-01
H04W	/	74	/	08		I	2013-01-01
H04L	/	5	/	0055		I	2013-01-01
H04W	/	28	/	0268		I	2013-01-01
H04W	/	40	/	244		I	2013-01-01
H04W	/	72	/	0446		I	2013-01-01
H04W	/	74	/	0808		I	2013-01-01

CPC Combination Sets								
Symbol						**Type**	**Set**	**Ranking**	**Version**
	/		/						

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	10	
/MANDISH K RANDHAWA/ Examiner, Art Unit 2477	26 December 2020	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	28

U.S. Patent and Trademark Office — Part of Paper No.: 20201226

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	16/294,883	Ahn et al.
	Examiner	**Art Unit**
	MANDISH RANDHAWA	2477

INTERNATIONAL CLASSIFICATION					
CLAIMED					
H04W	/	80	/	02	

NON-CLAIMED					
	/		/		

US ORIGINAL CLASSIFICATION	
CLASS	**SUBCLASS**

CROSS REFERENCES(S)						
CLASS	**SUBCLASS (ONE SUBCLASS PER BLOCK)**					

NONE		Total Claims Allowed:	
(Assistant Examiner)	(Date)	10	
/MANDISH K RANDHAWA/ Examiner, Art Unit 2477	26 December 2020	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	28

U.S. Patent and Trademark Office — Part of Paper No.: 20201226

Issue Classification	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	16/294,883	Ahn et al.
	Examiner	**Art Unit**
	MANDISH RANDHAWA	2477

☐ Claims renumbered in the same order as presented by applicant ☐ CPA ☐ T.D. ☐ R.1.47

CLAIMS

Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original	Final	Original
1	21	5	30	10	39										
-	22	6	31	-	40										
-	23	7	32												
-	24	8	33												
-	25	-	34												
2	26	-	35												
3	27	-	36												
-	28	-	37												
4	29	9	38												

NONE		**Total Claims Allowed:**	
(Assistant Examiner)	(Date)	10	
/MANDISH K RANDHAWA/ Examiner, Art Unit 2477	26 December 2020	O.G. Print Claim(s)	O.G. Print Figure
(Primary Examiner)	(Date)	1	28

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	16/294,883	Ahn et al.
	Examiner	Art Unit
	MANDISH RANDHAWA	2477

CPC - Searched*		
Symbol	Date	Examiner
H04W80/02, H04W28/0268,H04W74/0808, H04W40/244,H04W74/08, H04L5/0055, H04W84/12, H04W74/00,H04W72/0446	12/26/2020	MR

CPC Combination Sets - Searched*		
Symbol	Date	Examiner

US Classification - Searched*			
Class	Subclass	Date	Examiner

* See search history printout included with this form or the SEARCH NOTES box below to determine the scope of the search.

Search Notes		
Search Notes	Date	Examiner
Performed Inventor/Double Patenting search	06/17/2020	MR
Performed NPL (IP.com, STIC, Google), and East text search	06/18/2020	MR
Performed Inventor/Double Patenting search	12/26/2020	MR
Performed East text/CPC search	12/26/2020	MR
Performed Interference search	12/26/2020	MR

Search Notes	Application/Control No.	Applicant(s)/Patent Under Reexamination
	16/294,883	Ahn et al.
	Examiner	Art Unit
	MANDISH RANDHAWA	2477

Interference Search			
US Class/CPC Symbol	US Subclass/CPC Group	Date	Examiner
H04W	80/02, 28/0268,74/0808, 40/244,74/08, 84/12, 74/00, 72/0446	12/26/2020	MR
H04L	L5/0055	12/26/2020	MR

Form PTO-1449 (Modified) Page 1 of 1	ATTY DOCKET NO. B-9905CON 631950-4	U.S. SERIAL NO. 16/294,883
LIST OF PATENTS AND PUBLICATIONS STATEMENT	APPLICANT WILUS INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY INC. & SK TELECOM CO., LTD.	FILING DATE OR 371 (C) DATE March 6, 2019
		GROUP NO. 2477

U.S. PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	ISSUE/PUBL. DATE	NAME	CLASS	SUB-CLASS	REMARKS
	1.	2017/0230981	Aug. 10, 2017	RYU et al.			
	2.	2017/0257887	Sep. 7, 2017	Ghosh et al.			
	3.	2019/0182864	Jun. 13, 2019	HUANG et al.			
	4.	2017/0245261	Aug. 24, 2017	Cariou et al.			
	5.	2016/0198500	Jul. 7, 2016	MERLIN et al.			
	6.	2010/0081393	Apr. 1, 2010	Huang			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	PUBLICATION DATE	COUNTRY	CLASS	SUB-CLASS	TRANSLATION

OTHER DOCUMENTS (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT
	7.	Office Action dated April 16, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/188,274
	8.	Office Action dated May 14, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/361,283
	9.	Laurent Cariou et al.: "Proposed spec text for MU EDCA parameters", Resolution for CID 9058 and 90751, IEEE P802.11, Wireless LANs, September 1, 2016. See pp. 1-7
	10.	Notice of Allowance dated June 18, 2020 for Korean Patent Application No. 10-2020-7002361 and its English translation provided by the Applicant's foreign counsel
	11.	Extended European Search Report dated May 12, 2020 for European Patent Application No. 17849113.0
	12.	Notice of Allowance dated June 22, 2020 for Japanese Patent Application No. 2019-500497 and its English translation provided by the Applicant's foreign counsel

EXAMINER	*DATE CONSIDERED*
/MANDISH K RANDHAWA/	12/26/2020

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609; draw line through citation if not in conformance and not considered. sInclude copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.K.R/

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L11	2	("2017/0041961").URPN.	USPAT	NEAR	ON	2020/12/26 14:06
L12	36	(mu$2 or multi$2 user) same (parameter or edca) same (timer or time$out or count$4 or count$down or reset$4 or set$4) with ((enabl$4 or request$4) near3 (respons or feedback or ack or acknowledg$5) or enabl$4 immediat$4 response or "deid" or enabl$4 ("not" or "no") immediat$4 response or "denir")	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:13
L13	15	(mu$2 or multi$2 user) same (parameter or edca) same (timer or time$out or count$4 or count$down or reset$4 or set$4) with ((immediat$4) near3 (respons or feedback or ack or acknowledg$5) or enabl$4 immediat$4 response or "deid" or enabl$4 ("not" or "no") immediat$4 response or "denir")	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:19
L14	30	(mu$2 or multi$2 user) same (parameter or edca) same (timer or time$out or count$4 or count$down or reset$4 or set$4) with (parameter or edca) same ((immediat$4) near3 (respons or feedback or ack or acknowledg$5) or enabl$4 immediat$4 response or "deid" or enabl$4 ("not" or "no") immediat$4 response or "denir")	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:28
L15	109,764	(H04W80/02 or H04W28/0268 or H04W74/0808 or H04W40/244 or H04W74/08 or H04L5/0055 or H04W84/12 or H04W74/00 or H04W72/0446).cpc.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:30
L16	19	14 not 13	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:30
L17	227	(mu$2 or multi$2 user) same trigger and (parameter or edca) same (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:35
L18	92	(mu$2 or multi$2 user) with (parameter or edca) same (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:36
L19	596	(mu$2 or multi$2 user) with (parameter or edca) same (timer or time$out or counter or countdown or set$4 or re$1set$4) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:36
L20	140	19 and 15	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:37

EAST Search History (Prior Art)

L21	3	("802.11ax" or "802.11" ax) same edca same timer	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:50
L22	13	(enhanced distribut$4 channel access or "edca") same (back$off or parameter) near3 (timer or interval or duration or counter or countdown or time) same (immediat$4 near3 (response or ack or acknowledg$4 or feedback))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:52
L23	19	(enhanced distribut$4 channel access or "edca" or "edcaf") same (back$off or parameter) near3 (timer or interval or duration or counter or countdown or time) same (immediat$4 near3 (response or ack or acknowledg$4 or feedback))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:54
L24	6	23 not 22	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:54
L25	44	(mu$2 or multi$2 user) same (parameter or edca or edcaf) same (timer or time$out or count$4 or count$down or reset$4 or set$4) with ((enabl$4 or request$4 or immediat$4) near3 (respons or feedback or ack or acknowledg$5) or enabl$4 immediat$4 response or "deid" or enabl$4 ("not" or "no") immediat$4 response or "denir")	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 14:56
L26	2	("20150295680"|"20160315681").PN.	US-PGPUB; USPAT	NEAR	ON	2020/12/26 15:13
L27	6	("20100081393"|"20160198500"|"20170230981"|"20170245261"|"20170257887"|"20190182864").PN.	US-PGPUB; USPAT	NEAR	ON	2020/12/26 15:13
L28	6	("20100081393"|"20160198500"|"20170230981"|"20170245261"|"20170257887"|"20190182864").PN.	US-PGPUB; USPAT	NEAR	ON	2020/12/26 15:13
L29	8	26 or 27	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 15:14
L31	17	((mu$2 or multi$2 user) with (parameter or edca) same (timer or time$out or counter or countdown or set$4 or re$1set$4) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)).clm.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 15:20
L32	10	"10491355"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 15:20
L33	13,723	(WILUS INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY or SK TELECOM$9).as. or (Ahn near2 Woojin or Son near2 Juhyung or Ko near2 Geonjung or Kwak near2 Jinsam).in.	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 15:30

EAST Search History (Prior Art)

L34	2	19 and 33	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/12/26 15:31
S1	1	"16294883"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 12:20
S2	6	(("20160198500") or ("20160113034") or ("20180124826")).PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR; DERWENT	OR	OFF	2020/06/17 12:20
S3	51	mu$2 near edca	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 12:21
S4	86	mu$2 near2 edca	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 12:21
S5	40	mu$2 near2 edca same parameter	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 12:22
S6	19	trigger$4 same edca same parameter same timer	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 13:14
S7	187	(mu$2 or multi$2 user) same (parameter or edca) same (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 14:49
S8	3	"20170202023"	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 14:59
S9	3	("20170245261"|"20190098565"|"9439219").PN.	US-PGPUB; USPAT	NEAR	ON	2020/06/17 16:33
S10	218	(mu$2 or multi$2 user) same trigger and (parameter or edca) same (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 16:59
S11	21	(mu$2 or multi$2 user) same trigger and (parameter or edca) same (re$1set$4 or set$4) near4 (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 17:00
S12	3	("802.11ax" or "802.11" ax) same edca same timer	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 17:07
S13	7	(mu$2 or multi$2 user) same trigger and (edca) same (re$1set$4 or set$4 or updat$4) near4 (timer or time$out) with (respons or feedback or ack or acknowledg$5)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/17 22:28
S14	603	(CW$1min or (minimum or min) near CW) same ((maximum or max) cw or CW$1max) same (back$off with random)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 12:03

EAST Search History (Prior Art)

S15	502	(CW$1min or (minimum or min) near CW) same ((maximum or max) cw or CW$1max) same (back$off with random with (integer or value))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 12:04
S16	499	(contention window) and (CW$1min or (minimum or min) near CW) same ((maximum or max) cw or CW$1max) same (back$off with random with (integer or value))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 12:05
S17	472	(contention window with "cw") and (CW$1min or (minimum or min) near CW) same ((maximum or max) cw or CW$1max) same (back$off with random with (integer or value))	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 12:05
S18	52	(contention window with "cw") and (CW$1min or (minimum or min) near CW) same ((maximum or max) cw or CW$1max) same (back$off with random with (integer or value)) same (access with channel)	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 12:06
S19	158	(access category or "ac") with (queue) same back$off with queue	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 13:26
S20	104	(access category or "ac") with (queue) same back$off with queue and back$off with (zero or "0")	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 13:33
S21	12	(access category or "ac") with (queue) same back$off with queue and back$off with (zero or "0") same (empty or "no" (data or packet)) near2 queue	US-PGPUB; USPAT; DERWENT	NEAR	ON	2020/06/18 13:43
S22	7	("20150124690"|"20160080115"|"20170257196"|"20170272138"|"20170289911"|"20170303280"|"20170310446").PN.	US-PGPUB; USPAT	NEAR	ON	2020/06/18 14:38

Form PTO-1449 (Modified) Page 1 of 1	ATTY DOCKET NO. B-9905CON 631950-4	U.S. SERIAL NO. 16/294,883
LIST OF PATENTS AND PUBLICATIONS STATEMENT	APPLICANT WILUS INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY INC. & SK TELECOM CO., LTD.	FILING DATE OR 371 (C) DATE March 6, 2019
		GROUP NO. 2477

U.S. PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	ISSUE/PUBL. DATE	NAME	CLASS	SUB-CLASS	REMARKS
	1.	2015/0295680	Oct. 15, 2015	Othman et al.			
	2.	2016/0315681	Oct. 27, 2016	MOON et al.			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	PUBLICATION DATE	COUNTRY	CLASS	SUB-CLASS	TRANSLATION
	3.	2015/199306	Dec. 30, 2015	WO			Espacenet
	4.	2016/123403	Aug. 4, 2016	WO			
	5.	201847021036	Jun. 15, 2018	IN			Complete Specification

OTHER DOCUMENTS (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT
	6.	Office Action dated June 29, 2020 for Japanese Patent Application No. 2019-534619 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	7.	Office Action dated July 28, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/596,674
	8.	Notice of Allowance dated August 18, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/188,274
	9.	Notice of Allowance dated September 15, 2020 for Korean Patent Application No. 10-2020-7026125 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	10.	Office Action dated September 3, 2020 for Korean Patent Application No. 10-2018-7033463 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	11.	Evgeny Khorov et al., "Considerations on Trigger Frame for Random Access Procedure", doc. IEEE 802.11-16/0399r1, March 2016, slides 1-11
	12.	Office Action dated September 9, 2020 for Indian Patent Application No. 201927007972

EXAMINER	*DATE CONSIDERED*
/MANDISH K RANDHAWA/	12/26/2020

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609; draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /M.K.R/

Form PTO-1449 (Modified) Page 1 of 1	ATTY DOCKET NO. B-9905CON 631950-4	U.S. SERIAL NO. 16/294,883
LIST OF PATENTS AND PUBLICATIONS STATEMENT	APPLICANT WILUS INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY INC. & SK TELECOM CO., LTD.	FILING DATE OR 371 (C) DATE March 6, 2019
		GROUP NO. 2477

U.S. PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	ISSUE/PUBL. DATE	NAME	CLASS	SUB-CLASS	REMARKS
	1.	2015/0295680	Oct. 15, 2015	Othman et al.			
	2.	2016/0315681	Oct. 27, 2016	MOON et al.			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT NUMBER	PUBLICATION DATE	COUNTRY	CLASS	SUB-CLASS	TRANSLATION
	3.	2015/199306	Dec. 30, 2015	WO			Espacenet
	4.	2016/123403	Aug. 4, 2016	WO			
	5.	201847021036	Jun. 15, 2018	IN			Complete Specification

OTHER DOCUMENTS (Including Author, Title, Date, Pertinent Pages, Etc.)

EXAMINER INITIAL	REFERENCE NUMBER	DOCUMENT
	6.	Office Action dated June 29, 2020 for Japanese Patent Application No. 2019-534619 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	7.	Office Action dated July 28, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/596,674
	8.	Notice of Allowance dated August 18, 2020 for U.S. Patent Application No. 16/188,274
	9.	Notice of Allowance dated September 15, 2020 for Korean Patent Application No. 10-2020-7026125 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	10.	Office Action dated September 3, 2020 for Korean Patent Application No. 10-2018-7033463 and its English translation provided by Applicant's foreign counsel
	11.	Evgeny Khorov et al., "Considerations on Trigger Frame for Random Access Procedure", doc. IEEE 802.11-16/0399r1, March 2016, slides 1-11
	12.	Office Action dated September 9, 2020 for Indian Patent Application No. 201927007972

EXAMINER	*DATE CONSIDERED*

EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609; draw line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

STATEMENT UNDER 37 C.F.R. 1.97(e)(1)

Each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement.

Date: 27 September, 2020

Sungjin HONG
Patent Attorney
QUS INT'L PATENT & LAW GROUP
5Fl., 216 Hwangsaeul-ro,
Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do
13595, Republic of Korea
Tel: +82.31.712.0540
Fax: +82.31.712.0524

Espacenet

Bibliographic data: WO2015199306 (A1) — 2015-12-30

METHOD FOR MULTI-USER UPLINK DATA TRANSMISSION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE THEREFOR

Inventor(s): CHUN JINYOUNG [KR]; RYU KISEON [KR]; LEE WOOKBONG [KR]; CHO HANGYU [KR]; KIM SUHWOOK [KR] ± (천진영, ; 류기선, ; 이욱봉, ; 조한규, ; 김서욱)

Applicant(s): LG ELECTRONICS INC [KR] ± (엘지전자(주))

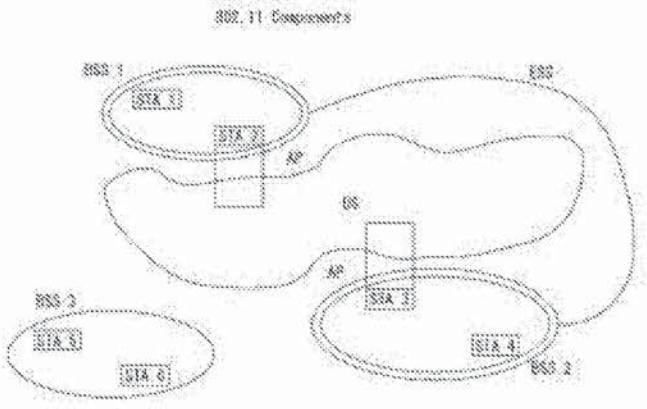
Classification: **- international:** ***H04L27/26; H04L5/00***
- cooperative: **H04B7/0404 (EP); H04B7/0452 (EP); H04L1/00 (EP); H04L5/0023 (EP); H04L5/0048 (EP, US); H04L5/0092 (EP); H04L5/0094 (US);** H04L1/0026 (EP); H04L1/0618 (EP); H04L27/2602 (EP)

Application number: WO2015KR00996 20150129 Global Dossier

Priority number(s): US201462017821P 20140626

Also published as: KR20170030540 (A) US2017170937 (A1)

Abstract of WO2015199306 (A1)



The present invention provides a method for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system and a device therefor. Specifically, a method for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system comprises the steps of: receiving a sounding request frame from an access point (AP) by a station (STA) ; and transmitting, by the STA, a sounding frame to the AP in response to the sounding request frame, wherein the sounding request frame may include information

indicating the number of streams through which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame may include as many long training field (LTF) symbols as the streams.

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Patent Translate
Powered by EPO and Google

Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

CLAIMS WO2015199306A1

1.

A method for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, the method comprising: receiving, by an STA (Station), a sounding request frame from an AP (Access Point); And transmitting, by the STA, a sounding frame to the AP in response to the sounding request frame, wherein the sounding request frame indicates the number of streams in which the STA should transmit the sounding frame. Information, wherein the sounding frame includes long training field (LTF) symbols as many as the number of streams.

2.

The method of claim 1, wherein the sounding request frame includes information for indicating a sounding request for uplink data transmission in the sounding request frame.

3.

The method of claim 2, wherein the sounding request frame is information for indicating a sounding request for transmission of the uplink data in an MRQ (Modulation and Coding Scheme) feedback request (MRQ) subfield of a VHT control field. Uplink multi-user transmission method comprising a.

4.

The method of claim 2, wherein the sounding request frame includes information for indicating a sounding request for transmission of the uplink data in a sounding dialog token field.

5.

The method of claim 1, wherein the sounding frame includes a Legacy-Short Training Field (L-STF), a Legacy-Long Training Field (L-LTF), and a Legacy SIGNAL (L-SIG) field. Efficiency STF), HE-LTF (High Efficiency LTF), and HE-SIG (High Efficiency SIGNAL) fields consisting of only uplink multi-user transmission method.

6.

The method of claim 1, wherein the sounding request frame includes information for requesting buffer status information of the STA, and the sounding frame includes buffer status information of the STA.

7.

The method of claim 6, wherein the buffer status information comprises an access category (AC) of uplink data to be transmitted by the STA, a size of the uplink data, a size of a queue in which the uplink data is accumulated, and the uplink data transmission. A multi-user transmission method including information on at least one of a backoff count for and a contention window for the uplink data transmission.

8.

The method of claim 1, wherein the sounding request frame is a Null Data Packet Announcement (NDPA) frame.

9.

The method of claim 1, wherein the sounding frame is a null data packet (NDP).

10.

A method for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, the method comprising: transmitting, by an access point (AP), a sounding request frame to an STA (Station) participating in multi-user uplink data transmission; Receiving, by the AP, a sounding frame from the STA in response to the sounding request frame; And the sounding request frame includes information indicating the number of streams to which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame is an uplink including a long training field (LTF) as much as the number of streams. Multi-user transmission method.

11.

The method of claim 10, further comprising: transmitting, by the AP, a polling frame to a second STA participating in multi-user uplink data transmission in order to request transmission of a sounding frame; And receiving, by the AP, a sounding frame from the second STA in response to the polling frame.

12.

The method of claim 10, further comprising the step of allocating, by the AP, uplink radio resources to the STA based on uplink channel information measured through the sounding frame.

13.

A STA (Station) device for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, comprising: a radio frequency (RF) unit for transmitting and receiving a radio signal; And a processor, wherein the processor is configured to receive a sounding request frame from an AP (Access Point) and transmit a sounding frame to the AP in response to the sounding request frame, and the sounding request frame The apparatus includes information indicating the number of streams to which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame includes a long training field (LTF) symbol as much as the number of streams.

14.

An AP (Access Point) apparatus for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, comprising: a radio frequency (RF) unit for transmitting and receiving a radio signal; And a processor, wherein the processor transmits a sounding request frame to a plurality of STAs (Stations) participating in multi-user uplink data transmission, and receives a sounding frame in response to the sounding request frame from the STA. And the sounding request frame includes information indicating the number of streams to which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame includes a long training field (LTF) as much as the number of streams. Device.

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Patent Translate
Powered by EPO and Google

Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

DESCRIPTION WO2015199306A1

Method for multi-user uplink data transmission in wireless communication system and apparatus therefor

The present invention relates to a wireless communication system, and more particularly, to a method for supporting transmission of uplink data by a multi-user and an apparatus for supporting the same.

Wi-Fi is a wireless local area network (WLAN) technology that enables devices to access the Internet in a frequency band of 2.4 GHz, 5 GHz or 6 GHz.

WLAN is based on the IEEE (institute of electrical and electronic engineers) 802.11 standard. The IEEE 802.11 Wireless Next Generation Standing Committee (SC) is an ad-hoc committee that considers the next-generation wireless local area network (WLAN) in the mid to long term.

IEEE 802.11n aims to increase the speed and reliability of the network and extend the operating distance of the wireless network. More specifically, IEEE 802.11n supports High Throughput (HT), which provides a maximum data rate of 600Mbps, and also supports both ends of the transmitter and receiver to minimize transmission errors and optimize the data rate. It is based on MIMO (Multiple Inputs and Multiple Outputs) technology using multiple antennas.

As the spread of WLAN is activated and applications using it are diversified, the next-generation WLAN system supporting VHT (Very High Throughput) is the next version of the IEEE 802.11n WLAN system, and IEEE 802.11ac is newly established. IEEE 802.11ac supports data processing speeds of 1 Gbps or more through 80 MHz bandwidth transmission and/or higher bandwidth transmission (eg, 160 MHz), and operates mainly in the 5 GHz band.

In recent years, there is a need for a new WLAN system to support a throughput higher than the data processing speed supported by IEEE 802.11ac.

The scope of IEEE 802.11ax, which is mainly discussed in the next-generation WLAN study group called IEEE 802.11ax or High Efficiency WLAN, is 1) 802.11 physical (PHY) layer and MAC in the bands such as 2.4GHz and 5GHz. (medium access control) layer improvement, 2) spectrum efficiency and area throughput improvement, 3) interference source environment, dense heterogeneous network environment, and high user load It includes improving performance in real indoor and outdoor environments such as the environment.

The scenario mainly considered in IEEE 802.11ax is a dense environment with many APs (access points) and STAs (stations), and IEEE 802.11ax discusses improvement in spectrum efficiency and area throughput in such a situation. . In particular, there is interest in improving practical performance not only in an indoor environment but also in an outdoor environment that is not much considered in the existing WLAN.

IEEE 802.11ax is interested in scenarios such as wireless office, smart home, stadium, hotspot, building/apartment, and AP and AP based on the scenario. Discussion on improving system performance in a dense environment with many STAs is being conducted.

In the future, IEEE 802.11ax improves system performance in an overlapping basic service set (OBSS) environment, improves

outdoor environment performance, and improves cellular offloading, rather than improving single link performance in one basic service set (BSS). Discussion is expected to be active. This direction of IEEE 802.11ax means that the next-generation WLAN will gradually have a technology range similar to that of mobile communication. Considering the recent discussion of mobile communication and WLAN technology in the area of small cell and direct-to-direct (D2D) communication, the technology and business of next-generation WLAN and mobile communication based on IEEE 802.11ax The fusion is expected to become more active.

An object of the present invention is to propose a method for transmitting an uplink multi-user in a wireless communication system.

In addition, an object of the present invention is to propose a pre-procedure for obtaining channel state information and/or buffer state information for uplink multi-user transmission in a wireless communication system.

In addition, an object of the present invention is to propose a frame structure for uplink multi-user transmission in a wireless communication system.

The technical problems to be achieved in the present invention are not limited to the technical problems mentioned above, and other technical problems that are not mentioned will be clearly understood by those of ordinary skill in the technical field to which the present invention belongs from the following description. I will be able to.

In an aspect of the present invention, in a method for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, the step of receiving, by an STA (Station), a sounding request frame from an AP (Access Point), and the STA Transmitting a sounding frame to the AP in response to the sounding request frame, wherein the sounding request frame includes information indicating the number of streams in which the STA should transmit the sounding frame. And, the sounding frame may include LTF (Long Training Field) symbols as many as the number of streams.

Another aspect of the present invention is an STA (Station) device for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system, comprising a radio frequency (RF) unit and a processor for transmitting and receiving a radio signal, , The processor is configured to receive a sounding request frame from an AP (Access Point), and transmit a sounding frame to the AP in response to the sounding request frame, and the sounding request frame It includes information indicating the number of streams in which the ding frame is to be transmitted, and the sounding frame may include long training field (LTF) symbols as much as the number of streams.

Preferably, the sounding request frame may include information for indicating a sounding request for uplink data transmission in the sounding request frame.

Preferably, the sounding request frame includes information for indicating a sounding request for transmission of the uplink data in the MRQ (Modulation and Coding Scheme (MCS) feedback request) subfield of the VHT control field. I can.

Preferably, the sounding request frame may include information for indicating a sounding request for transmission of the uplink data in a sounding dialog token field.

Preferably, the sounding frame, except for L-STF (Legacy-Short Training Field), L-LTF (Legacy-Long Training Field), and L-SIG (Legacy SIGNAL) field, HE-STF , HE-LTF (High Efficiency LTF) and HE-SIG (High Efficiency SIGNAL) fields may be configured only.

Preferably, the sounding request frame may include information for requesting buffer state information of the STA, and the sounding frame may include buffer state information of the STA.

Preferably, the buffer status information includes an AC (Access Category) of uplink data to be transmitted by the STA, a size of the uplink data, a size of a queue in which the uplink data is accumulated, and a bag for transmission of the uplink data. It may include information on at least one of a backoff count and a contention window for the uplink data transmission.

Preferably, the sounding request frame may be a Null Data Packet Announcement (NDPA) frame.

Preferably, the sounding frame may be a null data packet (NDP).

In another aspect of the present invention, in a method for transmitting multi-user uplink data in a wireless communication system, an access point (AP) to an STA (Station) participating in multi-user uplink data transmission Transmitting a sounding request frame, the AP receiving a sounding frame from the STA in response to the sounding request frame, and the sounding request frame is a stream in which the STA should transmit the sounding frame It includes information indicating the number of, and the sounding frame may include a long training field (LTF) as much as the number of streams.

In another aspect of the present invention, in an AP (Access Point) device for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system, a radio frequency (RF) unit and a processor for transmitting and receiving a radio signal are provided. Including, wherein the processor is configured to transmit a sounding request frame to a plurality of STAs (Stations) participating in multi-user uplink data transmission, and to receive a sounding frame in response to the sounding request frame from the STA, . The sounding request frame includes information indicating the number of streams to which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame may include a Long Training Field (LTF) as much as the number of streams. .

Preferably, the AP transmitting a polling frame to a second STA participating in multi-user uplink data transmission in order to request transmission of a sounding frame, and the AP transmits a polling frame from the second STA to the polling frame. It may further include receiving a sounding frame in response.

Preferably, the AP may further include allocating an uplink radio resource to the STA based on uplink channel information measured through the sounding frame.

According to an embodiment of the present invention, uplink multi-user transmission may be performed through each of different spatial streams or frequency resources in a wireless communication system.

Further, according to an embodiment of the present invention, it is possible to smoothly perform uplink multi-user transmission based on channel state information and/or buffer state information for uplink multi-user transmission in a wireless communication system.

Further, according to an embodiment of the present invention, it is possible to smoothly perform uplink multi-user transmission based on a frame structure for uplink multi-user transmission in a wireless communication system.

The effects obtained in the present invention are not limited to the above-mentioned effects, and other effects not mentioned will be clearly understood by those of ordinary skill in the art from the following description. .

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS The accompanying drawings, which are included as part of the detailed description to aid in understanding of the present invention, provide embodiments of the present invention, and together with the detailed description, the technical features of the present invention are described.

1 is a diagram showing an example of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

FIG. 2 is a diagram illustrating a structure of a layer architecture of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

3 illustrates a non-HT format PPDU and an HT format PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

4 illustrates a VHT format PPDU format of a wireless communication system to which the present invention can be applied.

5 is a diagram illustrating a constellation for classifying a format of a PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

6 illustrates a MAC frame format of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

7 is a diagram illustrating a frame control field in a MAC frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

8 is a diagram for explaining a random backoff period and a frame transmission procedure in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

9 is a diagram illustrating an IFS relationship in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

10 illustrates a VHT format of an HT Control field in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

11 is a diagram conceptually showing a channel sounding method in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

12 is a diagram illustrating a VHT NDPA frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

13 is a diagram illustrating an NDP PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

14 is a diagram illustrating a VHT compressed beamforming frame format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

15 is a diagram exemplifying a beamforming report poll frame format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

16 is a diagram illustrating a Group ID Management frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

17 is a diagram illustrating a downlink multi-user PPDU format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

18 is a diagram illustrating a downlink MU-MIMO transmission process in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

19 to 23 are diagrams illustrating high efficiency (HE) format PPDUs according to an embodiment of the present invention.

24 illustrates a phase rotation for detecting an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

25 is a diagram illustrating an uplink multi-user transmission procedure according to an embodiment of the present invention.

26 is a diagram illustrating an uplink multi-user transmission procedure according to an embodiment of the present invention.

FIG. 27 is a diagram illustrating a structure of a downlink PPDU related to uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

28 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

29 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

30 is a diagram illustrating a Null Data Packet Announcement (NDPA) frame according to an embodiment of the present invention.

FIG. 31 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

32 is a block diagram illustrating a wireless device according to an embodiment of the present invention.

Hereinafter, preferred embodiments of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS The detailed description to be disclosed hereinafter together with the accompanying drawings is intended to describe exemplary embodiments of the present invention, and is not intended to represent the only embodiments in which the present invention may be practiced. The following detailed description includes specific details to provide a thorough understanding of the invention. However, one of ordinary skill in the art appreciates that the invention may be practiced without these specific details.

In some cases, in order to avoid obscuring the concept of the present invention, well-known structures and devices may be omitted, or may be illustrated in a block diagram form centering on core functions of each structure and device.

Specific terms used in the following description are provided to aid understanding of the present invention, and the use of these specific terms may be changed in other forms without departing from the technical spirit of the present invention.

The following technologies are CDMA (code division multiple access), FDMA (frequency division multiple access), TDMA (time division multiple access), OFDMA (orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA (single carrier frequency division multiple access), NOMA It can be used in various wireless access systems such as (non-orthogonal multiple access). CDMA may be implemented with universal terrestrial radio access (UTRA) or radio technology such as CDMA2000. TDMA may be implemented with a radio technology such as global system for mobile communications (GSM)/general packet radio service (GPRS)/enhanced data rates for GSM evolution (EDGE). OFDMA may be implemented with wireless technologies such as IEEE (institute of electrical and electronics engineers) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, and E-UTRA (evolved UTRA). UTRA is part of a universal mobile telecommunications system (UMTS). 33rd generation partnership project (GPP) long term evolution (LTE) is a part of evolved UMTS (E-UMTS) using E-UTRA and employs OFDMA in downlink and SC-FDMA in uplink. LTE-A (advanced) is an evolution of 3GPP LTE.

Embodiments of the present invention may be supported by standard documents disclosed in at least one of IEEE 802, 3GPP and 3GPP2, which are wireless access systems. That is, among the embodiments of the present invention, steps or parts not described to clearly reveal the technical idea of the present invention may be supported by the above documents. In addition, all terms disclosed in this document can be described by the standard document.

For clarity, the IEEE 802.11 system is mainly described, but the technical features of the present invention are not limited thereto.

System general

1 is a diagram showing an example of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

The IEEE 802.11 structure may be composed of a plurality of components, and a wireless communication system supporting the mobility of a station (STA) that is transparent to an upper layer may be provided by their interaction. . The basic service set (BSS) may correspond to a basic building block in the IEEE 802.11 system.

In FIG. 1, three BSSs (BSS 1 to BSS 3) exist and two STAs are included as members of each BSS (STA 1 and STA 2 are included in BSS 1, and STA 3 and STA 4 are BSS 2). Is included in, STA 5 and STA 6 are included in BSS 3) as an example.

In FIG. 1, the ellipse indicating the BSS may be understood as indicating a coverage area in which STAs included in the corresponding BSS maintain communication. This area may be referred to as a basic service area (BSA). When the STA moves out of the BSA, it cannot communicate directly with other STAs in the corresponding BSA.

The most basic type of BSS in the IEEE 802.11 system is an independent BSS (IBSS). For example, the IBSS may have a minimum form composed of only two STAs. In addition, BSS 3 of FIG. 1 in the simplest form and in which other components are omitted may correspond to a representative example of IBSS. This configuration is possible when STAs can directly communicate. In addition, this type of LAN is not configured in advance, but may be configured when a LAN is required, and this may be referred to as an ad-hoc network.

Membership of the STA in the BSS may be dynamically changed by turning on or off the STA, entering or leaving the BSS region, or the like. In order to become a member of the BSS, the STA can join the BSS using a synchronization process. In order to access all services of the BSS-based structure, the STA must be associated with the BSS. This association may be set dynamically and may include the use of a distribution system service (DSS).

802.11 The direct STA-to-STA distance in the system may be limited by physical layer (PHY) performance. In some cases, the limit of this distance may be sufficient, but in some cases, communication between STAs at a longer distance may be required. A distribution system (DS) can be configured to support extended coverage.

DS refers to a structure in which BSSs are interconnected. Specifically, instead of the independent BSS as shown in FIG. 1, the BSS may exist as an extended component of a network composed of a plurality of BSSs.

DS is a logical concept and can be specified by the characteristics of a distribution system medium (DSM). In this regard, the IEEE 802.11 standard logically divides a wireless medium (WM) and a distribution system medium (DSM). Each logical medium is used for a different purpose and is used by different components. The definition of the IEEE 802.11 standard does not limit these media to the same or different. In this way, in that the plurality of media are logically different, the flexibility of the structure of the IEEE 802.11 system (DS structure or other network structure) can be described. That is, the IEEE 802.11 system structure may be variously implemented, and the corresponding system structure may be independently specified according to the physical characteristics of each implementation.

The DS can support the mobile device by providing seamless integration of multiple BSSs and providing the logical services necessary to handle addresses to destinations.

The AP refers to an entity that enables access to the DS through the WM for linked STAs and has STA functionality. Data movement between the BSS and the DS may be performed through the AP. For example, STA 2 and STA 3 shown in FIG. 1 provide a function of allowing the associated STAs (STA 1 and STA 4) to access the DS while having the functionality of an STA. Also, since all APs basically correspond to STAs, all APs are addressable entities. The address used by the AP for communication on the WM and the address used by the AP for communication on the DSM need not necessarily be the same.

Data transmitted from one of the STAs associated with the AP to the STA address of the AP is always received on an uncontrolled port and may be processed by the IEEE 802.1X port access entity. In addition, when the controlled port is authenticated, transmission data (or frame) may be transmitted to the DS.

A wireless network of arbitrary size and complexity may be composed of DS and BSS. In the IEEE 802.11 system, this type of network is referred to as an extended service set (ESS) network. The ESS may correspond to a set of BSSs connected to one DS. However, ESS does not include DS. The ESS network is characterized in that it is seen as an IBSS network at the Logical Link Control (LLC) layer. STAs included in the ESS can communicate with each other, and mobile STAs can move from one BSS to another (within the same ESS) transparently to the LLC.

In the IEEE 802.11 system, nothing is assumed with respect to the relative physical locations of the BSSs in FIG. 1, and the following forms are all possible.

Specifically, BSSs may be partially overlapped, which is a commonly used form to provide continuous coverage. In addition, the BSSs may not be physically connected, and logically, there is no limit to the distance between the BSSs. In addition, BSSs may be physically located at the same location, which may be used to provide redundancy. In addition, one (or one or more) IBSS or ESS networks may physically exist in the same space as one or more ESS networks. This is when an ad-hoc network operates in a location where an ESS network exists, when physically overlapping IEEE 802.11 networks are configured by different organizations, or when two or more different access and security policies are required at the same location. It may correspond to the ESS network type in cases, etc.

In the WLAN system, the STA is a device that operates according to the IEEE 802.11 Medium Access Control (MAC)/PHY regulations. STAs may include AP STAs and non-AP STAs (non-AP STAs) as long as the function of the STA is not individually distinguished from the AP. However, when communication is performed between the STA and the AP, the STA may be understood as a non-AP STA. In the example of FIG. 1, STA 1, STA 4, STA 5, and STA 6 correspond to non-AP STAs, and STA 2 and STA 3 correspond to AP STAs.

Non-AP STAs generally correspond to devices directly handled by users, such as laptop computers and mobile phones. In the following description, a non-AP STA is a wireless device, a terminal, a user equipment (UE), a mobile station (MS), a mobile terminal, and a wireless terminal.), a wireless transmit/receive unit (WTRU), a network interface device, a Machine-Type Communication (MTC) device, a Machine-to-Machine (M2M) device, or the like.

In addition, the AP is a base station (BS: Base Station), Node-B (Node-B), evolved Node-B (eNB: evolved Node-B), and a base transceiver system (BTS) in other wireless communication fields. , A concept corresponding to a femto base station (Femto BS).

Hereinafter, in the present specification, downlink (DL) refers to communication from an AP to a non-AP STA, and uplink (UL) refers to communication from a non-AP STA to an AP. In downlink, the transmitter may be part of the AP, and the receiver may be part of the non-AP STA. In the uplink, the transmitter may be part of the non-AP STA, and the receiver may be part of the AP.

FIG. 2 is a diagram illustrating a structure of a layer architecture of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 2, the layer architecture of the IEEE 802.11 system may include a MAC sublayer 210 and a PHY sublayer 220.

The PHY sublayer 220 may be divided into a Physical Layer Convergence Procedure (PLCP) entity and a Physical Medium Dependent (PMD) entity. In this case, the PLCP entity serves to connect the MAC sublayer and the data frame, and the PMD entity serves to wirelessly transmit and receive data with two or more STAs.

Both the MAC sublayer 210 and the PHY sublayer 220 may include a management entity, respectively, a MAC sublayer management entity (MLME) and a PHY sublayer management entity (PLME: Physical Sublayer Management Entity, 240). These management entities 230 and 240 provide a layer management service interface through the operation of a layer management function. The MLME 230 is connected to the PLME 240 to perform a management operation of the MAC sublayer 210, and the PLME 240 is also connected to the MLME 230 to manage the PHY sublayer 220. You can perform a management operation.

In order to provide accurate MAC operation, a Station Management Entity (SME) 250 may exist in each STA. The SME 250 is a management entity independent of each layer, and collects layer-based state information from the MLME 230 and PLME 240 or sets values of specific parameters of each layer. The SME 250 may perform these functions on behalf of general system management entities, and may implement standard management protocols.

The MLME 230, PLME 240, and SME 250 may interact in various ways based on a primitive. Specifically, the XX-GET.request primitive is used to request the value of a management information base attribute (MIB attribute: Management Information Base attribute), and the XX-GET.confirm primitive indicates the MIB attribute value if the status is'SUCCESS'. Return (return), otherwise, return with an error indication in the status field. The XX-SET.request primitive is used to request to set the specified MIB attribute to a given value. If the MIB attribute implies a specific action, this request requests the execution of that specific

action. And, if the status of the XX-SET.confirm primitive is'SUCCESS', this means that the designated MIB attribute has been set to the requested value. Otherwise, the status field indicates an error condition. If this MIB attribute means a specific operation, this primitive can confirm that the operation has been performed.

A brief description of the operation in each sublayer is as follows.

The MAC sublayer 210 includes a MAC header and a frame check sequence (FCS) in a MAC service data unit (MSDU) received from an upper layer (eg, an LLC layer) or a fragment of an MSDU. : Frame Check Sequence) is attached to create one or more MAC Protocol Data Units (MPDUs). The generated MPDU is delivered to the PHY sublayer 220.

When an A-MSDU (aggregated MSDU) scheme is used, a plurality of MSDUs may be merged into a single A-MSDU (aggregated MSDU). The MSDU merging operation may be performed in a higher MAC layer. The A-MSDU is delivered to the PHY sublayer 220 as a single MPDU (if it is not fragmented).

The PHY sublayer 220 adds an additional field including information required by the physical layer transceiver to the physical service data unit (PSDU) received from the MAC sublayer 210, and the physical protocol data unit (PPDU: Physical Protocol). Data Unit). The PPDU is transmitted over a wireless medium.

PSDU is received from the MAC sublayer 210 by the PHY sublayer 220, and the MPDU is transmitted by the MAC sublayer 210 to the PHY sublayer 220, so the PSDU is substantially the same as the MPDU.

When an A-MPDU (aggregated MPDU) scheme is used, a plurality of MPDUs (at this time, each MPDU may carry an A-MSDU.) Can be merged into a single A-MPDU. The MPDU merging operation may be performed in the MAC lower layer. In the A-MPDU, various types of MPDUs (eg, QoS data, ACK (Acknowledge), block ACK (BlockAck), etc.) may be merged. The PHY sublayer 220 receives the A-MPDU as a single PSDU from the MAC sublayer 210. That is, the PSDU consists of a plurality of MPDUs. Therefore, the A-MPDU is transmitted through a wireless medium within a single PPDU.

PPDU (Physical Protocol Data Unit) format

PPDU (Physical Protocol Data Unit) refers to a data block generated in the physical layer. Hereinafter, a PPDU format will be described based on the IEEE 802.11 WLAN system to which the present invention can be applied.

3 illustrates a non-HT format PPDU and an HT format PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

3A illustrates a non-HT format PPDU for supporting an IEEE 802.11a/g system. The non-HT PPDU may also be referred to as a legacy PPDU.

Referring to Figure 3 (a), the non-HT format PPDU is L-STF (Legacy (or, Non-HT) Short Training field), L-LTF (Legacy (or, Non-HT) Long Training field) and It is configured by including a legacy format preamble consisting of a L-SIG (Legacy (or Non-HT) SIGNAL) field and a data field.

L-STF may include a short training orthogonal frequency division multiplexing symbol (OFDM). L-STF can be used for frame timing acquisition, automatic gain control (AGC), diversity detection, and coarse frequency/time synchronization. .

The L-LTF may include a long training orthogonal frequency division multiplexing symbol (OFDM). L-LTF can be used for fine frequency/time synchronization and channel estimation.

The L-SIG field may be used to transmit control information for demodulation and decoding of the data field. The L-SIG field may include information on a data rate and a data length.

3(b) illustrates an HT-mixed format PPDU (HT-mixed format PPDU) for supporting both an IEEE 802.11n system and an IEEE 802.11a/g system.

3B, the HT mixed format PPDU includes a legacy format preamble consisting of L-STF, L-LTF and L-SIG fields, an HT-SIG (HT-Signal) field, and an HT-STF (HT Short). Training field), an HT format preamble consisting of HT Long Training field (HT-LTF), and a data field.

Since the L-STF, L-LTF and L-SIG fields mean legacy fields for backward compatibility, the L-STF to L-SIG fields are the same as the non-HT format. L-STA can interpret data fields through L-LTF, L-LTF and L-SIG fields even when receiving HT mixed PPDU. However, the L-LTF may further include information for channel estimation to be performed in order to receive the HT-STA HT mixed PPDU and demodulate the L-SIG field and HT-SIG field.

The HT-STA can know that it is an HT-mixed format PPDU by using the HT-SIG field following the legacy field, and can decode

the data field based on this.

The HT-LTF field can be used for channel estimation for demodulation of the data field. Since IEEE 802.11n supports Single-User Multi-Input and Multi-Output (SU-MIMO), a plurality of HT-LTF fields may be configured for channel estimation for each data field transmitted through a plurality of spatial streams.

The HT-LTF field is data used for channel estimation for spatial streams, data HT-LTF (data HT-LTF), and an extension used additionally for full channel sounding, HT-LTF (extension HT-LTF). It can be composed of. Accordingly, a plurality of HT-LTFs may be equal to or greater than the number of transmitted spatial streams.

In the HT-mixed format PPDU, the L-STF, L-LTF and L-SIG fields are transmitted first in order to obtain data by receiving L-STA as well. Thereafter, the HT-SIG field is transmitted for demodulation and decoding of the data transmitted for the HT-STA.

The HT-SIG field is transmitted without performing beamforming so that L-STA and HT-STA can receive the corresponding PPDU and obtain data, and the HT-STF, HT-LTF and data fields transmitted afterwards are precoding. The wireless signal transmission is performed through. Here, in order to take into account the part where the power due to the precoding is changed in the receiving STA after precoding, the HT-STF field is transmitted, and a plurality of HT-LTF and data fields are transmitted thereafter.

(C) of FIG. 3 illustrates an HT-GF format PPDU (HT-greenfield format PPDU) for supporting only an IEEE 802.11n system.

Referring to (c) of FIG. 3, the HT-GF format PPDU includes HT-GF-STF, HT-LTF1, HT-SIG fields, a plurality of HT-LTF2 and data fields.

HT-GF-STF is used for frame timing acquisition and AGC.

HT-LTF1 is used for channel estimation.

The HT-SIG field is used for demodulation and decoding of the data field.

HT-LTF2 is used for channel estimation for demodulation of a data field. Likewise, since the HT-STA uses SU-MIMO, channel estimation is required for each of the data fields transmitted in a plurality of spatial streams, so the HT-LTF2 may be configured in multiple numbers.

A plurality of HT-LTF2 can be composed of a plurality of Data HT-LTFs and a plurality of extended HT-LTFs similar to the HT-LTF field of HT mixed PPDU.

In FIGS. 3A to 3C, the data field is a payload, a service field, a scrambled PSDU field, a tail bit, and a padding bit. It may include.

The IEEE 802.11ac WLAN system supports downlink multi-user multiple input multiple output (MU-MIMO) transmission in which a plurality of STAs simultaneously access a channel in order to efficiently use a radio channel. According to the MU-MIMO transmission scheme, an AP may simultaneously transmit a packet to one or more STAs with MIMO pairing.

DL MU transmission (downlink multi-user transmission) refers to a technique in which an AP transmits a PPDU to a plurality of non-AP STAs through the same time resource through one or more antennas.

Hereinafter, the MU PPDU refers to a PPDU that carries one or more PSDUs for one or more STAs using MU-MIMO technology or OFDMA technology. In addition, the SU PPDU refers to a PPDU that can carry only one PSDU or has a format in which the PSDU does not exist.

For MU-MIMO transmission, the size of control information transmitted to the STA may be relatively larger than the size of 802.11n control information. As an example of additional control information required for MU-MIMO support, information indicating the number of spatial streams received by each STA, information related to modulation and coding of data transmitted to each STA, etc. Can be.

Accordingly, when MU-MIMO transmission is performed to simultaneously provide data services to a plurality of STAs, the size of the transmitted control information may be increased according to the number of receiving STAs.

In order to efficiently transmit the increased size of control information as described above, a plurality of control information required for MU-MIMO transmission is required for common control information commonly required for all STAs and individually requested for a specific STA. It may be transmitted by dividing into two types of information, which is dedicated control information.

4 illustrates a VHT format PPDU format of a wireless communication system to which the present invention can be applied.

4 illustrates a VHT format PPDU (VHT format PPDU) for supporting the IEEE 802.11ac system.

4, a VHT format PPDU includes a legacy format preamble consisting of L-STF, L-LTF, and L-SIG fields, a VHT-SIG-A (VHT-Signal-A) field, and VHT-STF (VHT Short Training). field), VHT-LTF (VHT Long Training field), and VHT-SIG-B (VHT-Signal-B) fields, including a VHT format preamble and a data field.

Since L-STF, L-LTF, and L-SIG refer to legacy fields for backward compatibility, the L-STF to L-SIG fields are the same as the non-HT format. However, the L-LTF may further include information for channel estimation to be performed to demodulate the L-SIG field and the VHT-SIG-A field.

The L-STF, L-LTF, L-SIG fields, and VHT-SIG-A fields may be repeatedly transmitted in a 20MHz channel unit. For example, when the PPDU is transmitted through four 20 MHz channels (i.e., 80 MHz bandwidth), the L-STF, L-LTF, L-SIG fields and VHT-SIG-A fields are transmitted repeatedly in every 20 MHz channel. Can be.

The VHT-STA can know that it is a VHT format PPDU using the VHT-SIG-A field following the legacy field, and can decode the data field based on this.

In the VHT format PPDU, the L-STF, L-LTF and L-SIG fields are transmitted first in order to obtain data by receiving the L-STA as well. Thereafter, the VHT-SIG-A field is transmitted for demodulation and decoding of data transmitted for VHT-STA.

The VHT-SIG-A field is a field for transmitting control information common to the AP and MIMO paired VHT STAs, and includes control information for interpreting the received VHT format PPDU.

The VHT-SIG-A field may include a VHT-SIG-A1 field and a VHT-SIG-A2 field.

The VHT-SIG-A1 field includes channel bandwidth (BW) information to be used, whether or not Space Time Block Coding (STBC) is applied, group identification information for indicating a group of STAs grouped in MU-MIMO (Group ID: Group Identifier), the number of streams used (NSTS: Number of space-time stream) / partial AID (Partial AID (association identification)) information, and transmit power save forbidden information can do. Here, the Group ID refers to an identifier assigned to a transmission target STA group to support MU-MIMO transmission, and may indicate whether the currently used MIMO transmission method is MU-MIMO or SU-MIMO.

Table 1 is a table illustrating the VHT-SIG-A1 field.

Table 1

The VHT-SIG-A2 field includes information on whether to use a short guard interval (GI), forward error correction (FEC) information, information on a modulation and coding scheme (MCS) for a single user, and multiple Information on the type of channel coding for the user, information related to beamforming, redundancy bits for cyclic redundancy checking (CRC), tail bits of convolutional decoder, etc. I can.

Table 2 is a table illustrating the VHT-SIG-A2 field.

Table 2

VHT-STF is used to improve the performance of AGC estimation in MIMO transmission.

The VHT-LTF is used by the VHT-STA to estimate the MIMO channel. Since the VHT WLAN system supports MU-MIMO, the VHT-LTF can be set as many as the number of spatial streams in which PPDUs are transmitted. Additionally, when full channel sounding is supported, the number of VHT-LTFs may increase.

The VHT-SIG-B field includes dedicated control information necessary for a plurality of MU-MIMO paired VHT-STAs to acquire data by receiving a PPDU. Therefore, the VHT-STA may be designed to decode the VHT-SIG-B field only when the currently received PPDU indicates MU-MIMO transmission in which common control information included in the VHT-SIG-A field is received. . On the other hand, when the common control information indicates that the currently received PPDU is for a single VHT-STA (including SU-MIMO), the STA may be designed not to decode the VHT-SIG-B field.

The VHT-SIG-B field includes information on modulation, encoding, and rate-matching of each VHT-STA. The size of the VHT-SIG-B field may vary depending on the type of MIMO transmission (MU-MIMO or SU-MIMO) and the channel bandwidth used for PPDU transmission.

In order to transmit a PPDU of the same size to STAs paired with an AP in a system supporting MU-MIMO, information

indicating the bit size of a data field constituting the PPDU and/or indicating a bit stream size constituting a specific field information may be included in the VHT-SIG-A field.

However, in order to effectively use the PPDU format, the L-SIG field may be used. In order to transmit PPDUs of the same size to all STAs, a length field and a rate field included in the L-SIG field and transmitted may be used to provide necessary information. In this case, since the MPDU (MAC Protocol Data Unit) and/or A-MPDU (Aggregate MAC Protocol Data Unit) are set based on the byte (or oct: octet) of the MAC layer, additional padding is required in the physical layer. May be required.

In FIG. 4, a data field is a payload and may include a service field, a scrambled PSDU, tail bits, and padding bits.

As described above, since various PPDU formats are mixed and used, the STA must be able to distinguish the format of the received PPDU.

Here, the meaning of classifying the PPDU (or the meaning of classifying the PPDU format) may have various meanings. For example, the meaning of classifying PPDUs may include determining whether the received PPDU is a PPDU capable of decoding (or interpretation) by the STA. In addition, separating the PPDU may mean determining whether the received PPDU is a PPDU that can be supported by the STA. In addition, the meaning of classifying the PPDU can also be interpreted as the meaning of classifying what information is transmitted through the received PPDU.

This will be described in more detail with reference to the drawings below.

5 is a diagram illustrating a constellation for classifying a format of a PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

5A illustrates the constellation of an L-SIG field included in a non-HT format PPDU, and FIG. 5B illustrates a phase rotation for detecting an HT mixed format PPDU. And, Figure 5 (c) illustrates a phase rotation (phase rotation) for VHT format PPDU detection.

In order for the STA to classify non-HT format PPDU, HT-GF format PPDU, HT mixed format PPDU and VHT format PPDU, the constellation of OFDM symbols transmitted after the L-SIG field and the L-SIG field The phase of is used. That is, the STA may classify the PPDU format based on the phase of the constellation of the OFDM symbol transmitted after the L-SIG field and/or the L-SIG field of the received PPDU.

5A, BPSK (Binary Phase Shift Keying) is used as an OFDM symbol constituting the L-SIG field.

First, in order to identify the HT-GF format PPDU, when the first SIG field is detected in the received PPDU, the STA determines whether it is an L-SIG field. That is, the STA attempts decoding based on the constellation as in the example of FIG. 5A. If the STA fails to decode, it may be determined that the corresponding PPDU is an HT-GF format PPDU.

Next, in order to classify a non-HT format PPDU, an HT mixed format PPDU, and a VHT format PPDU, the phase of the constellation of the OFDM symbol transmitted after the L-SIG field may be used. That is, the modulation method of the OFDM symbol transmitted after the L-SIG field may be different, and the STA may classify the PPDU format based on the modulation method for the field after the L-SIG field of the received PPDU.

Referring to FIG. 5B, in order to distinguish the HT mixed format PPDU, the phases of two OFDM symbols transmitted after the L-SIG field in the HT mixed format PPDU may be used.

More specifically, the phases of OFDM symbol #1 and OFDM symbol #2 corresponding to the HT-SIG field transmitted after the L-SIG field in the HT mixed format PPDU are rotated by 90 degrees in the counterclockwise direction. That is, the modulation method for OFDM symbol #1 and OFDM symbol #2 uses Quadrature Binary Phase Shift Keying (QBPSK). The QBPSK constellation may be a constellation in which the phase is rotated by 90 degrees counterclockwise based on the BPSK constellation.

The STA attempts to decode the first OFDM symbol and the second OFDM symbol corresponding to the HT-SIG field transmitted after the L-SIG field of the received PPDU based on constellations as illustrated in FIG. 5B. If the STA succeeds in decoding, it determines that the corresponding PPDU is an HT format PPDU.

Next, in order to distinguish between the non-HT format PPDU and the VHT format PPDU, the phase of the constellation of the OFDM symbol transmitted after the L-SIG field may be used.

Referring to FIG. 5C, in order to classify a VHT format PPDU, phases of two OFDM symbols transmitted after an L-SIG field in a VHT format PPDU may be used.

More specifically, in the VHT format PPDU, the phase of OFDM symbol #1 corresponding to the VHT-SIG-A field after the L-SIG field is not rotated, but the phase of OFDM symbol #2 is rotated by 90 degrees in the counterclockwise direction. . That is, BPSK is used for the modulation method for OFDM symbol #1, and QBPSK is used for the modulation method for OFDM symbol #2.

The STA attempts to decode the first OFDM symbol and the second OFDM symbol corresponding to the VHT-SIG field transmitted after the L-SIG field of the received PPDU based on a constellation as illustrated in (c) of FIG. 5. If the STA succeeds in decoding, it may determine that the corresponding PPDU is a VHT format PPDU.

On the other hand, if decoding fails, the STA may determine that the corresponding PPDU is a non-HT format PPDU.

MAC frame format

6 illustrates a MAC frame format of an IEEE 802.11 system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 6, a MAC frame (ie, MPDU) is composed of a MAC header, a frame body, and a frame check sequence (FCS).

MAC Header is a Frame Control field, a Duration/ID field, an Address 1 field, an Address 2 field, an Address 3 field, and a Sequence Control field. Control) field, address 4 (Address 4) field, QoS control (QoS Control) field, and is defined as an area including an HT Control field.

The Frame Control field contains information on the characteristics of the corresponding MAC frame. A more detailed description of the Frame Control field will be described later.

The Duration/ID field may be implemented to have different values according to the type and subtype of the corresponding MAC frame.

If the type and subtype of the corresponding MAC frame is a PS-Poll frame for power save (PS) operation, the Duration/ID field is an association identifier (AID) of the STA that transmitted the frame. It may be set to include. In other cases, the Duration/ID field may be set to have a specific duration value according to the type and subtype of the corresponding MAC frame. In addition, when the frame is an MPDU included in an aggregate-MPDU (A-MPDU) format, the Duration/ID fields included in the MAC header may all be set to have the same value.

The Address 1 to Address 4 fields include a BSSID, a source address (SA), a destination address (DA), a transmitting address indicating a transmitting STA address (TA: Transmitting Address), and a receiving address indicating a receiving STA address (RA: Receiving Address).

Meanwhile, the address field implemented as the TA field may be set as a bandwidth signaling TA (TA) value, and in this case, the TA field may indicate that the corresponding MAC frame contains additional information in the scrambling sequence. Bandwidth signaling TA may be expressed as the MAC address of the STA transmitting the corresponding MAC frame, but the individual/group bit included in the MAC address is set to a specific value (eg, '1'). I can.

The Sequence Control field is set to include a sequence number and a fragment number. The sequence number may indicate a sequence number allocated to a corresponding MAC frame. The fragment number may indicate the number of each fragment of the corresponding MAC frame.

The QoS Control field contains information related to QoS. The QoS Control field may be included when indicating a QoS data frame in a subtype subfield.

The HT Control field includes control information related to HT and/or VHT transmission/reception techniques. The HT Control field is included in the Control Wrapper frame. In addition, it exists in a QoS data frame and a management frame in which the value of the Order subfield is 1.

The frame body is defined as a MAC payload, and the data to be transmitted from the upper layer is located, and has a variable size. For example, the maximum MPDU size may be 11454 octets, and the maximum PPDU size may be 5.484 ms.

FCS is defined as a MAC footer, and is used for error detection of MAC frames.

The first three fields (Frame Control field, Duration/ID field, and Address 1 field) and the last field (FCS field) constitute the minimum frame format and are present in all frames. Other fields can exist only in a specific frame type.

7 is a diagram illustrating a frame control field in a MAC frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 7, the Frame Control field is a Protocol Version subfield, a Type subfield, a Subtype subfield, a To DS subfield,

a From DS subfield, and an additional fragment (More Fragments). It consists of a subfield, a Retry subfield, a Power Management subfield, a More Data subfield, a Protected Frame subfield, and an Order subfield.

The Protocol Version subfield may indicate the version of the WLAN protocol applied to the corresponding MAC frame.

The Type subfield and the Subtype subfield may be set to indicate information identifying the function of the corresponding MAC frame.

The MAC frame type may include three frame types: a management frame, a control frame, and a data frame.

And, each frame type can be further divided into subtypes.

For example, control frames are RTS (request to send) frames, CTS (clear-to-send) frames, ACK (Acknowledgment) frames, PS-Poll frames, CF (contention free)-End frames, and CF -End+CF-ACK frame, Block Acknowledgment request (BAR) frame, Block Acknowledgment (BA) frame, Control Wrapper (Control+HTcontrol) frame, VHT null data packet notification (NDPA) : Null Data Packet Announcement), Beamforming Report Poll (Beamforming Report Poll) frame may be included.

Management frames include a beacon frame, an announcement traffic indication message (ATIM) frame, a disassociation frame, an association request/response frame, a reassociation request/response Response) frame, Probe Request/Response frame, Authentication frame, Deauthentication frame, Action frame, Action No ACK frame, Timing Advertisement It may include a frame.

The To DS subfield and the From DS subfield may include information necessary to interpret the Address 1 field to the Address 4 field included in the corresponding MAC frame header. In the case of a control frame, both the To DS subfield and the From DS subfield are set to '0'. In the case of a management frame, the To DS subfield and the From DS subfield are set to '1' and '0' in order if the corresponding frame is a QoS management frame (QMF), and if the frame is not QMF, Both can be set to '0' and '0'.

The More Fragments subfield may indicate whether a fragment to be transmitted following the corresponding MAC frame exists. If there is another fragment of the current MSDU or MMPDU, it may be set to '1', otherwise it may be set to '0'.

The Retry subfield may indicate whether a corresponding MAC frame is based on retransmission of a previous MAC frame. In case of retransmission of the previous MAC frame, it may be set to '1', otherwise it may be set to '0'.

The Power Management subfield may indicate the power management mode of the STA. If the value of the Power Management subfield is '1', it may indicate that the STA switches to the power save mode.

The More Data subfield may indicate whether there is an additional MAC frame to be transmitted. If there is an additional MAC frame to be transmitted, it may be set to '1', otherwise it may be set to '0'.

The Protected Frame subfield may indicate whether the frame body field is encrypted. When the Frame Body field includes information processed by an encrypted encapsulation algorithm, it may be set to '1', otherwise it may be set to '0'.

Information included in each of the fields described above may follow the definition of the IEEE 802.11 system. In addition, each of the fields described above corresponds to an example of fields that may be included in the MAC frame, and is not limited thereto. That is, each field described above may be replaced with another field or additional fields may be further included, and all fields may not be necessarily included.

Media access mechanism

Since the communication in IEEE 802.11 is performed in a shared wireless medium, it has fundamentally different characteristics from a wired channel environment.

In a wired channel environment, communication is possible based on carrier sense multiple access/collision detection (CSMA/CD). For example, once a signal is transmitted from the transmitting end, the channel environment does not change significantly, so the transmission is performed without experiencing a large signal attenuation to the receiving end. At this time, when two or more signals collide, detection was possible. This is because the power sensed by the receiving end is instantaneously greater than the power transmitted by the transmitting end. However, in the wireless channel environment, since various factors (e.g., signal attenuation is large depending on distance or instantaneous deep fading) affect the channel, the signal is actually transmitted properly at the receiving end. Whether or not a collision has occurred, the transmitter cannot accurately perform carrier sensing.

Accordingly, in a WLAN system according to IEEE 802.11, a CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)

mechanism was introduced as a basic access mechanism for MAC. The CAMA/CA mechanism is also called the Distributed Coordination Function (DCF) of IEEE 802.11 MAC, and basically employs a "listen before talk" access mechanism. According to this type of access mechanism, prior to starting transmission, the AP and/or STA senses a radio channel or medium during a predetermined time period (eg, DCF Inter-Frame Space (DIFS)). CCA (Clear Channel Assessment) for sensing) is performed. As a result of sensing, if it is determined that the medium is in an idle state, frame transmission is started through the corresponding medium. On the other hand, if the medium is detected as occupied status, the AP and/or STA does not start its own transmission, and assuming that several STAs are already waiting to use the medium, additional media to DIFS After waiting more for a delay time for access (eg, a random backoff period), it is possible to attempt to transmit the frame.

By applying a random backoff period, assuming that there are multiple STAs for transmitting a frame, multiple STAs will have different backoff period values probabilistically, so it is expected that they will wait for different times before attempting frame transmission. , Collision can be minimized.

In addition, the IEEE 802.11 MAC protocol provides HCF (Hybrid Coordination Function). HCF is based on the DCF and the Point Coordination Function (PCF). The PCF is a polling-based synchronous access method and refers to a method of periodically polling so that all receiving APs and/or STAs can receive data frames. In addition, HCF has Enhanced Distributed Channel Access (EDCA) and HCF Controlled Channel Access (HCCA). EDCA is a contention-based access method for a provider to provide data frames to multiple users, and HCCA is a contention-free channel access method using a polling mechanism. In addition, the HCF includes a medium access mechanism for improving the quality of service (QoS) of WLAN, and can transmit QoS data in both a contention period (CP) and a contention free period (CFP).

8 is a diagram for explaining a random backoff period and a frame transmission procedure in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

When a specific medium is changed from an occupied (occupy or busy) state to an idle state, several STAs may attempt to transmit data (or frames). At this time, as a method for minimizing collision, the STAs may each select a random backoff count and wait for a corresponding slot time before attempting transmission. The random backoff count has a pseudo-random integer value, and may be determined as one of values uniformly distributed in a range from 0 to a contention window (CW). Here, CW is a contention window parameter value. Although CWmin is given as an initial value of the CW parameter, it may take a double value when transmission fails (eg, when an ACK for a transmitted frame is not received). When the CW parameter value becomes CWmax, data transmission can be attempted while maintaining the CWmax value until data transmission is successful, and when data transmission is successful, the data transmission is reset to the CWmin value. The values for CW, CWmin and CWmax are 2<n>-1 (n=0, 1, 2, ...) is preferably set.

When the random backoff process starts, the STA counts down the backoff slot according to the determined backoff count value, and continuously monitors the medium during the countdown. When the media is monitored as occupied, the countdown stops and waits, and when the media becomes idle, the countdown resumes.

In the example of FIG. 8, when a packet to be transmitted to the MAC of STA 3 arrives, STA 3 may confirm that the medium is in an idle state as much as DIFS and immediately transmit the frame.

Meanwhile, the remaining STAs monitor and wait for the medium to be in a busy state. In the meantime, data to be transmitted may also occur in each of STA 1, STA 2, and STA 5, and each STA waits for DIFS when the medium is monitored in an idle state, and then backoff slots according to a random backoff count value selected by each STA. Count down.

In the example of FIG. 8, STA 2 selects the smallest backoff count value and STA 1 selects the largest backoff count value. That is, when STA 2 finishes the backoff count and starts frame transmission, the remaining backoff time of STA 5 is shorter than the remaining backoff time of STA 1.

STA 1 and STA 5 stop counting down and wait while STA 2 occupies the medium. When the medium occupancy of STA 2 ends and the medium becomes idle again, STA 1 and STA 5 wait for DIFS and then resume the stopped backoff count. That is, frame transmission can be started after counting down the remaining backoff slots for the remaining backoff time. Since the remaining backoff time of STA 5 is shorter than that of STA 1, frame transmission of STA 5 starts.

Meanwhile, while STA 2 occupies the medium, data to be transmitted may also occur in STA 4. At this time, the STA 4 waits for as much as DIFS when the medium becomes idle, and then counts down a backoff slot according to a random backoff count value selected by the STA 4.

In the example of FIG. 8, a case in which the remaining backoff time of STA 5 coincidentally coincides with a random backoff count value of STA 4, and in this case, a collision may occur between STA 4 and STA 5. When a collision occurs, both STA 4

and STA 5 do not receive an ACK, and thus data transmission fails. In this case, STA 4 and STA 5 select a random backoff count value after doubling the CW value and perform countdown of the backoff slot.

Meanwhile, STA 1 may wait while the medium is occupied due to transmission of STA 4 and STA 5, wait for DIFS when the medium becomes idle, and then start frame transmission when the remaining backoff time elapses.

The CSMA/CA mechanism includes virtual carrier sensing in addition to physical carrier sensing in which the AP and/or STA directly senses the medium.

Virtual carrier sensing is intended to compensate for problems that may occur in media access such as a hidden node problem. For virtual carrier sensing, the MAC of the WLAN system uses a Network Allocation Vector (NAV). The NAV is a value indicating to other APs and/or STAs the time remaining until the medium becomes available to the AP and/or STA that is currently using or is authorized to use the medium. Therefore, the value set as NAV corresponds to a period in which the medium is scheduled to be used by the AP and/or STA transmitting the corresponding frame.

The AP and/or STA may perform a procedure of exchanging a request to send (RTS) frame and a clear to send (CTS) frame in order to inform that they want to access the medium. The RTS frame and CTS frame include information indicating a time period in which a radio medium required for transmission and reception of an ACK frame is reserved for access when a substantial data frame transmission and acknowledgment (ACK) are supported. The other STA that has received the RTS frame transmitted from the AP and/or the STA to which the frame is to be transmitted or the CTS frame transmitted from the frame transmission target STA during the time period indicated by the information included in the RTS/CTS frame It can be configured not to access the medium. This can be implemented by setting the NAV during the time period.

Interframe space

The time interval between frames is defined as an interframe space (IFS). The STA may determine whether the channel is used during the IFS time period through carrier sensing. 802.11 In a WLAN system, a plurality of IFSs are defined to provide a priority level for occupying a wireless medium.

9 is a diagram illustrating an IFS relationship in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

All timings may be determined with reference to the physical layer interface primitive, that is, the PHY-TXEND.confirm primitive, the PHYTXSTART.confirm primitive, the PHY-RXSTART.indication primitive, and the PHY-RXEND.indication primitive.

Frame intervals according to IFS types are as follows.

a) Reduced interframe space (RIFS)

b) short interframe space (SIFS)

c) PCF frame interval (PIFS: PCF interframe space)

d) DCF frame interval (DIFS: DCF interframe space)

e) arbitration interframe space (AIFS)

f) Extended interframe space (EIFS)

Different IFSs are determined from an attribute specified by the physical layer regardless of the bit rate of the STA. IFS timing is defined as the time gap on the medium. IFS timing except AIFS is fixed for each physical layer.

SIFS is a PPDU including an ACK frame, a CTS frame, a block ACK request (BlockAckReq) frame or a block ACK (BlockAck) frame that is an immediate response to an A-MPDU, a second or consecutive MPDU of a fragment burst, PCF It is used for transmission of the STA's response to polling by and has the highest priority. SIFS can also be used for point coordinator of frames regardless of the type of frame during the contention-free period (CFP) time. SIFS represents the time from the end of the last symbol of the previous frame or the signal extension (if any) to the start of the first symbol of the preamble of the next frame.

SIFS timing is achieved when transmission of consecutive frames begins at the TxSIFS slot boundary.

SIFS is the shortest among IFS between transmissions from different STAs. It can be used when the STA occupying the medium needs to maintain the occupation of the medium during the period in which the frame exchange sequence is performed.

By using the smallest gap between transmissions in the frame exchange sequence, it is possible to prevent other STAs who are required to wait for the medium to become idle for a longer gap from attempting to use the medium. Accordingly, priority can be

given when the ongoing frame exchange sequence is completed.

PIFS is used to gain priority to access media.

PIFS can be used in the following cases.

-STA operating under PCF

-STA that transmits a Channel Switch Announcement frame

-STA that transmits a Traffic Indication Map (TIM) frame

-Hybrid Coordinator (HC) initiating CFP or Transmission Opportunity (TXOP)

-HC or non-AP QoS STA that is a polled TXOP holder for recovering from the absence of expected reception in the CAP (controlled access phase)

-HT STA using dual CTS protection before transmission of CTS2

-TXOP holder for continuous transmission after transmission failure

-RD (reverse direction) initiator for continuous transmission using error recovery

-HT AP during the PSMP sequence transmitting a power save multi-poll (PSMP) recovery frame

-HT STA performing CCA in secondary channel before transmitting 40MHz mask PPDU using EDCA channel access

Among the examples listed above, except for the case of performing CCA in a secondary channel, the STA using PIFS starts transmission after the CS (carrier sense) mechanism that determines that the medium is idle at the TxPIFS slot boundary.

DIFS may be used by an STA operating to transmit a data frame (MPDU) and a management frame (MMPDU: MAC Management Protocol Data Unit) under DCF. The STA using the DCF may transmit at the TxDIFS slot boundary when it is determined that the medium is idle through a carrier sense (CS) mechanism after the correctly received frame and backoff time expire. Here, the correctly received frame refers to a frame in which the PHY-RXEND.indication primitive does not indicate an error, and the FCS indicates that the frame is not error free.

SIFS time ('aSIFSTime') and slot time ('aSlotTime') may be determined for each physical layer. The SIFS time has a fixed value, but the slot time can be dynamically changed according to a change in the radio delay time (aAirPropagationTime).

'aSIFSTime' is defined as in Equations 1 and 2 below.

Equation 1

Equation 2

'aSlotTime' is defined as in Equation 3 below.

Equation 3

In Equation 3, the default physical layer parameter is based on'aMACProcessingDelay' having a value equal to or less than 1 μs. Radio waves are spread at 300m/μs in free space. For example, 3 μs may be the upper limit of the BSS maximum one-way distance of ~450m (round trip is ~900m).

PIFS and DIFS are defined as in Equations 4 and 5 below, respectively.

Equation 4

Equation 5

In Equations 1 to 5 above, the numerical values in parentheses exemplify general values, but the values may vary for each STA or for each STA location.

The SIFS, PIFS, and DIFS described above are measured based on the MAC slot boundary (TxSIFS, TxPIFS, TxDIFS) different from the medium.

Each MAC slot boundary for SIFS, PIFS, and DIFS is defined as in Equations 6 to 8 below.

Equation 6

Equation 7

Equation 8

Channel State Information Feedback Method

The SU-MIMO technology, in which a beamformer allocates all antennas to one beamformee for communication, increases channel capacity through diversity gain and stream multiplex transmission using space-time. . The SU-MIMO technology can contribute to improving the performance of the physical layer by increasing the number of antennas compared to when the MIMO technology is not applied.

In addition, the MU-MIMO technology in which the Beamformer allocates antennas to a plurality of Beamformees, through a link layer protocol for multiple access of a plurality of Beamformees connected to the Beamformer, increases the transmission rate per Beamformee or increases the reliability of the channel. Can improve performance.

In a MIMO environment, since how accurately the Beamformer knows channel information can have a great influence on performance, a feedback procedure for obtaining channel information is required.

Two types of feedback procedures for obtaining channel information can be supported. One is a method using a control frame, and the other is a method using a channel sounding procedure that does not include a data field. Sounding refers to using a corresponding training field to measure a channel for purposes other than data demodulation of a PPDU including a preamble training field.

Hereinafter, a channel information feedback method using a control frame and a channel information feedback method using a null data packet (NDP) will be described in more detail.

1)

Feedback method using control frame

In a MIMO environment, Beamformer may indicate feedback of channel state information through an HT control field included in the MAC header, or Beamformee may report channel state information through an HT control field included in the MAC frame header.

The HT control field may be included in a Control Wrapper frame, a QoS Data frame, or a management frame in which the Order subfield of the MAC header is set to 1.

10 illustrates a VHT format of an HT Control field in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 10, the HT Control field includes a VHT subfield, an HT Control Middle subfield, an AC Constraint subfield, and a reverse direction grant (RDG)/additional PPDU (More PPDU). It can be composed of subfields.

The VHT subfield indicates whether the HT Control field has the format of the HT Control field for VHT or the format of the HT Control field for HT. In FIG. 10, an HT Control field for VHT is assumed. The HT Control field for VHT may be referred to as a VHT Control field.

The HT Control Middle subfield may be implemented to have a different format according to the instruction of the VHT subfield. A more detailed description of the HT Control Middle subfield will be described later.

The AC Constraint subfield indicates whether or not the mapped AC (Access Category) of a reverse direction (RD) data frame is limited to a single AC.

The RDG/More PPDU subfield may be interpreted differently depending on whether the corresponding field is transmitted by an RD initiator or an RD responder.

When transmitted by the RD initiator, the RDG/More PPDU field is set to '1' when there is an RDG, and is set to '0' when there is no RDG. When transmitted by the RD responder, if the PPDU including the corresponding subfield is the last frame transmitted by the RD responder, it is set to '1', and if another PPDU is transmitted, it is set to '0'.

HT Control Middle subfield is a reserved bit, MCS feedback request (MRQ: Modulation and Coding Scheme) feedback request (MRQ) subfield, MRQ sequence identifier (MSI: MRQ Sequence Identifier) / space-time block coding (STBC: space -time block coding) subfield, MCS feedback sequence identifier (MFSI)/group ID least significant bit (GID-L: Least Significant Bit (LSB) of

Group ID) subfield, MCS feedback (MFB: MCS Feedback)) Subfield, group ID most significant bit (GID-H: MSB (Most Significant Bit) of Group ID) subfield, coding type subfield, feedback transmission type (FB Tx Type: Feedback Transmission type) subfield, and It may be composed of a voluntary unsolicited MFB (MFB) subfield.

Table 3 shows a description of each subfield included in the HT Control Middle subfield of the VHT format.

Table 3

In addition, the MFB subfield is a VHT number of space time streams (NUM_STS) subfield, a VHT-MCS subfield, a bandwidth (BW: Bandwidth) subfield, and a signal to noise ratio (SNR). May include subfields.

The NUM_STS subfield indicates the number of recommended spatial streams. The VHT-MCS subfield indicates the recommended MCS. The BW subfield indicates bandwidth information related to the recommended MCS. The SNR subfield indicates an average SNR value on a data subcarrier and a spatial stream.

Information included in each of the fields described above may follow the definition of the IEEE 802.11 system. In addition, each of the fields described above corresponds to an example of fields that may be included in the MAC frame, and is not limited thereto. That is, each field described above may be replaced with another field or additional fields may be further included, and all fields may not be necessarily included.

2)

Feedback method using channel sounding

11 is a diagram conceptually showing a channel sounding method in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

11 illustrates a method of feeding back channel state information between a Beamformer (eg, an AP) and a Beamformee (eg, a non-AP STA) based on a sounding protocol.

The sounding protocol may refer to a procedure for receiving feedback on channel state information.

A method of sounding channel state information between Beamformer and Beamformee based on a sounding protocol may be performed in the following steps.

(1) Beamformer transmits a VHT Null Data Packet Announcement (VHT NDPA) frame indicating sounding transmission for Beamformee feedback.

The VHT NDPA frame refers to a control frame used to inform that channel sounding is started and that a null data packet (NDP) is to be transmitted. In other words, by transmitting the VHT NDPA frame before transmitting the NDP, Beamformee can prepare to feed back channel state information before receiving the NDP frame.

The VHT NDPA frame may include AID (association identifier) information and feedback type information of Beamformee to transmit NDP. A more detailed description of the VHT NDPA frame will be described later.

The VHT NDPA frame may be transmitted in different transmission schemes when data is transmitted using MU-MIMO and when data is transmitted using SU-MIMO. For example, when channel sounding for MU-MIMO is performed, a VHT NDPA frame is transmitted in a broadcast method, but when channel sounding for SU-MIMO is performed, a VHT NDPA frame is sent to one target STA. Can be transmitted in a unicast manner.

(2) Beamformer transmits the VHT NDPA frame and then transmits the NDP after SIFS time. NDP has a structure of VHT PPDU excluding data fields.

Beamformees that have received the VHT NDPA frame can check the AID12 subfield value included in the STA information field and check whether they are the sounding target STA.

In addition, Beamformees can know the order of feedback through the order of the STA Info field included in the NDPA. In FIG. 11, a case in which the order of feedback is performed in the order of Beamformee 1, Beamformee 2, and Beamformee 3 is illustrated.

(3)

Beamformee 1 acquires downlink channel state information based on a training field included in NDP, and generates feedback

information to be transmitted to Beamformer.

Beamformee 1 transmits a VHT compressed beamforming frame including feedback information to Beamformer after SIFS after receiving the NDP frame.

The VHT Compressed Beamforming frame may include an SNR value for a space-time stream, information on a compressed beamforming feedback matrix for a subcarrier, and the like.

A more detailed description of the VHT Compressed Beamforming frame will be described later.

(4)

After receiving the VHT Compressed Beamforming frame from Beamformee 1, Beamformer transmits a Beamforming Report Poll frame to Beamformee 2 to obtain channel information from Beamformee 2 after SIFS.

The Beamforming Report Poll frame is a frame that performs the same role as the NDP frame, and Beamformee 2 may measure a channel state based on the transmitted Beamforming Report Poll frame.

A more detailed description of the beamforming report poll frame frame will be described later.

(5)

Beamformee 2 receiving the Beamforming Report Poll frame transmits a VHT Compressed Beamforming frame including feedback information to Beamformer after SIFS.

(6)

After receiving the VHT Compressed Beamforming frame from Beamformee 2, Beamformer transmits a Beamforming Report Poll frame to Beamformee 3 to obtain channel information from Beamformee 3 after SIFS.

(7)

Beamformee 3 receiving the Beamforming Report Poll frame transmits a VHT Compressed Beamforming frame including feedback information to Beamformer after SIFS.

Hereinafter, a frame used in the aforementioned channel sounding procedure will be described.

12 is a diagram illustrating a VHT NDPA frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

12, the VHT NDPA frame includes a frame control field, a duration field, a receiving address (RA) field, a transmitting address (TA) field, a sounding dialog token field, and It may be composed of a STA Info 1 field, an STA Info n field, and an FCS.

The RA field value represents a receiver address or an STA address for receiving a VHT NDPA frame.

When the VHT NDPA frame includes one STA Info field, the RA field value has the address of the STA identified by the AID in the STA Info field.

For example, when transmitting a VHT NDPA frame to one target STA for SU-MIMO channel sounding, the AP transmits the VHT NDPA frame to the target STA in unicast.

On the other hand, when the VHT NDPA frame includes one or more STA Info fields, the RA field value has a broadcast address.

For example, when transmitting a VHT NDPA frame to at least one target STA for MU-MIMO channel sounding, the AP broadcasts the VHT NDPA frame.

The TA field value indicates a transmitter address for transmitting a VHT NDPA frame, an address of a transmitting STA, or a bandwidth signaling TA.

The Sounding Dialog Token field may also be referred to as a sounding sequence field.

The Sounding Dialog Token Number subfield in the Sounding Dialog Token field contains a value selected by Beamformer to

identify the VHT NDPA frame.

The VHT NDPA frame includes at least one STA Info field.

That is, the VHT NDPA frame includes an STA Info field including information on a sounding target STA. One STA Info field may be included for each sounding target STA.

Each STA Info field may include an AID12 subfield, a feedback type subfield, and an Nc index subfield.

Table 4 shows subfields of the STA Info field included in the VHT NDPA frame.

Table 4

Information included in each of the fields described above may follow the definition of the IEEE 802.11 system. In addition, each of the fields described above corresponds to an example of fields that may be included in the MAC frame, and may be replaced with other fields or additional fields may be further included.

13 is a diagram illustrating an NDP PPDU in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 13, the NDP may have a format in which a data field is omitted from the VHT PPDU format as shown in FIG. 4 above. The NDP may be precoded based on a specific precoding matrix and transmitted to a sounding target STA.

In the L-SIG field of the NDP, the length field indicating the PSDU length included in the data field is set to '0'.

In the VHT-SIG-A field of NDP, the Group ID field indicating whether the transmission scheme used for NDP transmission is MU-MIMO or SU-MIMO is set to a value indicating SU-MIMO transmission.

The data bits of the VHT-SIG-B field of the NDP are set as a fixed bit pattern for each bandwidth.

When the sounding target STA receives the NDP, it estimates a channel based on the VHT-LTF field of the NDP and obtains channel state information.

14 is a diagram illustrating a VHT compressed beamforming frame format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 14, a VHT compressed beamforming frame is a VHT action frame for supporting a VHT function, and includes an Action field in a frame body. The Action field is included in the Frame Body of the MAC frame and provides a mechanism for specifying extended management actions.

The Action field is a Category field, VHT Action field, VHT MIMO Control field, VHT Compressed Beamforming Report field, and MU Exclusive Beamforming Report. Report) field.

The Category field is set to a value indicating a VHT category (ie, a VHT Action frame), and the VHT Action field is set to a value indicating a VHT Compressed Beamforming frame.

The VHT MIMO Control field is used to feed back control information related to beamforming feedback. The VHT MIMO Control field can always be present in a VHT Compressed Beamforming frame.

The VHT Compressed Beamforming Report field is used to feed back information on a beamforming metric including SNR information on a space-time stream used to transmit data.

The MU Exclusive Beamforming Report field is used to feed back SNR information for a spatial stream when MU-MIMO transmission is performed.

The presence and content of the VHT Compressed Beamforming Report field and the MU Exclusive Beamforming Report field include the Feedback Type subfield, Remaining Feedback Segments subfield, and the first feedback segment of the VHT MIMO Control field. Feedback Segment) may be determined according to the value of the subfield.

Hereinafter, the VHT MIMO Control field, the VHT Compressed Beamforming Report field, and the MU Exclusive Beamforming Report field will be described in more detail.

1) The VHT MIMO Control field is an Nc Index subfield, Nr Index subfield, Channel Width subfield, Grouping subfield, Codebook Information subfield, and feedback type. (Feedback Type) subfield, Remaining Feedback Segments subfield, First Feedback Segment subfield, reserved subfield, and Sounding Dialog Token Number subfield. Is composed.

Table 5 shows the subfields of the VHT MIMO Control field.

Table 5

When the VHT Compressed Beamforming frame does not convey all or part of the VHT Compressed Beamforming Report field, the Nc Index subfield, Channel Width subfield, Grouping subfield, Codebook Information subfield, Feedback Type subfield, and Sounding Dialog Token Number subfield is set as a spare field, the First Feedback Segment subfield is set to '0', and the Remaining Feedback Segments subfield is set to '7'.

The Sounding Dialog Token Number subfield may be referred to as a Sounding Sequence Number subfield.

2) The VHT compressed beamforming report field represents explicit feedback information representing the compressed beamforming feedback matrix'V' used by the transmission Beamformer to determine the steering matrix'Q' in the form of an angle. It is used to convey.

Table 6 shows subfields of the VHT compressed beamforming report field.

Table 6

Referring to Table 6, the VHT compressed beamforming report field may include an average SNR for each space-time stream and a compressed beamforming feedback matrix'V' for each subcarrier. The compressed beamforming feedback matrix is a matrix including information on channel conditions and is used to calculate a channel matrix (ie, a steering matrix "Q") in a transmission method using MIMO.

scidx() means a subcarrier in which the Compressed Beamforming Feedback Matrix subfield is transmitted. Na is fixed by the value of Nr × Nc (e.g., if Nr × Nc = 2 × 1, Φ11, Ψ21, ...)

Ns denotes the number of subcarriers through which the compressed beamforming feedback matrix is transmitted to the Beamformer. Beamformee can reduce the number of Ns through which the compressed beamforming feedback matrix is transmitted using a grouping method. For example, it is possible to reduce the number of compressed beamforming feedback matrices fed back by grouping a plurality of subcarriers into a group and transmitting a compressed beamforming feedback matrix for each group. Ns may be calculated from the Channel Width subfield and the Grouping subfield included in the VHT MIMO Control field.

Table 7 exemplifies an average SNR of Space-Time (SNR) Stream subfield of a space-time stream.

Table 7

Referring to Table 7, the average SNR for each spatio-temporal stream is calculated by calculating an average SNR value for all subcarriers included in the channel and mapping the value to a range of -128 to +128.

3) The MU Exclusive Beamforming Report field is used to deliver explicit feedback information expressed in the form of delta (Δ) SNR. Information in the VHT Compressed Beamforming Report field and the MU Exclusive Beamforming Report field may be used by the MU Beamformer to determine a steering matrix'Q'.

Table 8 shows subfields of the MU Exclusive Beamforming Report field included in the VHT compressed beamforming frame.

Table 8

Referring to Table 8, in the MU Exclusive Beamforming Report field, SNR per space-time stream may be included for each subcarrier.

Each Delta SNR subfield has a value in increments of 1dB between -8dB and 7dB.

scidx() refers to the subcarrier(s) through which the Delta SNR subfield is transmitted, and Ns refers to the number of subcarriers through which the Delta SNR subfield is transmitted to the Beamformer.

15 is a diagram exemplifying a beamforming report poll frame format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 15, the Beamforming Report Poll frame includes a Frame Control field, a Duration field, a Receiving Address (RA) field, a Transmitting Address (TA) field, and a Feedback Segment Retransmission Bitmap.) Field and FCS.

The RA field value represents the address of an intended recipient.

The TA field value represents the address of the STA transmitting the Beamforming Report Poll frame or the bandwidth signaling the TA.

The Feedback Segment Retransmission Bitmap field indicates a feedback segment requested in a VHT Compressed Beamforming report.

If the bit of position n in the Feedback Segment Retransmission Bitmap field value is '1' (n=0 for LSB, n=7 for MSB), the value corresponding to n in the Remaining Feedback Segments subfield in the VHT MIMO Control field of the VHT compressed beamforming frame. A feedback segment is requested. On the other hand, if the bit of position n is '0', a feedback segment corresponding to n in the Remaining Feedback Segments subfield in the VHT MIMO Control field is not requested.

Group ID

Since the VHT WLAN system supports the MU-MIMO transmission method for higher throughput, the AP may simultaneously transmit a data frame to at least one MIMO paired STA. The AP may simultaneously transmit data to an STA group including at least one or more STAs among a plurality of STAs associated with it. For example, the number of paired STAs may be up to 4, and when the maximum number of spatial streams is 8, up to 4 spatial streams may be allocated to each STA.

In addition, in a WLAN system that supports TDLS (Tunneled Direct Link Setup), DLS (Direct Link Setup), or a mesh network, the STA that wants to transmit data uses the MU-MIMO transmission method to transmit the PPDU to a plurality of STAs. Can be sent to

Hereinafter, an example will be described that the AP transmits the PPDU to a plurality of STAs according to the MU-MIMO transmission scheme.

The AP simultaneously transmits PPDUs to STAs belonging to the paired transmission target STA group through different spatial streams. As described above, the VHT-SIG A field of the VHT PPDU format includes group ID information and spatiotemporal stream information, so that each STA can check whether it is a PPDU transmitted to it. In this case, data may not be transmitted because a spatial stream is not allocated to a specific STA in the transmission target STA group.

A Group ID Management frame is used to assign or change a user position corresponding to one or more Group IDs. That is, the AP may inform STAs connected to a specific group ID through a Group ID Management frame before performing MU-MIMO transmission.

16 is a diagram illustrating a Group ID Management frame in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Referring to FIG. 16, a Group ID Management frame is a VHT action frame for supporting a VHT function, and includes an Action field in a frame body. The Action field is included in the Frame Body of the MAC frame and provides a mechanism for specifying extended management actions.

The Action field is composed of a Category field, a VHT Action field, a Membership Status Array field, and a User Position Array field.

The Category field is set to a value indicating the VHT category (ie, VHT Action frame), and the VHT Action field is set to a value indicating the Group ID Management frame.

The Membership Status Array field is composed of a 1-bit Membership Status subfield for each group. When the Membership Status subfield is set to '0', it indicates that the STA is not a member of the corresponding group, and when set to '1', the STA is a member of the corresponding group. The STA may be assigned one or more groups by setting one or more Membership Status subfields in the Membership Status Array field to '1'.

The STA may have one user position in each group to which it belongs. Here, the user position indicates the position in which the spatial stream set of the STA corresponds to the total spatial stream according to the MU-MIMO transmission when the STA belongs to the corresponding group ID.

The User Position Array field is composed of a 2-bit User Position subfield for each group. The user position of the STA in the group to which it belongs is indicated by the User Position subfield in the User Position Array field. The AP may allocate the same user position to different STAs in each group.

The AP may transmit a Group ID Management frame only when the dot11VHTOptionImplemented parameter is'true'. The Group ID Management frame is transmitted only to the VHT STA in which the MU Beamformee Capable field in the VHT Capabilities element field is set to '1'. The Group ID Management frame is transmitted as a frame addressed to each STA.

The STA receives a Group ID Management frame having an RA field matching its MAC address. The STA updates the PHYCONFIG_VECTOR parameter GROUP_ID_MANAGEMENT based on the contents of the received Group ID Management

frame.

Transmission of the Group ID Management frame to the STA and transmission of the ACK from the STA are completed before transmitting the MU PPDU to the STA.

The MU PPDU is most recently transmitted to the STA and transmitted to the STA based on the contents of the Group ID Management frame in which the ACK was received.

Downlink MU-MIMO Frame

17 is a diagram illustrating a downlink multi-user PPDU format in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

Figure 17 assumes that the number of STAs receiving the PPDU is 3 and the number of spatial streams allocated to each STA is 1, but the number of STAs paired to the AP and the number of spatial streams allocated to each STA Is not limited to this.

Referring to FIG. 17, the MU PPDU includes an L-TFs field (L-STF field and L-LTF field), L-SIG field, VHT-SIG-A field, VHT-TFs field (VHT-STF field and VHT-LTF field). Field), VHT-SIG-B field, Service field, one or more PSDU, padding field, and Tail bit. Since the L-TFs field, the L-SIG field, the VHT-SIG-A field, the VHT-TFs field, and the VHT-SIG-B field are the same as those in the example of FIG. 4, detailed descriptions will be omitted below.

Information for indicating the duration of the PPDU may be included in the L-SIG field. Within the PPDU, the PPDU duration indicated by the L-SIG field is a symbol to which a VHT-SIG-A field is assigned, a symbol to which a VHT-TFs field is assigned, a field to which a VHT-SIG-B field is assigned, and a service field. It includes a constituting bit, a bit constituting the PSDU, a bit constituting the padding field, and a bit constituting the Tail field. The STA receiving the PPDU may obtain information on the duration of the PPDU through information indicating the duration of the PPDU included in the L-SIG field.

As described above, Group ID information and information on the number of spatiotemporal streams per user are transmitted through VHT-SIG-A, and coding method and MCS information are transmitted through VHT-SIG-B. Accordingly, Beamformees can check VHT-SIG-A and VHT-SIG-B and know whether the MU MIMO frame to which they belong. Therefore, if the STA is not a member of the Group ID, or the STA with a member of the Group ID or the number of allocated streams is '0', power consumption is reduced by setting to stop receiving the physical layer from the VHT-SIG-A field to the end of the PPDU. can do.

The Group ID receives a Group ID Management frame transmitted by Beamformer in advance, so that it is possible to know which MU group Beamformee belongs to, which user is among the groups to which it belongs, that is, through which stream the PPDU is received.

802.11 All MPDUs transmitted in the ac-based VHT MU PPDU are included in the A-MPDU. In the data field of FIG. 17, the upper box exemplifies the VHT A-MPDU transmitted to STA 1, the middle box exemplifies the VHT A-MPDU transmitted to STA 2, and the lower box is VHT transmitted to STA 3 Illustrate the A-MPDU.

The A-MPDU includes one or more contiguous A-MPDU subframes and end-of-frame pads having a length of 0 to 3 octets.

Each A-MPDU subframe includes one MPDU delimiter field, and may be configured by optionally including an MPDU later. Each A-MPDU subframe not located at the end of the A-MPDU has a pad field so that the length of the subframe is a multiple of 4 octets.

In FIG. 17, since the size of data transmitted to each STA may be different, each A-MPDU may have a different bit size.

In this case, null padding may be performed so that a time when transmission of a plurality of data frames transmitted by Beamformer is terminated is the same as a time when transmission of a maximum period transmission data frame is terminated. The maximum period transmission data frame may be a frame in which effective downlink data is transmitted for the longest period by a Beamformer. Effective downlink data may be downlink data that is not null-padded. For example, effective downlink data may be included in the A-MPDU and transmitted. Among the plurality of data frames, null padding may be performed on data frames other than the maximum period transmission data frame.

For null padding, the Beamformer may fill one or more A-MPDU subframes that are temporally subordinated to each other in a plurality of A-MPDU subframes within the A-MPDU frame by encoding only the MPDU delimiter field.

When the MAC layer of the receiving STA detects the EOF field, power consumption can be reduced by setting the physical layer to stop receiving.

Block ACK (Block Ack) procedure

18 is a diagram illustrating a downlink MU-MIMO transmission process in a wireless communication system to which the present invention can be applied.

802.11 In ac, MU-MIMO is defined in the downlink from the AP to the client (ie, non-AP STA). In this case, a multi-user frame is simultaneously transmitted to multiple recipients, but an acknowledgment must be individually transmitted in the uplink.

802.11Since all MPDUs transmitted in the VHT MU PPDU based on ac are included in the A-MPDU, the response to the A-MPDU in the VHT MU PPDU, not the immediate response to the VHT MU PPDU, is a block ACK request by the AP (BAR: Block Ack Request) is transmitted in response to a frame.

First, the AP transmits a VHT MU PPDU (ie, preamble and data) to all recipients (ie, STA 1, STA 2, and STA 3). The VHT MU PPDU includes a VHT A-MPDU transmitted to each STA.

Upon receiving the VHT MU PPDU from the AP, STA 1 transmits a block acknowledgment (ACK) frame to the AP after SIFS. A more detailed description of the BA frame will be described later.

After receiving the BA from STA 1, the AP transmits a block acknowledgment request (BAR) frame to the next STA 2 after SIFS, and the STA 2 transmits the BA frame to the AP after SIFS. The AP receiving the BA frame from STA 2 transmits the BAR frame to STA 3 after SIFS, and the STA 3 transmits the BA frame to the AP after SIFS.

Multi-user uplink data transmission method

IEEE 802.11ax is one of the newly proposed WLAN systems as a next-generation WLAN system to support higher data rates and handle higher user loads, and is known as high-efficiency WLAN (HEW). Efficiency WLAN).

The IEEE 802.11ax WLAN system can operate in the 2.4 GHz frequency band and the 5 GHz frequency band like the existing WLAN system. It can also operate in the 6 GHz or higher 60 GHz frequency band.

19 is a diagram illustrating a high efficiency (HE) format PPDU according to an embodiment of the present invention.

FIG. 19A illustrates a schematic structure of an HE format PPDU, and FIGS. 19B to 19D illustrate a more specific structure of an HE format PPDU.

Referring to FIG. 19A, an HE format PPDU for HEW may be largely composed of a legacy part (L-part), an HE part (HE-part), and a data field (HE-data).

The L-part consists of an L-STF field, an L-LTF field, and an L-SIG field in the same manner as the existing WLAN system maintains.

The HE-part is a part newly defined for the 802.11ax standard and may include an HE-STF field, an HE-SIG field, and an HE-LTF field. 19A illustrates the order of the HE-STF field, the HE-SIG field, and the HE-LTF field, but may be configured in a different order. In addition, HE-LTF may be omitted.

The HE-SIG may include information (eg, OFDMA, UL MU MIMO, enhanced MCS, etc.) for decoding the HE-data field.

The L-part and the HE-part may have different Fast Fourier Transform (FFT) sizes (ie, subcarrier spacing), and may use different Cyclic Prefix (CP).

Referring to FIG. 19B, the HE-SIG field may be divided into an HE-SIG A field and an HE-SIG B field.

For example, the HE-part of the HE format PPDU includes an HE-SIG A field having a length of 12.8 μs, an HE-STF field of 1 OFDM symbol, one or more HE-LTF fields, and an HE-SIG B field of 1 OFDM symbol. can do.

In addition, from the HE-STF field except for the HE-SIG A field in the HE-part, an FFT having a size 4 times larger than that of the existing PPDU may be applied. That is, 256, 512, 1024, and 2048 size FFTs may be applied from the HE-STF field of the HE format PPDU of 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz and 160 MHz, respectively.

However, when HE-SIG is divided into a HE-SIG A field and an HE-SIG B field and transmitted as shown in (b) of FIG. 19, the positions of the HE-SIG A field and the HE-SIG B field are (may be different from b). For example, the HE-SIG B field may be transmitted after the HE-SIG A field, and the HE-STF field and the HE-LTF field may be transmitted after the HE-SIG B field. Likewise in this case, an FFT having a size 4 times larger than that of a conventional PPDU may be applied from the HE-STF field.

Referring to (c) of FIG. 19, the HE-SIG field may not be divided into an HE-SIG A field and an HE-SIG B field.

For example, the HE-part of an HE format PPDU may include an HE-STF field of 1 OFDM symbol, an HE-SIG field of 1 OFDM symbol, and one or more HE-LTF fields.

Similar to the above, the HE-part can be applied with an FFT of 4 times larger than the conventional PPDU. That is, 256, 512, 1024, and 2048 size FFTs may be applied from the HE-STF field of the HE format PPDU of 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz and 160 MHz, respectively.

Referring to (d) of FIG. 19, the HE-SIG field is not divided into the HE-SIG A field and the HE-SIG B field, and the HE-LTF field may be omitted.

For example, the HE-part of an HE format PPDU may include an HE-STF field of 1 OFDM symbol and an HE-SIG field of 1 OFDM symbol.

Similar to the above, the HE-part can be applied with an FFT of 4 times larger than the conventional PPDU. That is, 256, 512, 1024, and 2048 size FFTs may be applied from the HE-STF field of the HE format PPDU of 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz and 160 MHz, respectively.

The HE format PPDU for the WLAN system according to the present invention may be transmitted through at least one 20MHz channel. For example, the HE format PPDU may be transmitted in a 40MHz, 80MHz, or 160MHz frequency band through a total of four 20MHz channels. This will be described in more detail with reference to the drawings below.

Hereinafter, the PPDU format to be described is described based on (b) of FIG. 19 above for convenience of description, but the present invention is not limited thereto.

20 is a diagram illustrating an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

20 illustrates a PPDU format when 80 MHz is allocated to one STA or when different streams of 80 MHz are each allocated to a plurality of STAs.

Referring to FIG. 20, L-STF, L-LTF, and L-SIG may be transmitted as OFDM symbols generated based on 64 FFT points (or 64 subcarriers) in each 20 MHz channel.

The HE-SIG A field may include common control information commonly transmitted to STAs receiving PPDUs. The HE-SIG A field may be transmitted in 1 to 3 OFDM symbols. The HE-SIG A field is copied in units of 20MHz and contains the same information. In addition, the HE-SIG-A field informs the total bandwidth information of the system.

Table 9 is a table illustrating information included in the HE-SIG A field.

Table 9

Information included in each of the fields illustrated in Table 9 may follow the definition of the IEEE 802.11 system. In addition, each of the fields described above corresponds to an example of fields that may be included in the PPDU, and is not limited thereto. That is, each field described above may be replaced with another field or additional fields may be further included, and all fields may not be necessarily included.

HE-STF is used to improve the performance of AGC estimation in MIMO transmission.

The HE-SIG B field may include user-specific information required for each STA to receive its own data (eg, PSDU). The HE-SIG B field may be transmitted in one or two OFDM symbols. For example, the HE-SIG B field may include information on a modulation and coding scheme (MCS) of a corresponding PSDU and a length of a corresponding PSDU.

The L-STF, L-LTF, L-SIG and HE-SIG A fields may be repeatedly transmitted in a 20 MHz channel unit. For example, when the PPDU is transmitted through four 20 MHz channels (ie, 80 MHz band), the L-STF, L-LTF, L-SIG and HE-SIG A fields may be repeatedly transmitted in every 20 MHz channel. .

When the FFT size increases, a legacy STA supporting the existing IEEE 802.11a/g/n/ac may not be able to decode the corresponding HE PPDU. In order for the legacy STA and the HE STA to coexist, the L-STF, L-LTF and L-SIG fields are transmitted through 64 FFT in a 20 MHz channel so that the legacy STA can receive it. For example, the L-SIG field occupies one OFDM symbol, one OFDM symbol time is 4 μs, and the GI may be 0.8 μs.

The FFT size for each frequency unit may be increased from HE-STF (or HE-SIG A). For example, 256 FFT may be used in a 20 MHz channel, 512 FFT may be used in a 40 MHz channel, and 1024 FFT may be used in an 80 MHz channel. When the FFT size increases, the interval between OFDM subcarriers decreases, so the number of OFDM subcarriers per unit frequency increases, but the OFDM symbol time increases. In order to improve the efficiency of the system, the length of the GI after HE-

STF may be set equal to the length of the GI of HE-SIG A.

The HE-SIG A field may include information required for an HE STA to decode an HE PPDU. However, the HE-SIG A field may be transmitted through 64 FFT in a 20 MHz channel so that both the legacy STA and the HE STA can receive. This is because the HE STA can receive not only the HE format PPDU but also the existing HT/VHT format PPDU, and the legacy STA and the HE STA must distinguish between the HT/VHT format PPDU and the HE format PPDU.

21 is a diagram illustrating an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

Referring to FIG. 21, except that the HE-SIG B field is located after the HE-SIG A field, it is the same as the example of FIG. 20. In this case, the FFT size per unit frequency may be further increased after HE-STF (or HE-SIG B). For example, from HE-STF (or HE-SIG B), 256 FFT may be used in a 20 MHz channel, 512 FFT may be used in a 40 MHz channel, and 1024 FFT may be used in an 80 MHz channel.

22 is a diagram illustrating an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

In FIG. 22, it is assumed that 20MHz channels are allocated to different STAs (eg, STA 1, STA 2, STA 3, and STA 4).

Referring to FIG. 22, the HE-SIG B field is located after the HE-SIG A field. In this case, the FFT size per unit frequency may be further increased from HE-STF (or HE-SIG B). For example, from HE-STF (or HE-SIG B), 256 FFT may be used in a 20 MHz channel, 512 FFT may be used in a 40 MHz channel, and 1024 FFT may be used in an 80 MHz channel.

Since the information transmitted in each field included in the PPDU is the same as the example of FIG. 20 above, a description thereof is omitted.

The HE-SIG B field may include information specific to each STA, but may be encoded over the entire band (ie, indicated in the HE-SIG-A field). That is, the HE-SIG B field includes information on all STAs and is received by all STAs.

The HE-SIG B field may inform frequency bandwidth information allocated for each STA and/or stream information in a corresponding frequency band. For example, in FIG. 22, for HE-SIG-B, STA 1 may be allocated 20 MHz, STA 2 may be allocated the next 20 MHz, STA 3 may be allocated the next 20 MHz, and STA 4 may be allocated the next 20 MHz. In addition, STA 1 and STA 2 may allocate 40 MHz, and STA 3 and STA 4 may allocate 40 MHz. In this case, STA 1 and STA 2 may allocate different streams, and STA 3 and STA 4 may allocate different streams.

In addition, by defining the HE-SIG-C field, the HE-SIG C field may be added to the example of FIG. 22. In this case, information on all STAs is transmitted over the entire band in the HE-SIG-B field, and control information specific to each STA may be transmitted in units of 20 MHz through the HE-SIG-C field.

In addition, in the examples of FIGS. 20 to 22, the HE-SIG-B field may not be transmitted over the entire band and may be transmitted in the same 20 MHz unit as the HE-SIG-A field. This will be described with reference to the drawings below.

23 is a diagram illustrating an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

In FIG. 23, it is assumed that 20MHz channels are allocated to different STAs (eg, STA 1, STA 2, STA 3, and STA 4).

Referring to FIG. 23, as in FIG. 22, the HE-SIG B field is located after the HE-SIG A field. However, the HE-SIG B field is not transmitted over the entire band, but is transmitted in units of 20 MHz, the same as the HE-SIG A field.

In this case, the FFT size per unit frequency may be further increased from HE-STF (or HE-SIG B). For example, from HE-STF (or HE-SIG B), 256 FFT may be used in a 20 MHz channel, 512 FFT may be used in a 40 MHz channel, and 1024 FFT may be used in an 80 MHz channel.

Since the information transmitted in each field included in the PPDU is the same as the example of FIG. 20 above, a description thereof is omitted.

In the HE-SIG A field, the HE-SIG A field is duplicated and transmitted in units of 20 MHz.

The HE-SIG B field may inform frequency bandwidth information allocated for each STA and/or stream information in a corresponding frequency band.

Like the HE-SIG A field, the HE-SIG B field may be transmitted in units of 20 MHz. In this case, since the HE-SIG B field includes information on each STA, information on each STA may be included for each HE-SIG B field in units of 20 MHz. In this case, the example of FIG. 28 illustrates a case in which 20 MHz is allocated to each STA. For example, when 40 MHz is allocated to the STA, the HE-SIG-B field may be copied and transmitted in units of 20 MHz.

In addition, the HE-SIG B field includes information on all STAs (that is, information specific to each STA is added together) and may be duplicated and transmitted in units of 20 MHz, similar to the HE-SIG A field.

21 to 23, when the HE-SIG-B field is located in front of the HE STF field and the HE-LTF field, the symbol length is shortened by using 64 FFT at 20 MHz, as in the example of FIG. When the HE-SIG-B field is located after the HE STF field and the HE-LTF field, the symbol length can be lengthened by using 256 FFT at 20 MHz.

In a situation in which different bandwidths for each BSS are supported, in the case of allocating some bandwidths with a small interference level from adjacent BSSs to an STA, it may be more preferable not to transmit the HE-SIG-B field over the entire band as described above. .

In FIGS. 20 to 23, the data field is a payload and may include a service field, a scrambled PSDU, tail bits, and padding bits.

24 illustrates a phase rotation for detecting an HE format PPDU according to an embodiment of the present invention.

In order to classify the HE format PPDU, the phases of three OFDM symbols transmitted after the L-SIG field in the HE format PPDU may be used.

Referring to FIG. 24, the phase of OFDM symbol #1 and OFDM symbol #2 transmitted after the L-SIG field in the HE format PPDU is not rotated, but the phase of OFDM symbol #3 is rotated by 90 degrees counterclockwise. I can. That is, BPSK may be used as a modulation method for OFDM symbol #1 and OFDM symbol #2, and QBPSK may be used as a modulation method for OFDM symbol #3.

The STA attempts to decode the first OFDM symbol to the third OFDM symbol transmitted after the L-SIG field of the received PPDU based on the constellations as illustrated in FIG. 24. If the STA succeeds in decoding, it may determine that the corresponding PPDU is an HE format PPDU.

Here, if the HE-SIG A field is transmitted in three OFDM symbols after the L-SIG field, this means that both OFDM symbols #1 to #3 are used to transmit the HE-SIG A field.

Hereinafter, a method for transmitting a multi-user uplink in a WLAN system will be described.

A method in which a plurality of STAs operating in the WLAN system transmit data to the AP on the same time resource may be referred to as "UL MU transmission (uplink multi-user transmission)".

Uplink transmission by each of the plurality of STAs may be multiplexed on a frequency domain or a spatial domain.

When uplink transmission by each of the plurality of STAs is multiplexed on the frequency domain, different frequency resources may be allocated as uplink transmission resources for each of the plurality of STAs based on orthogonal frequency division multiplexing (OFDMA). The transmission method through these different frequency resources may be referred to as "UL MU OFDMA transmission".

When uplink transmission by each of the plurality of STAs is multiplexed on the spatial domain, different spatial streams are allocated to each of the plurality of STAs, so that each of the plurality of STAs can transmit uplink data through different spatial streams. A transmission method through these different spatial streams may be referred to as'UL MU MIMO transmission'.

The current WLAN system cannot support UL MU transmission due to the following restrictions.

In the current WLAN system, synchronization for transmission timing of uplink data transmitted from a plurality of STAs is not supported. For example, assuming that a plurality of STAs transmit uplink data through the same time resource in an existing WLAN system, in the current WLAN system, each of the plurality of STAs can know the transmission timing of the uplink data of another STA. none. Therefore, it is difficult for the AP to receive uplink data from each of the plurality of STAs on the same time resource.

In addition, in the current WLAN system, overlap between frequency resources used to transmit uplink data by a plurality of STAs may occur. For example, when the oscillators of each of the plurality of STAs are different, the frequency offset may be different. If a plurality of STAs having different frequency offsets simultaneously perform uplink transmission through different frequency resources, some of the frequency domains used by each of the plurality of STAs may overlap.

In addition, power control for each of the plurality of STAs is not performed in the existing WLAN system. Depending on the distance between each of the plurality of STAs and the channel environment and the channel environment, the AP may receive signals of different powers from each of the plurality of STAs. In this case, a signal arriving with weak power may be relatively difficult to detect by the AP than a signal arriving with strong power.

Accordingly, the present invention proposes a UL MU transmission method in a WLAN system.

25 is a diagram illustrating an uplink multi-user transmission procedure according to an embodiment of the present invention.

Referring to FIG. 25, an AP instructs STAs participating in UL MU transmission to prepare for UL MU transmission, receives UL MU data frames from corresponding STAs, and receives an ACK frame in response to the UL MU data frame. send.

First, the AP instructs STAs to transmit UL MU data to prepare for UL MU transmission by transmitting a UL MU scheduling frame 2510. Here, the UL MU scheduling frame may be referred to as a term of "UL MU trigger frame" or "trigger frame".

Here, the UL MU scheduling frame 2510 may include control information such as STA identifier (ID)/address information, resource allocation information, and duration information.

The STA ID/address information means information on an identifier or address for specifying each STA that transmits uplink data.

Resource allocation information is assigned to uplink transmission resources allocated for each STA (e.g., frequency/subcarrier information allocated to each STA in case of UL MU OFDMA transmission, and stream index allocated to each STA in case of UL MU MIMO transmission) Means information about.

The duration information means information for determining a time resource for transmission of an uplink data frame transmitted by each of a plurality of STAs. Hereinafter, duration information is referred to as'MAC duration'.

For example, the MAC duration may include information (eg, bits or symbols) on the length of an uplink frame or interval information of a TXOP (Transmit Opportunity) allocated for uplink transmission of each STA.

In addition, the UL MU scheduling frame 2510 may further include control information such as MCS information and coding information to be used when transmitting the UL MU data frame for each STA.

The above control information includes the HE-part of the PPDU carrying the UL MU scheduling frame 2510 (e.g., HE-SIG A field or HE-SIG B field) or a control field of the UL MU scheduling frame 2510 (e.g. For example, it may be transmitted in the Frame Control field of the MAC frame).

The PPDU carrying the UL MU scheduling frame 2510 has a structure starting with an L-part (eg, L-STF field, L-LTF field, L-SIG field, etc.). Accordingly, legacy STAs may perform Network Allocation Vector (NAV) setting from the L-SIG field. For example, legacy STAs may calculate an interval for setting the NAV (hereinafter, "L-SIG guard interval") based on data length and data rate information in L-SIG. In addition, legacy STAs may determine that there is no data to be transmitted to them during the calculated L-SIG guard period.

For example, the L-SIG guard period may be determined as the sum of the MAC duration value of the UL MU scheduling frame 2510 and the remaining period after the L-SIG field in the PPDU carrying the UL MU scheduling frame 2510. Accordingly, the L-SIG guard period may be set to a value up to the period in which the ACK frame 2530 transmitted to each STA is transmitted according to the MAC duration value of the UL MU scheduling frame 2510.

Hereinafter, a method of allocating resources for UL MU transmission to each STA will be described in more detail. For convenience of explanation, fields including control information are classified and described, but the present invention is not limited thereto.

The first field may indicate UL MU OFDMA transmission and UL MU MIMO transmission separately. For example, if it is '0', it may indicate UL MU OFDMA transmission, and if it is '1', it may indicate UL MU MIMO transmission. The size of the first field may consist of 1 bit.

The second field (eg, STA ID/address field) indicates STA ID or STA addresses to participate in UL MU transmission. The size of the second field may consist of the number of bits for indicating the STA ID × the number of STAs participating in the UL MU. For example, when the second field consists of 12 bits, the ID/address of each STA may be indicated for each 4 bits.

A third field (eg, a resource allocation field) indicates a resource region allocated to each STA for UL MU transmission. In this case, the resource region allocated to each STA may be sequentially indicated to each STA according to the order of the second field.

If the first field value is '0', frequency information (eg, frequency index, subcarrier index, etc.) for UL MU transmission is indicated in the order of STA ID/address included in the second field, When the 1 field value is '1', MIMO information (eg, stream index, etc.) for UL MU transmission is indicated in the order of STA ID/address included in the second field.

At this time, since multiple indexes (ie, frequency/subcarrier index or stream index) may be reported to one STA, the size of the third field may be a plurality of bits (or may be configured in a bitmap format). × It can be configured with the number of STAs to participate in UL MU transmission.

For example, it is assumed that the second field is set in the order of'STA 1'and'STA 2', and the third field is set in the order of '2' and '2'.

In this case, when the first field is '0', the STA 1 may be allocated frequency resources from the upper (or lower) frequency domain, and the STA 2 may be sequentially allocated the next frequency resources. For example, in the case of supporting OFDMA in units of 20 MHz in an 80 MHz band, STA 1 may use an upper (or lower) 40 MHz band, and STA 2 may use a next 40 MHz band.

On the other hand, when the first field is '1', an upper (or lower) stream may be allocated to STA 1, and a subsequent stream may be sequentially allocated to STA 2. In this case, the beamforming method according to each stream may be specified in advance, or more detailed information on the beamforming method according to the stream may be included in the third field or the fourth field.

Each STA transmits UL MU data frames 2521, 2522, and 2523 to the AP based on the UL MU scheduling frame 2510 transmitted by the AP. Here, each STA may transmit the UL MU data frames 2521, 2522, and 2523 to the AP after SIFS after receiving the UL MU scheduling frame 2510 from the AP.

Each STA may determine a specific frequency resource for UL MU OFDMA transmission or a spatial stream for UL MU MIMO transmission based on resource allocation information of the UL MU scheduling frame 2510.

Specifically, in the case of UL MU OFDMA transmission, each STA may transmit an uplink data frame on the same time resource through different frequency resources.

Here, each of STAs 1 to 3 may be allocated different frequency resources for uplink data frame transmission based on STA ID/address information and resource allocation information included in the UL MU scheduling frame 2510. For example, STA ID/address information may sequentially indicate STA 1 to STA 3, and resource allocation information may sequentially indicate frequency resource 1, frequency resource 2, and frequency resource 3. In this case, STAs 1 to 3 sequentially indicated based on the STA ID/address information may be assigned frequency resource 1, frequency resource 2, and frequency resource 3 sequentially indicated based on resource allocation information. That is, STA 1 may transmit uplink data frames 2521, 2522, and 2523 to the AP through frequency resource 1, STA 2 frequency resource 2, and STA 3 frequency resource 3.

In addition, in the case of UL MU MIMO transmission, each STA may transmit an uplink data frame on the same temporal resource through at least one different stream among a plurality of spatial streams.

Here, each of STAs 1 to 3 may be allocated a spatial stream for transmission of an uplink data frame based on STA ID/address information and resource allocation information included in the UL MU scheduling frame 2510. For example, STA ID/address information may sequentially indicate STA 1 to STA 3, and resource allocation information may sequentially indicate spatial stream 1, spatial stream 2, and spatial stream 3. In this case, STAs 1 to 3 sequentially indicated based on the STA ID/address information may receive spatial stream 1, spatial stream 2, and spatial stream 3 sequentially indicated based on resource allocation information. That is, STA 1 may transmit uplink data frames 2521, 2522, and 2523 to the AP through spatial stream 1, STA 2 spatial stream 2, and STA 3 spatial stream 3.

As described above, the transmission duration (or transmission end time) of the uplink data frames 2521, 2522, and 2523 transmitted by each STA may be determined by MAC duration information included in the UL MU scheduling frame 2510. have. Therefore, each STA schedules UL MU scheduling of the transmission end time of the uplink data frames 2521, 2522, 2523 (or the uplink PPDU carrying the uplink data frame) through bit padding or fragmentation. Synchronization may be performed based on the MAC duration value included in the frame 2510.

PPDUs carrying uplink data frames 2521, 2522, and 2523 can be configured in a new structure without an L-part.

In addition, in the case of UL MU MIMO transmission or UL MU OFDMA transmission in a subband type of less than 20 MHz, the L-part of the PPDU carrying the uplink data frames 2521, 2522, 2523 is in the form of SFN (that is, all STAs are the same L-part configuration and content can be transmitted simultaneously). On the other hand, in the case of UL MU OFDMA transmission in the form of a subband of 20MHz or higher, the L-part of the PPDU carrying the uplink data frames (2521, 2522, 2523) is each L-part in 20MHz units in the band to which each STA is assigned. Can be transmitted.

As described above, the MAC duration value in the UL MU scheduling frame 2510 may be set as a value up to the period in

which the ACK frame 2530 is transmitted, and the L-SIG guard period may be determined based on the MAC duration value. have. Accordingly, the legacy STA may set the NAV up to the ACK frame 2530 through the L-SIG field of the UL MU scheduling frame 2510.

If the UL MU scheduling frame 2510 can be sufficiently configured with the information of the UL MU scheduling frame 2510, the SIG field in the PPDU carrying the UL MU scheduling frame 2510 (i.e., transmitting control information on the configuration method of the data frame) Area) may not be needed. For example, the HE-SIG-A field and/or HE-SIG-B may not be transmitted. In addition, the HE-SIG-A field and the HE-SIG-C field may be transmitted, and the HE-SIG-B field may not be transmitted.

The AP may transmit an ACK frame 2530 in response to the uplink data frames 2521, 2522, and 2523 received from each STA. Here, the AP may receive the uplink data frames 2521, 2522, and 2523 from each STA and transmit an ACK frame 2530 to each STA after SIFS.

If the structure of the existing ACK frame is used in the same manner, the RA field having a size of 6 octets may be configured to include AIDs (or partial AIDs) of STAs participating in UL MU transmission.

Alternatively, if an ACK frame of a new structure is configured, it can be configured in a form for DL SU transmission or DL MU transmission. That is, in the case of DL SU transmission, the ACK frame 2530 may be sequentially transmitted to each STA participating in the UL MU transmission, and in the case of DL MU transmission, the ACK frame 2530 is a resource allocated to each STA (i.e., frequency Or, it may be simultaneously transmitted to each STA participating in UL MU transmission through a stream).

The AP may transmit only the ACK frame 2530 for the UL MU data frame that has been successfully received to the corresponding STA. In addition, the AP may inform whether reception is successful through the ACK frame 2530 through ACK or NACK. If the ACK frame 2530 includes NACK information, a reason for NACK or information for a subsequent procedure (eg, UL MU scheduling information, etc.) may also be included.

Alternatively, the PPDU carrying the ACK frame 2530 may be configured with a new structure without an L-part.

The ACK frame 2530 may include STA ID or address information, but if the order of STAs indicated in the UL MU scheduling frame 2510 is applied in the same manner, the STA ID or address information may be omitted.

In addition, a control frame including a frame for the next UL MU scheduling or correction information for the next UL MU transmission by extending the TXOP (i.e., L-SIG guard interval) of the ACK frame 2530 is included in the TXOP. May be.

Meanwhile, for UL MU transmission, an adjustment process such as synchronization between STAs may be added.

26 is a diagram illustrating an uplink multi-user transmission procedure according to an embodiment of the present invention.

Hereinafter, for convenience of explanation, the same description as the example of FIG. 25 will be omitted.

Referring to FIG. 26, an AP instructs STAs to be used for UL MU to prepare a UL MU, and transmits a UL MU data frame after performing an adjustment process such as synchronization between STAs for UL MU. It can receive and transmit an ACK.

First, the AP instructs STAs to transmit UL MU data to prepare for UL MU transmission by transmitting a UL MU scheduling frame 2610.

Receiving the UL MU scheduling frame 2610 from the AP, each STA transmits a sync signal 2621, 2622, 2623 to the AP. Here, each STA may receive the UL MU scheduling frame 2610 and transmit synchronization signals 2621, 2622, 2623 to the AP after SIFS.

In addition, the AP, which has received the synchronization signals 2621, 2622, 2623 from each STA, transmits an adjustment frame 2630 to each STA. Here, the AP may receive synchronization signals 2621, 2622, and 2623 and transmit the correction frame 2630 after SIFS.

The procedure for transmitting and receiving the synchronization signals 2621, 2622, 2623 and the correction frame 2630 is a procedure for correcting the time/frequency/power between STAs for transmission of the UL MU data frame. That is, STAs transmit their respective synchronization signals (2621, 2622, 2623), and the AP provides correction information for correcting errors such as time/frequency/power to each STA through the correction frame 2630 based on the values. This is a procedure for correcting and transmitting the value in the UL MU data frame to be transmitted next by notifying. In addition, since such a procedure is performed after the UL MU scheduling frame 2610, the STA may have time to prepare the data frame configuration according to the scheduling.

More specifically, STAs indicated in the UL MU scheduling frame 2610 transmit synchronization signals 2621, 2622, 2623 to the indicated or designated resource regions, respectively. Here, the synchronization signals 2621, 2622, and 2623 transmitted from each STA may be multiplexed in a time division multiplexing (TDM), code division multiplexing (CDM), and/or spatial division multiplexing (SDM) method.

For example, if the order of STAs indicated in the UL MU scheduling frame 2610 is STA 1, STA 2, and STA 3, and the synchronization signals 2621, 2622, and 2623 of each STA are multiplexed by CDM, each in the order of the designated STAs Assigned Sequence 1, Sequence 2, and Sequence 3 may be transmitted to the AP.

Here, in order for the synchronization signals (2621, 2622, 2623) of each STA to be multiplexed with TDM, CDM and/or SDM to be transmitted, resources (e.g., time/sequence/stream, etc.) to be used by each STA are determined in advance. Can be directed or defined to

In addition, the PPDU carrying the synchronization signals 2621, 2622, 2623 may not include an L-part or may be transmitted only with a physical layer signal without configuring a MAC frame.

Upon receiving the synchronization signals 2621, 2622, 2623 from each STA, the AP transmits an adjustment frame 2630 to each STA.

In this case, the AP may transmit the correction frame 2630 to each STA in a DL SU transmission method or to each STA in a DL MU transmission method. That is, in the case of DL SU transmission, the correction frame 2630 may be sequentially transmitted to each STA participating in the UL MU transmission, and in the case of DL MU transmission, the correction frame 2630 is a resource allocated to each STA (ie, frequency Or, it may be simultaneously transmitted to each STA participating in UL MU transmission through a stream).

The correction frame 2630 may include STA ID or address information, and if the order of STAs indicated in the UL MU scheduling frame 2610 is the same, the STA ID or address information may be omitted.

In addition, the correction frame 2630 may include an adjustment field.

The adjustment field may include information for correcting errors such as time/frequency/power. Here, the correction information refers to information indicating that an error such as time/frequency/power may occur in signals of STAs received by the AP, and to correct the error gap. In addition, any information may be included in the correction frame 2630 as long as information capable of more accurately correcting errors such as time/frequency/power of each STA based on the synchronization signals 2621, 2622, 2623 received by the AP. .

The PPDU carrying the correction frame 2630 may be configured in a new structure without an L-part.

Meanwhile, the procedure for transmitting and receiving the synchronization signals 2621, 2622, 2623 and the correction frame 2630 may be performed before transmitting the UL MU scheduling frame 2610 of each STA.

In addition, transmission of the synchronization signals 2621, 2622, 2623 may be omitted, and the AP may transmit the UL MU scheduling frame 2610 including correction information through implicit measurement. For example, in a pre-procedure to be described later, the AP can correct errors in time/frequency/power between each STA through an NDP or buffer status/sounding frame transmitted from each STA. Correction information for correction may be generated and the correction information may be transmitted to each STA through the UL MU scheduling frame 2610.

In addition, if STAs that do not need to be corrected (e.g., when a correction procedure has been completed between each STA that will perform UL MU transmission previously, etc.), the synchronization signals 2621, 2622, 2623 and the correction frame 2630 are transmitted and received. The procedure may be omitted.

In addition, if only some correction procedures are needed, only those procedures can be corrected. For example, when the length of the cyclic prefix (CP) of the UL MU data frame is long enough that misaligned synchronization between STAs is not a problem, a procedure for correcting the time difference may be omitted. Alternatively, if there is sufficient guard band between STAs when performing UL MU OFDMA transmission, a procedure for correcting the frequency difference may be omitted.

Each STA transmits UL MU data frames 2641, 2642, and 2643 to the AP based on the UL MU scheduling frame 2610 and the correction frame 2630 transmitted by the AP. Here, each STA may transmit the UL MU data frames 2641, 2642, and 2643 to the AP after SIFS after receiving the correction frame 2630 from the AP.

The AP may transmit an ACK frame 2650 in response to the uplink data frames 2641, 2642, and 2643 received from each STA. Here, the AP may receive the uplink data frames 2461, 2642, and 2643 from each STA and transmit an ACK frame 2650 to each

STA after SIFS.

In the above FIGS. 25 and 26, the structure of a UL MU transmission-related downlink PPDU such as a UL MU scheduling frame, a correction frame, and an ACK frame may be configured based on 20 MHz. This will be described in more detail with reference to the drawings below.

FIG. 27 is a diagram illustrating a structure of a downlink PPDU related to uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

In FIG. 27, it is assumed that the entire band is 80 MHz, and a bandwidth is allocated in units of 20 MHz for each STA for UL OFDMA transmission.

Referring to (a) of FIG. 27, all the information of the STAs of the UL MU is included in the 20MHz PPDU, and the same information may be copied and transmitted to other 20MHz channels.

When a primary channel is configured in the corresponding BSS, the STA first checks the information transmitted in the primary channel configured in the corresponding BSS, and thus the information of the STAs of UL MU transmission may be transmitted only in the primary 20 MHz channel. have. However, in this case, information loss may occur if interference occurs in the corresponding primary channel due to adjacent BSS.

Each STA can read all possible channels according to its capabilities. For example, when STA 1 is an STA supporting a 40 MHz band, STA 1 may read the first and second channels from the top. In addition, when STA 4 is an STA supporting the 80 MHz band, STA 4 can read all four channels.

Therefore, in order to prevent the above problem, it may be desirable to transmit information on all STAs in all channels for each 20 MHz as in the case of FIG. 27A. That is, even if information is lost due to interference in a specific channel, information may be successfully transmitted through another channel.

Referring to FIG. 27B, information on UL MU transmission of each of STAs to be allocated for each 20MHz unit may be transmitted.

In addition, unlike FIG. 27(b), when a 40MHz channel is allocated to STA 1, a PPDU structure copied to STA 1 in 20MHz units may be transmitted through a 40MHz channel. In addition, it may be transmitted in a 40MHz PPDU structure.

As described above, each STA can check information transmitted to itself by reading all possible channels according to its capabilities.

In the case of (b) of FIG. 27, it may be preferable when a primary channel is not configured in the corresponding BSS.

Referring to (c) of FIG. 27, HE-part and data other than the L-part may be transmitted in a full-band PPDU structure.

In this case, it may be preferable when the AP knows in advance that all terminals related to the UL MU support 80 MHz.

The bandwidths of 80MHz and 20MHz illustrated in FIG. 27 are merely exemplary values for convenience of description, and the present invention is not limited thereto.

In addition, some of the HE-parts (eg, at least one of the HE-SIG A field, HE-STF field, HE-LTF field, and HE-SIG B field) may follow the structure of the L-part. That is, it can always be configured in units of 20MHz, like L-part.

In addition, UL MU-related DL PPDUs may have different structures for each frame. For example, the UL MU scheduling frame follows a structure in which the same information is transmitted by being copied to all bands in units of 20 MHz as shown in (a) of FIG. 27, and the downlink ACK frame is one 20 MHz unit in FIG. 27(a). It may be transmitted only through PPDU.

Meanwhile, the DL PPDU structure related to UL MU transmission according to FIG. 27 has been described on the assumption that a channel is allocated in units of 20 MHz for each STA in UL MU OFDMA transmission for convenience of explanation. The same method can be applied.

For example, when the UL MU MIMO transmission is performed by sequentially assigning streams 1 to 4 in units of 20 MHz to STAs 1 to 4 at 20 MHz, information on all STAs in each stream as shown in (a) of FIG. 27 May be included and transmitted.

In addition, as shown in (b) of FIG. 27, only information on an STA to which a corresponding stream is allocated for each stream in a 20 MHz unit may be included and transmitted.

In addition, in the case of supporting UL MU MIMO transmission in units of 80 MHz for each STA in a full-band 80 MHz, information on all STAs may be included and transmitted for each stream in units of 80 MHz as shown in FIG. 27(c).

However, in order to simultaneously support UL MU OFDMA transmission and UL MU MIMO transmission, a PPDU structure as shown in (a) of FIG. 27 may be desirable. For example, in order to support UL MU OFDMA transmission in units of 20 MHz for each STA in a full-band 80 MHz, a PPDU is configured as shown in (a) of FIG. 27, and UL OFDMA in units of 5 MHz or 20 MHz for each STA in a full-band 20 MHz. This is because in order to support UL MU MIMO transmission of FIG. 27, only one 20MHz PPDU structure may be transmitted in the example of FIG. 27A. In this case, a DL frame structure related to UL MU OFDMA transmission and UL MU MIMO transmission may be configured through the same PPDU structure.

For UL MU transmission described above, a pre-procedure for UL MU transmission is required.

The pre-procedure refers to a step of preparing for reporting on a channel state of STAs required for UL MU transmission and/or a buffer status of STAs.

Here, the buffer status information is what type of data to be transmitted by the STA in the uplink (eg, AC (Access Category) information (eg, voice, video, data, etc.), How much is accumulated in the queue (e.g., the size of the uplink data, the size of the queue where the uplink data is accumulated, etc.), and how urgent the uplink data transmission is (e.g., backoff count) , Contention window (Contention Window) value, etc.).

1) How to use the NDP procedure

A pre-procedure for UL MU transmission may be performed using an NDP similar to the example of FIG. 11 above. That is, by receiving the NDP from each STA participating in the UL MU transmission, the AP may acquire uplink channel state information and/or buffer state information for each STA. This will be described with reference to the drawings.

28 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

In FIG. 28, it is assumed that three STAs (STA 1, STA 2, and STA 3) participate in UL MU transmission.

Referring to FIG. 28, the AP transmits a null data packet announcement (NDPA) frame 2810 to request a buffer status/sounding to each STA participating in UL MU transmission.

Here, the NDPA frame 2810 may be configured in the same format as the example of FIG. 12.

However, in order to distinguish the NDPA frame 2810 from the NDPA frame used in the existing downlink sounding procedure, UL MU is transmitted using a reserved bit (e.g., 2 reserved bits of the Sounding Dialog Token field). It can be announced that it is an announcement for

The NDPA frame 2810 includes a STA Info field that includes information on a target STA participating in the UL MU. One STA Info field may be included for each sounding target STA, and an AID for identifying a target STA participating in UL MU transmission is included in the AID12 subfield.

In addition, the NDPA frame 2810 may further include a resource allocation field for UL MU transmission. Alternatively, resource allocation information for UL MU transmission allocated to each STA may be transmitted using the Nc Index subfield of the STA Info field. Hereinafter, a field including resource allocation information is collectively referred to as a'resource allocation field'.

The resource allocation field is a resource region for reporting frequency/stream channel status of each STA for UL MU transmission (for example, in case of UL MU OFDMA transmission, frequency/subcarrier information for each STA to report channel status, UL In the case of MU MIMO transmission, each STA indicates a stream index for reporting channel conditions). In this case, the resource region allocated to each STA may be sequentially indicated to each STA according to the order of the AID12 subfields.

In the case of UL MU MIMO transmission, a spatial stream allocated to each STA may be indicated based on n AID12 subfields and resource allocation fields. Further, in case of UL MU OFDMA transmission, frequency resources allocated to each of a plurality of STAs may be indicated based on n AID12 subfields and resource allocation fields.

STAs that have received the NDPA frame 2810 may check the AID12 subfield value included in the STA Info field, and check whether they are the target STAs for UL MU transmission.

In addition, STAs may know the order of NDP transmission through the order of the STA Info field included in the NDPA. In FIG. 28, an example of transmitting the NDPs 2820, 2840, and 2860 to the AP in the order of STA 1, STA 2, and STA 3 is illustrated.

Each STA has a resource region indicated in the NDPA frame 2810 (e.g., in case of UL MU OFDMA transmission, frequency/subcarrier information for each STA to report the channel status, in case of UL MU MIMO transmission, each STA has

a channel status). The NDP (2820, 2840, 2860) may be transmitted to the AP through the stream index for reporting the error.

First, STA 1 receiving the NDPA frame 2810 transmits the NDP 2820 to the AP.

STA 1 may receive the NDPA frame 2810 and transmit the NDP 2820 to the AP after SIFS.

Here, the NDPs 2820, 2840, 2860 transmitted by each STA are configured using the same NDP format transmitted by the AP. However, the VHT-LTF field (or HE-LTF field) of the NDP 2820, 2840, 2860 transmitted by each STA may be included as much as the resource region indicated in the NDPA frame 2810 (that is, as many as the number of frequencies/streams). have.

The AP acquires uplink channel state information based on a training field (eg, a VHT-LTF field or an HE-LTF field) of the NDP 2820 received from STA 1.

Next, the AP transmits a beamforming report poll frame 2830 to STA 2 in order to obtain uplink channel information from STA 2.

The AP may receive the NDP from STA 1 and transmit a Beamforming Report Poll frame 2830 to STA 2 after SIFS.

Here, the Beamforming Report Poll frames 2830 and 2850 may be configured in the same format as the example of FIG. 15.

Upon receiving the Beamforming Report Poll frame 2830, STA 2 transmits the NDP 2840 to the AP.

Here, the STA 2 may receive the Beamforming Report Poll frame 2830 and transmit the NDP 2840 to the AP after SIFS.

Next, in the same manner as for STA 2, the AP transmits a Beamforming Report Poll frame 2850 to STA 3 to obtain uplink channel information from STA 3, and receives the Beamforming Report Poll frame 2850. 3 transmits the NDP 2860 to the AP.

The AP may acquire channel state information and/or buffer state information through the NDP received from each STA. Further, UL MU resources (eg, a stream for each STA in the case of UL MU MIMO, and a frequency/subcarrier for each STA in the case of UL MU OFDMA) may be allocated to each STA based on the obtained information.

2) How to construct a new frame

Unlike the example of FIG. 28 above, a pre-procedure for UL MU transmission may be performed using a newly configured frame. That is, a new frame for acquiring uplink channel state information and buffer state information may be defined without using the previously defined NDPA frame or NDP. This will be described with reference to the drawings below.

29 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

In FIG. 29, it is assumed that three STAs (STA 1, STA 2, and STA 3) participate in UL MU transmission.

Referring to FIG. 29, the AP is a buffer status request (BSR)/sounding request (SR: sounding request) frame 2910 to request a buffer status/sounding request to each STA participating in UL MU transmission. Is transmitted to each STA.

Here, the BSR/SR frame 2910 includes the ID (eg, AID) and/or address of the target STA participating in the UL MU.

In addition, the BSR/SR frame 2910 may include information for a target STA participating in the UL MU to report a buffer status and to transmit a sounding frame to the AP. In addition, this information may be included in the order of the STA transmitting the buffer status (BS)/sounding frame.

In addition, the BSR/SR frame 2910 may further include a resource allocation field for UL MU transmission.

The resource allocation field is a resource region for reporting the frequency/stream channel status of each STA for UL MU transmission (for example, in the case of UL MU OFDMA transmission, frequency/subcarrier information for each STA to report the channel status, UL In the case of MU MIMO transmission, each STA indicates a stream index for reporting channel conditions). In this case, the resource region allocated to each STA may be sequentially indicated to each STA according to the order of the STA ID/address.

In the case of UL MU MIMO transmission, a spatial stream allocated to each STA may be indicated based on n STA ID/addresses and resource allocation fields. In addition, in case of UL MU OFDMA transmission, frequency resources allocated to each of a plurality of STAs may be indicated based on n STA ID/addresses and resource allocation fields.

Each STA transmits a buffer status (BS)/sounding frame 2920, 2940, 2960 to the AP. Here, the STAs may know the transmission order of the BS/sounding frames 2920, 2940, and 2960 through the order of the STA ID/address information included in the BSR/SR frame 2910. In FIG. 29, a case in which the BS/sounding frames 2920, 2940, 2960 are transmitted to the AP in the order of STA 1, STA 2, and STA 3 is illustrated.

Each STA is a resource region indicated in the BSR/SR frame 2910 (for example, in case of UL MU OFDMA transmission, frequency/subcarrier information for each STA to report channel status, and in case of UL MU MIMO transmission, each STA The BS/sounding frames 2920, 2940, and 2960 may be transmitted to the AP through a stream index for reporting channel conditions).

First, STA 1 receiving the BSR/SR frame 2910 transmits the BS/sounding frame 2920 to the AP.

STA 1 may receive the BSR/SR frame 2910 and transmit the BS/sounding frame 2920 to the AP after SIFS.

Here, the BS/sounding frames 2920, 2940, 2960 transmitted by each STA include buffer status information and a training field for sounding (eg, a VHT-LTF field or an HE-LTF field). I can. For example, buffer status information is included in the Frame Control field, and the LTF field (e.g., VHT-LTF field or HE-LTF field) corresponds to the resource region indicated in the BSR/SR frame 2910 (i.e., frequency / As many as the number of streams).

In addition, instead of transmitting a training field for sounding by each STA, the BS/sounding frames 2920, 2940, 2960 (e.g., Frame Control field) include information necessary for the configuration of UL MU transmission. You can also send it. For example, information such as the number of streams preferred by each STA, a beamforming matrix, an MCS configuration, and a location of a subcarrier may be included and transmitted.

Next, the AP transmits a polling frame 2930 to STA 2 in order to obtain uplink channel information from STA 2.

The AP may receive the BS/Sounding frame 2920 from STA 1 and transmit the Polling frame 2930 to STA 2 after SIFS.

The polling frame means a frame that helps the next STA to transmit the BS/Sounding frame. If the BS/Sounding frame is not received within a predetermined time (eg, SIFS), the AP may transmit a Polling frame so that the next STA can transmit the BS/Sounding frame.

Upon receiving the polling frame 2930, STA 2 transmits the BS/Sounding frame 2940 to the AP.

Here, the STA 2 may receive the polling frame 2930 and transmit the BS/Sounding frame 2940 to the AP after SIFS.

Next, in the same manner as the process for STA 2, the AP transmits a polling frame 2950 to STA 3 to obtain uplink channel information from STA 3, and STA 3 receiving the polling frame 2930 is BS/ The sounding frame 2960 is transmitted to the AP.

The AP may acquire channel state information and/or buffer state information through the BS/Sounding frame received from each STA. Further, UL MU resources (eg, a stream for each STA in the case of UL MU MIMO, and a frequency/subcarrier for each STA in the case of UL MU OFDMA) may be allocated to each STA based on the obtained information.

Meanwhile, in the example of FIG. 29, the PPDU carrying each frame (BSR/SR frame, BS/Sounding frame, and Polling frame) may or may not include an L-part. If the L-part is not included, it may be composed of only HE-SIG fields (or HE-SIG A and HE-SIG B), HE-STF, and HE-LTF, and data fields when additional PSDU is present It may include.

For example, only the PPDU carrying the BSR/SR frame, which is the first transmitted frame, includes the L-part and enables NAV setting to the legacy STA based on the L-SIG field, and delivers other frames. PPDU can be configured without L-part. In this case, the L-SIG field value may be set as a value from the last STA to a period in which the BS/Sounding frame is received.

3) Method of updating the control field included in the existing frame without configuring a new frame

A pre-procedure for UL MU transmission may be performed by updating a frame control field included in an existing MAC frame without configuring a new frame.

For example, if a frame including a VHT control field (refer to FIG. 10 above) is used, a reserved bit of the VHT control field is set for UL MU (e.g., set to '1'). , In addition to exchanging control information of the VHT control field, buffer status information can also be included. That is, if the reserved bit of the VHT control field is not set for UL MU, it can be used in the same way as the existing frame configuration. If it is set for UL MU, the pre-procedure for UL MU transmission (pre-procedure) For.

In this case, the AP may request a buffer state/sounding by setting a reserved bit in the VHT control field for UL MU and setting the MRQ subfield to '1'.

The STA receives a request from the AP through the VHT control field (i.e., an involuntary transmission case), or at its own discretion (i.e., a voluntary transmission case), along with other existing information, as well as fields unnecessary for UL MU transmission. Buffer status/sounding report can be performed by changing for transmission. For example, instead of GID 6 bits (MFSI/GID-L subfield and GID-H subfield in FIG. 10), it indicates buffer status information such as AC (Access Category) information (2 bits) and data size (4 bits). It can contain 6 bits.

In addition, a buffer state for each STA may be checked using a signal (or frame) periodically transmitted such as a beacon frame.

For example, the AP includes channel status and/or buffer status request information in a beacon frame, and then reports the buffer status from each STA using a contention free-poll frame, etc. -It can be instructed to include a channel state and/or a buffer state in an uplink frame using a contention free-poll frame and the like to transmit. In this case, the AP may always include such channel state and/or buffer state request information in the beacon frame, or may include only when necessary.

For example, when performing a pre-procedure for UL MU transmission using a null data packet announcement (NDPA) frame, the NDPA frame may be configured as follows.

30 is a diagram illustrating a Null Data Packet Announcement (NDPA) frame according to an embodiment of the present invention.

Referring to Figure 30, the NDPA frame is a frame control (Frame Control) field, duration (Duration) field, RA (Receiving Address) field, TA (Transmitting Address) field, Sounding Dialog Token (Sounding Dialog Token) field, STA It may be composed of an information 1 (STA Info 1) field, an STA information n (STA Info n) field, and an FCS field.

The RA field value represents a receiver address or an STA address for receiving an NDPA frame.

When the NDPA frame includes one STA Info field, the RA field value may have the address of the STA identified by the AID in the STA Info field. For example, when transmitting an NDPA frame to one target STA for DL SU-MIMO or UL SU-MIMO channel sounding, the AP transmits the NDPA frame to the target STA by unicast.

On the other hand, when the NDPA frame includes one or more STA Info fields, the RA field value may have a broadcast address. For example, when transmitting an NDPA frame to at least one target STA for DL MU MIMO/OFDMA or UL MU MIMO/OFDMA channel sounding, the AP broadcasts the NDPA frame.

The TA field value represents a transmitter address for transmitting an NDPA frame, an address of a transmitting STA, or a bandwidth signaling TA (TA).

The Sounding Dialog Token field (or Sounding Sequence field) may be composed of a reserved subfield and a sequence number subfield.

The Sounding Dialog Token field will contain information indicating whether it is a pre-procedure for UL MU transmission (i.e., sounding report and/or buffer status information report) or a pre-procedure for DL MU transmission (i.e., sounding report). I can.

Table 10 is a table illustrating a Sounding Dialog Token field according to an embodiment of the present invention.

Table 10

Referring to Table 10, the legacy STA ignores the Reserved subfield.

If the value of the Reserved subfield is '0', the HE STA interprets it as DL beamforming (ie, DL MU transmission). And, as described above, a downlink channel is estimated through an NDP (or a Beamforming Report Poll frame), and channel information is fed back to the AP through a VHT Compressed Beamforming frame.

On the other hand, if the value of the Reserved subfield is '1', the HE STA interprets it as UL beamforming (ie, UL MU transmission). And, each STA transmits an uplink packet or frame to the AP so that the AP can estimate an uplink channel.

Each STA Info field may include an AID12 subfield, a feedback type subfield, and an Nc index subfield.

Table 11 is a table illustrating an STA Info field according to an embodiment of the present invention.

Table 11

Referring to Table 11, the Nc Index subfield may include different information depending on whether DL MU transmission or UL MU transmission is performed.

First, when the value of the Reserved subfield of the Sounding Dialog Token field is '0' (i.e., in case of DL MU transmission), the Nc Index subfield is a column of a compressed beamforming feedback matrix (column) number (Nc) (in the case of MU-MIMO) or set as a spare subfield (in case of SU-MIMO).

Accordingly, the legacy STA or the 802.11ax STA (ie, the HE STA) feeds back the estimated downlink channel information to the AP through the NDP (or Beamforming Report Poll frame) received from the AP according to the Nc Index subfield value.

On the other hand, when the value of the Reserved subfield of the Sounding Dialog Token field is '1' (i.e., in case of UL MU transmission), the Nc Index subfield indicates the number of sounding streams each STA should transmit. Include.

Here, the number of sounding streams is interpreted as meaning to transmit an NDP including an LTF field (eg, HE-LTF or HE-midamble) as many as the number of sounding streams.

Accordingly, the 802.11ax STA (ie, the HE STA) transmits the NDP including the LTF field to the AP by the number of streams indicated by the Nc Index subfield so that the AP can estimate the uplink channel. At this time, even if the STA capability supports up to 4 streams, if the AP commands to transmit the NDP including the LTF fields for two streams through the Nc Index subfield, the STA is in the Nc Index subfield. An NDP including LTF fields for two streams indicated by is transmitted to the AP.

The third method described above may be configured with the first method or the second method. For example, channel information may be transmitted and received in a first method, and buffer status information may be transmitted and received in a third method.

FIG. 31 is a diagram illustrating a pre-procedure for uplink multi-user transmission according to an embodiment of the present invention.

Referring to FIG. 31, the AP transmits a sounding and/or buffer status request frame to STAs 1 to n (n is 2 or more) participating in UL MU transmission (S3101).

The sounding and/or buffer status request frame may be a VHT Null Data Packet Announcement (NDPA) frame, a beacon frame, or the like described above. In addition, as described above, a frame control field of an existing MAC frame may be updated and used without defining a new frame. In addition, a newly defined buffer status request/sounding request frame may be used.

The sounding and/or buffer status request frame may include information indicating the number of streams to which each STA should transmit the sounding and/or buffer status frame.

Also, the sounding and/or buffer status request frame may include order information in which each STA transmits the sounding and/or buffer status frame. For example, the sounding and/or buffer status request frame may include information on the number of sounding streams described above according to order information of each STA.

When an existing NDPA (VHT Null Data Packet Announcement) frame is used as the sounding and/or buffer status request frame, is the sounding and/or buffer status request frame a frame for DL MU transmission or a frame for UL MU transmission? It may include information for identification.

Upon receiving the sounding and/or buffer status request frame, STAs 1 to n transmit the sounding and/or buffer status frame to the AP (S3102).

STA 1 to STA n may transmit sounding and/or buffer status frames to the AP in order according to order information indicated in the sounding and/or buffer status request frame.

In addition, STA 1 to STA n are sounding and/or buffer including the number of LTF (eg, HE-LTF or HE-midamble) symbols as much as the number of streams indicated by the sounding and/or buffer status request frame. The status frame can be transmitted to the AP.

On the other hand, the PPDU carrying the sounding and/or buffer status request frame may include an L-part so that the legacy STA can set the NAV based on the L-SIG field value, but the sounding and/or buffer status frame The PPDU carrying the L-part may or may not include the L-part. If the L-part is not included, it can be composed of only HE-SIG fields (or HE-SIG A and HE-SIG B), HE-STF, and HE-LTF, and if additional PSDU exists, the data field Can include.

In addition, although not illustrated in S3101, as shown in FIG. 28 or 29, the STA after the second order may transmit a sounding and/or buffer status frame to the AP after receiving a polling frame from the AP. For example, if the STA in the first order transmits a sounding and/or buffer status frame to the AP, the AP transmits a polling frame to the STA in the second order, and the STA in the second order polls) After receiving the frame, the sounding and/or buffer status frame may be transmitted to the AP. STAs after the third order may also proceed in the same manner.

Thereafter, the AP may acquire channel state information and/or buffer state information through sounding and/or buffer state frames received from each STA. Further, UL MU resources (eg, a stream for each STA in the case of UL MU MIMO, and a frequency/subcarrier for each STA in the case of UL MU OFDMA) may be allocated to each STA based on the obtained information.

General devices to which the present invention can be applied

32 is a block diagram illustrating a wireless device according to an embodiment of the present invention.

Referring to FIG. 32, an apparatus 3210 according to the present invention may include a processor (processor, 3211), a memory (memory, 3212), and an RF unit (radio frequency unit) 3213. The device 3210 may be an AP or a non-AP STA for implementing an embodiment according to the present invention.

The RF unit 3213 may be connected to the processor 3211 to transmit/receive radio signals. For example, it is possible to implement a physical layer according to the IEEE 802.11 system.

The processor 3211 may be connected to the RF unit 3213 to implement a physical layer and/or a MAC layer according to the IEEE 802.11 system. The processor 3211 may be configured to perform operations according to various embodiments of the present invention. In addition, a module for implementing the operation of the AP and/or STA according to various embodiments of the present disclosure described above may be stored in the memory 3212 and executed by the processor 3211.

The memory 3212 is connected to the processor 3211 and stores various types of information for driving the processor 3211. The memory 3212 may be included inside the processor 3211 or installed outside the processor 3211 and connected to the processor 3211 by a known means.

In addition, the device 3210 may have a single antenna or multiple antennas.

As described above, the specific configuration of the device 3210 may be implemented so that the above-described various embodiments of the present invention are applied independently or two or more embodiments may be applied simultaneously.

The embodiments described above are those in which components and features of the present invention are combined in a predetermined form. Each component or feature should be considered optional unless explicitly stated otherwise. Each component or feature may be implemented in a form that is not combined with other components or features. In addition, it is also possible to constitute an embodiment of the present invention by combining some components and/or features. The order of operations described in the embodiments of the present invention may be changed. Some configurations or features of one embodiment may be included in other embodiments, or may be replaced with corresponding configurations or features of other embodiments. It is obvious that the embodiments may be configured by combining claims that do not have an explicit citation relationship in the claims or may be included as new claims by amendment after filing.

The embodiment according to the present invention may be implemented by various means, for example, hardware, firmware, software, or a combination thereof. In the case of implementation by hardware, an embodiment of the present invention is one or more ASICs (application specific integrated circuits), DSPs (digital signal processors), DSPDs (digital signal processing devices), PLDs (programmable logic devices), FPGAs (field programmable gate arrays), processors, controllers, microcontrollers, microprocessors, etc.

In the case of implementation by firmware or software, an embodiment of the present invention may be implemented in the form of modules, procedures, functions, etc. that perform the functions or operations described above. The software code can be stored in a memory and driven by a processor. The memory may be located inside or outside the processor, and may exchange data with the processor through various known means.

It is apparent to those skilled in the art that the present invention can be embodied in other specific forms without departing from the essential features of the present invention. Therefore, the above detailed description should not be construed as restrictive in all respects and should be considered as illustrative. The scope of the present invention should be determined by reasonable interpretation of the appended claims, and all modifications within the equivalent scope of the present invention are included in the scope of the present invention.

Although the uplink multi-user transmission scheme in the wireless communication system of the present invention has been described mainly in an example applied to the IEEE 802.11 system, it can be applied to various wireless communication systems other than the IEEE 802.11 system.

(12) 특허협력 조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지 식재산 권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 12 월 30 일 (30.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 국제공 개번호
WO 2015/199306 A1

(51) 국제특허분류:
H04L 27/26 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)

(21) 국제출원 번호: PCT/KR20 15/000996

(22) 국제출 원일: 2015 년 1 월 29 일 (29.01 .2015)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보 :
62/017,821 2014 년 6 월 26 일 (26.06.2014) US

(71) 출원인 : 엘지전자 (주) (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: 천진영 (CHUN, Jinyoung); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 류기선 (RYU, Kiseon); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 이욱봉 (LEE, Wookbong); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 조한규 (CHO, Hangyu); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). ¾서욱 (KIM, Suhwook); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR).

(74) 대리인 : 특허법인 로얄 (ROYAL PATENT & LAW OFFICE); 15 1-800 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도원회관 빌딩 1 층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

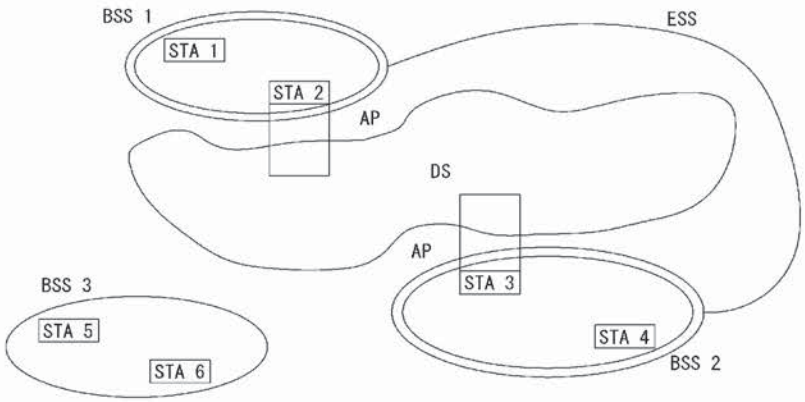
공개:

— 국제조사보 고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR MULTI-USER UPLINK DATA TRANSMISSION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭 :무선 통신 시스템에서 다중 사용자 상향링크 데이터 전송을 위한 방법 및 이를 위한 장치

802. 11 Components



(57) Abstract: The present invention provides a method for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system and a device therefor. Specifically, a method for multi-user uplink data transmission in a wireless communication system comprises the steps of: receiving a sounding request frame from an access point (AP) by a station (STA) ;and transmitting, by the STA, a sounding frame to the A P in response to the sounding request frame, wherein the sounding request frame may include information indicating the number of streams through which the STA should transmit the sounding frame, and the sounding frame may include as many long training field (LTF) symbols as the streams.

(57) 요약서 :본 발명에서는 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링 크

[다음 쪽 계속]

2015/199306 A1

데이터 전송을 위한 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 방법에 있어서, STA(Station) 이 AP(Access Point) 로부터 사운딩 요청 프레임을 수신하는 단계 및 상기 STA 이 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 상기 AP 에게 전송하는 단계를 포함하고, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하며, 상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 심볼을 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭 :무선 통신 시스템에서 다중 사용자 상향링크 데이터 전송을 위한 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

[1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 다중 사용자 (multi-user) 의 상향링크 데이터 전송을 지원하기 위한 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 와이파이(Wi-Fi) 는 2.4GHz, 5GHz 또는 6 GHz 주파수 대역에서 기기가 인터넷에 접속 가능하게 하는 WLAN(Wireless Local Area Network) 기술이다.

[3] WLAN은 IEEE(institute of electrical and electronic engineers) 802.11 표준에 기반한다. IEEE 802. 11의 WNG SC(Wireless Next Generation Standing Committee) 는 차세대 WLAN(wireless local area network) 을 중장기 적으로 고민하는 애드흑 위원회(committee) 이다.

[4] IEEE 802.1 In은 네트워크의 속도와 신뢰성을 증가시 키고, 무선 네트워크의 운영 거리를 확장하는데 목적을 두고 있다. 보다 구체적으로, IEEE 802.11 η에서는 최대 600Mbps 데이터 처리 속도(data rate) 를 제공하는 고처리율(HT: High Throughput) 을 지원하며, 또한 전송 에러를 최소화하고 데이터 속도를 최적화하기 위해 송신부와 수신부 양단 모두에 다중 안테나를 사용하는 MIMO(Multiple Inputs and Multiple Outputs) 기술에 기반을 두고 있다.

[5] WLAN 의 보급이 활성화되고 또한 이를 이용한 어플리케이션이 다양화됨에 따라, 초고처 리율(VHT: Very High Throughput) 를 지원하는 차세대 WLAN 시스템은 IEEE 802. 1In WLAN 시스템의 다음 버전으로서 , IEEE 802. 1lac 가 새롭게 제정되었다. IEEE 802.1 lac 는 80MHz 대역폭 전송 및/또는 더 높은 대역폭 전송(예를 들어, 160MHz) 을 통해 IGbps 이상의 데이터 처리 속도를 지원하고, 주로 5 GHz 대역에서 동작한다.

[6] 최근에는 IEEE 802.1 lac 이 지원하는 데이터 처리 속도보다 더 높은 처리율을 지원하기 위한 새로운 WLAN 시스템에 대한 필요성 이 대두되고 있다.

[7] 일명 IEEE 802. 11ax 또는 고효율 (HEW: High Efficiency) WLAN 라고 불리는 차세대 WLAN 스터디 그룹에서 주로 논의되는 IEEE 802.1 lax 의 범위(scope) 는 1) 2.4GHz 및 5GHz 등의 대역에서 802.11 PHY(physical) 계층과 MAC(medium access control) 계층의 향상, 2) 스펙트럼 효율성 (spectrum efficiency) 과 영역 쓰루풋 (area throughput) 향상, 3) 간섭 소스가 존재하는 환경, 밀집한 이종 네트워크(heterogeneous network) 환경 및 높은 사용자 부하가 존재하는 환경과 같은 실제 실내 환경 및 실외 환경에서 성능을 향상 등을 포함한다.

[8] IEEE 802. 1lax 에서 주로 고려되는 시나리오는 AP(access point) 와

STA(station) 이 많은 밀집 환경이며, IEEE 802. 1lax 는 이러한 상황에 서 스펙트럼 효율(spectrum efficiency) 과 공간 전송률 (area throughput) 개선에 대해 논의한다. 특히, 실내 환경뿐만 아니라, 기존 WLAN 에서 많이 고려되지 않던 실외 환경에서의 실질적 성능 개선에 관심을 가진다.

[9] IEEE 802.1 lax 에서는 무선 오피스(wireless office), 스마트 홈(smart home), 스타디움(Stadium), 핫스팟 (Hotspot), 빌딩/아파트 (building/apartment) 와 같은 시나리오에 관심이크며, 해당 시나리오 기반으로 AP와 STA 가 많은 밀집 환경에서의 시스템 성능 향상에 대한 논의가 수행되고 있다.

[10] 앞으로 IEEE 802.1 lax 에서는 하나의 BSS(basic service set) 에서의 단일 링크 성능 향상보 다는, OBSS(overlapping basic service set) 환경에서의 시스템 성능 향상 및 실외 환경 성능 개선, 그리고 셀룰러 오프로딩 (cellular offloading) 등에 대한 논의가 활발할 것으로 예상된다. 이러한 IEEE 802. 11ax 의 방향성은 차세대 WLAN 이 점점 이동 통신과 유사한 기술 범위를 갖게 됨을 의미한다. 최근 스몰 셀(small cell) 및 D2D(Direct-to-Direct) 통신 영역에서 이동 통신과 WLAN 기술이 함께 논의되고 있는 상황을 고려해 볼 때, IEEE 802. 1lax 를 기반한 차세대 WLAN 과 이동 통신의 기술적 및 사업적 융합은 더욱 활발해질 것으로 예측된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[11] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 상향링크 다중 사용자 (multi-user) 전송 방법을 제안한다.

[12] 또한, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 상향링 크 다중 사용자 전송을 위한 채널 상태 정보 및/또는 버퍼 상태 정보 획득을 위한 사전 절차를 제안한다.

[13] 또한, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 프레임 구조를 제안한다.

[14] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[15] 본 발명의 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 방법에 있어서, STA(Station) 이 AP(Access Point) 로부터 사운딩 요청 프레임을 수신하는 단계 및 상기 STA 이 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 상기 AP에게 전송하는 단계를 포함하고, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해 야 하는 스트림 의 개수를 지시하는 정보를 포함하며 , 상기 사운딩 프레임은 상기 스트림 의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 심볼을 포함할 수 있다.

[16] 본 발명의 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user)

상향링 크 데 이터 전송을 위한 STA(Station) 장 치에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 프로세서 를 포함하고, 상기 프로세서는 AP(Access Point) 로부터 사운딩 요청 프레임을 수신하고, 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 상기 AP에게 전송하도록 구성되고, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하고, 상기 사운딩 프레임은 상기 스트림 의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 심볼을 포함할 수 있다.

[17] 바람직 하게, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 사운딩 요청 프레임이 상향링 크 데이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[18] 바람직 하게, 상기 사운딩 요청 프레임은 VHT 제어(VHT Control) 필드의 MRQ(MCS(Modulation and Coding Scheme) feedback request) 서브필드 내 상기 상향링 크 데 이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[19] 바람직 하게, 상기 사운딩 요청 프레임은 사운딩 다 이얼로그 토큰(Sounding Dialog Token) 필드 내 상기 상향링크 데 이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[20] 바람직 하게, 상기 사운딩 프 레임은 L-STF(Legacy-Short Training Field), L-LTF(Legacy-Long Training Field) 및 L-SIG(Legacy SIGNAL) 필드를 제외하고, HE-STF(High Efficiency STF), HE-LTF(High Efficiency LTF) 및 HE-SIG(High Efficiency SIGNAL) 필드만으로 구성될 수 있다.

[21] 바람직 하게, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 의 버퍼 상 태 정보를 요청하기 위한 정보를 포함하고, 상기 사운딩 프 레임은 상기 STA 의 버퍼 상 태 정보를 포함할 수 있다.

[22] 바람직 하게, 상기 버퍼 상 태 정보는 상기 STA 이 전송할 상향링 크 데 이터의 AC(Access Category), 상기 상향링크 데 이터 크기, 상기 상 향링크 데 이터가 누적된 큐(queue) 의 크기, 상기 상 향링크 데 이터 전송에 대한 백오프 (backoff count), 상기 상 향링크 데 이터 전송에 대한 경쟁 윈도우 (contention window) 중 적어도 어느 하나의 정보를 포함할 수 있다.

[23] 바람직 하게, 상기 사운딩 요청 프레임은 NDPA(Null Data Packet Announcement) 프 레임일 수 있다.

[24] 바람직 하게, 사운딩 프 레임은 NDP(Null Data Packet) 일 수 있다.

[25] 본 발명의 또 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링 크 데 이터 전송을 위한 방법에 있어서, AP(Access Point) 가 다중 사용자 상 향링크 데 이터 전송에 참 여하는 STA(Station) 에게 사운딩 요청 프 레임을 전송하는 단계, 상기 AP가 상기 STA 으로부터 상기 사운딩 요청 프 레임에 대한 응답으로 사운딩 프 레임을 수신하는 단 계 및 상기 사운딩 요청 프 레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프 레임을 전송해 야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를

포함하며, 상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 를 포함할 수 있다.

[26] 본 발명의 또 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 AP(Access Point) 장치에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 프로세서 를 포함하고, 상기 프로세서는 다중 사용자 상향링크 데이터 전송에 참여하는 복수의 STA(Station) 에게 사운딩 요청 프레임을 전송하고, 상기 STA 으로부터 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 수신하도록 구성되고, 상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해 야 하는 스트림 의 개수를 지시하는 정보를 포함하며 , 상기 사운딩 프레임은 상기 스트림 의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 를 포함할 수 있다.

[27] 바람직 하게, 상기 AP가 사운딩 프레임의 전송을 요청하기 위하여 다중 사용자 상향링크 데이터 전송에 참여하는 제2 STA 에게 폴링(Polling) 프레임을 전송하는 단계 및 상기 AP가 상기 제2 STA 으로부터 상기 폴링 프레임에 응답으로 사운딩 프레임을 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[28] 바람직 하게, 상기 AP가 상기 사운딩 프레임을 통해 측정된 상향링 크 채널 정보를 기반으로 상기 STA 에 상향링크 무선 자원을 할당하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[29] 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 서로 다른 공간적 스트림 또는 주파수 자원 각각을 통해 상향링크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 수행할 수 있다.

[30] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 상향링 크 다중 사용자 전송을 위한 채널 상태 정보 및/또는 버퍼 상태 정보를 기반으로 상향링크 다중 사용자 전송을 원활히 수행할 수 있다.

[31] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 상향링크 다중 사용자 전송을 위한 프레임 구조를 기반으로 상향링크 다중 사용자 전송을 원활히 수행할 수 있다.

[32] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며 , 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[33] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되 는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

[34] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.

[35] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처(layer architecture) 의 구조를 예시하는 도면이다.

[36] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 non-HT 포맷 PPDU 및 HT 포맷 PPDU 를 예시한다.

[37] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 VHT 포맷 PPDU 포맷을 예시한다.

[38] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 PPDU 의 포맷을 구분하기 위한 성상(constellation) 을 예시하는 도면이다.

[39] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 MAC 프레임 포맷을 예시한다.

[40] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 MAC 프레임 내 프레임 제어(Frame Control) 필드를 예시하는 도면이다.

[41] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 임의 백오프 주기와 프레임 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.

[42] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 IFS 관계를 예시하는 도면이다.

[43] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 VHT 포맷을 예시한다.

[44] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 채널 사운딩 (sounding) 방법을 개념적으로 나타내 는 도면이다.

[45] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT NDPA 프레임을 예시하는 도면이다.

[46] 도 13은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 NDP PPDU 을 예시하는 도면이다.

[47] 도 14는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT 압축된 빔포밍(VHT compressed beamforming) 프레임 포맷을 예시하는 도면이다.

[48] 도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 빔포밍 보고 폴(Beamforming Report Poll) 프레임 포맷을 예시하는 도면이다.

[49] 도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 Group ID Management 프레임을 예시하는 도면이다.

[50] 도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 다중 사용자 (multi-user) PPDU 포맷을 예시하는 도면이다.

[51] 도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 MU-MIMO 전송 과정을 예시하는 도면이다.

[52] 도 19 내지 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE(High Efficiency) 포맷 PPDU 를 예시하는 도면이다.

[53] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation) 을 예시한다.

[54] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송 절차를 예시하는 도면이다.

[55] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송 절차를 예시하는 도면이다.

[56] 도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송 관련 하향링 크 PPDU 구조를 예시하는 도면이다.

[57] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 예시하는 도면이다.

[58] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 예시하는 도면이다.

[59] 도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 NDPA(Null Data Packet Announcement) 프레임을 예시하는 도면이다.

[60] 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 예시하는 도면이다.

[61] 도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 장치를 예시하는 블록도이 다.

발명의 실시를 위한 형태

[62] 이하, 본 발명에 따른 바람직 한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내 고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[63] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지 는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.

[64] 이하의 설명에서 사용되 는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[65] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA 는 UTRA(universal terrestrial radio access) 나 CDMA2000 과 같은 무선 기술(radio technology) 로 구현될 수 있다. TDMA 는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution) 와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA 는 IEEE(institute of electrical and electronics engineers) 802.11

(Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA 는 UMTS(universal mobile telecommunications system) 의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution) 은 E-UTRA 를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS) 의 일부로써 , 하향링크에서 OFDMA 를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA 를 채용한다. LTE-A(advanced) 는 3GPP LTE 의 진화이다.

[66] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들 은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[67] 설명을 명확하게 하기 위해, IEEE 802.11 시스템을 위주로 기술하지 만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

[68]

[69] 시스템 일반

[70] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.

[71] IEEE 802.il 구조는 복수개의 구성요소들로 구성될 수 있고, 이들의 상호작용에 의해 상위계층에 대해 트랜스패런트(transparent) 한 스테이션(STA: Station) 이동성을 지원하는 무선 통신 시스템이 제공될 수 있다. 기본 서비스 세트(BSS: Basic Service Set)는 IEEE 802.11 시스템에서의 기본적인 구성 블록에 해당할 수 있다.

[72] 도 1에서는 3개의 BSS(BSS 1 내지 BSS 3)가 존재하고 각각의 BSS 의 멤버로서 2개의 STA 이 포함되는 것(STA 1 및 STA 2 는 BSS 1에 포함되고, STA 3 및 STA 4는 BSS 2에 포함되며, STA 5 및 STA 6은 BSS 3에 포함됨) 을 예시적으로 도시한다.

[73] 도 1에서 BSS 를 나타내는 타원은 해당 BSS 에 포함된 STA 들이 통신을 유지하는 커버리지 영역을 나타내는 것으로도 이해될 수 있다. 이 영역을 기본 서비스 영역(BSA: Basic Service Area) 이라고 칭할 수 있다. STA 가 BSA 밖으로 이동하게 되면 해당 BSA 내의 다른 STA 들과 직접적으로 통신할 수 없게 된다.

[74] IEEE 802.il 시스템에서 가장 기본적인 타입의 BSS 는 독립적인 BSS(IBSS: Independent BSS) 이다. 예를 들어, IBSS 는 2 개의 STA 만으로 구성된 최소의 형태를 가질 수 있다. 또한, 가장 단순한 형태이고 다른 구성요소들이 생략되어 있는 도 1의 BSS 3이 IBSS 의 대표적인 예시에 해당할 수 있다. 이러한 구성은 STA 들이 직접 통신할 수 있는 경우에 가능하다. 또한, 이러한 형태의 LAN 은 미리 계획되어서 구성되는 것이 아니라 LAN 이 필요한 경우에 구성될 수 있으며 , 이를 애드-혹(ad-hoc) 네트워크라고 칭할 수도 있다.

[75] STA 의 켜지거나 꺼짐, STA 가 BSS 영역에 들어오거나 나감 등에 의해서,

BSS 에서의 STA 의 멤버십이 동적으로 변경될 수 있다. BSS 의 멤버가 되기 위해서는, STA 는 동기화 과정을 이용하여 BSS 에 조인할 수 있다. BSS 기반 구조의 모든 서비스에 액세스하기 위해서는, STA 는 BSS 에 연계(associated) 되어야 한다. 이러한 연계(association) 는 동적으로 설정될 수 있고, 분배 시스템 서비스(DSS: Distribution System Service) 의 이용을 포함할 수 있다.

[76] 802.11 시스템에서 직접적인 STA- 대-STA 의 거리는 물리 계층(PHY: physical) 성능에 의해서 제한될 수 있다. 어떠한 경우에는 이러한 거리의 한계가 충분할 수도 있지만, 경우에 따라서는 보다 먼 거리의 STA 간의 통신이 필요할 수도 있다. 확장된 커버리지를 지원하기 위해서 분배 시스템(DS: Distribution System) 이 구성될 수 있다.

[77] DS는 BSS 들이 상호 연결되는 구조를 의미한다. 구체적으로, 도 1과 같이 BSS 가 독립적으로 존재하는 대신에, 복수 개의 BSS 들로 구성된 네트워크의 확장된 형태의 구성요소로서 BSS 가 존재할 수도 있다.

[78] DS는 논리적인 개념이며 분배 시스템 매체(DSM: Distribution System Medium) 의 특성에 의해서 특정될 수 있다. 이와 관련하여, IEEE 802.11 표준에서는 무선 매체(WM: Wireless Medium) 와 분배 시스템 매체(DSM: Distribution System Medium) 을 논리적으로 구분하고 있다. 각각의 논리적 매체는 상이한 목적을 위해서 사용되며, 상이한 구성요소에 의해서 사용된다. IEEE 802.11 표준의 정의에서는 이러한 매체들이 동일한 것으로 제한하지도 않고 상이한 것으로 제한하지도 않는다. 이와 같이 복수 개의 매체들이 논리적으로 상이하다는 점에서, IEEE 802.11 시스템의 구조(DS 구조 또는 다른 네트워크 구조) 의 유연성 이 설명될 수 있다. 즉, IEEE 802.11 시스템 구조는 다양하게 구현될 수 있으며, 각각의 구현예의 물리적인 특성에 의해서 독립적으로 해당 시스템 구조가 특정될 수 있다.

[79] DS는 복수개 의 BSS 들의 끊김 없는(seamless) 통합을 제공하고 목적지로의 어드레스를 다루는 데에 필요한 논리적 서비스들을 제공함으로써 이동 장치를 지원할 수 있다.

[80] AP는, 연계된 STA 들에 대해서 WM 을 통해서 DS로의 액세스를 가능하게 하고 STA 기능성을 가지는 개체를 의미한다. AP를 통해서 BSS 및 DS 간의 데이터 이동이 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 1에서 도시하는 STA 2 및 STA 3은 STA 의 기능성을 가지면서, 연계된 STA 들(STA 1 및 STA 4)가 DS로 액세스 하도록 하는 기능을 제공한다. 또한, 모든 AP는 기본적으로 STA 에 해당하므로, 모든 AP는 어드레스 가능한 개체이다. WM 상에서의 통신을 위해 AP에 의해서 사용되는 어드레스와 DSM 상에서의 통신을 위해 AP에 의해서 사용되는 어드레스는 반드시 동일할 필요는 없다.

[81] AP에 연계된 STA 들 중의 하나로부터 그 AP의 STA 어드레스로 전송되는 데이터는, 항상 비제어 포트(uncontrolled port) 에서 수신되고 IEEE 802.1X 포트

액세스 개체에 의해서 처리될 수 있다. 또한, 제어 포트(controlled port) 가 인증되면 전송 데이터(또는 프레임)는 DS로 전달될 수 있다.

[82] 임의의(arbitrary) 크기 및 복잡도를 가지는 무선 네트워크가 DS 및 BSS 들로 구성될 수 있다. IEEE 802.11 시스템에서는 이러한 방식의 네트워크를 확장된 서비스 세트(ESS: Extended Service Set) 네트워크라고 칭한다. ESS는 하나의 DS에 연결된 BSS 들의 집합에 해당할 수 있다. 그러나, ESS는 DS를 포함하지는 않는다. ESS 네트워크는 논리 링크 제어(LLC: Logical Link Control) 계층에서 IBSS 네트워크 로 보이는 점이 특징이다. ESS에 포함되는 STA 들은 서로 통신할 수 있고, 이동 STA 들은 LLC 에 트랜스 패런트(transparent) 하게 하나의 BSS 에서 다른 BSS 로(동일한 ESS 내에서) 이동할 수 있다.

[83] IEEE 802.il 시스템에서는 도 1 에서의 BSS 들의 상대적인 물리적 위치에 대해서 아무것도 가정하지 않으며, 다음과 같은 형태가 모두 가능하다.

[84] 구체적으로, BSS 들은 부분적으로 중첩될 수 있고, 이는 연속적인 커버리지를 제공하기 위해서 일반적으로 이용되는 형태이다. 또한, BSS 들은 물리적으로 연결되어 있지 않을 수 있고, 논리적으로는 BSS 들 간의 거리에 제한은 없다. 또한, BSS 들은 물리적으로 동일한 위치에 위치할 수 있고, 이는 리던던시 (redundancy) 를 제공하기 위해서 이용될 수 있다. 또한, 하나 (또는 하나 이상의) IBSS 또는 ESS 네트워크들이 하나 또는 그 이상의 ESS 네트워크로서 동일한 공간에 물리적으로 존재할 수 있다. 이는 ESS 네트워크가 존재하는 위치에 ad-hoc 네트워크가 동작하는 경우나, 상이한 기관(organizations) 에 의해서 물리적으로 중첩되는 IEEE 802.11 네트워크들이 구성되는 경우나, 동일한 위치에서 2 이상의 상이한 액세스 및 보안 정책이 필요한 경우 등에서의 ESS 네트워크 형태에 해당할 수 있다.

[85] WLAN 시스템에서 STA 은 IEEE 802.11의 매체 접속 제어(MAC: Medium Access Control)/PHY 규정에 따라 동작하는 장치이다. STA 의 기능이 AP와 개별적으로 구분되지 않는 한, STA 는 AP STA 과 비-AP STA(non-AP STA) 를 포함할 수 있다. 다만, STA 과 AP 간에 통신이 수행된다고 할 때, STA 은 non-AP STA 으로 이해될 수 있다. 도 1의 예시에서 STA 1, STA 4, STA 5 및 STA 6은 non-AP STA 에 해당하고, STA 2 및 STA 3은 AP STA 에 해당한다.

[86]

[87] Non-AP STA 는 랩탑 컴퓨터, 이동 전화기 와 같이 일반적으로 사용자 가 직접 다루는 장치에 해당한다. 이하의 설명에서 non-AP STA 는 무선 장치(wireless device), 단말(terminal), 사용자 장치(UE: User Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 이동 단말(Mobile Terminal), 무선 단말(wireless terminal), 무선 송수신 유닛(WTRU: Wireless Transmit/Receive Unit), 네트워크 인터페이스 장치(network interface device), MTC(Machine-Type Communication) 장치, M2M(Machine-to-Machine) 장치 등으로 칭할 수도 있다.

[88] 또한, AP는 다른 무선 통신 분야에서의 기지국(BS: Base Station),

노드-B(Node-B), 발전된 노드-B(eNB: evolved Node-B), 기저 송수신 시스템(BTS: Base Transceiver System), 펨토 기지국(Femto BS) 등에 대응하는 개념이다.

[89] 이하, 본 명세서에서 하향링크(DL: downlink) 는 AP에서 non-AP STA 로의 통신을 의미하며, 상향링크 (UL: uplink) 는 non-AP STA 에서 AP로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 AP의 일부이고, 수신기는 non-AP STA 의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 non-AP STA 의 일부이고, 수신기는 AP의 일부일 수 있다.

[90] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처(layer architecture) 의 구조를 예시하는 도면이다.

[91] 도 2를 참조하면, IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처는 MAC 부계층 (MAC sublayer, 210) 과 PHY 부계층 (PHY sublayer, 220) 을 포함할 수 있다.

[92] PHY sublayer(220) 은 PLCP(Physical Layer Convergence Procedure) 개체(entity) 와 PMD(Physical Medium Dependent) 개체로 구분될 수도 있다. 이 경우, PLCP 개체는 MAC sublayer 와 데이터 프레임을 연결하는 역할을 수행하고, PMD 개체는 2개 또는 그 이상의 STA 과 데이터를 무선으로 송수신하는 역할을 수행한다.

[93] MAC sublayer(210) 과 PHY sublayer(220) 모두 관리 개체(Management Entity) 를 포함할 수 있으며, 각각 MAC 서브계층 관리 개체(MLME: MAC Sublayer Management Entity, 230) 과 PHY 서브계층 관리 개체(PLME: Physical Sublayer Management Entity, 240) 로 지칭할 수 있다. 이들 관리 개체(230, 240) 은 계층 관리 함수의 동작을 통해 계층 관리 서비스 인터페이스를 제공한다. MLME(230) 는 PLME(240) 와 연결되어 MAC sublayer(210) 의 관리 동작(management operation) 을 수행할 수 있고, 마찬가지로 PLME(240) 도 MLME(230) 와 연결되어 PHY sublayer(220) 의 관리 동작(management operation) 을 수행할 수 있다.

[94] 정확한 MAC 동작을 제공하기 위하여, SME(Station Management Entity, 250) 가 각 STA 내에 존재할 수 있다. SME(250) 는 각 계층과 독립적인 관리 개체로서, MLME(230) 와 PLME(240) 로부터 계층 기반 상태 정보를 수집하거나 각 계층의 특정 파라미터들의 값을 설정한다. SME(250) 는 일반 시스템 관리 개체들을 대신하여 이러한 기능을 수행할 수 있으며, 표준 관리 프로토콜을 구현할 수 있다.

[95] MLME(230), PLME(240) 및 SME(250) 은 프리미티브(primitive) 를 기반으로 다양한 방법으로 상호 작용(interact) 할 수 있다. 구체적으로, XX-GET.request 프리미티브는 관리 정보 베이스 속성(MIB attribute: Management Information Base attribute) 의 값을 요청하기 위해 사용되고, XX-GET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS' 라면, 해당 MIB 속성 값을 리턴(return) 하고, 그 외의 경우에는 상태 필드에 오류 표시를 하여 리턴한다. XX-SET.request 프리미티브는 지정된 MIB 속성을 주어진 값으로 설정하도록 요청하기 위해 사용된다. MIB 속성이 특정 동작으로 의미하고 있다면, 이 요청은 그 특정 동작의 실행을 요청한다. 그리고,

XX-SET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS' 라면, 이는 지정된 MIB 속성이 요청된 값으로 설정되었음을 의미한다. 그 외의 경우에는, 상태 필드는 오류 상황을 나타낸다. 이 MIB 속성이 특정 동작을 의미한다면, 이 프리미티브는 해당 동작의 수행된 것을 확인해 줄 수 있다.

[96] 각 sublayer 에서의 동작을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

[97] MAC sublayer(210) 는 상위 계층(예를 들어, LLC 계층)으로부터 전달 받은 MAC 서비스 데이터 유닛(MSDU: MAC Service Data Unit) 또는 MSDU 의 조각(fragment) 에 MAC 헤더(header) 와 프레임 체크 시퀀스(FCS: Frame Check Sequence) 을 부착하여 하나 이상의 MAC 프로토콜 데이터 유닛(MPDU: MAC Protocol Data Unit) 을 생성한다. 생성된 MPDU 는 PHY sublayer(220) 로 전달된다.

[98] A-MSDU(aggregated MSDU) 기법(scheme) 이 사용되는 경우, 복수 개의 MSDU 는 단일의 A-MSDU(aggregated MSDU) 로 병합될 수 있다. MSDU 병합 동작은 MAC 상위 계층에서 수행될 수 있다. A-MSDU 는 단일의 MPDU (조각화(fragment) 되지 않는 경우)로 PHY sublayer(220) 로 전달된다.

[99] PHY sublayer(220) 는 MAC sublayer(210) 으로부터 전달 받은 물리 서비스 데이터 유닛(PSDU: Physical Service Data Unit) 에 물리 계층 송수신기 에 의해 필요한 정보를 포함하는 부가필드를 덧붙여 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit) 을 생성한다. PPDU 는 무선 매체를 통해 전송된다.

[100] PSDU 는 PHY sublayer(220) 가 MAC sublayer(210) 로부터 수신한 것이고, MPDU 는 MAC sublayer(210) 가 PHY sublayer(220) 로 전송한 것이므로, PSDU 는 실질적으로 MPDU 와 동일하다.

[101] A-MPDU(aggregated MPDU) 기법(scheme) 이 사용되는 경우, 복수의 MPDU (이때, 각 MPDU 는 A-MSDU 를 나를 수 있다.) 는 단일의 A-MPDU 로 병합될 수 있다. MPDU 병합 동작은 MAC 하위 계층에서 수행될 수 있다. A-MPDU 는 다양한 타입의 MPDU (예를 들어, QoS 데이터, ACK(Acknowledge), 블록 ACK(BlockAck) 등)이 병합될 수 있다. PHY sublayer(220) 는 MAC sublayer(210) 로부터 단일의 PSDU 로써 A-MPDU 를 수신한다. 즉, PSDU 는 복수의 MPDU 로 구성된다. 따라서 , A-MPDU 는 단일의 PPDU 내에서 무선 매체를 통해 전송된다.

[102]

[103] PPDUfPhysical Protocol Data Unit) 포맷

[104] PPDU(Physical Protocol Data Unit) 는 물리 계층에서 발생되는 데이터 블록을 의미한다. 이하, 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 WLAN 시스템을 기초로 PPDU 포맷을 설명한다.

[105] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 non-HT 포맷 PPDU 및 HT 포맷 PPDU 를 예시한다.

[106] 도 3의 (a)는 IEEE 802.11a/g 시스템을 지원하기 위한 non-HT 포맷 PPDU 을 예시한다. non-HT PPDU 은 레거시(legacy) PPDU 으로도 불릴 수 있다.

[107] 도 3의 (a)를 참조하면, non-HT 포맷 PPDU 은 L-STF(Legacy (또는, Non-HT) Short Training field), L-LTF(Legacy (또는, Non-HT) Long Training field) 및 L-SIG(Legacy (또는 Non-HT) SIGNAL) 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 데이터 필드를 포함하여 구성된다.

[108] L-STF 는 짧은 트레이닝 OFDM(short training orthogonal frequency division multiplexing symbol) 을 포함할 수 있다. L-STF 는 프레임 타이밍 획득(frame timing acquisition), 자동 이득 제어(AGC: Automatic Gain Control), 다이버시티 검출(diversity detection), 대략적인 주파수 /시간 동기화(coarse frequency/time synchronization) 을 위해 사용될 수 있다.

[109] L-LTF 는 긴 트레이닝 OFDM 심볼(long training orthogonal frequency division multiplexing symbol) 을 포함할 수 있다. L-LTF 는 정밀한 주파수 /시간 동기화(fine frequency/time synchronization) 및 채널 추정(channel estimation) 을 위해 사용될 수 있다.

[110] L-SIG 필드는 데이터 필드의 복조 및 디코딩을 위한 제어 정보를 전송하기 위하여 사용될 수 있다. L-SIG 필드는 데이터율(data rate), 데이터 길이(data length) 에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[111] 도 3의 (b)는 IEEE 802.11η 시스템 및 IEEE 802.11a/g 시스템을 모두 지원하기 위한 HT 혼합 포맷 PPDU(HT-mixed format PPDU) 을 예시한다.

[112] 도 3의 (b)를 참조하면, HT 혼합 포맷 PPDU 은 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 HT-SIG(HT-Signal) 필드, HT-STF(HT Short Training field), HT-LTF(HT Long Training field) 로 구성되는 HT 포맷 프리앰블 및 데이터 필드를 포함하여 구성된다.

[113] L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드는 하위 호환성 (backward compatibility) 를 위한 레가시 필드를 의미하므로, L-STF 부터 L-SIG 필드까지 non-HT 포맷과 동일하다. L-STA 은 HT 혼합 PPDU 를 수신하여도 L-LTF, L-LTF 및 L-SIG 필드를 통해 데이터 필드를 해석할 수 있다. 다만 L-LTF 는 HT-STA 이 HT 혼합 PPDU 를 수신하고 L-SIG 필드 및 HT-SIG 필드를 복조하기 위하여 수행할 채널 추정을 위한 정보를 더 포함할 수 있다.

[114] HT-STA 는 레가시 필드 뒤에 오는 HT-SIG 필드 이용하여 HT- 혼합 포맷 PPDU 임을 알 수 있으며, 이를 기반으로 데이터 필드를 디코딩할 수 있다.

[115] HT-LTF 필드는 데이터 필드의 복조를 위한 채널 추정에 사용될 수 있다. IEEE 802.11n은 SU-MIMO(Single-User Multi-Input and Multi-Output) 를 지원하므로 복수의 공간 스트림으로 전송되는 데이터 필드 각각에 대하여 채널 추정을 위해 HT-LTF 필드는 복수로 구성될 수 있다.

[116] HT-LTF 필드는 공간 스트림에 대한 채널 추정을 위하여 사용되는 데이터 HT-LTF(data HT-LTF) 와 풀 채널 사운딩 (full channel sounding) 을 위해 추가적으로 사용되는 확장 HT-LTF(extension HT-LTF) 로 구성될 수 있다. 따라서, 복수의 HT-LTF 는 전송되는 공간 스트림의 개수보다 같거나 많을 수

있다.

[117] HT- 혼합 포맷 PPDU 은 L-STA 도 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하기 위해 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드가 가장 먼저 전송된다. 이후 HT-STA 을 위하여 전송되는 데이터의 복조 및 디코딩을 위해 HT-SIG 필드가 전송된다.

[118] HT-SIG 필드까지는 빔포밍을 수행하지 않고 전송하여 L-STA 및 HT-STA 이 해당 PPDU 를 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하고, 이후 전송되는 HT-STF, HT-LTF 및 데이터 필드는 프리코딩을 통한 무선 신호 전송이 수행된다. 여기서 프리코딩을 하여 수신하는 STA 에서 프리코딩에 의한 전력이 가변되는 부분을 감안할 수 있도록 HT-STF 필드를 전송하고 그 이후에 복수의 HT-LTF 및 데이터 필드를 전송한다.

[119] 도 3의 (c)는 IEEE 802.11η 시스템만을 지원하기 위한 HT-GF 포맷 PPDU(HT-greenfield format PPDU) 을 예시한다.

[120] 도 3의 (c)를 참조하면, HT-GF 포맷 PPDU 은 HT-GF-STF, HT-LTF 1, HT-SIG 필드, 복수의 HT-LTF2 및 데이터 필드를 포함한다.

[121] HT-GF-STF 는 프레임 타이밍 획득 및 AGC 를 위해 사용된다.

[122] HT-LTF1 는 채널 추정을 위해 사용된다.

[123] HT-SIG 필드는 데이터 필드의 복조 및 디코딩을 위해 사용된다.

[124] HT-LTF2 는 데이터 필드의 복조를 위한 채널 추정에 사용된다. 마찬가지로 HT-STA 은 SU-MIMO 를 사용하므로 복수의 공간 스트림으로 전송되는 데이터 필드 각각에 대하여 채널 추정을 요하므로 HT-LTF2 는 복수로 구성될 수 있다.

[125] 복수의 HT-LTF2 는 HT 혼합 PPDU 의 HT-LTF 필드와 유사하게 복수의 Data HT-LTF 와 복수의 확장 HT-LTF 로 구성될 수 있다.

[126] 도 3의 (a) 내지 (c) 에서 데이터 필드는 페이로드(payload) 로서, 서비스 필드(SERVICE field), 스크램블링된 PSDU(scrambled PSDU) 필드, 테일 비트(Tail bits), 패딩 비트(padding bits) 를 포함할 수 있다.

[127] IEEE 802.11ac WLAN 시스템은 무선채널을 효율적으로 이용하기 위하여 복수의 STA 들이 동시에 채널에 액세스 하는 하향링크 MU-MIMO(Multi User Multiple Input Multiple Output) 방식의 전송을 지원한다. MU-MIMO 전송 방식에 따르면, AP가 MIMO 페어링(pairing) 된 하나 이상의 STA 에게 동시에 패킷을 전송할 수 있다.

[128] DL MU 전송(downlink multi-user transmission) 은 하나 이상의 안테나를 통해 AP가 동일한 시간 자원을 통해 PPDU 를 복수의 non-AP STA 에게 전송하는 기술을 의미한다.

[129] 이하, MU PPDU 는 MU-MIMO 기술 또는 OFDMA 기술을 이용하여 하나 이상의 STA 을 위한 하나 이상의 PSDU 를 전달하는 PPDU 를 의미한다. 그리고, SU PPDU 는 하나의 PSDU 만을 전달할 수 있거나 PSDU 가 존재하지 않는 포맷을 가진 PPDU 를 의미한다.

[130] MU-MIMO 전송을 위하여 802.11η 제어 정보의 크기에 비하여 STA 에 전송되는 제어 정보의 크기가 상대적으로 클 수 있다. MU-MIMO 지원을 위해 추가적으로 요구되는 제어 정보의 일례로, 각 STA 에 의해 수신되는 공간적 스트림 (spatial stream) 의 수를 지시하는 정보, 각 STA 에 전송되는 데이터의 변조 및 코딩 관련 정보 등이 이에 해당될 수 있다.

[131] 따라서 , 복수의 STA 에 동시에 데이터 서비스를 제공하기 위하여 MU-MIMO 전송이 수행될 때, 전송되는 제어 정보의 크기는 수신하는 STA 의 수에 따라 증가될 수 있다.

[132] 이와 같이 증가되는 제어 정보의 크기를 효율적으로 전송하기 위하여, MU-MIMO 전송을 위해 요구되는 복수의 제어 정보는 모든 STA 에 공통으로 요구되는 공통 제어 정보(common control information) 와 특정 STA 에 개별적으로 요구되는 전용 제어 정보(dedicated control information) 의 두 가지 타입의 정보로 구분하여 전송될 수 있다.

[133] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 VHT 포맷 PPDU 포맷을 예시한다.

[134] 도 4는 IEEE 802.11ac 시스템을 지원하기 위한 VHT 포맷 PPDU(VHT format PPDU) 을 예시한다.

[135] 도 4를 참조하면, VHT 포맷 PPDU 은 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 VHT-SIG-A(VHT-Signal-A) 필드, VHT-STF(VHT Short Training field), VHT-LTF(VHT Long Training field), VHT-SIG-B(VHT-Signal-B) 필드로 구성되는 VHT 포맷 프리앰블 및 데이터 필드를 포함하여 구성된다.

[136] L-STF, L-LTF 및 L-SIG 는 하위 호환성 (backward compatibility) 를 위한 레가시 필드를 의미하므로, L-STF 부터 L-SIG 필드까지 non-HT 포맷과 동일하다. 다만, L-LTF 는 L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드를 복조하기 위하여 수행할 채널 추정을 위한 정보를 더 포함할 수 있다.

[137] L-STF, L-LTF, L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드는 20MHz 채널 단위로 반복되어 전송될 수 있다. 예를 들어, PPDU 가 4개의 20MHz 채널(즉, 80 MHz 대역폭)을 통해 전송될 때, L-STF, L-LTF, L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드는 매 20MHz 채널에서 반복되어 전송될 수 있다.

[138] VHT-STA 는 레가시 필드 뒤에 오는 VHT-SIG-A 필드 이용하여 VHT 포맷 PPDU 임을 알 수 있으며, 이를 기반으로 데이터 필드를 디코딩할 수 있다.

[139] VHT 포맷 PPDU 은 L-STA 도 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하기 위해 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드가 가장 먼저 전송된다. 이후, VHT-STA 을 위하여 전송되는 데이터의 복조 및 디코딩을 위해 VHT-SIG-A 필드가 전송된다.

[140] VHT-SIG-A 필드는 AP와 MIMO 페이링된(paired) VHT STA 들에게 공통되는 제어 정보 전송을 위한 필드로서 , 이는 수신된 VHT 포맷 PPDU 를 해석하기 위한 제어 정보를 포함하고 있다.

[141] VHT-SIG-A 필드는 VHT-SIG-A1 필드와 VHT-SIG-A2 필드를 포함할 수 있다.

[142] VHT-SIG-A1 필드는 사용하는 채널 대역폭(BW: bandwidth) 정보, 시공간 블록 코딩(STBC: Space Time Block Coding) 의 적용 여부, MU-MIMO 에서 그룹핑 된 STA 들의 그룹의 지시하기 위한 그룹 식별 정보(Group ID: Group Identifier), 사용되 는 스트림 의 개수(NSTS: Number of space-time stream)/ 부분 AID(Partial AID(association identification)) 에 대한 정보 및 전송 파워 세이브 금지(Transmit power save forbidden) 정보를 포함할 수 있다. 여기서, Group ID는 MU-MIMO 전송을 지원하기 위해 전송 대상 STA 그룹에 대하여 할당되는 식별자를 의미하며, 현재 사용된 MIMO 전송 방법이 MU-MIMO 인지 또는 SU-MIMO 인지 여부를 나타낼 수 있다.

[143] 표 1은 VHT-SIG-A1 필드를 예시하는 표이다.

[144] 표 1

[Table 1]

필드	비트	설명(description)
BW	2	20MHz 경우, '0',40MHz 경우, '1',80MHz 경우, '2',160MHz 또는 80+80 MHz 경우, '3'으로 설정됨
Reserved	1	
STBC	1	VHT SU PPDU 경우:STBC가 사용된 경우, '1',그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨VHT MU PPDU 경우:'0'으로 설정됨
Group ID	6	Group ID를 지시함'0' 또는 '63'은 VHT SU PPDU를 지시하나, 그렇지 않은 경우 VHT MU PPDU를 지시함
NSTS/Partial AID	12	VHT MU PPDU이 경우, 각각 3 비트씩 4 사용자 위치(user position, 'p')로 구분됨시공간 스트림이 0인 경우, '0',시공간 스트림이 1인 경우, '1',시공간 스트림이 2인 경우, '2',시공간 스트림이 3인 경우, '3',시공간 스트림이 4인 경우, '4',VHT SU PPDU이 경우,상위 3 비트는 다음과 같이 설정됨시공간 스트림이 1인 경우, '0',시공간 스트림이 2인 경우, '1',시공간 스트림이 3인 경우, '2',시공간 스트림이 4인 경우, '3',시공간 스트림이 5인 경우, '4',시공간 스트림이 6인 경우, '5',시공간 스트림이 7인 경우, '6',시공간 스트림이 8인 경우, '7',하위 9비트는 부분 AID(Partial AID)를 지시함
TXOP_PS_NOT_ALLOWED	1	VHT AP가 non-AP VHT STA이 TXOP(transmission opportunity) 동안 파워 세이브 모드로 천이하는 것을 허가하는 경우, '0'으로 설정됨그렇지 않은 경우, '1'로 설정됨non-AP VHT STA에 의해 전송되는 VHT PPDU의 경우 '1'로 설정됨
Reserved	1	

[145] VHT-SIG-A2 필드는 짧은 보호구간 (GI: Guard Interval) 사용 여부에 대한 정보, 포워드 에러 정정(FEC: Forward Error Correction) 정보, 단일 사용자에 대한 MCS(Modulation and Coding Scheme)에 관한 정보, 복수 사용자에 대한 채널 코딩의 종류에 관한 정보, 빔포밍 관련 정보, CRC(Cyclic Redundancy Checking) 를 위한 여분 비트(redundancy bits)와 컨벌루셔널 디코딩(convolutional decoder)의 테일 비트(tail bit) 등을 포함할 수 있다.

[146] 표 2는 VHT-SIG-A2 필드를 예시하는 표이다.

[147]

[148] 표 2

[Table 2]

필드	비트	설명(description)
Short GI	1	데이터 필드에 짧은 GI가 사용되지 않는 경우, '0', 데이터 필드에 짧은 GI가 사용되는 경우, '1'로 설정됨
Short GI 명확화(disambiguation)	1	짧은 GI가 사용되고, PPDU의 페이로드를 위해 추가 심볼이 필요한 경우, T, 추가 심볼이 필요하지 않은 경우, '0'으로 설정됨
SU/MU Coding	1	VHT SU PPDU 경우:BCC(binary convolutional code) 경우, '0', LDPC(low-density parity check) 경우, '1'로 설정됨VHT MU PPDU 경우:사용자 위치(user position) 가 '0'인 사용자의 NSTS 필드가 '0'이 아닌 경우, 사용되는 코딩을 지시함BCC 경우, '0', LDPC 경우, '1'로 설정됨사용자 위치(user position) 가 '0'인 사용자의 NSTS 필드가 '0'인 경우, 예비필드로써 '1'로 설정됨
LDPC Extra OFDM Symbol	1	LDPC PPDU 인코딩 절차(SU PPDU 경우) 또는 적어도 하나의 LDPC 사용자의 PPDU 인코딩 절차(VHT MU PPDU 경우)로 인하여 추가 OFDM 심볼(extra OFDM symbol) 이 필요한 경우, '1'로 설정됨그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨
SU VHT MCS/MU Coding	4	VHT SU PPDU 경우:VHT-MCS 인텍스를 나타냄 VHT MU PPDU 경우:상위 비트부터 순서대로 사용자 위치(user position) T 내지 '3'에 대한 코딩을 지시함각 사용자의 NSTS 필드가 '1'이 아닌 경우, 사용되는 코딩을 지시함BCC 경우, '0', LDPC 경우, '1'로 설정됨각 사용자의 NSTS 필드가 '0'인 경우, 예비필드로써 '1'로 설정됨
Beamformed	1	VHT SU PPDU 경우:빔포밍 스티어링 행렬(Beamforming steering matrix) 이 SU 전송에 적용되는 경우 '1'로 설정됨그렇지 않은 경우 '0'으로 설정됨 VHT MU PPDU 경우:예비필드로써 '1'로 설정됨
Reserved	1	
CRC	8	수신자에서 PPDU의 에러를 검출하기 위한 CRC를 포함함

Tail	6	컨볼루셔 널 디코딩(convolutional decoder) 의 트렐리스(trellis) 종료를 위해 사용함 '0'으로 설정됨

[149] VHT-STF 는 MIMO 전송에 있어서 AGC 추정의 성능을 개선하 기 위해 사용된다.

[150] VHT-LTF 는 VHT-STA 이 MIMO 채널을 추정하는데 사용된다. VHT WLAN 시스템은 MU-MIMO 를 지원하기 때문에 , VHT-LTF 는 PPDU 가 전송되는 공간 스트림의 개수만큼 설정될 수 있다. 추가적 으로 , 풀 채널 사운딩 (full channel sounding) 이 지원되는 경우 , VHT-LTF 의 수는 더 많아질 수 있다.

[151] VHT-SIG-B 필드는 MU-MIMO 페어링된 복수의 VHT-STA 이 PPDU 를 수신하여 데이터를 획득하는데 필요한 전용 제어 정보를 포함한다. 따라서, VHT-SIG-A 필드에 포함된 공용 제어 정보가 현재 수신된 PPDU 가 MU-MIMO 전송을 지시한 경우에만 , VHT-STA 은 VHT-SIG-B 필드를 디코딩(decoding) 하도록 설계될 수 있다. 반면, 공용 제어 정보가 현재 수신된 PPDU 가 단일 VHT-STA 을 위한 것(SU-MIMO 를 포함) 임을 지시한 경우 STA 은 VHT-SIG-B 필드를 디코딩하지 않도록 설계될 수 있다.

[152] VHT-SIG-B 필드는 각 VHT-STA 들의 변조(modulation), 인코딩 (encoding) 및 레이트 매칭(rate-matching) 에 대한 정보를 포함한다. VHT-SIG-B 필드의 크기는 MIMO 전송의 유형(MU-MIMO 또는 SU-MIMO) 및 PPDU 전송을 위해 사용하는 채널 대역폭에 따라 다를 수 있다.

[153] MU-MIMO 를 지원하는 시스템에서 동일한 크기의 PPDU 를 AP에 페어링된 STA 들에게 전송하기 위하여 , PPDU 를 구성하는 데이터 필드의 비트 크기를 지시하는 정보 및/또는 특정 필드를 구성하는 비트 스트림 크기를 지시하는 정보가 VHT-SIG-A 필드에 포함될 수 있다.

[154] 다만, 효과적으로 PPDU 포맷을 사용하기 위하여 L-SIG 필드가 사용될 수도 있다. 동일한 크기의 PPDU 가 모든 STA 에게 전송되기 위하여 L-SIG 필드 내 포함되 어 전송되 는 길이 필드(length field) 및 레이트 필드(rate field) 가 필요한 정보를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이 경우 , MPDU(MAC Protocol Data Unit) 및/또는 A-MPDU(Aggregate MAC Protocol Data Unit) 가 MAC 계층의 바이트(또는 옥 텟(oct: octet)) 기반으로 설정되므로 물리 계층에서 추가적인 패딩(padding) 이 요구될 수 있다.

[155] 도 4에서 데이터 필드는 페이로드(payload) 로서 , 서비스 필드(SERVICE field), 스크램 블링된 PSDU(scrambled PSDU), 테일 비트(tail bits), 패딩 비트(padding bits) 를 포함할 수 있다.

[156]

[157] 위와 같이 여러 가지의 PPDU 의 포맷이 혼합되어 사용되기 때문에 , STA 은 수신한 PPDU 의 포맷을 구분할 수 있어야 한다.

[158] 여기서, PPDU 를 구분한다는 의미(또는, PPDU 포맷을 구분한다는 의미)는 다양한 의미를 가질 수 있다. 예를 들어, PPDU 를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU 가 STA 에 의해 디코딩(또는, 해석) 이 가능한 PPDU 인지 여부에 대하여 판단한다는 의미를 포함할 수 있다. 또한, PPDU 를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU 가 STA 에 의해 지원 가능한 PPDU 인지 여부에 대하여 판단한다는 의미일 수도 있다. 또한, PPDU 를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU 를 통해 전송된 정보가 어떠한 정보인지 를 구분한다는 의미로도 해석될 수 있다.

[159] 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[160] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 PPDU 의 포맷을 구분하기 위한 성상(constellation) 을 예시하는 도면이다.

[161] 도 5의 (a)는 non-HT 포맷 PPDU 에 포함되는 L-SIG 필드의 성상(constellation) 를 예시하고, 도 5의 (b)는 HT 혼합 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation) 을 예시하며, 도 5의 (c)는 VHT 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation) 을 예시한다.

[162] STA 이 non-HT 포맷 PPDU, HT-GF 포맷 PPDU, HT 혼합 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU 을 구분(classification) 하기 위하여, L-SIG 필드 및 L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상(constellation) 의 위상(phase) 이 사용된다. 즉, STA 은 수신한 PPDU 의 L-SIG 필드 및/또는 L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상을 기반으로 PPDU 포맷을 구분할 수 있다.

[163] 도 5의 (a)를 참조하면, L-SIG 필드를 구성하는 OFDM 심볼은 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 가 이용된다.

[164] 먼저, HT-GF 포맷 PPDU 를 구분하기 위하여, STA 은 수신한 PPDU 에서 최초의 SIG 필드가 감지되면, L-SIG 필드인지 여부를 판단한다. 즉, STA 은 도 5의 (a)의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA 이 디코딩에 실패하면 해당 PPDU 가 HT-GF 포맷 PPDU 라고 판단할 수 있다.

[165] 다음으로, non-HT 포맷 PPDU, HT 혼합 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU 을 구분(classification) 하기 위하여, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상이 사용될 수 있다. 즉, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 변조 방법이 서로 다를 수 있으며, STA 은 수신한 PPDU 의 L-SIG 필드 이후의 필드에 대한 변조 방법을 기반으로 PPDU 포맷을 구분할 수 있다.

[166]

[167] 도 5의 (b)를 참조하면, HT 혼합 포맷 PPDU 를 구분하기 위하여, HT 혼합 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 2개의 OFDM 심볼의 위상이 사용될 수 있다.

[168] 보다 구체적으로, HT 혼합 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 HT-SIG 필드에 대응되는 OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2의 위상은 모두 반시계 방향으로 90도만큼 회전된다. 즉, OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2에 대한 변조 방법은 QBPSK(Quadrature Binary Phase Shift Keying) 가 이용된다.

QBPSK 성상은 BPSK 성상을 기준으로 반시계 방향으로 90도만큼 위상이 회전한 성상일 수 있다.

[169] STA 은 수신한 PPDU 의 L-SIG 필드 다음에 전송되는 HT-SIG 필드에 대응되는 제 1 OFDM 심볼 및 제2 OFDM 심볼을 도 5의 (b) 의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA 이 디코딩에 성공하면 해당 PPDU 가 HT 포맷 PPDU 라고 판단한다.

[170] 다음으로, non-HT 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU 을 구분하기 위하여, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상이 사용될 수 있다.

[171] 도 5의 (c) 를 참조하면, VHT 포맷 PPDU 를 구분(classification) 하기 위하여, VHT 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 2개의 OFDM 심볼의 위상이 사용될 수 있다.

[172] 보다 구체적으로, VHT 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후의 VHT-SIG-A 필드에 대응되는 OFDM 심볼 #1의 위상은 회전되지 않으나, OFDM 심볼 #2의 위상은 반시계 방향으로 90도만큼 회전된다. 즉, OFDM 심볼 #1에 대한 변조 방법은 BPSK 가 이용되고, OFDM 심볼 #2에 대한 변조 방법은 QBPSK 가 이용된다.

[173] STA 은 수신한 PPDU 의 L-SIG 필드 다음에 전송되는 VHT-SIG 필드에 대응되는 제 1 OFDM 심볼 및 제2 OFDM 심볼을 도 5의 (c) 의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA 이 디코딩에 성공하면 해당 PPDU 가 VHT 포맷 PPDU 이라고 판단할 수 있다.

[174] 반면, 디코딩에 실패하면, STA 은 해당 PPDU 가 non-HT 포맷 PPDU 이라고 판단할 수 있다.

[175]

[176] MAC 프레임 포맷

[177] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 MAC 프레임 포맷을 예시한다.

[178] 도 6을 참조하면, MAC 프레임(즉, MPDU) 은 MAC 헤더(MAC Header), 프레임 몸체(Frame Body) 및 프레임 체크 시퀀스(FCS: frame check sequence) 로 구성된다.

[179] MAC Header 는 프레임 제어(Frame Control) 필드, 지속 시간/식별자(Duration/ID) 필드, 주소 I(Address 1) 필드, 주소 2(Address 2) 필드, 주소 3(Address 3) 필드, 시퀀스 제어(Sequence Control) 필드, 주소 4(Address 4) 필드, QoS 제어(QoS Control) 필드 및 HT 제어(HT Control) 필드를 포함하는 영역으로 정의된다.

[180] Frame Control 필드는 해당 MAC 프레임 특성에 대한 정보를 포함한다. Frame Control 필드에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.

[181] Duration/ID 필드는 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입 에 따른 다른 값을 가지도록 구현될 수 있다.

[182] 만약, 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입 이 파워 세이브(PS :power save) 운영을 위한 PS-폴(PS-Poll) 프레임의 경우, Duration/ID 필드는 프레임을 전송한 STA 의 AID(association identifier) 를 포함하도록 설정될 수 있다. 그 이외의 경우,

Duration/ID 필드는 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입 에 따라 특정 지속시간 값을 가지도록 설정될 수 있다. 또한, 프레임이 A-MPDU(aggregate-MPDU) 포맷에 포함된 MPDU 인 경우, MAC 헤더에 포함된 Duration/ID 필드는 모두 동일한 값을 가지도록 설정될 수도 있다.

[183] Address 1 필드 내지 Address 4 필드는 BSSID, 소스 주소(SA: source address), 목적 주소(DA: destination address), 전송 STA 주소를 나타내는 전송 주소 (TA: Transmitting Address), 수신 STA 주소를 나타내는 수신 주소(RA: Receiving Address) 를 지시하기 위하여 사용된다.

[184] 한편, TA 필드로 구현된 주소 필드는 대역폭 시그널링 TA(bandwidth signaling TA) 값으로 설정될 수 있으며, 이 경우 TA 필드는 해당 MAC 프레임이 스크램블링 시퀀스에 추가적인 정보를 담고 있음을 지시할 수 있다. 대역폭 시그널링 TA는 해당 MAC 프레임을 전송하는 STA 의 MAC 주소로 표현될 수 있으나, MAC 주소에 포함된 개별/그룹 비트(Individual/Group bit) 가 특정 값(예를 들어, T)으로 설정될 수 있다.

[185] Sequence Control 필드는 시퀀스 넘버(sequence number) 및 조각 넘버(fragment number) 를 포함하도록 설정된다. 시퀀스 넘버를 해당 MAC 프레임에 할당된 시퀀스 넘버를 지시할 수 있다. 조각 넘버는 해당 MAC 프레임의 각 조각의 넘버를 지시할 수 있다.

[186] QoS Control 필드는 QoS 와 관련된 정보를 포함한다. QoS Control 필드는 서브타입 (Subtype) 서브필드에서 QoS 데이터 프레임을 지시하는 경우 포함될 수 있다.

[187] HT Control 필드는 HT 및/또는 VHT 송수신 기법과 관련된 제어 정보를 포함한다. HT Control 필드는 제어 래퍼(Control Wrapper) 프레임에 포함된다. 또한, 오더(Order) 서브필드 값이 1인 QoS 데이터(QoS Data) 프레임, 관리(Management) 프레임에 존재한다.

[188] Frame Body 는 MAC 페이로드(payload) 로 정의되고, 상위 계층에서 전송하고자 하는 데이터가 위치하게 되며, 가변적인 크기를 가진다. 예를 들어, 최대 MPDU 의 크기는 11454 옥텟(octets) 이고, 최대 PPDU 크기는 5.484 ms일 수 있다.

[189] FCS 는 MAC 풋터(footer) 로 정의되고, MAC 프레임의 에러 탐색을 위하여 사용된다.

[190] 처음 세 필드(Frame Control 필드, Duration/ID 필드 및 Address 1 필드) 와 제일 마지막 필드(FCS 필드) 는 최소 프레임 포맷을 구성하며, 모든 프레임에 존재한다. 그 외의 필드는 특정 프레임 타입에서만 존재할 수 있다.

[191] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 MAC 프레임 내 프레임 제어(Frame Control) 필드를 예시하는 도면이다.

[192] 도 7을 참조하면, Frame Control 필드는 프로토콜 버전(Protocol Version) 서브필드, 타입(Type) 서브필드, 서브타입 (Subtype) 서브필드, To DS 서브필드, From DS 서브필드, 추가 조각(More Fragments) 서브필드, 재시도(Retry)

서브필드, 파워 관리(Power Management) 서브필드, 추가 데이터(More Data) 서브필드, 보호된 프레임(Protected Frame) 서브필드 및 오더(Order) 서브필드로 구성된다.

[193] Protocol Version 서브필드는 해당 MAC 프레임에 적용된 WLAN 프로토콜의 버전을 지시할 수 있다.

[194] Type 서브필드 및 Subtype 서브필드는 해당 MAC 프레임의 기능을 식별하는 정보를 지시하도록 설정될 수 있다.

[195] MAC 프레임의 타입은 관리 프레임(Management Frame), 제어 프레임(Control Frame), 데이터 프레임(Data Frame) 3가지의 프레임 타입을 포함할 수 있다.

[196] 그리고, 각 프레임 타입들은 다시 서브타입으로 구분될 수 있다.

[197] 예를 들어, 제어 프레임(Control frames) 은 RTS(request to send) 프레임, CTS(clear-to-send) 프레임, ACK(Acknowledgment) 프레임, PS-Poll 프레임, CF(contention free)-End 프레임, CF-End+CF-ACK 프레임, 블록 ACK 요청(BAR: Block Acknowledgment request) 프레임, 블록 ACK(BA: Block Acknowledgment) 프레임, 제어 래퍼(Control Wrapper(Control+HTcontrol)) 프레임, VHT 널 데이터 패킷 공지(NDPA: Null Data Packet Announcement), 빔포밍 보고 폴(Beamforming Report Poll) 프레임을 포함할 수 있다.

[198] 관리 프레임(Management frames) 은 비콘(Beacon) 프레임, ATIM(Announcement Traffic Indication Message) 프레임, 연계해제(Disassociation) 프레임, 연계 요청/응답(Association Request/Response) 프레임, 재연계 요청/응답(Reassociation Request/Response) 프레임, 프로브 요청/응답(Probe Request/Response) 프레임, 인증(Authentication) 프레임, 인증해제(Deauthentication) 프레임, 동작(Action) 프레임, 동작 무응답 (Action No ACK) 프레임, 타이밍 광고(Timing Advertisement) 프레임을 포함할 수 있다.

[199] To DS 서브필드 및 From DS 서브필드는 해당 MAC 프레임 헤더에 포함된 Address 1 필드 내지 Address 4 필드를 해석하기 위하여 필요한 정보를 포함할 수 있다. Control 프레임의 경우, To DS 서브필드 및 From DS 서브필드는 모두 '0'로 설정된다. Management 프레임의 경우, To DS 서브필드 및 From DS 서브필드는 해당 프레임이 QoS 관리 프레임(QMF: QoS Management frame) 이면 순서대로 T, '0'으로 설정되고, 해당 프레임이 QMF 가 아니면 순서대로 모두 '0', '0'로 설정될 수 있다.

[200] More Fragments 서브필드는 해당 MAC 프레임에 이어 전송될 조각(fragment) 이 존재하는지 여부를 지시할 수 있다. 현재 MSDU 또는 MMPDU 의 또 다른 조각(fragment) 가 존재하는 경우 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 경우 '0'로 설정될 수 있다.

[201] Retry 서브필드는 해당 MAC 프레임이 이전 MAC 프레임의 재전송에 따른 것인지 여부를 지시할 수 있다. 이전 MAC 프레임의 재전송인 경우 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 경우 '0'으로 설정될 수 있다.

[202] Power Management 서브필드는 STA 의 파워 관리 모드를 지시할 수 있다. Power Management 서브필드 값이 '1'이면 STA 이 파워 세이브 모드로 전환하는 것을 지시할 수 있다.

[203] More Data 서브필드는 추가적으로 전송될 MAC 프레임이 존재하는지 여부를 지시할 수 있다. 추가적으로 전송될 MAC 프레임이 존재하는 경우 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 경우 '0'으로 설정될 수 있다.

[204] Protected Frame 서브필드는 프레임 바디(Frame Body) 필드가 암호화되 었는지 여부를 지시할 수 있다. Frame Body 필드가 암호화된 인캡슐레이션 알고리즘(cryptographic encapsulation algorithm) 에 의해 처리된 정보를 포함하는 경우 '1'로 설정되고, 그렇지 않은 경우 '0'으로 설정될 수 있다.

[205] 앞서 설명한 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 MAC 프레임에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 이에 한정되지 않는다. 즉, 앞서 설명한 각 필드가 다른 필드로 대체되거나 추가적인 필드가 더 포함될 수 있으며, 모든 필드가 필수적으로 포함되지 않을 수도 있다.

[206]

[207] 매체 액세스 메커니즉

[208] IEEE 802. 11에서 통신은 공유된 무선 매체(shared wireless medium) 에서 이루어지기 때문에 유선 채널(wired channel) 환경과는 근본적으로 다른 특징을 가진다.

[209] 유선 채널 환경에서는 CSMA/CD(carrier sense multiple access/collision detection) 기반으로 통신이 가능하다. 예를 들어 송신단에서 한번 시그널이 전송되면 채널 환경이 큰 변화가 없기 때문에 수신단까지 큰 신호 감쇄를 겪지 않고 전송이 된다. 이때 두 개 이상의 시그널이 충돌되면 감지(detection) 이 가능했다. 이는 수신단에서 감지된 전력(power) 이 순간적으로 송신단에서 전송한 전력보다 커지기 때문이다. 하지만, 무선 채널 환경은 다양한 요소들 (예를 들어, 거리에 따라 시그널의 감쇄가 크다거 나 순간적 으로 깊은 페이딩(deep fading) 을 겪을 수 있음) 이 채널에 영향을 주기 때문에 실제로 수신단에서 신호가 제대로 전송이 되었는지 혹은 충돌이 발생되었는지 송신단에서 정확히 캐리어 센싱(carrier sensing) 을 할 수가 없다.

[210] 이에 따라, IEEE 802. 11에 따른 WLAN 시스템에서, MAC 의 기본 액세스 메커니즘으로서 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 메커니즘을 도입하였다. CAMA/CA 메커니즘은 IEEE 802.11 MAC 의 분배 조정 기능(DCF: Distributed Coordination Function) 이라고도 불리는데, 기본적으로 "listen before talk" 액세스 메커니즘을 채용하고 있다. 이러한 유형의 액세스 메커니즘에 따르면, AP 및/또는 STA 은 전송을 시작하기 에 앞서, 소정의 시간 구간(예를 들어, DIFS(DCF Inter-Frame Space)) 동안 무선 채널 또는 매체(medium) 를 센싱(sensing) 하는 CCA(Clear Channel Assessment) 를 수행한다.

센싱 결과, 만일 매체가 유휴 상태(idle status) 인 것으로 판단되면, 해당 매체를 통하여 프레임 전송을 시작한다. 반면, 매체가 점유 상태(occupied status) 인 것으로 감지되면, 해당 AP 및/또는 STA 은 자기 자신의 전송을 시작하지 않고, 이미 여러 STA 들이 해당 매체를 사용하기 위해 대기하고 있다는 가정하에 DIFS 에 추가적으로 매체 액세스를 위한 지연 시간(예를 들어, 임의 백오프 주기(random backoff period)) 동안 더 기다린 후에 프레임 전송을 시도할 수 있다.

[211] 임의 백오프 주기를 적용함으로써, 프레임을 전송하기 위한 여러 STA 들이 존재한다고 가정할 때 여러 STA 들은 확률적으로 다른 백오프 주기 값을 가지게 되어 서로 다른 시간 동안 대기한 후에 프레임 전송을 시도할 것이 기대되므로, 충돌(collision) 을 최소화시킬 수 있다.

[212] 또한, IEEE 802.11 MAC 프로토콜은 HCF(Hybrid Coordination Function) 를 제공한다. HCF 는 상기 DCF 와 지점 조정 기능(PCF: Point Coordination Function) 를 기반으로 한다. PCF 는 폴링(polling) 기반의 동기식 액세스 방식으로 모든 수신 AP 및/또는 STA 이 데이터 프레임을 수신할 수 있도록 주기적으로 폴링하는 방식을 일컫는다. 또한, HCF 는 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) 와 HCCA(HCF Controlled Channel Access) 를 가진다. EDCA 는 제공자가 다수의 사용자에 게 데이터 프레임을 제공하기 위한 액세스 방식을 경쟁 기반으로 수행하는 것이고, HCCA 는 폴링(polling) 메커니즘을 이용한 비경쟁 기반의 채널 액세스 방식을 사용하는 것이다. 또한, HCF 는 WLAN 의 QoS(Quality of Service) 를 향상시키기 위한 매체 액세스 메커니즘을 포함하며, 경쟁 주기(CP: Contention Period) 와 비경쟁 주기(CFP: Contention Free Period) 모두에 서 QoS 데이터를 전송할 수 있다.

[213] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 임의 백오프 주기와 프레임 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.

[214] 특정 매체가 점유(occupy 또는 busy) 상태에서 유휴(idle) 상태로 변경되면, 여러 STA 들은 데이터(또는 프레임) 전송을 시도할 수 있다. 이때, 충돌을 최소화하기 위한 방안으로서, STA 들은 각각 임의 백오프 카운트 (random backoff count) 를 선택하고 그에 해당하는 슬롯 시간(slot time) 만큼 대기한 후에 전송을 시도할 수 있다. 임의 백오프 카운트는 의사-임의 정수(pseudo-random integer) 값을 가지며, 0 내지 경쟁 윈도우 (CW: Contention Window) 범위에서 균일 분포(uniform distribution) 한 값 중 하나로 결정될 수 있다. 여기서, CW 는 경쟁 윈도우 파라미 터 값이다. CW 파라미터는 초기 값으로 CW_{min}이 주어지지만, 전송이 실패된 경우(예를 들어, 전송된 프레임에 대한 ACK 을 수신하지 못한 경우)에 2배의 값을 취할 수 있다. CW 파라미 터 값이 CW皿가 되면 데이터 전송이 성공할 때까지 CW_{max} 값을 유지하면서 데이터 전송을 시도할 수 있고, 데이터 전송이 성공하는 경우에는 CW_{min} 값으로 리셋된다. CW, CW_{min} 및 CW_{max} 값은 2^n-1 (n=0, 1, 2, ...) 로 설정되는 것이 바람직 하다.

[215] 임의 백오프 과정이 시작되면 STA 은 결정된 백오프 카운트 값에 따라서

백오프 슬롯을 카운트 다운하고, 카운트 다운하는 동안에 계속하여 매체를 모니터링한다. 매체게 점유 상태로 모니터링되면 카운트 다운을 중단하고 대기하게 되며, 매체가 유휴 상태가 되면 카운트 다운을 재개한다.

[216] 도 8의 예시에서 STA 3의 MAC 에 전송할 패킷이 도달한 경우에, STA 3은 DIFS 만큼 매체가 유휴 상태인 것을 확인하고 바로 프레임을 전송할 수 있다.

[217] 한편, 나머지 STA 들은 매체가 점유(busy) 상태인 것을 모니터링하고 대기한다. 그 동안 STA 1, STA 2 및 STA 5의 각각에 서도 전송할 데이터가 발생할 수 있고, 각각의 STA 은 매체가 유휴 상태로 모니터링되면 DIFS 만큼 대기한 후에, 각자가 선택한 임의 백오프 카운트 값에 따라서 백오프 슬롯을 카운트 다운한다.

[218] 도 8의 예시에서는 STA 2가 가장 작은 백오프 카운트 값을 선택하고, STA 1이 가장 큰 백오프 카운트 값을 선택한 경우를 나타난다. 즉, STA 2가 백오프 카운트를 마치고 프레임 전송을 시작하는 시점에서 STA 5의 잔여 백오프 시간은 STA 1의 잔여 백오프 시간보다 짧은 경우를 예시한다.

[219] STA 1 및 STA 5는 STA 2가 매체를 점유하는 동안에 카운트 다운을 멈추고 대기한다. STA 2의 매체 점유가 종료되어 매체가 다시 유휴 상태가 되면, STA 1 및 STA 5는 DIFS 만큼 대기한 후에, 멈추었던 백오프 카운트를 재개한다. 즉, 잔여 백오프 시간만큼의 나머지 백오프 슬롯을 카운트 다운한 후에서 프레임 전송을 시작할 수 있다. STA 5의 잔여 백오프 시간이 STA 1보다 짧았으므로 STA 5의 프레임 전송을 시작하게 된다.

[220] 한편, STA 2가 매체를 점유하는 동안에 서 STA 4에서도 전송할 데이터가 발생할 수 있다. 이때, STA 4 입장에서는 매체가 유휴 상태가 되면 DIFS 만큼 대기한 후, 자신이 선택한 임의 백오프 카운트 값에 따른 백오프 슬롯의 카운트 다운을 수행한다.

[221] 도 8의 예시에서는 STA 5의 잔여 백오프 시간이 STA 4의 임의 백오프 카운트 값과 우연히 일치하는 경우를 나타내며, 이 경우 STA 4와 STA 5 간에 충돌이 발생할 수 있다. 충돌이 발생하는 경우에는 STA 4와 STA 5 모두 ACK 을 수신하지 못하여, 데이터 전송을 실패하게 된다. 이 경우, STA 4와 STA 5는 CW 값을 2배로 늘린 후에 임의 백오프 카운트 값을 선택하고 백오프 슬롯의 카운트 다운을 수행한다.

[222] 한편, STA 1은 STA 4와 STA 5의 전송으로 인해 매체가 점유 상태인 동안에 대기하고 있다가, 매체가 유휴 상태가 되면 DIFS 만큼 대기한 후에, 잔여 백오프 시간이 지나면 프레임 전송을 시작할 수 있다.

[223] CSMA/CA 메커니즘은 AP 및/또는 STA 이 매체를 직접 센싱하는 물리적 캐리어 센싱(physical carrier sensing) 외에 가상 캐리어 센싱(virtual carrier sensing) 도 포함한다.

[224] 가상 캐리어 센싱은 히든 노드 문제(hidden node problem) 등과 같이 매체 접근상 발생할 수 있는 문제를 보완하기 위한 것이다. 가상 캐리어 센싱을 위하여, WLAN 시스템의 MAC 은 네트워크 할당 백터(NAV: Network Allocation

Vector) 를 이용한다. NAV 는 현재 매체를 사용하고 있거나 또는 사용할 권한이 있는 AP 및/또는 STA 이, 매체가 이용 가능한 상태로 되기까지 남아 있는 시간을 다른 AP 및/또는 STA 에게 지시하는 값이다. 따라서 NAV 로 설정된 값은 해당 프레임을 전송하는 AP 및/또는 STA 에 의하여 매체의 사용이 예정되어 있는 기간에 해당된다.

[225] AP 및/또는 STA 은 매체에 접근하고자 함을 알리기 위해 RTS(request to send) 프레임 및 CTS(clear to send) 프레임을 교환하는 절차를 수행할 수 있다. RTS 프레임 및 CTS 프레임은 실질적인 데이터 프레임 전송 및 수신 확인 응답(ACK) 이 지원될 경우 ACK 프레임이 송수신 되는데 필요한 무선 매체가 접근 예약된 시간적인 구간을 지시하는 정보를 포함한다. 프레임을 전송하고자 하는 AP 및/또는 STA 으로부터 전송된 RTS 프레임을 수신하 거나, 프레임 전송 대상 STA 으로부터 전송된 CTS 프레임을 수신한 다른 STA 은 RTS/CTS 프레임에 포함되 어 있는 정보가 지시하는 시간적인 구간 동안 매체에 접근하지 않도록 설정될 수 있다. 이는 시간 구간 동안 NAV 가 설정됨을 통하여 구현될 수 있다.

[226]

[227] 프레임 간격(interf rame space)

[228] 프레임 사이의 시간 간격을 프레임 간격(IFS: Interframe Space) 으로 정의한다. STA 은 캐리어 센싱(carrier sensing) 을 통해 IFS 시간 구간 동안 채널이 사용되는지 여부를 판단할 수 있다. 802.11 WLAN 시스템에서 무선 매체를 점유하는 우선 레벨(priority level) 을 제공하기 위하여 복수의 IFS 이 정의된다.

[229] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 IFS 관계를 예시하는 도면이다.

[230] 모든 타이밍은 물리 계층 인터페이스 프리미티브 즉 ,PHY-TXEND.confirm 프리미티브, PHYTXSTART.confirm 프리미티브, PHY-RXSTART.indication 프리미티브 및 PHY-RXEND.indication 프리미티브를 참조하여 정해질 수 있다.

[231] IFS 종류에 따른 프레임 간격은 아래와 같다.

[232] a) 축소된 프레임 간격(RIFS: reduced interframe space)

[233] b) 짧은 프레임 간격(SIFS: short interframe space)

[234] c) PCF 프레임 간격(PIFS: PCF interframe space)

[235] d) DCF 프레임 간격(DIFS :DCF interframe space)

[236] e) 조정 프레임 간격(AIFS: arbitration interframe space)

[237] f) 확장 프레임 간격(EIFS: extended interframe space)

[238] 서로 다른 IFS 들은 STA 의 비트율(bit rate) 과 무관하게 물리 계층에 의해 특정된 속성으로부터 결정된다. IFS 타이밍은 매체 상에서의 시간 갭(time gap) 으로 정의된다. AIFS 를 제외한 IFS 타이밍은 각 물리 계층 별로 고정된다.

[239] SIFS 는 ACK 프레임, CTS 프레임 ,블록 ACK 요청(BlockAckReq) 프레임 또는 A-MPDU 에 대한 즉각적 인 응답인 블록 ACK(BlockAck) 프레임을 포함하는 PPDU, 조각난 버스트(fragment burst) 의 두 번째 또는 연속적인 MPDU, PCF 에

의한 폴링(polling) 에 대한 STA 의 응답의 전송을 위해 사용되며 최고 우선 순위를 가진다. SIFS 는 또한 비경쟁 구간(CFP) 시간 동안 프레임의 타입과 무관하게 프레임들의 지점 조정(point coordinator) 을 위해 사용될 수 있다. SIFS 는 이전 프레임의 마지막 심볼의 종료 또는 시그널 확장(존재하는 경우)으로부터 이어지는 다음 프레임의 프리앰블의 첫 번째 심볼의 시작까지의 시간을 나타낸다.

[240] SIFS 타이밍은 TxSIFS 슬롯 경계에서 연속적인 프레임의 전송이 시작될 때 달성된다.

[241] SIFS 는 서로 다른 STA 들로부터 의 전송 간의 IFS 중에서 가장 짧다. 매체를 점유하고 있는 STA 이 프레임 교환 시퀀스(frame exchange sequence) 가 수행되는 구간 동안 매체의 점유를 유지할 필요가 있는 경우 사용될 수 있다.

[242] 프레임 교환 시퀀스 내 전송 간 가장 작은 갭을 사용함 으로써 , 더 긴 갭 동안 매체가 유휴 상태가 되길 기다리는 것이 요구되 는 다른 STA 들이 매체의 사용을 시도하는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 진행 중인 프레임 교환 시퀀스가 완료되는데 우선권을 부여할 수 있다.

[243] PIFS 는 매체를 액세스하는데 우선권을 획득하기 위하여 사용된다.

[244] PIFS 는 다음과 같은 경우에 사용될 수 있다.

[245] - PCF 하에 동작하는 STA

[246] - 채널 스위치 공지(Channel Switch Announcement) 프레임을 전송하는 STA

[247] - 트래픽 지시 맵(TIM: Traffic Indication Map) 프레임을 전송하는 STA

[248] - CFP 또는 전송 기회(TXOP: Transmission Opportunity) 를 시작하는 하이브리드 조정자 (HC: Hybrid Coordinator)

[249] - CAP(controlled access phase) 내 예상된 수신의 부재로부터 복구(recovering) 하기 위한 폴링된 TXOP 홀더(holder) 인 HC 또는 non-AP QoS STA

[250] - CTS2 의 전송 전 듀얼 CTS 보호를 사용하는 HT STA

[251] - 전송 실패 이후에 계속하여 전송하기 위한 TXOP 홀더(holder)

[252] - 에러 복구(error recovery) 를 사용하여 계속하여 전송하기 위한 RD(reverse direction) 개시자

[253] - PSMP(power save multi-poll) 복구 프레임을 전송하는 PSMP 시퀀스 동안 HT AP

[254] - EDCA 채널 액세스를 사용하는 40MHz 마스크 PPDU 를 전송하기 전 세컨더리 채널(secondary channel) 내 CCA 를 수행하는 HT STA

[255] 앞서 나열된 예시 중 세컨더리 채널(secondary channel) 에서 CCA 을 수행하는 경우를 제외하고, PIFS 를 사용하는 STA 은 TxPIFS 슬롯 경계에서 매체가 유휴 상태임을 결정하는 CS(carrier sense) 메커니즘 이후에 전송을 시작한다.

[256] DIFS 는 DCF 하에 데이터 프레임(MPDU) 및 관리 프레임(MMPDU: MAC Management Protocol Data Unit) 을 전송하도록 동작하는 STA 에 의해 사용될 수

있다. DCF 를 사용하는 STA 은 정확히 수신된 프레임 및 백오프 타임이 만료된 이후 CS(carrier sense) 메커니즘을 통해 매체가 유휴 상태라고 결정되면, TxDIFS 슬롯 경계에서 전송할 수 있다. 여기서, 정확히 수신된 프레임은 PHY-RXEND.indication 프리미티브가 에러를 지시하지 않고, FCS 가 프레임이 에러가 아님(error free) 을 지시하는 프레임을 의미한다.

[257] SIFS 시간('aSIFSTime') 과 슬롯 시간('aSlotTime') 은 물리 계층 별로 결정될 수 있다. SIFS 시간은 고정된 값을 가지나, 슬롯 시간은 무선 지연 시간(aAirPropagationTime) 변화에 따라 동적으로 변화할 수 있다.

[258] 'aSIFSTime' 은 아래 수학식 1 및 2와 같이 정의된다.

[259] 수학식 1

aSIFSTime(16㎲) =aRxRFDelay(S>.5)+aRxPLCPDelay(J2.^ $+aMACProcessingDelay$(1또는<2)$+aRxTxTurnaroundTime$(<2)

[260] 수학식 2

aSioiTime " aCCATime(<4)+aRxTxTurnaroundTime(<2)+aAirPropagationTime(<l) $+aMACProcessingDelay$(<2)

[261] 'aSlotTime' 은 아래 수학식 3과 같이 정의된다.

[262] 수학식 3

$aSlotTime-aCCATime(<4)+aRxTxTurnaroundTime(<2)+aAirPropagationTime(<1)+aMACProcessingDelay(<2)$

[263] 수학식 3에서 기본적인(default) 물리 계층 파라미터는 $1\mu s$와 같거나 작은 값을 가지는 'aMACProcessingDelay' 에 기반한다. 무선 파는 자유 공간(free space) 에서 $300\eta/\mu s$로 확산된다. 예를 들어, $3\mu s$는 BSS 최대 일방향 (one-way) 거리 ~450m (왕복 시간(round trip) 은 ~900m) 의 상한선일 수 있다.

[264] PIFS 와 DIFS 는 각각 아래 수학식 4 및 5와 같이 정의된다.

[265] 수학식 4

$$PIFS(16\mu s) = aSIFSTime + aSlotTime$$

[266] 수학식 5

$$DIFSi\ 34\mu s) = aSIFSTime +2^* aSlotTime$$

[267] 앞서 수학식 1 내지 5에서 괄호 안에 수치는 일반적인 값을 예시하는 것이나, 그 값은 STA 별로 혹은 STA 의 위치 별로 달라질 수 있다.

[268] 상술한 SIFS, PIFS 및 DIFS 들은 매체와 서로 다른 MAC 슬롯 경계(TxSIFS, TxPIFS, TxDIFS) 를 기반으로 측정된다.

[269] SIFS, PIFS 및 DIFS 에 대한 각 MAC 슬롯 경계는 각각 아래 수학식 6내지 8과 같이 정의된다.

[270]

[271] 수학식 6

$$TxSIFS = SIFS - aRx\ Tx\ Turn\ aroun\ dTim\ e$$

[272] 수학식 7

$$TxPIFS = TxSIFS + aSlotTim\ e$$

[273] 수학식 8

$$TxDIFS=TxSIFS+2 * aSlotTime$$

[274]

[275] 채널 상태 정보(Channel State Information) 피드백(feedback) 방법

[276] 빔포머(Beamformer) 가 모든 안테나를 하나의 빔포미(Beamformee) 에 할당하여 통신하는 SU-MIMO 기술은 시공간을 이용한 다이버시티 이득(diversity gain) 과 스트림(stream) 다중 전송을 통해 채널 용량을 증대시킨다. SU-MIMO 기술은 MIMO 기술을 적용하지 않을 때에 비해 안테나의 개수를 늘림으로써, 공간 자유도를 확장시켜 물리 계층의 성능 향상에 기여할 수 있다.

[277] 또한, Beamformer 가 복수의 Beamformee 에게 안테나를 할당하는 MU-MIMO 기술은 Beamformer 에 접속한 복수의 Beamformee 들의 다중 접속을 위한 링크 계층 프로토콜을 통하여, Beamformee 당 전송률을 높이거나 채널의 신뢰도를 높임으로써 MIMO 안테나의 성능을 향상시킬 수 있다.

[278] MIMO 환경에서는 Beamformer 가 채널 정보를 얼마나 정확히 알고 있는지가 성능에 큰 영향을 미칠 수 있으므로, 채널 정보 획득을 위한 피드백 절차가 요구된다.

[279] 채널 정보 획득을 위한 피드백 절차는 크게 두 가지 방식이 지원될 수 있다. 하나는 제어 프레임(Control frame) 을 이용하는 방식이며, 남은 하나는 데이터 필드가 포함되지 않은 채널 사운딩(channel sounding) 절차를 이용하는 방식이다. 사운딩은 프리엠블 트레이닝 필드(training field) 를 포함하는 PPDU 의 데이터 복조 이외의 목적을 위해 채널을 측정하기 위하여 해당 트레이닝 필드(training field) 를 이용하는 것을 의미한다.

[280] 이하, 제어 프레임(Control frame) 을 이용한 채널 정보 피드백 방법과 NDP(null data packet) 을 이용한 채널 정보 피드백 방법에 대하여 보다 구체적으로 살펴본다.

[281] 1) 제어 프레임(Control frame) 을 이용한 피드백 방법

[282] MIMO 환경에서 Beamformer 는 MAC 헤더에 포함된 HT control 필드를 통해 채널 상태 정보의 피드백을 지시하거나, Beamformee 는 MAC 프레임 헤더에 포함된 HT control 필드를 통해 채널 상태 정보를 보고할 수 있다. HT control 필드는 Control Wrapper 프레임이나 MAC 헤더의 Order 서브필드가 1로 설정된 QoS Data 프레임, 관리 프레임에 포함될 수 있다.

[283] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 VHT 포맷을 예시한다.

[284] 도 10을 참조하면, HT Control 필드는 VHT 서브필드, HT 제어 미들(HT Control Middle) 서브필드, AC 제한(AC Constraint) 서브필드 및 역방향 승인(RDG: Reverse Direction Grant)/ 추가 PPDU(More PPDU) 서브필드로 구성될 수 있다.

[285] VHT 서브필드는 HT Control 필드가 VHT 를 위한 HT Control 필드의 포맷을

가지는지 또는 HT를 위한 HT Control 필드의 포맷을 가지는지 여부를 지시한다. 도 10에서는 VHT 를 위한 HT Control 필드를 가정하여 설명한다. VHT 를 위한 HT Control 필드를 VHT Control 필드로 지칭할 수 있다.

[286] HT Control Middle 서브필드는 VHT 서브필드의 지시에 따라 다른 포맷을 가지도록 구현될 수 있다. HT Control Middle 서브필드 에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.

[287] AC Constraint 서브필드는 역방향(RD: reverse direction) 데이터 프레임의 맵핑된 AC(Access Category) 가 단일AC에 한정된 것인지 여부를 지시한다.

[288] RDG/More PPDU 서브필드는 해당 필드가 RD 개시자(initiator) 또는 RD 응답자 (responder) 에 의하여 전송되는지 여부에 따라 다르게 해석될 수 있다.

[289] RD 개시자에 의하여 전송된 경우, RDG 가 존재하 는 경우 RDG/More PPDU 필드가 '1'로 설정되고, RDG 가 존재하지 않는 경우 '0'으로 설정된다. RD 응답자에 의하여 전송된 경우, 해당 서브필드를 포함하는 PPDU 가 RD 응답자에 의해 전송된 마지막 프레임이면 '1'로 설정되고, 또 다른 PPDU 가 전송되 면 '0'으로 설정된다.

[290] HT Control Middle 서브필드는 예비 비트(Reserved bit), MCS 피드 백 요청(MRQ: MCS(Modulation and Coding Scheme) feedback request) 서브필드, MRQ 시퀀스 식별자(MSI: MRQ Sequence Identifier)/ 시공간 블록 코딩(STBC: space-time block coding) 서브필드, MCS 피드백 시퀀스 식별자(MFSI: MCS feedback sequence identifier)/ 그룹 ID 최하위 비트(GID-L: LSB(Least Significant Bit) of Group ID) 서브필드, MCS 피드 백(MFB: MCS Feedback) 서브필드, 그룹 ID 최상위 비트(GID-H: MSB(Most Significant Bit) of Group ID) 서브필드, 코딩 타입(Coding Type) 서브필드, 피드 백 전송 타입(FB Tx Type: Feedback Transmission type) 서브필드 및 자발적 MFB(Unsolicited MFB) 서브필드로 구성될 수 있다.

[291] 표 3은 VHT 포맷의 HT Control Middle 서브필드에 포함된 각 서브필드에 대한 설명을 나타낸다.

[292] 표 3

[Table 3]

서브필드	의미	정의
MRQ	MCS request	MCS 피드백(비자발적 (solicited) MFB) 을 요청하는 경우 '1'로 설정됨그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨
MSI	MRQ sequence identifier	Unsolicited MFB 서브필드가 '0'이고, MRQ 서브필드가 '1'로 설정되면, MSI 서브필드는 특정 요청을 식별하는 0 내지 6 범위 내 시퀀스 번호를 포함함 Unsolicited MFB 서브필드가 '1'이면, 압축된 MSI(Compressed MSI) 서브필드 (2 비트), STBC 지시(STBC indication) 서브필드 (1비트)를 포함함
MFSI/GID-L	MFB sequence identifier/LSB of Group ID	Unsolicited MFB 서브필드가 '0'으로 설정되면, MFSI/GID-L 서브필드는 MFB 정보와 관련된 프레임 내 포함된 MSI 의 수신 값을 포함함 Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고, MFB 가 MU PPDU 로부터 추정된 것이면, MFSI/GID-L 서브필드는 MFB 가 추정된 PPDU 의 그룹 ID의 최하위 3비트를 포함함
MFB	VHT N_STS, MCS, BW, SNR feedback	MFB 서브필드는 추천되는 MFB 를 포함함 .VHT-MCS=15, NUM_STS=7 은 피드백이 존재하지 않는 것을 지시함
GID-H	MSB of Group ID	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고, MFB 가 VHT MU PPDU 로부터 추정된 것이면, GID-H 서브필드는 자발적 MFB 가 추정된 PPDU 의 그룹 ID의 최상위 3비트를 포함함 MFB 가 SU PPDU 로부터 추정된 것이며, GID-H 서브필드는 모두 1로 설정됨
Coding Type	Coding type of MFB response	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되면, 코딩 타입 서브필드는 자발적 MFB 가 추정된 프레임의 코딩 타입(BCC(binary convolutional code) 은 0, LDPC(low-density parity check) 은 1;를 포함함
FB Tx Type	Transmission type of MFB	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고 MFB 가 빔포밍되지 않은(unbeamformed) VHT

	response	PPDU 로부터 추정된 것이면, FB Tx Type 서브필드는 '0'으로 설정됨Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고 MFB 가 빔포밍된(beamformed) VHT PPDU 로부터 추정된 것이면 FB Tx Type 서브필드는 '1'로 설¾ 됨
Unsolicited MFB	Unsolicited MCS feedback indicator	MFB 가 MRQ 에 대한 응답이 면 '1'로 설정됨MFB 가 MRQ 에 대한 응답이 아니면 '0'으로 설정됨

[293] 그리고, MFB 서브필드는 VHT 공간-시간 스트림 개수(NUM_STS: Number of space time streams) 서브필드, VHT-MCS 서브필드, 대역폭(BW: Bandwidth) 서브필드, 신호 대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio) 서브필드를 포함할 수 있다.

[294] NUM_STS 서브필드는 추천하는 공간 스트림의 개수를 지시한다. VHT-MCS 서브필드는 추천하는 MCS 를 지시한다. BW 서브필드는 추천하는 MCS 와 관련된 대역폭 정보를 지시한다. SNR 서브필드는 데이터 서브캐리어 및 공간 스트림 상의 평균 SNR 값을 지시한다.

[295] 앞서 설명한 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 MAC 프레임에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 이에 한정되지 않는다. 즉, 앞서 설명한 각 필드가 다른 필드로 대체되거나 추가적인 필드가 더 포함될 수 있으며, 모든 필드가 필수적으로 포함되지 않을 수도 있다.

[296] 2) 채널 사운딩 (channel sounding) 을 이용한 피드백 방법

[297] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 채널 사운딩 (sounding) 방법을 개념적으로 나타내는 도면이다.

[298] 도 11에서는 사운딩 프로토콜 (sounding protocol) 을 기초로 Beamformer(예를 들어, AP) 와 Beamformee (예를 들어, non-AP STA) 간의 채널 상태 정보(channel state information) 를 피드백하는 방법을 예시한다. 사운딩 프로토콜 (sounding protocol) 은 채널 상태 정보에 대한 정보를 피드백 받는 절차를 의미할 수 있다.

[299] 사운딩 프로토콜을 기초로 한 Beamformer 와 Beamformee 간의 채널 상태 정보 사운딩 방법을 아래와 같은 단계로 수행될 수 있다.

[300] (1) Beamformer 에서 Beamformee 의 피드백을 위한 사운딩 전송을 알리는 VHT NDPA(VHT Null Data Packet Announcement) 프레임을 전송한다.

[301] VHT NDPA 프레임은 채널 사운딩 이 개시되고, NDP(Null Data Packet) 이 전송될 것임을 알리기 위해 사용되는 제어 프레임(control frame) 을 의미한다. 다시 말해, NDP 을 전송하기 전 VHT NDPA 프레임을 전송함 으로써 Beamformee 가 NDP 프레임을 수신하기 전 채널 상태 정보를 피드백 하기 위한 준비를 하도록 할 수 있다.

[302] VHT NDPA 프레임은 NDP 을 전송할 Beamformee 의 AID(association identifier) 정보, 피드백 타입 정보 등을 포함할 수 있다. VHT NDPA 프레임에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.

[303] VHT NDPA 프레임은 MU-MIMO 를 사용하여 데이터를 전송하는 경우와 SU-MIMO 를 사용하여 데이터를 전송하는 경우 서로 다른 전송 방식으로 전송될 수 있다. 예를 들어, MU-MIMO 를 위한 채널 사운딩 을 수행하는 경우 VHT NDPA 프레임을 브로드 캐스트(broadcast) 방식으로 전송하나, SU-MIMO 를 위한 채널 사운딩을 수행하는 경우 하나의 대상 STA 으로 VHT NDPA 프레임을 유니캐스트(unicast) 방식으로 전송할 수 있다.

[304] (2) Beamformer 는 VHT NDPA 프레임을 전송한 후, SIFS 시간 후에 NDP 을 전송한다. NDP 은 데이터 필드를 제외한 VHT PPDU 구조를 가진다.

[305] VHT NDPA 프레임을 수신한 Beamformee 들은 STA 정보 필드에 포함된 AID12 서브필드 값을 확인하고, 자신이 사운딩 대상 STA 인지 확인할 수 있다.

[306] 또한, Beamformee 들은 NDPA 에 포함된 STA Info 필드의 순서를 통해 피드백 순서를 알 수 있다. 도 11에서는 피드백 순서가 Beamformee 1, Beamformee 2, Beamformee 3의 순서로 진행되는 경우를 예시한다.

[307] (3) Beamformee 1은 NDP 에 포함된 트레이닝 필드(training field) 를 기초로 하향링크 채널 상태 정보를 획득하여, Beamformer 에게 전송할 피드백 정보를 생성한다.

[308] Beamformee 1은 NDP 프레임을 수신 후 SIFS 이후에 피드백 정보를 포함한 VHT 압축된 빔포밍(VHT Compressed Beamforming) 프레임을 Beamformer 에게 전송한다.

[309] VHT Compressed Beamforming 프레임은 시공간 스트림(space-time stream) 에 대한 SNR 값, 서브캐리어(subcarrier) 에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 에 대한 정보 등이 포함될 수 있다. VHT Compressed Beamforming 프레임에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.

[310] (4) Beamformer 는 Beamformee 1으로부터 VHT Compressed Beamforming 프레임 수신 후, SIFS 이후에 Beamformee 2로부터 채널 정보를 얻기 위해 빔포밍 보고 폴(Beamforming Report Poll) 프레임을 Beamformee 2에게 전송한다.

[311] Beamforming Report Poll 프레임은 NDP 프레임과 동일한 역할을 수행하는 프레임으로서, Beamformee 2는 전송되는 Beamforming Report Poll 프레임을 기초로 채널 상태를 측정할 수 있다.

[312] Beamforming report poll frame 프레임에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.

[313] (5) Beamforming Report Poll 프레임을 수신한 Beamformee 2는 SIFS 이후에 피드백 정보를 포함한 VHT Compressed Beamforming 프레임을 Beamformer 에게 전송한다.

[314] (6) Beamformer 는 Beamformee 2로부터 VHT Compressed Beamforming 프레임 수신 후, SIFS 이후에 Beamformee 3로부터 채널 정보를 얻기 위해 Beamforming

Report Poll 프레임을 Beamformee 3에게 전송한다.

[315] (7) Beamforming Report Poll 프레임을 수신한 Beamformee 3은 SIFS 이후에 피드백 정보를 포함한 VHT Compressed Beamforming 프레임을 Beamformer 에게 전송한다.

[316] 이하, 앞서 설명한 채널 사운딩 절차에 서 사용되 는 프레임에 대하여 살펴본다.

[317] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT NDPA 프레임을 예시하는 도면이다.

[318] 도 12를 참조하면, VHT NDPA 프레임은 프레임 제어(Frame Control) 필드, 지속 시간(Duration) 필드, RA(Receiving Address) 필드, TA(Transmitting Address) 필드, 사운딩 다이얼로그 토큰(Sounding Dialog Token) 필드, STA 정보 1(STA Info 1) 필드 내지 STA 정보 n(STA Info n) 필드 및 FCS로 구성될 수 있다.

[319] RA 필드 값은 VHT NDPA 프레임을 수신하는 수신자 주소(receiver address) 또는 STA 주소를 나타낸다.

[320] VHT NDPA 프레임이 하나의 STA Info 필드를 포함하는 경우, RA 필드 값은 STA Info 필드 내 AID 에 의해 식별되는 STA 의 주소를 가진다. 예를 들어, SU-MIMO 채널 사운딩 을 위하여 하나의 대상 STA 으로 VHT NDPA 프레임을 전송하는 경우, AP는 VHT NDPA 프레임을 대상 STA 에게 유니캐스트(unicast) 로 전송한다.

[321] 반면, VHT NDPA 프레임이 하나 이상의 STA Info 필드를 포함하는 경우, RA 필드 값은 브로드 캐스트 주소(broadcast address)를 가진다. 예를 들어, MU-MIMO 채널 사운딩 을 위하여 적어도 하나 이상의 대상 STA 으로 VHT NDPA 프레임을 전송하는 경우, AP는 VHT NDPA 프레임을 브로드 캐스팅한다.

[322] TA 필드 값은 VHT NDPA 프레임을 전송하는 송신자 주소(transmitter address) 또는 전송하는 STA 의 주소 또는 TA를 시그널링하는 대역폭을 나타낸다.

[323] Sounding Dialog Token 필드는 사운딩 시퀀스(Sounding Sequence) 필드로 불릴 수도 있다. Sounding Dialog Token 필드 내 사운딩 다이얼로그 토큰 번호(Sounding Dialog Token Number) 서브필드는 VHT NDPA 프레임을 식별하기 위하여 Beamformer 에 의해 선택된 값을 포함한다.

[324] VHT NDPA 프레임은 적어도 하나의 STA Info 필드를 포함한다. 즉, VHT NDPA 프레임은 사운딩 대상 STA 에 대한 정보를 포함하는 STA Info 필드를 포함한다. STA Info 필드는 사운딩 대상 STA 마다 하나씩 포함될 수 있다.

[325] 각 STA Info 필드는 AID12 서브필드, 피드백 타입(Feedback Type) 서브필드 및 Nc 인텍스(Nc Index) 서브필드로 구성될 수 있다.

[326] 표 4는 VHT NDPA 프레임에 포함되는 STA Info 필드의 서브필드를 나타낸다.

[327] 표 4

[Table 4]

서브필드	설명(description)
AID12	사운딩 피드백 대상이 되는 STA의 AID를 포함함대상 STA이 AP이거나 메쉬(mesh) STA이거나 IBSS 멤버인 STA인 경우, AID12 서브필드 값은 '0'로 설정함
Feedback Type	사운딩 대상 STA에 대한 피드백 요청 타입을 지시함SU-MIMO인 경우 '0',MU-MIMO인 경우 '1'
Nc Index	Feedback Type 서브필드가 MU-MIMO를 지시하는 경우, 압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix)의 열(column) 개수(Nc)에서 1을 차감한 값을 지시함Nc=1 경우, '0',Nc=2 경우, '1',...Nc=8 경우, '7'SU-MIMO인 경우, 예비 서브필드로 설정됨

[328] 앞서 설명한 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 MAC 프레임에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 다른 필드로 대체되거나, 추가적인 필드가 더 포함될 수 있다.

[329] 도 13은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 NDP PPDU을 예시하는 도면이다.

[330] 도 13을 참조하면, NDP은 앞서 도 4와 같은 VHT PPDU 포맷에서 데이터 필드가 생략된 포맷을 가질 수 있다. NDP은 특정 프리코딩 행렬(precoding matrix)를 기반으로 프리코딩(precoding) 되어 사운딩 대상 STA으로 전송될 수 있다.

[331] NDP의 L-SIG 필드에서 데이터 필드에 포함된 PSDU 길이를 지시하는 길이 필드는 '0'으로 설정된다.

[332] NDP의 VHT-SIG-A 필드에서 NDP 전송을 위해 사용된 전송 기법이 MU-MIMO 인지 또는 SU-MIMO 인지 지시하는 Group ID 필드는 SU-MIMO 전송을 지시하는 값으로 설정된다.

[333] NDP의 VHT-SIG-B 필드의 데이터 비트는 대역폭 별로 고정된 비트 패턴(bit pattern)으로 설정된다.

[334] 사운딩 대상 STA은 NDP를 수신하면, NDP의 VHT-LTF 필드를 기반으로 채널을 추정하고 채널 상태 정보를 획득한다.

[335] 도 14는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT 압축된 빔포밍(VHT compressed beamforming) 프레임 포맷을 예시하는 도면이다.

[336] 도 14를 참조하면, VHT compressed beamforming 프레임은 VHT 기능을 지원하기 위한 VHT 동작(VHT Action) 프레임으로서 , Frame Body 에 Action 필드를 포함한다. Action 필드는 MAC 프레임의 Frame Body 에 포함되어 확장된

관리 동작들을 명시하기 위한 메커니즘을 제공한다.

[337] Action 필드는 카테고리(Category) 필드, VHT 동작(VHT Action) 필드, VHT MIMO 제어(VHT MIMO Control) 필드, VHT 압축된 빔포밍 보고(VHT Compressed Beamforming Report) 필드 및 MU 전용 빔포밍 보고(MU Exclusive Beamforming Report) 필드로 구성된다.

[338] Category 필드는 VHT 카테고리(즉, VHT Action 프레임)를 지시하는 값으로 설정되고, VHT Action 필드는 VHT Compressed Beamforming 프레임을 지시하는 값으로 설정된다.

[339] VHT MIMO Control 필드는 빔포밍 피드백과 관련된 제어 정보를 피드백하기 위하여 사용된다. VHT MIMO Control 필드는 VHT Compressed Beamforming 프레임에 항상 존재할 수 있다.

[340] VHT Compressed Beamforming Report 필드는 데이터를 전송하는데 사용되는 시공간 스트림(space-time stream)에 대한 SNR 정보가 포함된 빔포밍 매트릭에 대한 정보를 피드백하기 위하여 사용된다.

[341] MU Exclusive Beamforming Report 필드는 MU-MIMO 전송을 수행하는 경우 공간적 스트림(spatial stream)에 대한 SNR 정보를 피드백하기 위하여 사용된다.

[342] VHT Compressed Beamforming Report 필드 및 MU Exclusive Beamforming Report 필드의 존재 여부 및 내용(content)은 VHT MIMO Control 필드의 피드백 타입(Feedback Type) 서브필드, 잔여 피드백 세그먼트(Remaining Feedback Segments) 서브필드, 최초 피드백 세그먼트(First Feedback Segment) 서브필드의 값에 따라 결정될 수 있다.

[343] 이하, VHT MIMO Control 필드, VHT Compressed Beamforming Report 필드 및 MU Exclusive Beamforming Report 필드에 대하여 보다 구체적으로 살펴본다.

[344] 1) VHT MIMO Control 필드는 Nc 인텍스(Nc Index) 서브필드, Nr 인텍스(Nr Index) 서브필드, 채널 폭(Channel Width) 서브필드, 그룹핑(Grouping) 서브필드, 코드북 정보(Codebook Information) 서브필드, 피드백 타입(Feedback Type) 서브필드, 잔여 피드백 세그먼트(Remaining Feedback Segments) 서브필드, 최초 피드백 세그먼트(First Feedback Segment) 서브필드, 예비(reserved) 서브필드 및 사운딩 다이얼로그 토큰 번호(Sounding Dialog Token Number) 서브필드로 구성된다.

[345] 표 5는 VHT MIMO Control 필드의 서브필드를 나타낸다.

[346] 표 5

[Table 5]

서브필드	비트수	설명(description)
Nc Index	3	압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 의 열(column) 개수(Nc) 에서 1을 차감한 값을 지시함Nc=l 경우, O',Nc=2 경우, T,...Nc=8 경우, '7'
Nr Index	3	압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 의 행(row) 개수(Nr) 에서 1을 차감한 값을 지시함Nr=l 경우, O',Nr=2 경우, T,...Nr=8 경우, 7 '
Channel Width	2	압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 을 생성하기 위하여 측정되는 채널의 대역폭을 지시함20 MHz 경우, Ό',40 MHz 경우, T,80 MHz 경우, '2', 160 MHz 또는 80+80 MHz 경우, '3'
Grouping	2	압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 에 사용된 서브캐리어 그룹핑 (Ng) 을 지시함Ng=l(그룹핑 없음) 경우, O',Ng=2 경우, T,Ng=4 경우, '2' ;3 ' 값은 예비 값으로 설정됨
Codebook Information	1	코드북 엔트리 (entries) 의 사이즈를 지시함피드백 타입이 SU-MIMO 경우, bW=2, bO=4 경우, Ό', bW=4, bO=6 경우, '1'피드백 타입이 MU-MIMO 경우, ЬΨ=5, bO=7 경우, Ό',ΐ5Ψ=7, bO=9 경우, '1'여기서, ЬΨ 및 b$ 는 양자화된 비트 수를 의미함
Feedback Type	1	피드백 타입을 지시함SU-MIMO 경우, Ό',Mυ-MIMO 경우,'1'
Remaining Feedback Segments	3	관련된 VHT Compressed Beamforming 프레임에 대한 잔여 피드백 세그먼트의 개수를 지시함분할된 보고(segmented report) 의 마지막 피드백 세그먼트 또는 분할되지 않은 보고(unsegmented report) 의 세그먼트인 경우, Ό'으로 설정됨분할된 보고(segmented report) 의 최초 그리고 마지막 피드백 세그먼트가 아닌 경우, '1'에서 '6'사이의 값으로 설정됨분할된 보고(segmented report) 의 마지막 세그먼트가 아닌 피드백 세그먼트인 경우, '1'에서 '6'사이의 값으로 설정됨재전송 피드백 세그먼트의 경우, 필드는 본래 전송(original transmission) 의 관련된 세그먼트와 동일한 값으로 설정됨

First Feedback Segment	1	분할된 보고(segmented report) 의 최초 피드백 세그먼트 또는 분할되지 않은 보고(unsegmented report) 의 피드백 세그먼트인 경우, '1'로 설정됨최초 피드백 세그먼트가 아닌 경우 또는 VHT Compressed Beamforming Report 필드 및 MU Exclusive Beamforming Report 필드가 프레임에 존재하지 않는 경우, '0'으로 설정됨재전송 피드백 세그먼트의 경우, 필드는 본래 전송(original transmission) 의 관련된 세그먼트와 동일한 값으로 설정됨
Sounding Dialog Token Number	6	NDPA 프레임의 사운딩 다이얼로그 토큰(Sounding Dialog Token) 값으로 설정됨

[347] VHT Compressed Beamforming 프레임이 VHT Compressed Beamforming Report 필드의 전부 또는 일부를 전달하지 않는 경우, Nc Index 서브필드, Channel Width 서브필드, Grouping 서브필드, Codebook Information 서브필드, Feedback Type 서브필드 및 Sounding Dialog Token Number 서브필드는 예비 필드로 설정되고, First Feedback Segment 서브필드는 '0'로 설정되며, Remaining Feedback Segments 서브필드는 '7'로 설정된다.

[348] Sounding Dialog Token Number 서브필드는 사운딩 시퀀스 번호(Sounding Sequence Number) 서브필드로 불릴 수도 있다.

[349] 2) VHT compressed beamforming report 필드는 전송 Beamformer 가 스티어링 행렬(steering matix) 'Q'를 결정하기 위해 사용하는 압축된 빔포밍 피드백 행렬(comporessed beamforming feedback matrix) 'V'를 각도의 형태로 나타낸 명시적인 피드백 정보를 전달하기 위하여 사용된다.

[350] 표 6은 VHT compressed beamforming report 필드의 서브필드를 나타낸다.

[351] 표 6

[Table 6]

서브필드	비트수	설명(description)
시공간 스트림 1의 평균 SNR(Average SNR of Space-Time Stream 1)	8	Beamformee에서 시공간 스트림 1에 대한 모든 서브캐리어들 상에서의 평균 SNR
...	...	...
시공간 스트림 Nc의 평균 SNR(Average SNR of Space-Time Stream Nc)	8	Beamformee에서 시공간 스트림 Nc에 대한 모든 서브캐리어들 상에서의 평균 SNR
서브캐리어 k=scidx(0)에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬 V(Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k=scidx(0))	Na*(bΨ+bΦ)/2	해당 서브캐리어에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬(Compressed Beamforming Feedback Matrix)의 각도의 순서
서브캐리어 k=scidx(1)에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬 V(Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k=scidx(1))	Na*(bΨ+bΦ)/2	해당 서브캐리어에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬(Compressed Beamforming Feedback Matrix)의 각도의 순서
...	...	...
서브캐리어 k=scidx(Ns-1)에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬 V(Compressed Beamforming Feedback Matrix V for subcarrier k=scidx(Ns-1))	Na*(bΨ+bΦ)/2	해당 서브캐리어에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬(Compressed Beamforming Feedback Matrix)의 각도의 순서

[352] 표 6을 참조하면, VHT compressed beamforming report 필드에서는 시공간 스트림 각각에 대한 평균 SNR과 각각의 서브캐리어에 대한 압축된 빔포밍 피드백 행렬(Compressed Beamforming Feedback Matrix) 'V'가 포함될 수 있다. 압축된 빔포밍 피드백 행렬은 채널 상황에 대한 정보를 포함한 행렬로서 MIMO를 사용한 전송 방법에서 채널 행렬(즉, 스티어링 행렬(steering matix) 'Q')을 산출하기 위하여 사용된다.

[353] scidx()는 Compressed Beamforming Feedback Matrix 서브필드가 전송되는 서브캐리어를 의미한다. Na는 Nr x Nc 값에 의해 고정된다(예를 들어, Nr x Nc =

2 x 1인 경우, Φ 11, Ψ 21, ...)

[354] Ns는 Beamformer 에게 압축된 빔포밍 피드백 행렬이 전송되는 서브캐리어의 개수를 의미한다. Beamformee 는 그룹핑 방법을 사용하여 압축된 빔포밍 피드백 행렬이 전송되는 Ns의 수를 줄일 수 있다. 예를 들어, 복수의 서브캐리어를 하나의 그룹으로 묶고 해당 그룹 별로 압축된 빔포밍 피드백 행렬을 전송함으로써 피드백되는 압축된 빔포밍 피드백 행렬의 개수를 줄일 수 있다. Ns는 VHT MIMO Control 필드에 포함된 Channel Width 서브필드와 Grouping 서브필드 로부터 산출될 수 있다.

[355] 표 7은 시공간 스트림 의 평균 SNR(Average SNR of Space-Time) Stream 서브필드를 예시한다.

[356] 표 7

[Table 7]

Average SNR of Space-Time i 서브필드	$AvgSNR_i$
-128	≤ -10 dB
-127	-9.75 dB
-126	-9.5 dB
...	...
+126	53.5 dB
+127	≥ 53.75 dB

[357] 표 7을 참조하면, 시공간 스트림 각각에 대한 평균 SNR 은 채널에 포함되는 서브캐리어 전체에 대한 평균 SNR 값을 산출하여 그 값을 -128-+128 범위로 매핑하여 산출된다.

[358] 3) MU Exclusive Beamforming Report 필드는 델타(Δ) SNR 의 형태로 나타낸 명시적인 피드백 정보를 전달하기 위하여 사용된다. VHT Compressed Beamforming Report 필드 및 MU Exclusive Beamforming Report 필드 내 정보는 MU Beamformer 가 스티어링 행렬(steering matix) 'Q' 를 결정하기 위하여 사용될 수 있다.

[359] 표 8은 VHT compressed beamforming 프레임에 포함되는 MU Exclusive Beamforming Report 필드의 서브필드를 나타낸다.

[360] 표 8

[Table 8]

서브필드	비트수	설명(description)
시공간 스트림 1, 서브캐리어 k=sscidx(0)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream 1 forsubcarrier k=sscidx(0))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차
...	...	...
시공간 스트림 Nc, 서브캐리어 k=sscidx(0)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream Nc forsubcarrier k=sscidx(0))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차
...	...	...
시공간 스트림 1, 서브캐리어 k=sscidx(1)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream 1 forsubcarrier k=sscidx(1))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차
...	...	...
시공간 스트림 Nc, 서브캐리어 k=sscidx(1)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream Nc forsubcarrier k=sscidx(1))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차
...	...	...
시공간 스트림 1, 서브캐리어 k=sscidx(Ns'-1)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream 1 forsubcarrier k=sscidx(Ns'-1))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차
...	...	...
시공간 스트림 Nc, 서브캐리어 k=sscidx(Ns'-1)에 대한 델타 SNR(Delta SNR for space-time stream Nc forsubcarrier k=sscidx(Ns'-1))	4	해당 서브캐리어에 대한 SNR과 해당 시공간 스트림의 전체 서브캐리어에 대한 평균 SNR 간의 편차

[361] 표 8을 참조하면, MU Exclusive Beamforming Report 필드에서는 서브캐리어 별로 시공간 스트림 당 SNR 이 포함될 수 있다.

[362] 각 Delta SNR 서브필드는 -8dB 에서 7dB 사이에서 1dB 씩 증가되는 값을 가진다.

[363] scidx() 는 Delta SNR 서브필드가 전송되는 서브캐리어(들)을 의미하고, Ns는 Beamformer 로 Delta SNR 서브필드가 전송되는 서브캐리어의 수를 의미한다.

[364]

[365] 도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 빔포밍 보고 폴(Beamforming Report Poll) 프레임 포맷을 예시하는 도면이다.

[366] 도 15를 참조하면, Beamforming Report Poll 프레임은 프레임 제어(Frame Control) 필드, 지속 시간(Duration) 필드, RA(Receiving Address) 필드, TA(Transmitting Address) 필드, 피드백 세그먼트 재전송 비트맵(Feedback Segment Retransmission Bitmap) 필드 및 FCS를 포함하여 구성된다.

[367] RA 필드 값은 대상 수신자 (intended recipient) 의 주소를 나타낸다.

[368] TA 필드 값은 Beamforming Report Poll 프레임을 전송하는 STA 의 주소 또는 TA를 시그널링하는 대역폭을 나타낸다.

[369] Feedback Segment Retransmission Bitmap 필드는 VHT 압축된 빔포밍 보고(VHT Compressed Beamforming report) 에서 요청되는 피드백 세그먼트를 지시한다.

[370] Feedback Segment Retransmission Bitmap 필드 값에서 위치 n의 비트가 '1'이면(LSB 경우 n=0, MSB 경우 n=7), VHT compressed beamforming 프레임의 VHT MIMO Control 필드 내 Remaining Feedback Segments 서브필드에서 n과 상응하는 피드백 세그먼트가 요청된다. 반면, 위치 n의 비트가 '0'이면, VHT MIMO Control 필드 내 Remaining Feedback Segments 서브필드에서 n과 상응하는 피드백 세그먼트가 요청되지 않는다.

[371]

[372] 그룹 식별자(GrouD ID)

[373] VHT WLAN 시스템은 보다 높은 처리율을 위하여 MU-MIMO 전송 방법을 지원하므로, AP는 MIMO 페어링된 적어도 하나 이상의 STA 에게 동시에 데이터 프레임을 전송할 수 있다. AP는 자신과 결합(association) 되어 있는 복수의 STA 들 중 적어도 하나 이상의 STA 을 포함하는 STA 그룹에 게 데이터를 동시에 전송할 수 있다. 예를 들어, 페어링된 STA 의 수는 최대 4개일 수 있으며, 최대 공간 스트림 수가 8개일 때 각 STA 에는 최대 4개의 공간 스트림 이 할당될 수 있다.

[374] 또한, TDLS(Tunneled Direct Link Setup) 이나 DLS(Direct Link Setup), 메쉬 네트워크(mesh network) 를 지원하는 WLAN 시스템에서는 데이터를 전송하고자 하는 STA 이 MU-MIMO 전송기법을 사용하여 PPDU 를 복수의 STA 들에게 전송할 수 있다.

[375] 이하, AP가 복수의 STA 에게 MU-MIMO 전송 기법에 따라 PPDU 를 전송하는 것을 예로 들어 설명하도록 한다.

[376] AP는 페어링 된 전송 대상 STA 그룹에 속하는 STA 에게 서로 다른 공간 스트림 (spatial stream) 을 통하여 PPDU 를 동시에 전송한다. 상술한 바와 같이, VHT PPDU 포맷의 VHT-SIG A 필드는 그룹 ID 정보 및 시공간 스트림 정보를 포함하여 각 STA 은 자신에 게 전송되는 PPDU 인지 확인할 수 있다. 이때, 전송

대상 STA 그룹의 특정 STA 에게는 공간 스트림이 할당되지 않아 데이터가 전송되지 않을 수도 있다.

[377] 하나 이상의 Group ID에 상응하는 사용자 위치(user position) 를 할당(assignment) 하거나 또는 변경(change) 하기 위하여 그룹 ID 관리 (Group ID Management) 프레임이 이용된다. 즉, AP는 MU-MIMO 전송을 수행하기 전에 Group ID Management 프레임을 통해 특정 그룹 ID와 연결된 STA 들을 알려줄 수 있다.

[378] 도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 Group ID Management 프레임을 예시하는 도면이다.

[379] 도 16을 참조하면, Group ID Management 프레임은 VHT 기능을 지원하기 위한 VHT 동작(VHT Action) 프레임으로서, Frame Body 에 Action 필드를 포함한다. Action 필드는 MAC 프레임의 Frame Body 에 포함되어 확장된 관리 동작들을 명시하기 위한 메커니즘을 제공한다.

[380] Action 필드는 카테고리 (Category) 필드, VHT 동작(VHT Action) 필드, 멤버십 상태 어레이(Membership Status Array) 필드 및 사용자 위치 어레이(User Position Array) 필드로 구성된다.

[381] Category 필드는 VHT 카테고리 (즉, VHT Action 프레임)를 지시하는 값으로 설정되고, VHT Action 필드는 Group ID Management 프레임을 지시하는 값으로 설정된다.

[382] Membership Status Array 필드는 각 그룹 별로 1 비트의 멤버십 상태(Membership Status) 서브필드로 구성된다. Membership Status 서브필드가 '0'으로 설정되면 STA 이 해당 그룹의 멤버가 아님을 나타내고, '1'로 설정되면 STA 이 해당 그룹의 멤버임을 나타낸다. STA 은 Membership Status Array 필드 내 하나 이상의 Membership Status 서브필드가 '1'로 설정됨으로써 하나 이상의 그룹이 할당될 수 있다.

[383] STA 은 자신이 속한 각 그룹에 서 하나의 사용자 위치(user position) 를 가질 수 있다. 여기서, 사용자 위치(user position) 은 STA 이 해당 그룹 ID에 속한 경우 해당 STA 의 공간 스트림 세트가 MU-MIMO 전송에 따른 전체 공간 스트림에서 몇 번째 위치에 해당하는지를 나타낸다.

[384] User Position Array 필드는 각 그룹 별로 2 비트의 사용자 위치(User Position) 서브필드로 구성된다. 자신이 속한 그룹 내에서 STA 의 사용자 위치(user position) 는 User Position Array 필드 내 User Position 서브필드에 의해 지시된다. AP는 각 그룹에 서 동일한 사용자 위치(user position) 을 서로 다른 STA 에게 할당할 수 있다.

[385] AP는 dotl IVHTOptionImplemented 파라미터가 'true' 인 경우에만, Group ID Management 프레임을 전송할 수 있다. Group ID Management 프레임은 VHT 능력 요소(VHT Capabilities element) 필드 내 MU Beamformee Capable 필드가 '1'로 설정된 VHT STA 에게만 전송된다. Group ID Management 프레임은 각 STA 에게

어드레스된 (addressed) 프레임으로 전송된다.

[386] STA 은 자신의 MAC 주소와 매칭되는 RA 필드를 가지는 Group ID Management 프레임을 수신한다. STA 은 수신한 Group ID Management 프레임의 내용에 기반하여 PHYCONFIG_VECTOR 파라미터인 GROUP_ID_MANAGEMENT 를 업데이트 한다.

[387] STA 으로 Group ID Management 프레임의 전송 및 그에 대한 STA 으로부터 ACK 의 전송은 STA 에게 MU PPDU 를 전송하기 전에 완료된다.

[388] MU PPDU 는 가장 최근에 STA 에게 전송되고 ACK 이 수신된 Group ID Management 프레임의 내용에 기반하여 STA 에게 전송된다.

[389]

[390] 하향링크 MU-MIMO 프레임(PL MU-MIMO Frame)

[391] 도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 다중 사용자 (multi-user) PPDU 포맷을 예시하는 도면이다.

[392] 도 17은 해당 PPDU 를 수신하는 STA 의 개수가 3개이고, 각 STA 에 할당되는 공간적 스트림 (spatial stream) 의 개수가 1이라고 가정하나 AP에 페어링된 STA 의 수, 각 STA 에 할당되는 공간적 스트림의 수는 이에 한정되지 않는다.

[393] 도 17을 참조하면, MU PPDU 는 L-TFs 필드(L-STF 필드 및 L-LTF 필드), L-SIG 필드, VHT-SIG-A 필드, VHT-TFs 필드(VHT-STF 필드 및 VHT-LTF 필드), VHT-SIG-B 필드, Service 필드, 하나 이상의 PSDU, padding 필드 및 Tail 비트를 포함하여 구성된다. L-TFs 필드, L-SIG 필드, VHT-SIG-A 필드, VHT-TFs 필드, VHT-SIG-B 필드는 앞서 도 4의 예시와 동일하므로 이하 상세한 설명은 생략한다.

[394] PPDU 지속기간을 지시하기 위한 정보가 L-SIG 필드에 포함될 수 있다. PPDU 내에서, L-SIG 필드에 의해 지시된 PPDU 지속기간은 VHT-SIG-A 필드가 할당된 심볼, VHT-TFs 필드가 할당된 심볼, VHT-SIG-B 필드가 할당된 필드, Service 필드를 구성하는 비트, PSDU 를 구성하는 비트, padding 필드를 구성하는 비트 및 Tail 필드를 구성하는 비트를 포함한다. PPDU 를 수신하는 STA 은 L-SIG 필드에 포함된 PPDU 지속시간을 지시하는 정보를 통해 PPDU 의 지속기간에 대한 정보를 획득할 수 있다.

[395] 상술한 바와 같이, VHT-SIG-A 를 통해 Group ID 정보, 각 사용자 당 시공간 스트림 수 정보가 전송되고, VHT-SIG-B 를 통해 코딩(coding) 방법 및 MCS 정보 등이 전송된다. 따라서, Beamformee 들은 VHT-SIG-A 와 VHT-SIG-B 를 확인하고, 자신이 속한 MU MIMO 프레임인지 여부를 알 수 있다. 따라서 , 해당 Group ID 의 멤버 STA 이 아니거나 해당 Group ID 의 멤버이나 할당된 스트림 수가 '0'인 STA 은 VHT-SIG-A 필드 이후부터 PPDU 끝까지 물리계층의 수신을 중단하도록 설정함으로써 전력 소모를 절감할 수 있다.

[396] Group ID는 사전에 Beamformer 가 전송하는 Group ID Management 프레임을 수신함으로써, Beamformee 가 어떤 MU 그룹에 속하는지, 자신이 속하는 그룹

중에서 몇 번째 사용자 인지, 즉 어떤 스트림 을 통해 PPDU 를 수신하는지 알 수 있다.

[397] 802.1 lac 을 기반으로 하는 VHT MU PPDU 내 전송되 는 모든 MPDU 는 A-MPDU 에 포함된다. 도 17의 데이터 필드에서 상단의 박스는 STA 1로 전송되는 VHT A-MPDU 를 예시하고, 중간의 박스는 STA 2로 전송되는 VHT A-MPDU 를 예시하며, 하단의 박스는 STA 3로 전송되는 VHT A-MPDU 를 예시한다.

[398] A-MPDU 은 하나 또는 그 이상의 연속된 A-MPDU 서브프레임(subframe) 과 0 내지 3 옥텟(octet) 길이의 EOF 패딩(End-of-Frame pad) 를 포함하여 구성된다.

[399] 각 A-MPDU 서브프레 임은 하나의 MPDU 구분자 (delimiter) 필드를 포함하고, 선택적으로 MPDU 가 이후에 포함되어 구성될 수 있다. A-MPDU 내 마지막에 위치하지 않는 각 A-MPDU 서브프레임은 서브프레임의 길이가 4 옥텟의 배수가 되도록 패딩(pad) 필드를 가진다.

[400] 도 17에서 각 STA 에 전송되는 데이터의 크기가 상이할 수 있으므로, 각각의 A-MPDU 는 서로 다른 비트 크기를 가질 수 있다.

[401] 이 경우, Beamformer 가 전송하는 복수의 데이터 프레임의 전송이 종료되 는 시간은 최대 구간 전송 데이터 프레임의 전송이 종료되는 시간과 동일하도록 널 패딩(null padding) 을 수행할 수 있다. 최대 구간 전송 데이터 프레임은 Beamformer 에 의해 유효 하향링 크 데이터가 가장 오랜 구간 동안 전송되 는 프레임일 수 있다. 유효 하향링 크 데이터는 널 패딩되지 않은 하향링 크 데이터일 수 있다. 예를 들어, 유효 하 향링크 데이터는 A-MPDU 에 포함되어 전송될 수 있다. 복수의 데이터 프레임 중 최대 구간 전송 데이터 프레임을 제외한 나머지 데이터 프레임은 널 패딩을 수행할 수 있다.

[402] 널 패딩을 위해 Beamformer 는 A-MPDU 프레임 내 복수의 A-MPDU 서브프레임에서 시간적으로 후순위 에 위치한 하나 이상의 A-MPDU 서브프 레임을 MPDU delimiter 필드만으로 인코딩하여 채을 수 있다.

[403] 수신측 STA 의 MAC 계층에서는 EOF 필드를 감지하면, 물리 계층에 수신을 중단하도록 설정함으로써 전력 소모를 절감할 수 있다.

[404]

[405] 블록 ACKiBlock Ack) 절차

[406] 도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링 크 MU-MIMO 전송 과정을 예시하는 도면이다.

[407] 802.11 冗에서는 MU-M1M0 는 AP로부터 클라이 언트(즉, non-AP STA) 으로 향하는 하 향링크에 서 정의된다. 이때, 다중 사용자 프레임(multi-user frame) 은 다중 수신자 에게 동시에 전송되나, 수신 확인(acknowledgement) 은 상향링 크에서 개별적으로 전송되어야 한다.

[408] 802.1 lac 을 기반으로 하는 VHT MU PPDU 내 전송되 는 모든 MPDU 는 A-MPDU 에 포함되 므로, VHT MU PPDU 에 대한 즉각적 인 응답이 아닌 VHT MU

PPDU 내 A-MPDU 에 대한 응답은 AP에 의한 블록 ACK 요청(BAR: Block Ack Request) 프레임에 대한 응답으로 전송된다.

[409] 먼저, AP는 모든 수신자 (즉, STA 1, STA 2, STA 3)에게 VHT MU PPDU (즉, 프리앰블 및 데이터)를 전송한다. VHT MU PPDU는 각 STA에 전송되는 VHT A-MPDU 를 포함한다.

[410] AP로부터 VHT MU PPDU를 수신한 STA 1은 SIFS 이후에 블록 ACK(BA: Block Acknowledgement) 프레임을 AP로 전송한다. BA 프레임에 대하여 보다 상세한 설명은 후술한다.

[411] STA 1으로부터 BA를 수신한 AP는 SIFS 이후에 BAR(block acknowledgement request) 프레임을 다음 STA 2로 전송하고, STA 2는 SIFS 이후에 BA 프레임을 AP로 전송한다. STA 2로부터 BA 프레임을 수신한 AP는 SIFS 이후에 BAR 프레임을 STA 3로 전송하고, STA 3은 SIFS 이후에 BA 프레임을 AP로 전송한다.

[412]

[413] 다중 사용(multi-user) 상향링크 데이터 전송 방법

[414] IEEE 802.11ax은 더 높은 데이터 처리율(data rate)을 지원하고 더 높은 사용자 부하(user load)를 처리하기 위한 차세대 WLAN 시스템으로서 최근에 새롭게 제안되고 있는 WLAN 시스템 중 하나로서, 일명 고효율 WLAN(HEW: High Efficiency WLAN) 라고 불린다.

[415] IEEE 802.11ax WLAN 시스템은 기존 WLAN 시스템과 동일하게 2.4 GHz 주파수 대역 및 5 GHz 주파수 대역에서 동작할 수 있다. 또한, 6 GHz 또는 그보다 높은 60 GHz 주파수 대역에서도 동작할 수 있다.

[416] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE(High Efficiency) 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.

[417] 도 19의 (a)는 HE 포맷 PPDU의 개략적인 구조를 예시하고, 도 19의 (b) 내지 (d)는 HE 포맷 PPDU의 보다 구체적인 구조를 예시한다.

[418] 도 19의 (a)를 참조하면, HEW를 위한 HE 포맷 PPDU는 크게 레가시 부분(L-part), HE 부분(HE-part) 및 데이터 필드(HE-data)로 구성될 수 있다.

[419] L-part는 기존의 WLAN 시스템에서 유지하는 형태와 동일하게 L-STF 필드, L-LTF 필드 및 L-SIG 필드로 구성된다.

[420] HE-part는 802.11ax 표준을 위하여 새롭게 정의되는 부분으로서, HE-STF 필드, HE-SIG 필드 및 HE-LTF 필드를 포함할 수 있다. 도 19의 (a)에서는 HE-STF 필드, HE-SIG 필드 및 HE-LTF 필드의 순서를 예시하고 있으나, 이와 상이한 순서로 구성될 수 있다. 또한, HE-LTF는 생략될 수도 있다.

[421] HE-SIG는 HE-data 필드를 디코딩하기 위한 정보(예를 들어, OFDMA, UL MU MIMO, 향상된 MCS 등)을 포함할 수 있다.

[422] L-part와 HE-part는 서로 다른 FFT(Fast Fourier Transform) 크기(즉, 서브캐리어 간격(spacing))을 가질 수 있으며, 서로 다른 CP(Cyclic Prefix)를 사용할 수도 있다.

[423] 도 19의 (b)를 참조하면, HE-SIG 필드는 HE-SIG A 필드와 HE-SIG B 필드로 구분될 수 있다.

[424] 예를 들어, HE 포맷 PPDU의 HE-part는 12.8μs 길이를 가지는 HE-SIG A 필드, 1 OFDM 심볼의 HE-STF 필드, 하나 이상의 HE-LTF 필드 및 1 OFDM 심볼의 HE-SIG B 필드를 포함할 수 있다.

[425] 또한, HE-part에서 HE-SIG A 필드는 제외하고 HE-STF 필드부터는 기존의 PPDU보다 4배 큰 크기의 FFT가 적용될 수 있다. 즉, 256, 512, 1024 및 2048 크기의 FFT가 각각 20MHz, 40MHz, 80MHz 및 160MHz의 HE 포맷 PPDU의 HE-STF 필드부터 적용될 수 있다.

[426] 다만, 도 19의 (b)와 같이 HE-SIG가 HE-SIG A 필드와 HE-SIG B 필드로 구분되어 전송될 때, HE-SIG A 필드 및 HE-SIG B 필드의 위치는 도 19의 (b)와 상이할 수 있다. 예를 들어, HE-SIG A 필드 다음에 HE-SIG B 필드가 전송되고, HE-SIG B 필드 다음에 HE-STF 필드와 HE-LTF 필드가 전송될 수 있다. 이 경우에도 마찬가지로 HE-STF 필드부터는 기존의 PPDU보다 4배 큰 크기의 FFT가 적용될 수 있다.

[427] 도 19의 (c)를 참조하면, HE-SIG 필드는 HE-SIG A 필드와 HE-SIG B 필드로 구분되지 않을 수 있다.

[428] 예를 들어, HE 포맷 PPDU의 HE-part는 1 OFDM 심볼의 HE-STF 필드, 1 OFDM 심볼의 HE-SIG 필드 및 하나 이상의 HE-LTF 필드를 포함할 수 있다.

[429] 위와 유사하게 HE-part는 기존의 PPDU보다 4배 큰 크기의 FFT가 적용될 수 있다. 즉, 256, 512, 1024 및 2048 크기의 FFT가 각각 20MHz, 40MHz, 80MHz 및 160MHz의 HE 포맷 PPDU의 HE-STF 필드부터 적용될 수 있다.

[430] 도 19의 (d)를 참조하면, HE-SIG 필드는 HE-SIG A 필드와 HE-SIG B 필드로 구분되지 않으며, HE-LTF 필드는 생략될 수 있다.

[431] 예를 들어, HE 포맷 PPDU의 HE-part는 1 OFDM 심볼의 HE-STF 필드 및 1 OFDM 심볼의 HE-SIG 필드를 포함할 수 있다.

[432] 위와 유사하게 HE-part는 기존의 PPDU보다 4배 큰 크기의 FFT가 적용될 수 있다. 즉, 256, 512, 1024 및 2048 크기의 FFT가 각각 20MHz, 40MHz, 80MHz 및 160MHz의 HE 포맷 PPDU의 HE-STF 필드부터 적용될 수 있다.

[433] 본 발명에 따른 WLAN 시스템을 위한 HE 포맷 PPDU는 적어도 하나의 20MHz 채널을 통해 전송될 수 있다. 예를 들어, HE 포맷 PPDU은 총 4개의 20MHz 채널을 통해 40MHz, 80MHz 또는 160MHz 주파수 대역에서 전송될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[434] 이하, 설명하는 PPDU 포맷은 설명의 편의를 위해 앞서 도 19의 (b)를 기반으로 설명하나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[435] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU을 예시하는 도면이다.

[436] 도 20에서는 하나의 STA에 80MHz가 할당된 경우 혹은 복수의 STA에게 각각 80MHz의 서로 다른 스트림이 할당된 경우의 PPDU 포맷을 예시한다.

[437] 도 20을 참조하면, L-STF, L-LTF 및 L-SIG 은 각 20MHz 채널에서 64 FFT 포인트 (또는 64 서브캐리어)에 기반하여 생성된 OFDM 심볼로 전송될 수 있다.

[438] HE-SIG A 필드는 PPDU 를 수신하는 STA 들에게 공통으로 전송되는 공용 제어 정보를 포함할 수 있다. HE-SIG A 필드는 1개 내지 3개의 OFDM 심볼에서 전송될 수 있다. HE-SIG A 필드는 20MHz 단위로 복사되어 동일한 정보를 포함한다. 또한, HE-SIG-A 필드는 시스템의 전체 대역폭 정보를 알려준다.

[439] 표 9는 HE-SIG A 필드에 포함되는 정보를 예시하는 표이다.

[440] 표 9

[Table 9]

필드	비트	설명(description)
대역폭(bandwidth)	2	PPDU가 전송되는 대역폭을 지시함예를 들어, 20MHz, 40MHz, 80MHz 또는 160MHz
그룹 식별자(Group ID)	6	PPDU를 수신할 STA 또는 STA들의 그룹을 지시함
스트림 정보(Stream information)	12	각 STA을 위한 공간 스트림(spatial stream)의 위치 또는 번호를 지시하거나 STA의 그룹을 위한 공간 스트림의 위치 또는 번호 지시함
상향링크 지시(UL indication)	1	PPDU가 AP로 향하는지(uplink) 또는 STA으로 향하는지(downlink) 지시함
MU 지시(MU indication)	1	PPDU가 SU-MIMO PPDU 인지 MU-MIMO PPDU인지 지시함
가드 인터벌 지시(GI indication)	1	짧은 GI가 사용되는지 긴 GI가 사용되는지 지시함
할당 정보(Allocation information)	12	PPDU가 전송되는 대역에서 각 STA에 할당된 밴드 또는 채널(서브채널 인덱스 또는 서브밴드 인덱스) 지시함
전송 파워(Transmission power)	12	각 채널 또는 각 STA을 위한 전송 파워를 지시함

[441] 표 9에 예시되는 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 PPDU 에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 이에 한정되지 않는다. 즉, 앞서 설명한 각 필드가 다른 필드로 대체되거나 추가적인 필드가 더 포함될 수 있으며, 모든 필드가 필수적으로 포함되지 않을 수도 있다.

[442] HE-STF 는 MIMO 전송에 있어서 AGC 추정의 성능을 개선하기 위해 사용된다.

[443] HE-SIG B 필드는 각 STA 이 자신의 데이터(예를 들어, PSDU) 를 수신하기 위하여 요구되는 사용자 특정(user-specific) 정보를 포함할 수 있다. HE-SIG B 필드는 하나 또는 두 개의 OFDM 심볼에서 전송될 수 있다. 예를 들어, HE-SIG B 필드는 해당 PSDU 의 변조 및 코딩 기법(MCS) 및 해당 PSDU 의 길이에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[444] L-STF, L-LTF, L-SIG 및 HE-SIG A 필드는 20MHz 채널 단위로 반복되 어 전송될 수 있다. 예를 들어, PPDU 가 4개의 20MHz 채널(즉, 80MHz 대역)을 통해 전송될 때, L-STF, L-LTF, L-SIG 및 HE-SIG A 필드는 매 20MHz 채널에서 반복되 어 전송될 수 있다.

[445] FFT 크기가 커지면, 기존의 IEEE 802. 11a/g/n/ac 를 지원하는 레가시 STA 은 해당 HE PPDU 를 디코딩하지 못할 수 있다. 레가시 STA 과 HE STA 이 공존(coexistence) 하기 위하여, L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드는 레가시 STA 이 수신할 수 있도록 20MHz 채널에서 64 FFT 를 통해 전송된다. 예를 들어, L-SIG 필드는 하나의 OFDM 심볼을 점유하고, 하나의 OFDM 심볼 시간은 4 μs 이며, GI는 0.8 μs일 수 있다.

[446] 각 주파수 단위 별 FFT 크기는 HE-STF (또는 HE-SIG A)부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, 256 FFT 가 20MHz 채널에서 사용되 고, 512 FFT 가 40MHz 채널에서 사용되 며, 1024 FFT 가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다. FFT 크기가 커지면, OFDM 서브캐리어 간의 간격이 작아지 므로 단위 주파수 당 OFDM 서브캐 리어의 수가 증가되나, OFDM 심볼 시간은 길어진다. 시스템의 효율을 향상시키기 위하여 HE-STF 이후의 GI의 길이는 HE-SIG A의 GI의 길이와 동일하게 설정될 수 있다.

[447] HE-SIG A 필드는 HE STA 이 HE PPDU 를 디코딩하기 위하여 요구되 는 정보를 포함할 수 있다. 그러나, HE-SIG A 필드는 레가시 STA 과 HE STA 이 모두 수신할 수 있도록 20MHz 채널에서 64 FFT 를 통해 전송될 수 있다. 이는 HE STA 가 HE 포맷 PPDU 뿐만 아니라 기존의 HT/VHT 포맷 PPDU 를 수신할 수 있으며, 레가시 STA 및 HE STA 이 HT/VHT 포맷 PPDU 와 HE 포맷 PPDU 를 구분하여 야 하기 때문이다.

[448] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU 을 예시하는 도면이다.

[449] 도 21을 참조하면, HE-SIG B 필드가 HE-SIG A 필드 다음에 위치하는 점을 제외하고는, 앞서 도 20의 예시와 동일하다. 이 경우, 단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-STF (또는 HE-SIG B) 이후부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, HE-STF (또는 HE-SIG B)부터 256 FFT 가 20MHz 채널에서 사용되 고, 512 FFT 가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT 가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다.

[450] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU 을 예시하는 도면이다.

[451] 도 22에서는 20MHz 채널들이 각각 서로 다른 STA 들(예를 들어, STA 1, STA 2, STA 3 및 STA 4)에 할당되 는 경우를 가정한다.

[452] 도 22를 참조하면, HE-SIG B 필드가 HE-SIG A 필드 다음에 위치한다. 이 경우,

단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-STF (또는 HE-SIG B)부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, HE-STF (또는 HE-SIG B)부터 256 FFT 가 20MHz 채널에서 사용되고, 512 FFT 가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT 가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다.

[453] PPDU 에 포함되는 각 필드에 서 전송되는 정보는 앞서 도 20의 예시와 동일하므로 이하 설명을 생략한다.

[454] HE-SIG B 필드는 각 STA 에 특정된 정보를 포함할 수 있으나, 전체 밴드(즉, HE-SIG-A 필드에서 지시)에 걸쳐서 인코딩될 수 있다. 즉, HE-SIG B 필드는 모든 STA 에 대한 정보를 포함하며 모든 STA 들이 수신하게 된다.

[455] HE-SIG B 필드는 각 STA 별로 할당되는 주파수 대역폭 정보 및/또는 해당 주파수 대역에서 스트림 정보를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 도 22에서 HE-SIG-B 는 STA 1는 20MHz, STA 2는 그 다음 20MHz, STA 3는 그 다음 20MHz, STA 4는 그 다음 20MHz 가 할당될 수 있다. 또한, STA 1과 STA 2는 40MHz 를 할당하고, STA 3와 STA 4는 그 다음 40MHz 를 할당할 수 있다. 이 경우, STA 1과 STA 2는 서로 다른 스트림을 할당하고, STA 3와 STA 4는 서로 다른 스트림을 할당할 수 있다.

[456] 또한, HE-SIG-C 필드를 정의하여, 도 22의 예시에 HE-SIG C 필드가 추가될 수 있다. 이 경우, HE-SIG-B 필드에서는 전대역에 걸쳐서 모든 STA 에 대한 정보가 전송되고, 각 STA 에 특정한 제어 정보는 HE-SIG-C 필드를 통해 20MHz 단위로 전송될 수도 있다.

[457] 또한, 도 20 내지 도 22의 예시에서, HE-SIG-B 필드는 전대역에 걸쳐 전송하지 않고 HE-SIG-A 필드와 동일하게 20MHz 단위로 전송될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

[458] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU 을 예시하는 도면이다.

[459] 도 23에서는 20MHz 채널들이 각각 서로 다른 STA들(예를 들어, STA 1, STA 2, STA 3 및 STA 4)에 할당되는 경우를 가정한다.

[460] 도 23을 참조하면, 도 22와 마찬가지로 HE-SIG B 필드가 HE-SIG A 필드 다음에 위치한다. 다만, HE-SIG B 필드는 전대역에 걸쳐 전송되지 않고, HE-SIG A 필드와 동일하게 20MHz 단위로 전송된다.

[461] 이 경우, 단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-STF (또는 HE-SIG B)부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, HE-STF (또는 HE-SIG B)부터 256 FFT 가 20MHz 채널에서 사용되고, 512 FFT 가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT 가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다.

[462] PPDU 에 포함되는 각 필드에 서 전송되는 정보는 앞서 도 20의 예시와 동일하므로 이하 설명을 생략한다.

[463] HE-SIG A 필드는 HE-SIG A 필드는 20MHz 단위로 복사되어(duplicated) 전송된다.

[464] HE-SIG B 필드는 각 STA 별로 할당되는 주파수 대역폭 정보 및/또는 해당 주파수 대역에서 스트림 정보를 알려줄 수 있다.

[465] HE-SIG B 필드는 HE-SIG A 필드와 마찬가지로 20MHz 단위로 전송될 수 있다. 이 경우, HE-SIG B 필드는 각 STA 에 대한 정보를 포함하므로 20MHz 단위의 각 HE-SIG B 필드 별로 각 STA 에 대한 정보가 포함될 수 있다. 이때, 도 28의 예시에서는 각 STA 별로 20MHz 가 할당되는 경우를 예시하고 있으나, 예를 들어 STA 에 40MHz 가 할당되는 경우, 20MHz 단위로 HE-SIG-B 필드가 복사되어 전송될 수도 있다.

[466] 또한, HE-SIG B 필드에 모든 STA 에 대한 정보(즉, 각 STA 에 특정된 정보들이 모두 합쳐짐)가 포함되어 HE-SIG A 필드와 마찬가지로 20MHz 단위로 복사되어(duplicated) 전송될 수도 있다.

[467] 도 21 내지 도 23의 예시와 같이, HE-SIG-B 필드가 HE STF 필드 및 HE-LTF 필드 앞에 위치하는 경우 20MHz 에서 64 FFT 를 이용함으로써 심볼의 길이를 짧게 구성하고, 도 20의 예시와 같이 HE-SIG-B 필드가 HE STF 필드 및 HE-LTF 필드 뒤에 위치하는 경우, 20MHz 에서 256 FFT 를 이용함으로써 심볼의 길이를 길게 구성할 수 있다.

[468] 각 BSS 별로 서로 다른 대역폭을 지원하는 상황에서 인접한 BSS 로부터의 간섭 레벨이 적은 일부의 대역폭을 STA 에게 할당하는 경우에 위와 같이 HE-SIG-B 필드를 전대역에 걸쳐서 전송하지 않는 것이 보다 바람직할 수 있다.

[469] 도 20 내지 도 23에서 데이터 필드는 페이로드(payload) 로서, 서비스 필드(SERVICE field), 스크램블링된 PSDU, 테일 비트(tail bits), 패딩 비트(padding bits) 를 포함할 수 있다.

[470] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation) 을 예시한다.

[471] HE 포맷 PPDU 를 구분(classification) 하기 위하여, HE 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 3개의 OFDM 심볼의 위상이 사용될 수 있다.

[472] 도 24를 참조하면, HE 포맷 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2의 위상은 회전되지 않으나, OFDM 심볼 #3의 위상은 시계 반대 방향으로 90도만큼 회전될 수 있다. 즉, OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2에 대한 변조 방법은 BPSK 가 이용되고, OFDM 심볼 #3에 대한 변조 방법은 QBPSK 가 이용될 수 있다.

[473] STA 은 수신한 PPDU 의 L-SIG 필드 다음에 전송되는 제1 OFDM 심볼 내지 제3 OFDM 심볼을 도 24의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA 이 디코딩에 성공하면 해당 PPDU 가 HE 포맷 PPDU 라고 판단할 수 있다.

[474] 여기서, L-SIG 필드 이후에 HE-SIG A 필드가 세 개의 OFDM 심볼에서 전송된 다면, 이는 OFDM 심볼 #1 내지 OFDM 심볼 #3 모두 HE-SIG A 필드를 전송하기 위하여 사용되는 것을 의미한다.

[475] 이하, WLAN 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 전송 방법에 대하여 설명한다.

[476] WLAN 시스템에서 동작하는 복수의 STA 이 동일한 시간 자원 상에서 AP로

데이터를 전송하는 방식을 'UL MU 전송(uplink multi-user transmission)' 이라고 지칭할 수 있다.

[477] 복수의 STA 각각에 의한 상향링크 전송은 주파수 도메인 또는 공간 도메인(spatial domain) 상에서 다중화될 수 있다.

[478] 복수의 STA 각각에 의한 상향링크 전송이 주파수 도메인 상에서 다중화되는 경우, OFDMA(orthogonal frequency division multiplexing) 를 기반으로 복수의 STA 각각에 대해 서로 다른 주파수 자원이 상향링크 전송 자원으로서 할당될 수 있다. 이러한 서로 다른 주파수 자원을 통한 전송 방법을 'UL MU OFDMA 전송 ,이라고 지칭할 수 있다.

[479] 복수의 STA 각각에 의한 상향링크 전송이 공간 도메인 상에서 다중화되는 경우, 복수의 STA 각각에 대해 서로 다른 공간적 스트림이 할당되어 복수의 STA 각각이 서로 다른 공간적 스트림을 통해 상향링크 데이터를 전송할 수 있다. 이러한 서로 다른 공간적 스트림을 통한 전송 방법을 'UL MU MIMO 전송 ,이라고 지칭할 수 있다.

[480] 현재 WLAN 시스템에서는 아래와 같은 제약 사항으로 인해 UL MU 전송을 지원하지 못한다.

[481] 현재 WLAN 시스템에서는 복수의 STA 으로부터 전송되는 상향링크 데이터의 전송 타이밍에 대한 동기화가 지원되지 않는다. 예를 들어, 기존의 WLAN 시스템에서 복수의 STA 들이 동일한 시간 자원을 통해 상향링크 데이터를 전송하는 경우를 가정하면, 현재 WLAN 시스템에서는 복수의 STA 각각은 다른 STA 의 상향링크 데이터의 전송 타이밍을 알 수 없다. 따라서, AP는 복수의 STA 각각으로부터 동일한 시간 자원 상에서 상향링크 데이터를 수신하기 어렵다.

[482] 또한, 현재 WLAN 시스템에서는 복수의 STA 에 의해 상향링크 데이터를 전송하기 위해 사용되는 주파수 자원 간의 중첩이 발생될 수 있다. 예를 들어, 복수의 STA 각각의 오실레이터(oscillator) 가 다를 경우, 주파수 오프셋 (frequency offset) 이 다르게 나타날 수 있다. 만약, 주파수 오프셋이 다른 복수의 STA 각각이 서로 다른 주파수 자원을 통해 동시에 상향링크 전송을 수행하는 경우, 복수의 STA 각각에 의해 사용되는 주파수 영역 중 일부가 중첩될 수 있다.

[483] 또한, 기존의 WLAN 시스템에서는 복수의 STA 각각에 대한 파워 제어가 수행되지 않는다. 복수의 STA 각각과 AP 사이의 거리와 채널 환경에 종속적으로 AP는 복수의 STA 각각으로부터 서로 다른 파워의 신호를 수신할 수 있다. 이러한 경우, 약한 파워로 도착하는 신호는 강한 파워로 도착하는 신호에 비해 상대적으로 AP에 의해 검출되기 어려을 수 있다.

[484] 이에 따라, 본 발명은 WLAN 시스템에서의 UL MU 전송 방법을 제안한다.

[485] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 다중 사용자 (multi-user) 전송 절차를 예시하는 도면이다.

[486] 도 25를 참조하면, AP가 UL MU 전송에 참여하는 STA 들에게 UL MU 전송을 준비할 것을 지시하고, 해당 STA 들로부터 UL MU 데이터 프레임을 수신하며,

UL MU 데이터 프레임에 대한 응답으로 ACK 프레임을 전송한다.

[487] 먼저 AP는 UL MU 스케줄링 (UL MU scheduling) 프레임(2510) 을 전송함으로써, UL MU 데이터를 전송할 STA 들에게 UL MU 전송을 준비할 것을 지시한다. 여기서, UL MU 스케줄링 프레임은 'UL MU 트리거(trigger) 프레임 ,또는 '트리거 프레임 ,의 용어로 불릴 수도 있다.

[488] 여기서, UL MU 스케줄링 프레임(2510) 은 STA 식별자 (ID: Identifier)/ 주소(address) 정보, 자원 할당 정보, 지속기간(duration) 정보 등과 같은 제어 정보를 포함할 수 있다.

[489] STA ID/ 주소 정보는 상향링 크 데이터를 전송하는 각 STA 을 특정하기 위한 식별자 또는 주소에 대한 정보를 의미한다.

[490] 자원 할당 정보는 각 STA 별로 할당되 는 상향링 크 전송 자원(예를 들어, UL MU OFDMA 전송의 경우 각 STA 에게 할당되 는 주파수 /서브 캐리어 정보, UL MU MIMO 전송의 경우 각 STA 에게 할당되는 스트림 인텍스) 에 대한 정보를 의미한다.

[491] 지속기간(duration) 정보는 복수의 STA 각각에 의해 전송되는 상향링 크 데이터 프레임의 전송을 위한 시간 자원을 결정하기 위한 정보를 의미한다. 이하, 지속기간(duration) 정보를 'MAC duration 으로 지칭한다.

[492] 예를 들어, MAC duration 은 각 STA 의 상향링 크 전송을 위해 할당된 TXOP(Transmit Opportunity) 의 구간 정보 혹은 상향링 크 프레임의 길이에 대한 정보(예를 들어, 비트 또는 심볼)를 포함할 수 있다.

[493] 또한, UL MU 스케줄링 프레임(2510) 은 각 STA 별로 UL MU 데이터 프레임 전송 시 사용해 야 할 MCS 정보, 코딩(Coding) 정보 등과 같은 제어 정보를 더 포함할 수도 있다.

[494] 위와 같은 제어 정보는 UL MU 스케줄링 프레임(25 10)을 전달하는 PPDU 의 HE-part (예를 들어, HE-SIG A 필드 또는 HE-SIG B 필드) 나 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 의 제어 필드(예를 들어, MAC 프레임의 Frame Control 필드 등)에서 전송될 수 있다.

[495] UL MU 스케줄링 프레임(2510) 을 전달하는 PPDU 는 L-part (예를 들어, L-STF 필드, L-LTF 필드, L-SIG 필드 등)으로 시작하는 구조를 가진다. 이에 따라, 레가시 STA 들은 L-SIG 필드로부터 NAV(Network Allocation Vector) 셋팅을 수행할 수 있다. 예를 들어, 레가시 STA 들은 L-SIG 에서 데이터 길이(length) 및 데이터율(data rate) 정보를 기반으로 NAV 셋팅을 위한 구간(이하, 'L-SIG 보호 구간 ,)을 산출할 수 있다. 그리고, 레가시 STA 들은 산출된 L-SIG 보호 구간 동안에는 자신에게 전송될 데이터가 없다고 판단할 수 있다.

[496] 예를 들어, L-SIG 보호 구간은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 의 MAC duration 값과 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 을 전달하는 PPDU 에서 L-SIG 필드 이후의 잔여 구간의 합으로 결정될 수 있다. 이에 따라, L-SIG 보호 구간은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 의 MAC duration 값에 따라 각 STA 에게 전송되는 ACK

프레임(2530)을 전송하는 구간까지의 값으로 설정될 수 있다.

[497] 이하, 각 STA에게 UL MU 전송을 위한 자원 할당 방법을 보다 구체적으로 살펴본다. 설명의 편의를 위해 제어 정보가 포함되는 필드를 구분하여 설명하나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[498] 제1필드는 UL MU OFDMA 전송과 UL MU MIMO 전송을 구분하여 지시할 수 있다. 예를 들어, '0'이면 UL MU OFDMA 전송을 지시하고, '1'이면 UL MU MIMO 전송을 지시할 수 있다. 제1필드의 크기는 1비트로 구성될 수 있다.

[499] 제2필드(예를 들어, STA ID/주소 필드)는 UL MU 전송에 참여할 STA ID 혹은 STA 주소들을 알려준다. 제2필드의 크기는 STA ID를 알려주기 위한 비트 수 x UL MU에 참여할 STA 수로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제2필드가 12비트로 구성되는 경우, 4비트 별로 각 STA의 ID/주소를 지시할 수 있다.

[500] 제3필드(예를 들어, 자원 할당 필드)는 UL MU 전송을 위해 각 STA에 할당되는 자원 영역을 지시한다. 이때, 각 STA에 할당되는 자원 영역은 앞서 제2필드의 순서에 따라 각 STA에게 순차적으로 지시될 수 있다.

[501] 만약, 제1필드 값이 '0'인 경우, 제2필드에 포함된 STA ID/주소의 순서대로 UL MU 전송을 위한 주파수 정보(예를 들어, 주파수 인덱스, 서브캐리어 인덱스 등)를 나타내고, 제1필드 값이 '1'인 경우, 제2필드에 포함된 STA ID/주소의 순서대로 UL MU 전송을 위한 MIMO 정보(예를 들어, 스트림 인덱스 등)를 나타낸다.

[502] 이때, 하나의 STA에게 여러 개의 인덱스(즉, 주파수/서브캐리어 인덱스 또는 스트림 인덱스)를 알려줄 수도 있으므로, 제3필드의 크기는 복수의 비트(혹은, 비트맵(bitmap) 형식으로 구성될 수 있음) x UL MU 전송에 참여할 STA 개수로 구성될 수 있다.

[503] 예를 들어, 제2필드가 'STA 1', 'STA 2'의 순서로 설정되고, 제3필드가 '2', '2'의 순서로 설정된다고 가정한다.

[504] 이 경우, 제1필드가 '0'인 경우, STA 1은 상위(또는, 하위) 주파수 영역부터 주파수 자원이 할당되고, STA 2는 그 다음의 주파수 자원이 순차적으로 할당될 수 있다. 일례로, 80MHz 대역에서 20MHz 단위의 OFDMA를 지원하는 경우, STA 1은 상위(또는, 하위) 40MHz 대역, STA 2는 그 다음의 40MHz 대역을 사용할 수 있다.

[505] 반면, 제1필드가 '1'인 경우, STA 1은 상위(또는, 하위) 스트림이 할당되고, STA 2는 그 다음 스트림이 순차적으로 할당될 수 있다. 이때, 각 스트림에 따른 빔포밍 방식은 사전에 지정되어 있거나, 제3필드 또는 제4필드에서 스트림에 따른 빔포밍 방식에 대한 보다 구체적인 정보가 포함될 수도 있다.

[506] 각 STA은 AP에 의해 전송되는 UL MU 스케줄링 프레임(2510)을 기반으로 UL MU 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)을 AP에 전송한다. 여기서, 각 STA은 AP로부터 UL MU 스케줄링 프레임(2510)을 수신 후 SIFS 이후에 UL MU 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)을 AP에 전송할 수 있다.

[507] 각 STA 은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 의 자원 할당 정보를 기반으로 UL MU OFDMA 전송을 위한 특정한 주파수 자원 또는 UL MU MIMO 전송을 위한 공간적 스트림을 결정할 수 있다.

[508] 구체적으로, UL MU OFDMA 전송의 경우, 각 STA 은 서로 다른 주파수 자원을 통해 동일한 시간 자원 상에서 상향링크 데이터 프레임을 전송할 수 있다.

[509] 여기서, STA 1 내지 STA 3 각각은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 에 포함된 STA ID/ 주소 정보 및 자원 할당 정보를 기반으로 상향링 크 데이터 프레임 전송을 위한 서로 다른 주파수 자원을 할당 받을 수 있다. 예를 들어, STA ID/ 주소 정보가 STA 1 내지 STA 3을 순차적으로 지시하고, 자원 할당 정보가 주파수 자원 1, 주파수 자원 2, 주파수 자원 3을 순차적으로 지시할 수 있다. 이 경우, STA ID/ 주소 정보를 기반으로 순차적 으로 지시된 STA 1 내지 STA 3은 자원 할당 정보를 기반으로 순차적 으로 지시된 주파수 자원 1, 주파수 자원 2, 주파수 자원 3을 각각 할당 받을 수 있다. 즉, STA 1은 주파수 자원 1, STA 2는 주파수 자원 2, STA 3은 주파수 자원 3을 통해 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523) 을 AP로 전송할 수 있다.

[510] 또한, UL MU MIMO 전송의 경우, 각 STA 은 복수의 공간적 스트림 중 적어도 하나의 서로 다른 스트림을 통해 동일한 시간 자원 상에서 상향링 크 데이터 프레임을 전송할 수 있다.

[511] 여기서, STA 1 내지 STA 3 각각은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 에 포함된 STA ID/ 주소 정보 및 자원 할당 정보 기반으로 상향링 크 데이터 프레임 전송을 위한 공간적 스트림을 할당 받을 수 있다. 예를 들어, STA ID/ 주소 정보가 STA 1 내지 STA 3을 순차적으로 지시하고, 자원 할당 정보가 공간적 스트림 1, 공간적 스트림 2, 공간적 스트림 3을 순차적으로 지시할 수 있다. 이 경우, STA ID/ 주소 정보를 기반으로 순차적 으로 지시된 STA 1 내지 STA 3은 자원 할당 정보 기반으로 순차적으로 지시된 공간적 스트림 1, 공간적 스트림 2, 공간적 스트림 3을 각각 할당 받을 수 있다. 즉, STA 1은 공간적 스트림 1, STA 2는 공간적 스트림 2, STA 3은 공간적 스트림 3을 통해 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523) 을 AP로 전송할 수 있다.

[512] 상술한 바와 같이, 각 STA 에 의해 전송되 는 상향링 크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523) 의 전송 지속기간(또는 전송 종료 시점)은 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 에 포함된 MAC duration 정보에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 각 STA 은 비트 패딩(padding) 또는 조각화 (fragmentation) 을 통해 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)(또는, 상향링 크 데이터 프레임을 전달하는 상향링 크 PPDU) 의 전송 종료 시점을 UL MU 스케줄링 프레임(2510) 에 포함된 MAC duration 값을 기반으로 동기화할 수 있다.

[513] 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523) 을 전달하는 PPDU 는 L-part 없이도 새로운 구조로도 구성이 가능하다.

[514] 또한, UL MU MIMO 전송이거나 20MHz 미만의 서브밴드 형태의 UL MU

OFDMA 전송의 경우, 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)을 전달하는 PPDU의 L-part는 SFN 형태(즉, 모든 STA이 동일한 L-part 구성과 내용을 동시에 전송)로 전송될 수 있다. 반면, 20MHz 이상의 서브밴드 형태의 UL MU OFDMA 전송의 경우, 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)을 전달하는 PPDU의 L-part는 각 STA이 할당된 대역에서 20MHz 단위로 각각 L-part가 전송될 수 있다.

[515] 상술한 바와 같이, UL MU 스케줄링 프레임(2510)에서 MAC duration 값이 ACK 프레임(2530)을 전송하는 구간까지의 값으로 설정될 수 있으며, L-SIG 보호 구간은 MAC duration 값을 기반으로 정해질 수 있다. 따라서, 레가시 STA은 UL MU 스케줄링 프레임(2510)의 L-SIG 필드를 통해 ACK 프레임(2530)까지 NAV 셋팅을 할 수 있다.

[516] UL MU 스케줄링 프레임(2510)의 정보로 상향링크 데이터 프레임을 충분히 구성할 수 있다면, UL MU 스케줄링 프레임(2510)을 전달하는 PPDU 내 SIG 필드(즉, 데이터 프레임의 구성 방식에 대한 제어 정보를 전송하는 영역)도 필요 없을 수 있다. 예를 들어, HE-SIG-A 필드 및/또는 HE-SIG-B가 전송되지 않을 수 있다. 또한, HE-SIG-A 필드와 HE-SIG-C 필드는 전송되고, HE-SIG-B 필드는 전송되지 않을 수 있다.

[517] AP는 각 STA으로부터 수신한 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)에 대한 응답으로 ACK 프레임(2530)을 전송할 수 있다. 여기서, AP는 각 STA으로부터 상향링크 데이터 프레임(2521, 2522, 2523)을 수신하고 SIFS 이후에 ACK 프레임(2530)을 각 STA에게 전송할 수 있다.

[518] 만일, 기존의 ACK 프레임의 구조를 동일하게 이용한다면, 6옥텟 크기를 가지는 RA 필드에 UL MU 전송에 참여하는 STA들의 AID(혹은, 부분 AID(Partial AID))를 포함하여 구성할 수 있다.

[519] 또는, 새로운 구조의 ACK 프레임을 구성한다면 DL SU 전송 또는 DL MU 전송을 위한 형태로 구성이 가능하다. 즉, DL SU 전송의 경우 ACK 프레임(2530)은 UL MU 전송에 참여하는 각 STA에게 순차적으로 전송될 수 있으며, DL MU 전송의 경우 ACK 프레임(2530)은 각 STA에 할당된 자원(즉, 주파수 혹은 스트림)을 통해 UL MU 전송에 참여하는 각 STA에게 동시에 전송될 수 있다.

[520] AP는 수신에 성공한 UL MU 데이터 프레임에 대한 ACK 프레임(2530)만을 해당 STA에게 전송할 수 있다. 또한, AP는 ACK 프레임(2530)을 통해 수신 성공 여부를 ACK 또는 NACK으로 알려줄 수 있다. 만약 ACK 프레임(2530)이 NACK 정보를 포함한다면, NACK에 대한 이유나 그 후의 절차를 위한 정보(예를 들어, UL MU 스케줄링 정보 등)도 포함할 수 있다.

[521] 또는, ACK 프레임(2530)을 전달하는 PPDU는 L-part 없이 새로운 구조로 구성할 수도 있다.

[522] ACK 프레임(2530)은 STA ID 혹은 주소 정보를 포함할 수도 있으나, UL MU 스케줄링 프레임(2510)에서 지시된 STA의 순서를 동일하게 적용한다면, STA ID

혹은 주소 정보를 생략할 수도 있다.

[523] 또한, ACK 프레임(2530)의 TXOP (즉, L-SIG 보호 구간)을 연장하여 다음의 UL MU 스케줄링을 위한 프레임이나, 다음의 UL MU 전송을 위한 보정 정보 등을 포함하는 제어 프레임이 TXOP 내 포함될 수도 있다.

[524] 한편, UL MU 전송을 위하여 STA 들 간에 동기를 맞추는 등의 보정(adjustment) 과정을 추가될 수도 있다.

[525] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송 절차를 예시하는 도면이다.

[526] 이하, 설명의 편의를 위해 앞서 도 25의 예시와 동일한 설명은 생략한다.

[527] 도 26을 참조하면, AP가 UL MU에 사용할 STA 들에게 UL MU를 준비할 것을 지시하고, UL MU를 위한 STA 들 간에 동기를 맞추는 등의 보정(adjustment) 과정을 거친 후 UL MU 데이터 프레임을 전송 받고 ACK 을 전송할 수 있다.

[528] 먼저 AP는 UL MU 스케줄링 (UL MU scheduling) 프레임(2610) 을 전송함으로써, UL MU 데이터를 전송할 STA 들에게 UL MU 전송을 준비할 것을 지시한다.

[529] AP로부터 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 을 수신한 각 STA 은 동기 신호(sync signal)(2621, 2622, 2623) 을 AP에 전송한다. 여기서, 각 STA 은 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 을 수신하고 SIFS 이후에 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 AP에 전송할 수 있다.

[530] 그리고, 각 STA 으로부터 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 수신한 AP는 각 STA 에게 보정(adjustment) 프레임(2630) 을 전송한다. 여기서, AP는 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 수신하고 SIFS 이후에 보정 프레임(2630) 을 전송할 수 있다.

[531] 동기 신호(2621, 2622, 2623) 및 보정 프레임(2630) 을 송수신하는 절차는 UL MU 데이터 프레임의 전송을 위하여 각 STA 들 간의 시간/주파수 /파워 등을 보정해 주기 위한 절차이다. 즉, STA 들이 각자의 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 전송하고, AP는 그 값들을 기반으로 시간/주파수 /파워 등의 오차를 보정해주는 보정 정보를 보정 프레임(2630) 을 통해 각 STA 에게 알려줌으로써 다음에 전송될 UL MU 데이터 프레임에서 그 값을 보정해서 전송할 수 있도록 하기 위한 절차이다. 또한 이러한 절차가 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 뒤에 수행됨으로써 STA 은 스케줄링에 따라 데이터 프레임 구성을 준비할 시간을 가질 수 있다.

[532] 보다 구체적으로, UL MU 스케줄링 프레임(26 10)에서 지시된 STA 들은 각자 지시된 혹은 지정된 자원 영역에 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 전송한다. 여기서, 각 STA 으로부터 전송되는 동기 신호(2621, 2622, 2623) 는 TDM(time division multiplexing), CDM(code division multiplexing) 및/또는 SDM(spatial division multiplexing) 방식으로 다중화될 수 있다.

[533] 예를 들어, UL MU 스케줄링 프레임(2610) 에서 지시된 STA 의 순서가 STA 1, STA 2, STA 3이고, CDM 으로 각 STA 의 동기 신호(2621, 2622, 2623)

다중화된 다면, 지정된 STA 순서대로 각각 할당된 시퀀스 I(Sequence 1), 시퀀스 2(Sequence 2), 시퀀스 3(Sequence 3)을 AP에 전송할 수 있다.

[534] 여기서, 각 STA 의 동기 신호(2621, 2622, 2623) 가 TDM, CDM 및/또는 SDM 로 다중화되어 전송되기 위하여 각 STA 이 사용할 자원(예를 들어, 시간/시퀀스/스트림 등)은 사전에 각 STA 에게 지시되거나 정의될 수 있다.

[535] 또한, 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 전달하는 PPDU 은 L-part 를 포함하지 않거나, MAC 프레임의 구성없이 물리 계층 신호만으로 전송될 수 있다.

[536] 각 STA 으로부터 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 수신한 AP는 보정(adjustment) 프레임(2630) 을 각 STA 에게 전송한다.

[537] 이때, AP는 보정 프레임(2630) 을 DL SU 전송 방식으로 각 STA 에게 전송하거 나 DL MU 전송 방식으로 각 STA 에게 전송할 수 있다. 즉, DL SU 전송의 경우 보정 프레임(2630) 은 UL MU 전송에 참여하는 각 STA 에게 순차적 으로 전송될 수 있으며, DL MU 전송의 경우 보정 프레임(2630) 은 각 STA 에 할당된 자원(즉, 주파수 혹은 스트림)을 통해 UL MU 전송에 참여하는 각 STA 에게 동시에 전송될 수 있다.

[538] 보정 프레임(2630) 은 STA ID 혹은 주소 정보를 포함할 수도 있으며, UL MU 스케줄링 프레임(2610) 에서 지시된 STA 의 순서를 동일하게 적용한다면, STA ID 혹은 주소 정보를 생략할 수도 있다.

[539] 또한, 보정 프레임(2630) 은 보정(adjustment) 필드를 포함할 수 있다.

[540] adjustment 필드는 시간/주파수 /전력 등의 오차를 보정하기 위한 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 보정 정보는 AP가 수신하는 STA 들의 신호가 시간/주파수 /전력 등의 오차가 발생할 수 있는데 그 오차 ¾(gap) 을 보정하도록 알려주는 정보를 의미한다. 그 외에도 AP가 수신하는 동기 신호(2621, 2622, 2623) 를 기반으로 각 STA 의 시간/주파수 /전력 등의 오차를 더 정확하게 보정할 수 있는 정보라면 어떤 정보라도 보정 프레임(2630) 에 포함될 수 있다.

[541] 보정 프레임(2630) 을 전달하는 PPDU 는 L-part 없이 새로운 구조로 구성될 수 있다.

[542] 한편, 동기 신호(2621, 2622, 2623) 및 보정 프레임(2630) 을 송수신하는 절차는 각 STA 의 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 을 전송하기 전에 수행될 수도 있다.

[543] 또한, 동기 신호(2621, 2622, 2623) 의 전송을 생략하고, 암묵적 (implicit) 인 측정을 통해 AP가 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 에 보정 정보를 포함하여 전송할 수도 있다. 예를 들어, 후술하는 사전 절차(pre-procedure) 에서 AP는 각 STA 으로부터 전송되는 NDP 또는 버퍼 상태(buffer status)/ 사운딩 (sounding) 프레임을 통해 각 STA 간의 시간/주파수 /파워 등의 오차를 보정해주는 보정 정보를 생성하고, 보정 정보를 UL MU 스케줄링 프레임(26 10)을 통해 각 STA 에게 전송할 수도 있다.

[544] 또한, 보정할 필요가 없는 STA 들이라면(예를 들어, 이전에 UL MU 전송을 수행할 각 STA 간에 보정 절차가 완료된 경우 등) 동기 신호(2621, 2622, 2623) 및

보정 프레임(2630)을 송수신하는 절차는 생략될 수도 있다.

[545] 또한, 일부의 보정 절차만 필요하다면 그 절차만 보정해 줄 수 있다. 예를 들어, UL MU 데이터 프레임의 CP(cyclic prefix) 길이가 STA 간의 어긋난 동기가 문제되지 않을 정도로 긴 경우, 시간 차이를 보정하기 위한 절차는 생략될 수 있다. 혹은 UL MU OFDMA 전송을 할 때 STA 간에 가드 밴드(Guard band)가 충분하다면 주파수 차이를 보정하기 위한 절차는 생략될 수 있다.

[546] 각 STA은 AP에 의해 전송되는 UL MU 스케줄링 프레임(2610) 및 보정 프레임(2630)을 기반으로 UL MU 데이터 프레임(2641, 2642, 2643)을 AP에 전송한다. 여기서, 각 STA은 AP로부터 보정 프레임(2630)을 수신 후 SIFS 이후에 UL MU 데이터 프레임(2641, 2642, 2643)을 AP에 전송할 수 있다.

[547] AP는 각 STA으로부터 수신한 상향링크 데이터 프레임(2641, 2642, 2643)에 대한 응답으로 ACK 프레임(2650)을 전송할 수 있다. 여기서, AP는 각 STA으로부터 상향링크 데이터 프레임(2641, 2642, 2643)을 수신하고 SIFS 이후에 ACK 프레임(2650)을 각 STA에게 전송할 수 있다.

[548] 앞서 도 25 및 도 26에서 UL MU 스케줄링 프레임, 보정 프레임, ACK 프레임 등 UL MU 전송 관련 하향링크 PPDU의 구조는 20MHz 기반으로 구성될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[549] 도 27은 본 발명의 일실시예에 따른 상향링크 다중 사용자 (multi-user) 전송 관련 하향링크 PPDU 구조를 예시하는 도면이다.

[550] 도 27에서는 전대역이 80MHz 이고, UL OFDMA 전송을 위하여 각 STA 별로 20MHz 단위로 대역폭이 할당된다고 가정한다.

[551] 도 27의 (a)를 참조하면, 20MHz PPDU 내에 UL MU의 STA 들의 정보가 모두 포함되고, 이외의 다른 20MHz 채널에 동일한 정보를 복사하여 전송될 수 있다.

[552] 해당 BSS에서 프라이머리 채널(primary channel)이 설정되는 경우, STA은 해당 BSS에 설정된 프라이머리 채널에서 전송되는 정보를 가장 먼저 확인하게 되므로, 프라이머리 20MHz 채널에서만 UL MU 전송의 STA 들의 정보를 전송할 수도 있다. 다만, 이 경우 인접한 BSS로 인하여 해당 프라이머리 채널에 간섭이 발생하게 되면 정보의 손실이 발생될 수 있다.

[553] 각 STA은 자신의 능력(capability)에 따라 가능한 모든 채널을 읽을 수 있다. 예를 들어, STA 1이 40MHz 대역을 지원하는 STA 인 경우, STA 1은 상단에 서부터 첫 번째, 두 번째 채널을 읽을 수 있다. 또한, STA 4가 80MHz 대역을 지원하는 STA 인 경우 STA 4는 4개의 모든 채널을 읽을 수 있다.

[554] 따라서 , 위와 같은 문제를 방지하기 위하여 도 27의 (a)의 경우와 같이 20MHz 별로 모든 채널에서 모든 STA에 대한 정보를 전송하는 것이 바람직할 수 있다. 즉, 특정 채널이 간섭으로 인하여 정보가 손실되더라도 다른 채널을 통해 정보가 성공적으로 전송될 수 있다.

[555] 도 27의 (b)를 참조하면, 각 20MHz 단위마다 할당될 STA 들 각각의 UL MU 전송에 대한 정보를 전송해 줄 수 있다.

[556] 또한, 도 27의 (b)와 달리 STA 1에게 40MHz 채널이 할당되는 경우, STA 1에게 20MHz 단위로 복사된 PPDU 구조로 40MHz 채널을 통해 전송될 수 있다. 또한, 40MHz PPDU 구조로 전송될 수도 있다.

[557] 상술한 바와 같이, 각 STA은 자신의 능력(capability)에 따라 가능한 모든 채널을 읽어 자신에게 전송되는 정보를 확인할 수 있다.

[558] 도 27의 (b)의 경우는 해당 BSS에 프라이머리 채널(primary channel)이 설정되는 않는 경우에 바람직할 수 있다.

[559] 도 27의 (c)를 참조하면, L-part 이외의 HE-part와 데이터는 전대역 PPDU 구조로 전송될 수 있다.

[560] 이 경우는, UL MU에 관련된 모든 단말이 80 MHz를 지원하는 것을 미리 AP가 알고 있는 경우에 바람직할 수 있다.

[561] 도 27에서 예시하고 있는 80MHz, 20MHz 등의 대역폭은 설명의 편의를 위해 예시적인 값에 불과하고, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[562] 또한, HE-part 중에 일부(예를 들어, HE-SIG A 필드, HE-STF 필드, HE-LTF 필드, HE-SIG B 필드 중 적어도 어느 하나)는 L-part의 구조를 따를 수도 있다. 즉, L-part와 같이 항상 20MHz의 단위로 구성될 수 있다.

[563] 또한, UL MU 관련 DL PPDU는 각 프레임 별로 각각 다른 구조를 가질 수도 있다. 예를 들어 UL MU 스케줄링 프레임은 도 27의 (a)와 같이 20MHz 단위로 전대역에 복사되어 모두 동일한 정보가 전송되는 구조를 따르고, 하향링크 ACK 프레임은 도 27의 (a) 중에서 하나의 20MHz 단위의 PPDU를 통해서만 전송될 수도 있다.

[564] 한편, 도 27에 따른 UL MU 전송과 관련된 DL PPDU 구조는 설명의 편의를 위해 UL MU OFDMA 전송에서 각 STA 별로 20MHz 단위로 채널이 할당되는 경우를 가정하여 설명하였으나, UL MU MIMO 전송의 경우에도 위의 방법이 동일하게 적용될 수 있다.

[565] 예를 들어, 20MHz 에서 STA 1 내지 STA 4에게 20MHz 단위의 스트림 1 내지 스트림 4가 순차적으로 할당되어 UL MU MIMO 전송이 수행되는 경우, 도 27의 (a)와 같이 각 스트림에서 모든 STA에 대한 정보가 포함되어 전송될 수 있다.

[566] 또한, 도 27의 (b)와 같이 20MHz 단위의 각 스트림 별로 해당 스트림이 할당된 STA에 대한 정보만이 포함되어 전송될 수 있다.

[567] 또한, 전대역 80MHz 에서 각 STA 별로 80MHz 단위의 UL MU MIMO 전송을 지원하는 경우, 도 27의 (c)와 같이 80MHz 단위의 각 스트림 별로 모든 STA에 대한 정보가 포함되어 전송될 수 있다.

[568] 다만, UL MU OFDMA 전송과 UL MU MIMO 전송을 동시에 지원하기 위하여 도 27의 (a)와 같은 PPDU 구조가 바람직할 수도 있다. 예를 들어, 전대역 80MHz 에서 각 STA 별로 20MHz 단위의 UL MU OFDMA 전송을 지원하기 위해서는 도 27의 (a)의 예시와 같이 PPDU를 구성하고, 전대역 20MHz 에서 각 STA 별로 5MHz 단위의 UL OFDMA 나 20MHz 단위의 UL MU MIMO 전송을

지원하기 위해서는 도 27의 (a)의 예시 중에 하나의 20MHz 의 PPDU 구조만을 전송해도 무방하기 때문이다. 이 경우, 동일한 PPDU 구조를 통해 UL MU OFDMA 전송과 UL MU MIMO 전송 관련 DL 프레임 구조를 구성할 수 있다.

[569] 앞서 설명한 UL MU 전송을 위해서는 UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 가 필요하다.

[570] 사전 절차는 UL MU 전송에 필요한 STA 들의 채널 상태 및/또는 STA 들의 버퍼 상태(Buffer status)에 대한 보고 등을 위해서 준비를 하는 단계를 의미한다.

[571] 여기서, 버퍼 상태 정보는 STA 이 상향링 크로 전송할 데이터가 어떤 형태인지(예를 들어, AC(Access Category) 정보(예를 들어, 음성(voice), 비디오(video), 데이터(data) 등), 얼마나 큐(queue)에 누적되어 있는지 (예를 들어, 상향링 크 데이터 크기, 상향링 크 데이터가 누적된 큐 크기 등), 상향링 크 데이터 전송이 얼마나 시급한지 (예를 들어, 백오프 카운트 (Backoff count), 경쟁 윈도우 (Contention Window) 값 등)에 대한 정보 등을 포함할 수 있다.

[572] 1) NDP 절차를 이용하는 방법

[573] UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 는 앞서 도 11의 예시와 유사하게 NDP 를 이용하여 수행될 수 있다. 즉, UL MU 전송에 참여하는 각 STA 으로부터 NDP 를 수신함 으로써 , AP가 각 STA 별로 상향링 크 채널 상태 정보 및/또는 버퍼 상태 정보를 획득할 수 있다. 이에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

[574] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 예시하는 도면이다.

[575] 도 28에서는 UL MU 전송을 위하여 3개의 STA(STA 1, STA 2, STA 3)이 참여하는 경우를 가정한다.

[576] 도 28을 참조하면, AP는 UL MU 전송에 참여하는 각 STA 에게 버퍼 상태/사운딩 요청을 하기 위하여 NDPA(Null Data Packet Announcement) 프레임(2810) 을 전송한다.

[577] 여기서, NDPA 프레임(2810) 은 앞서 도 12의 예시와 동일한 포맷으로 구성될 수 있다.

[578] 다만, NDPA 프레임(2810) 은 기존의 하향링크 사운딩 절차에 이용되는 NDPA 프레임과 구별하기 위하여, 예비(Reserved) 비트(예를 들어, Sounding Dialog Token 필드의 예비 2 비트)를 이용하여 UL MU 전송을 위한 공지(announcement) 임을 알릴 수 있다.

[579] NDPA 프레임(28 10)은 UL MU에 참여하는 대상 STA 에 대한 정보를 포함하는 STA Info 필드를 포함한다. STA Info 필드는 사운딩 대상 STA 마다 하나씩 포함될 수 있으며, AID12 서브필드에 UL MU 전송에 참여하는 대상 STA 을 식별하기 위한 AID 가 포함된다.

[580] 또한, NDPA 프레임(2810) 은 UL MU 전송을 위한 자원 할당 필드를 더 포함할 수 있다. 혹은, STA Info 필드의 Nc Index 서브필드를 이용하여 각 STA 에 할당되는 UL MU 전송을 위한 자원 할당 정보를 전송할 수도 있다. 이하, 자원

할 당 정보를 포함하는 필드를 '자원 할 당 필 드 로 통칭한다.

[581] 자 원 할 당 필드는 UL MU 전송을 위해 각 STA 의 주파수 /스트림 채 널 상황의 보 고 를 위 한 자 원 영 역(예를 들 어, UL MU OFDMA 전송의 경우 각 STA 이 채 널 상황을 보 고하기 위 한 주파수 /서브 캐 리어 정보, UL MU MIMO 전송의 경우 각 STA 이 채 널 상황을 보 고하기 위 한 스 트 림 인 텍스)을 지 시 한다. 이 때, 각 STA 에 할당되 는 자 원 영 역은 앞서 AID12 서 브 필드의 순 서에 따 라 각 STA 에 게 순차적 으 로 지 시 될 수 있다.

[582] UL MU MIMO 전송의 경우, η개의 AID12 서 브필드 및 자 원 할 당 필 드를 기 반으로 각 STA 에 할당되 는 공간적 스트림 이 지 시 될 수 있다. 또한, UL MU OFDMA 전송의 경우, η개의 AID12 서 브필드 및 자 원 할 당 필 드를 기 반으로 복수의 STA 각각에 할 당 되는 주파수 자 원 이 지 시 될 수 있다.

[583] NDPA 프 레 임(2810) 을 수신한 STA 들 은 STA Info 필드에 포함된 AID12 서 브 필 드 값을 확 인하고, 자신이 UL MU 전송을 위한 대상 STA 인지 확 인할 수 있다.

[584] 또한, STA 들 은 NDPA 에 포함된 STA Info 필드의 순 서를 통 해 NDP 전송의 순 서를 알 수 있다. 도 28에서는 STA 1, STA 2, STA 3의 순 서 대 로 NDP(2820, 2840, 2860) 를 AP에 전송하는 경우를 예 시 한다.

[585] 각 STA 들 은 NDPA 프 레 임(28 10) 에서 지 시 된 자 원 영 역(예를 들 어, UL MU OFDMA 전송의 경우 각 STA 이 채 널 상황을 보 고하기 위 한 주파수 /서브 캐 리어 정보, UL MU MIMO 전송의 경우 각 STA 이 채 널 상황을 보 고하기 위 한 스트림 인 텍스) 을 통 해 NDP(2820, 2840, 2860) 를 AP에 전송할 수 있다.

[586] 먼 저, NDPA 프 레 임(2810) 을 수신한 STA 1은 NDP(2820) 을 AP에 전송 한다.

[587] STA 1은 NDPA 프 레 임(2810) 을 수 신하고 SIFS 이후에 NDP(2820) 을 AP에 전송할 수 있다.

[588] 여 기서, 각 STA 이 전송하는 NDP(2820, 2840, 2860) 은 AP가 전송하는 NDP 포맷을 동 일하게 이용하여 구 성 된다. 다만, 각 STA 이 전송하는 NDP(2820, 2840., 2860) 의 VHT-LTF 필 드(또는 HE-LTF 필드) 는 NDPA 프 레 임(2810) 에서 지 시 된 자 원 영 역만 큼(즉, 주파수 /스트림 개 수 만큼) 포함될 수도 있다.

[589] AP는 STA 1으 로부터 수신한 NDP(2820) 의 트 레 이 닝 필 드(training field) (예를 들 어, VHT-LTF 필 드 또 는 HE-LTF 필드) 를 기초로 상 향링크 채 널 상 태 정보를 획 득 한다.

[590] 다 음 으로, AP는 STA 2로부터 상향링 크 채 널 정보를 획 득하기 위 하 여 빔 포 밍 보 고 폴 (Beamforming Report Poll) 프 레 임(2830) 을 STA 2에 게 전송 한다.

[591] AP는 STA 1로부터 NDP 을 수 신하고 SIFS 이후 에 Beamforming Report Poll 프 레 임(2830) 을 STA 2에 게 전송할 수 있다.

[592] 여 기서, Beamforming Report Poll 프 레 임(2830, 2850) 은 앞서 도 15의 예 시 와 동일한 포 맷으로 구 성 될 수 있다.

[593] Beamforming Report Poll 프 레 임(2830) 을 수 신 한 STA 2는 NDP(2840) 을 AP로

전송한다.

[594] 여기서, STA 2는 Beamforming Report Poll 프레임(2830)을 수신하고 SIFS 이후에 NDP(2840)을 AP로 전송할 수 있다.

[595] 다음으로, STA 2에 대한 과정과 동일하게, AP는 STA 3로부터 상향링크 채널 정보를 획득하기 위하여 Beamforming Report Poll 프레임(2850)을 STA 3에게 전송하고, Beamforming Report Poll 프레임(2850)을 수신한 STA 3는 NDP(2860)을 AP로 전송한다.

[596] AP는 각 STA으로부터 수신한 NDP를 통해 채널 상태 정보 및/또는 버퍼 상태 정보를 획득할 수 있다. 그리고, 획득한 정보를 기초로 각 STA에게 UL MU 자원(예를 들어, UL MU MIMO의 경우 각 STA 별 스트림, UL MU OFDMA의 경우 각 STA 별 주파수/서브캐리어)를 할당할 수 있다.

[597] 2) 새로운 프레임을 구성하는 방법

[598] 앞서 도 28의 예시와는 달리 UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure)는 새롭게 구성된 프레임을 이용하여 수행될 수 있다. 즉, 기존에 정의된 NDPA 프레임 또는 NDP를 이용하지 않고, 상향링크 채널 상태 정보 및 버퍼 상태 정보를 획득하기 위한 새로운 프레임을 정의할 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

[599] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 다중 사용자(multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure)를 예시하는 도면이다.

[600] 도 29에서는 UL MU 전송을 위하여 3개의 STA(STA 1, STA 2, STA 3)이 참여하는 경우를 가정한다.

[601] 도 29를 참조하면, AP는 UL MU 전송에 참여하는 각 STA에게 버퍼 상태/사운딩 요청을 하기 위하여 버퍼 상태 요청(BSR: Buffer status request)/ 사운딩 요청(SR: sounding request) 프레임(2910)을 각 STA에게 전송한다.

[602] 여기서, BSR/SR 프레임(2910)은 UL MU에 참여하는 대상 STA의 ID(예를 들어, AID) 및/또는 주소(address)를 포함한다.

[603] 또한, BSR/SR 프레임(2910)은 UL MU에 참여하는 대상 STA이 버퍼 상태를 보고하고, 사운딩 프레임을 AP로 전송하기 위한 정보들을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 정보는 버퍼 상태(BS: Buffer Status)/ 사운딩(Sounding) 프레임을 전송하는 STA의 순서대로 포함될 수 있다.

[604] 또한, BSR/SR 프레임(2910)은 UL MU 전송을 위한 자원 할당 필드를 더 포함할 수 있다.

[605] 자원 할당 필드는 UL MU 전송을 위해 각 STA의 주파수/스트림 채널 상황을 보고하기 위한 자원 영역(예를 들어, UL MU OFDMA 전송의 경우 각 STA이 채널 상황을 보고하기 위한 주파수/서브캐리어 정보, UL MU MIMO 전송의 경우 각 STA이 채널 상황을 보고하기 위한 스트림 인덱스)을 지시한다. 이때, 각 STA에 할당되는 자원 영역은 앞서 STA ID/ 주소의 순서에 따라 각 STA에게 순차적으로 지시될 수 있다.

[606] UL MU MIMO 전송의 경우, n개의 STA ID/주소 및 자원 할당 필드를 기반으로 각 STA에 할당되는 공간적 스트림이 지시될 수 있다. 또한, UL MU OFDMA 전송의 경우, η개의 STA ID/주소 및 자원 할당 필드를 기반으로 복수의 STA 각각에 할당되는 주파수 자원이 지시될 수 있다.

[607] 각 STA들은 버퍼 상태(BS)/사운딩 (sounding) 프레임(2920, 2940, 2960)을 AP에 전송한다. 여기서, STA들은 BSR/SR 프레임(2910)에 포함된 STA ID/주소 정보의 순서를 통해 BS/sounding 프레임(2920, 2940, 2960)의 전송 순서를 알 수 있다. 도 29에서는 STA 1, STA 2, STA 3의 순서대로 BS/sounding 프레임(2920, 2940, 2960)를 AP에 전송하는 경우를 예시한다.

[608] 각 STA들은 BSR/SR 프레임(29 10)에서 지시된 자원 영역(예를 들어, UL MU OFDMA 전송의 경우 각 STA이 채널 상황을 보고하기 위한 주파수/서브 캐리어 정보, UL MU MIMO 전송의 경우 각 STA이 채널 상황을 보고하기 위한 스트림 인덱스)을 통해 BS/sounding 프레임(2920, 2940, 2960)를 AP에 전송할 수 있다.

[609] 먼저, BSR/SR 프레임(29 10)을 수신한 STA 1은 BS/sounding 프레임(2920)을 AP에 전송한다.

[610] STA 1은 BSR/SR 프레임(2910)을 수신하고 SIFS 이후에 BS/sounding 프레임(2920)을 AP에 전송할 수 있다.

[611] 여기서, 각 STA이 전송하는 BS/sounding 프레임(2920, 2940, 2960)은 버퍼 상태 정보와 사운딩 (sounding)을 위한 트레이닝 필드(예를 들어, VHT-LTF 필드 또는 HE-LTF 필드)를 포함할 수 있다. 예를 들어, Frame Control 필드에 버퍼 상태 정보가 포함되고, LTF 필드(예를 들어, VHT-LTF 필드 또는 HE-LTF 필드)는 BSR/SR 프레임(2910)에서 지시된 자원 영역만큼(즉, 주파수/스트림 개수만큼) 포함될 수 있다.

[612] 또한, 각 STA이 사운딩 (sounding)을 위한 트레이닝 필드를 전송하는 대신, BS/sounding 프레임(2920, 2940, 2960)(예를 들어, Frame Control 필드)에 UL MU 전송의 구성에 필요한 정보를 포함시켜 전송할 수도 있다. 예를 들어, 각 STA이 선호하는 (prefer) 하는 스트림 수, 빔포밍 행렬(beamforming matrix), MCS 구성, 서브캐리어의 위치 등의 정보를 포함시켜 전송할 수 있다.

[613] 다음으로, AP는 STA 2로부터 상향링크 채널 정보를 획득하기 위하여 폴링(Polling) 프레임(2930)을 STA 2에게 전송한다.

[614] AP는 STA 1로부터 BS/Sounding 프레임(2920)을 수신하고 SIFS 이후에 Polling 프레임(2930)을 STA 2에게 전송할 수 있다.

[615] Polling 프레임은 다음 STA이 BS/Sounding 프레임을 전송할 수 있도록 도움을 주는 프레임을 의미한다. 만약 BS/Sounding 프레임이 일정시간 내에 (예를 들어, SIFS) 수신되지 않는다면, AP는 다음 STA이 BS/Sounding 프레임을 전송할 수 있도록 Polling 프레임을 전송할 수 있다.

[616] Polling 프레임(2930)을 수신한 STA 2는 BS/Sounding 프레임(2940)을 AP로 전송한다.

[617] 여기서, STA 2는 Polling 프레임(2930)을 수신하고 SIFS 이후에 BS/Sounding 프레임(2940)을 AP로 전송할 수 있다.

[618] 다음으로, STA 2에 대한 과정과 동일하게, AP는 STA 3로부터 상향링크 채널 정보를 획득하기 위하여 Polling 프레임(2950)을 STA 3에게 전송하고, Polling 프레임(2930)을 수신한 STA 3는 BS/Sounding 프레임(2960)을 AP로 전송한다.

[619] AP는 각 STA으로부터 수신한 BS/Sounding 프레임을 통해 채널상태정보 및/또는 버퍼 상태 정보를 획득할 수 있다. 그리고, 획득한 정보를 기초로 각 STA에게 UL MU 자원(예를 들어, UL MU MIMO 의 경우 각 STA 별 스트림, UL MU OFDMA 의 경우 각 STA 별 주파수/서브캐리어)를 할당할 수 있다.

[620] 한편, 도 29의 예시에서 각 프레임(BSR/SR 프레임, BS/Sounding 프레임, Polling 프레임)을 전달하는 PPDU는 L-part를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. L-part를 포함하지 않는 경우, HE-SIG 필드(또는, HE-SIG A 및 HE-SIG B), HE-STF, HE-LTF 만으로 구성될 수 있으며, 추가로 PSDU가 존재하는 경우에 데이터 필드를 포함할 수 있다.

[621] 예를 들어, 첫 번째로 전송되는 프레임인 BSR/SR 프레임을 전달하는 PPDU에서만 L-part를 포함하여 L-SIG 필드를 기반으로 레가시 STA에게 NAV 셋팅을 할 수 있도록 하고, 이외의 프레임을 전달하는 PPDU에서는 L-part 없이 구성할 수 있다. 이때, L-SIG 필드 값은 마지막 STA으로부터 BS/Sounding 프레임을 수신하는 구간까지의 값으로 설정될 수 있다.

[622] 3) 새로운 프레임 구성없이 기존 프레임에 포함되는 제어 필드를 업데이트하는 방식

[623] 새로운 프레임을 구성하지 않고, 기존에 이용되는 MAC 프레임에 포함되는 프레임 제어 필드(Frame Control field)를 업데이트하여 UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure)를 수행할 수 있다.

[624] 예를 들어, VHT control 필드(앞서 도 10 참조)를 포함하는 프레임을 이용한다면, VHT control 필드 중 예비 비트(reserved bit)를 UL MU 용으로 설정함(예를 들어, '1'로 셋팅) 으로써, VHT control 필드의 제어 정보를 주고 받는 이외에 버퍼 상태(buffer status) 정보도 포함시킬 수 있다. 즉, VHT control 필드 중 예비 비트(reserved bit)가 UL MU 용으로 설정되지 않은 경우 기존의 프레임 구성과 동일하게 이용할 수 있으며, UL MU 용으로 설정되는 경우 UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure)를 위해 이용할 수 있다.

[625] 이때, AP는 VHT control 필드 중 예비 비트(reserved bit)를 UL MU 용으로 설정하고, MRQ 서브필드는 '1'로 셋팅함으로써 버퍼 상태/사운딩을 요청할 수 있다.

[626] STA은 AP로부터 VHT control 필드를 통해 요청을 받거나(즉, 비자발적 전송 케이스) 받거나 혹은 스스로의 판단에 의해서(즉, 자발적 전송 케이스) 기존의 다른 정보들과 함께 UL MU 전송에 필요 없는 필드들을 UL MU 전송 용으로 변경함으로써 버퍼 상태/사운딩 보고를 수행할 수 있다. 예를 들어, GID 6

비트(도 10에서 MFSI/GID-L 서브필드 및 GID-H 서브필드) 대신 AC(Access Category) 정보(2 비트) 및 데이터 크기(4 비트) 등 버퍼 상태 정보를 지시하는 6 비트를 포함시킬 수 있다.

[627] 또한, 비콘 프레임 등과 같이 주기적으로 전송되는 신호(혹은 프레임)을 이용하여 각 STA 에 대한 버퍼 상태를 체크할 수 있다.

[628] 예를 들어, AP는 비콘(Beacon) 프레임에 채널 상태 및/또는 버퍼 상태 요청 정보를 포함시킨 다음, CF-폴(contention free-poll) 프레임 등을 이용하여 각 STA 으로부터 버퍼 상태를 보고 받거나, CF-폴(contention free-poll) 프레임 등을 이용하여 상향링크 프레임에 채널 상태 및/또는 버퍼 상태를 포함시켜 전송하도록 지시할 수 있다. 이때, AP는 이러한 채널 상태 및/또는 버퍼 상태 요청 정보를 비콘 프레임에 항상 포함시키거나, 필요할 때만 포함시킬 수 있다.

[629] 예를 들어, NDPA(Null Data Packet Announcement) 프레임을 사용하여 UL MU 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 수행하는 경우, NDPA 프레임은 다음과 같이 구성될 수 있다.

[630] 도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 NDPA(Null Data Packet Announcement) 프레임을 예시하는 도면이다.

[631] 도 30을 참조하면, NDPA 프레임은 프레임 제어(Frame Control) 필드, 지속 시간(Duration) 필드, RA(Receiving Address) 필드, TA(Transmitting Address) 필드, 사운딩 다이얼로그 토큰(Sounding Dialog Token) 필드, STA 정보 1(STA Info 1) 필드 내지 STA 정보 n(STA Info n) 필드 및 FCS 필드로 구성될 수 있다.

[632] RA 필드 값은 NDPA 프레임을 수신하는 수신자 주소(receiver address) 또는 STA 주소를 나타낸다.

[633] NDPA 프레임이 하나의 STA Info 필드를 포함하는 경우, RA 필드 값은 STA Info 필드 내 AID 에 의해 식별되는 STA 의 주소를 가질 수 있다. 예를 들어, DL SU-MIMO 또는 UL SU-MIMO 채널 사운딩을 위하여 하나의 대상 STA 으로 NDPA 프레임을 전송하는 경우, AP는 NDPA 프레임을 대상 STA 에게 유니캐스트(unicast) 로 전송한다.

[634] 반면, NDPA 프레임이 하나 이상의 STA Info 필드를 포함하는 경우, RA 필드 값은 브로드 캐스트 주소(broadcast address)를 가질 수 있다. 예를 들어, DL MU MIMO/OFDMA 또는 UL MU MIMO/OFDMA 채널 사운딩 을 위하여 적어도 하나 이상의 대상 STA 으로 NDPA 프레임을 전송하는 경우, AP는 NDPA 프레임을 브로드 캐스팅한다.

[635] TA 필드 값은 NDPA 프레임을 전송하는 송신자 주소(transmitter address) 또는 전송하는 STA 의 주소 또는 대역폭 시그널링 TA(bandwidth signaling TA) 를 나타낸다.

[636] Sounding Dialog Token 필드(또는 Sounding Sequence 필드) 는 예비(Reserved) 서브필드 및 시퀀스 번호(Sequence Number) 서브필드로 구성될 수 있다.

[637] Sounding Dialog Token 필드는 UL MU 전송을 위한 사전 절차(즉, 사운딩 보고

및/또는 버퍼 상태 정보 보고) 인지 DL MU 전송을 위한 사전 절차(즉, 사운딩 보고) 인지 여부를 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[638] 표 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 Sounding Dialog Token 필드를 예시하는 표이다.

[639] 표 10

[Table 10]

서브필드	비트	설명(description)
Reserved	2	레가시 STA의 경우, 이 필드는 무시한다.80.11ax STA(즉, HE STA)의 경우, 다음과 같이 해석한다. '0': DL beamforming (또는, DL MU)'1': UL beamforming (또는, UL MU)
Sounding Dialog Token Number	6	NDPA 프레임을 식별하기 위해 Beamformer에 의해 선택된 값

[640] 표 10을 참조하면, 레가시 STA 은 예비(Reserved) 서브필드를 무신한다.

[641] HE STA 은 Reserved 서브필드 값이 '0 ,이면, DL beamforming (즉, DL MU 전송)으로 해석한다. 그리고, 앞서 설명한 바와 같이 NDP (또는 Beamforming Report Poll 프레임)을 통해 하향링크 채널을 추정하여, VHT Compressed Beamforming 프레임을 통해 채널 정보를 AP에 피드백한다.

[642] 반면, HE STA 은 Reserved 서브필드 값이 '1 ,이면, UL beamforming (즉, UL MU 전송)으로 해석한다. 그리고, 각 STA 은 AP가 상향링크 채널을 추정할 수 있도록 상향링크 패킷 또는 프레임을 AP에 전송한다.

[643] 각 STA Info 필드는 AID12 서브필드, 피드백 타입(Feedback Type) 서브필드 및 Nc 인텍스(Nc Index) 서브필드로 구성될 수 있다.

[644] 표 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 STA Info 필드를 예시하는 표이다.

[645] 표 11

[Table 11]

서브필드	비트	설명(description)
AID12	12	사운딩 피드백 대상이 되는 STA의 AID를 포함함대상 STA이 AP이거나 메쉬(mesh) STA이거나 IBSS 멤버인 STA인 경우, AID12 서브필드 값은 '0'으로 설정함
Feedback Type	1	사운딩 대상 STA에 대한 피드백 요청 타입을 지시함SU인 경우 '0'MU인 경우 '1'
Nc Index	3	- 레가시 STA 혹은 802.11ax STA(즉, HE STA) 중에 Sounding Dialog Token 필드의 예비(Reserved) 서브필드를 통해 DL beamforming (즉, DL MU)으로 해석되는 경우, 다음과 같이 해석한다. Feedback Type 서브필드가 MU-MIMO를 지시하는 경우, 압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix)의 열(column) 개수(Nc)에서 1을 차감한 값을 지시함Nc=1 경우, '0'Nc=2 경우, '1'...Nc=8 경우, '7'SU-MIMO인 경우, 예비 서브필드로 설정됨- 802.11ax STA(즉, HE STA) 중에 Sounding Dialog Token 필드의 예비(Reserved) 서브필드를 통해 UL beamforming으로 해석되는 경우, 다음과 같이 해석한다.각 STA이 전송해야 하는 사운딩 스트림(sounding stream) 수

[646] 표 11을 참조하면, Nc Index 서브필드는 DL MU 전송인지 UL MU 전송인지 에 따라 서로 다른 정보를 포함할 수 있다.

[647] 먼저, Sounding Dialog Token 필드의 예비(Reserved) 서브필드 값이 '0 ,인 경우(즉, DL MU 전송의 경우), Nc Index 서브필드는 압축된 빔포밍 피드백 행렬(compressed beamforming feedback matrix) 의 ¾ (column) 개수(Nc)(MU-MIMO 경우)를 포함하 거나, 예비 서브필드로 설정된다(SU-MIMO 의 경우).

[648] 따라서 , 레가시 STA 또는 802.1 lax STA (즉, HE STA) 은 Nc Index 서브필드 값에 따라 AP로부터 수신하는 NDP (또는 Beamforming Report Poll 프레임)을 통해 추정된 하향링크 채널 정보를 AP에 피드백한다.

[649] 반면, Sounding Dialog Token 필드의 예비(Reserved) 서브필드 값이 '1 ,인 경우(즉, UL MU 전송의 경우), Nc Index 서브필드는 각 STA 이 전송해 야 하는 사운딩 스트림 (sounding stream) 수를 포함한다.

[650] 여기서, 사운딩 스트림 수는 해당 사운딩 스트림의 수만큼의 LTF 필드(예를 들어, HE-LTF 나 HE- 미드엠블 (HE-midamble) 등)를 포함하는 NDP 를 전송하라는 의미로 해석된다.

[651] 따라서 , 802.1 느x STA(즉, I또 STA시 은 AP에서 상향링크 채널을 추정할 수

있도록 Nc Index 서브필드에 의해 지시된 스트림 수만큼 LTF 필드를 포함하는 NDP 를 AP에 전송한다. 이때, STA 능력(capability) 이 최대 4 개의 스트림을 지원하더 라도, AP가 Nc Index 서브필드를 통해 2개의 스트림 에 대한 LTF 필드를 포함하는 NDP 를 전송하라고 명령하는 경우, 해당 STA 은 Nc Index 서브필드에 의해 지시된 2개의 스트림 에 대한 LTF 필드를 포함하는 NDP 를 AP에 전송한다.

[652] 이상으로 설명한 세 번째 방식은 첫 번째 방식 또는 두 번째 방식과 함께 구성될 수도 있다. 예를 들어, 첫 번째 방식으로 채널 정보를 송수신 하고, 세 번째 방식으로 버퍼 상태 정보를 송수신할 수 있다.

[653] 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링 크 다중 사용자 (multi-user) 전송을 위한 사전 절차(pre-procedure) 를 예시하는 도면이다.

[654] 도 31을 참조하면, AP는 UL MU 전송에 참여하는 STA 1 내지 STA n(n 은 2 이상) 에게 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임을 전송한다 (S3101).

[655] 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임은 앞서 설명한 NDPA(VHT Null Data Packet Announcement) 프레임, 비콘(Beacon) 프레임 등이 이용될 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이 새로운 프레임을 정의하지 않고 기존에 이용되는 MAC 프레임의 프레임 제어 필드(Frame Control field) 를 업데이트하여 이용할 수도 있다. 또한, 새롭게 정의된 버퍼 상태 요청(Buffer status request)/ 사운딩 요청(sounding request) 프레임이 이용될 수도 있다.

[656] 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임은 각 STA 이 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 전송해 야 하는 스트림 의 개수를 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[657] 또한, 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임은 각 STA 이 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 전송할 순서 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임은 각 STA 의 순서 정보에 따라 상술한 사운딩 스트림 (sounding stream) 개수 정보를 포함할 수 있다.

[658] 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임으로서 기존의 NDPA(VHT Null Data Packet Announcement) 프레임이 이용되는 경우, 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임은 DL MU 전송을 위한 프레임인지 UL MU 전송을 위한 프레임인지 구분하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[659] 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임을 수신한 STA 1 내지 STA n은 AP에게 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 전송한다 (S3102).

[660] STA 1 내지 STA n은 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임에서 지시된 순서 정보에 따라 순서대로 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 AP에게 전송할 수 있다.

[661] 또한, STA 1 내지 STA n은 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임에 의해 지시된 스트림 개수만큼 LTF (예를 들어, HE-LTF 또는 HE-midamble 등) 심볼 개수를 포함하는 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 AP에 전송할 수 있다.

[662] 한편, 사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임을 전달하는 PPDU 은 L-SIG 필드 값을 기반으로 레가시 STA 가 NAV 셋팅을 할 수 있도록 L-part 를 포함할 수

있으나, 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 전달하는 PPDU 은 L-part 를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. L-part 를 포함하지 않는 경우, HE-SIG 필드(또는, HE-SIG A 및 HE-SIG B), HE-STF, HE-LTF 만으로 구성될 수 있으며, 추가로 PSDU 가 존재하는 경우 데이터 필드를 포함할 수 있다.

[663] 또한, S31()I 에서 예시되지는 않았으나, 앞서 도 28 또는 도 29와 같이 두 번째 순서 이후의 STA 은 AP로부터 폴링(Polling) 프레임을 수신한 후에 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 AP에 전송할 수 있다. 예를 들어, 첫 번째 순서의 STA 이 AP에 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 전송하면, AP는 두 번째 순서의 STA 에게 폴링(Polling) 프레임을 전송하고, 두 번째 순서의 STA 은 폴링(Polling) 프레임 수신 후 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 AP에 전송할 수 있다. 세 번째 순서 이후의 STA 도 동일한 방식으로 진행될 수 있다.

[664] 이후, AP는 각 STA 으로부터 수신한 사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임을 통해 채널 상태 정보 및/또는 버퍼 상태 정보를 획득할 수 있다. 그리고, 획득한 정보를 기초로 각 STA 에게 UL MU 자원(예를 들어, UL MU MIMO 의 경우 각 STA 별 스트림, UL MU OFDMA 의 경우 각 STA 별 주파수 /서브캐리어)를 할당할 수 있다.

[665]

[666] 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

[667] 도 32은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 장치를 예시하는 블록도이다.

[668] 도 32을 참조하면, 본 발명에 따른 장치(3210) 는 프로세서 (processor, 3211), 메모리(memory, 3212), RF 유닛(radio frequency unit, 3213) 를 포함할 수 있다. 장치(3210) 는 본 발명에 따른 실시예를 구현하기 위한 AP 또는 non-AP STA 일 수 있다.

[669] RF 유닛(3213) 는 프로세서 (3211) 와 연결되어 무선 신호를 송신/수신할 수 있다. 예를 들어, IEEE 802.11 시스템에 따른 물리 계층을 구현할 수 있다.

[670] 프로세서 (3211) 는 RF 유닛(3213) 와 연결되어 IEEE 802.il 시스템에 따른 물리 계층 및/또는 MAC 계층을 구현할 수 있다. 프로세서 (3211) 는 전술한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 또한, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 AP 및/또는 STA 의 동작을 구현하는 모듈이 메모리 (3212) 에 저장되고, 프로세서 (3211) 에 의하여 실행될 수 있다.

[671] 메모리 (3212) 는 프로세서 (3211) 와 연결되어, 프로세서 (3211) 를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. 메모리 (3212) 는 프로세서 (3211) 의 내부에 포함되거나 또는 프로세서 (3211) 의 외부에 설치되어 프로세서 (3211) 와 공지의 수단에 의해 연결될 수 있다.

[672] 또한, 장치(3210) 는 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna) 를 가질 수 있다.

[673] 위와 같은, 장치(3210) 의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가

동시에 적용되도록 구현될 수 있다.

[674] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[675] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[676] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[677] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

[678] 본 발명의 무선 통신 시스템에서 상향링크 다중 사용자 전송 방안은 IEEE 802.11 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, IEEE 802.11 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

청구범위

[청구항 1] 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 방법에 있어서,
STA(Station) 이 AP(Access Point) 로부터 사운딩 요청 프레임을 수신하는 단계 ;및
상기 STA 이 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 상기 AP에게 전송하는 단계를 포함하고,
상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하며 ,
상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 심볼을 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 사운딩 요청 프레임은 상기 사운딩 요청 프레임이 상향링크 데이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 사운딩 요청 프레임은 VHT 제어(VHT Control) 필드의 MRQ(MCS(Modulation and Coding Scheme) feedback request) 서브필드 내 상기 상향링크 데이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함하는 상향링 크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 사운딩 요청 프레임은 사운딩 다이얼로그 토큰(Sounding Dialog Token) 필드 내 상기 상향링크 데이터 전송을 위한 사운딩 요청을 지시하기 위한 정보를 포함하는 상향링 크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 사운딩 프레임은 L-STF(Legacy-Short Training Field), L-LTF(Legacy-Long Training Field) 및 L-SIG(Legacy SIGNAL) 필드를 제외하고, HE-STF(High Efficiency STF), HE-LTF(High Efficiency LTF) 및 HE-SIG(High Efficiency SIGNAL) 필드만으로 구성되는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 6] 제 1항에 있어서,
상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 의 버퍼 상태 정보를 요청하기 위한 정보를 포함하고,
상기 사운딩 프레임은 상기 STA 의 버퍼 상태 정보를 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 7] 제6항에 있어서,

상기 버퍼 상태 정보는 상기 STA 이 전송할 상향링크 데이터의 AQAccess Category), 상기 상향링크 데이터 크기, 상기 상향링크 데이터가 누적된 큐(queue) 의 크기, 상기 상향링 크 데이터 전송에 대한 백오프 (backoff count), 상기 상향링크 데이터 전송에 대한 경쟁 윈도우 (contention window) 중 적어도 어느 하나의 정보를 포함하는 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 사운딩 요청 프레임은 NDPA(Null Data Packet Announcement) 프레임인 다중 사용자 상향링 크 데이터 전송 방법.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 사운딩 프레임은 NDP(Null Data Packet) 인 상향링 크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 10] 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 방법에 있어서,
AP(Access Point) 가 다중 사용자 상향링크 데이터 전송에 참여하는 STA(Station) 에게 사운딩 요청 프레임을 전송하는 단계;
상기 AP가 상기 STA 으로부터 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 수신하는 단계; 및
상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해 야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하며,
상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 를 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 AP가 사운딩 프레임의 전송을 요청하기 위하여 다중 사용자 상향링크 데이터 전송에 참여하는 제2 STA 에게 폴링(Polling) 프레임을 전송하는 단계; 및
상기 AP가 상기 제2 STA 으로부터 상기 폴링 프레임에 응답으로 사운딩 프레임을 수신하는 단계를 더 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 AP가 상기 사운딩 프레임을 통해 측정된 상향링크 채널 정보를 기반으로 상기 STA 에 상향링크 무선 자원을 할당하는 단계를 더 포함하는 상향링크 다중 사용자 전송 방법.

[청구항 13] 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링크 데이터 전송을 위한 STA(Station) 장치에 있어서,
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
프로세서 를 포함하고,
상기 프로세서는 AP(Access Point) 로부터 사운딩 요청 프레임을

수신하고,

상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 상기 AP에게 전송하도록 구성되고,

상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해 야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하며,

상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 심볼을 포함하는 장치.

[청구항 14] 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 (multi-user) 상향링 크 데이터 전송을 위한 AP(Access Point) 장치에 있어서,

무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및

프로세서 를 포함하고,

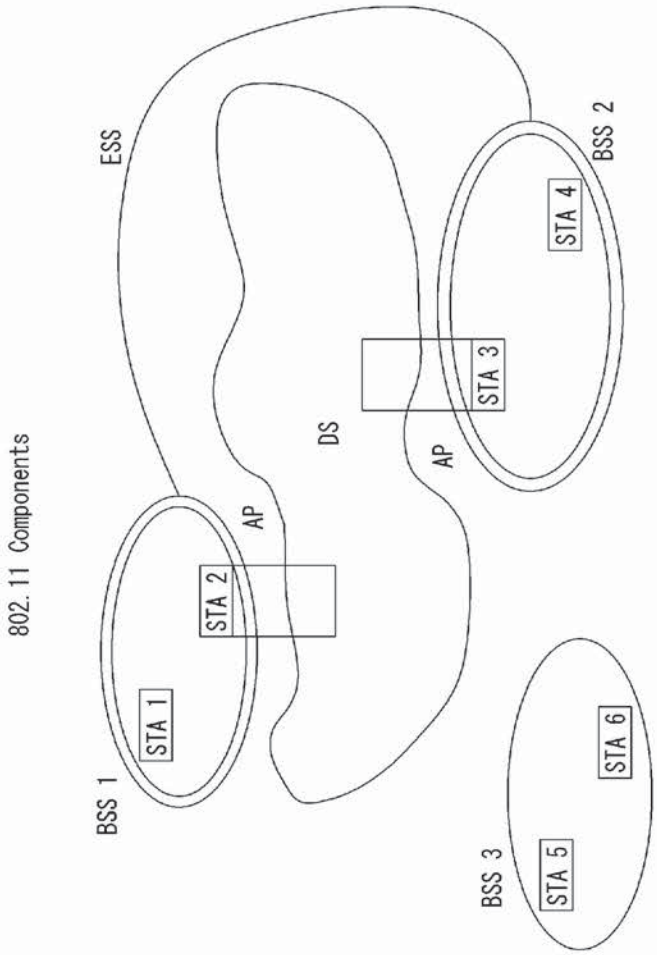
상기 프로세서는 다중 사용자 상향링크 데이터 전송에 참여하는 복수의 STA(Station) 에게 사운딩 요청 프레임을 전송하고,

상기 STA 으로부터 상기 사운딩 요청 프레임에 대한 응답으로 사운딩 프레임을 수신하도록 구성되고,

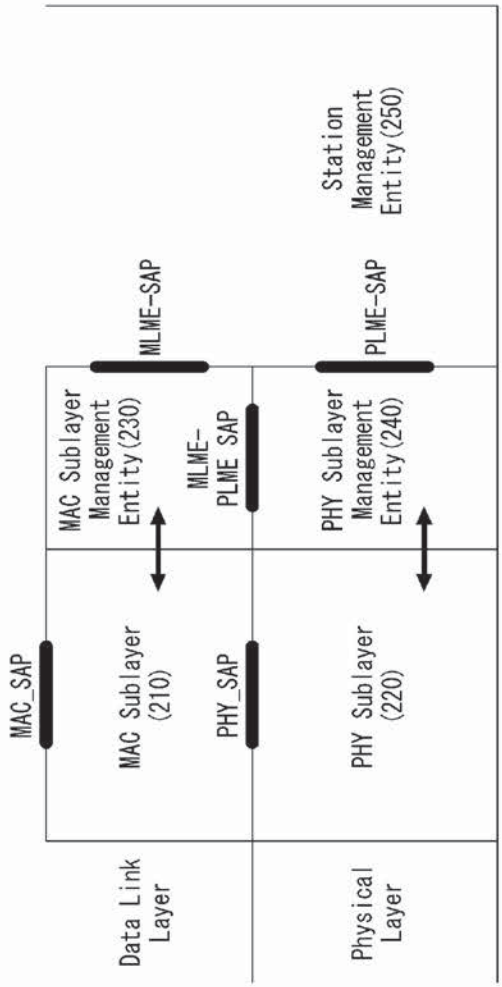
상기 사운딩 요청 프레임은 상기 STA 이 상기 사운딩 프레임을 전송해 야 하는 스트림의 개수를 지시하는 정보를 포함하며,

상기 사운딩 프레임은 상기 스트림의 개수만큼 LTF(Long Training Field) 를 포함하는 장치.

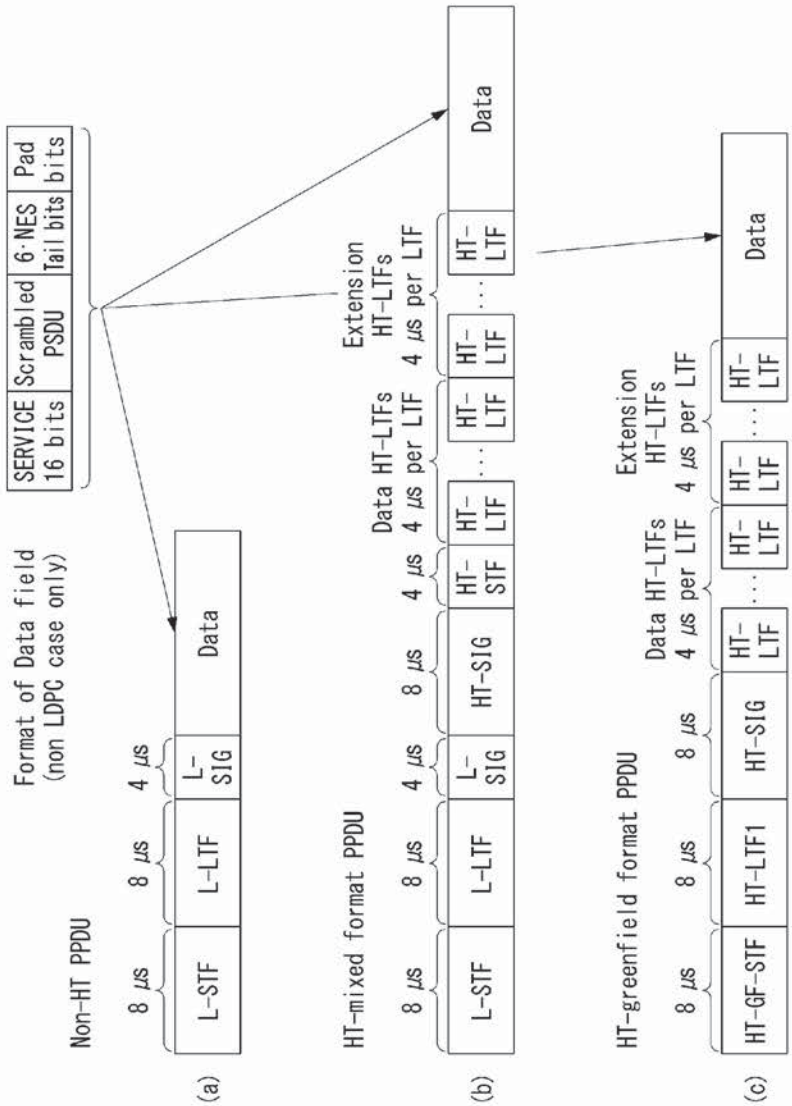
[Fig. 1]


802.11 Components
ESS
BSS 1
BSS 2
BSS 3
AP
AP
DS
STA 1
STA 2
STA 3
STA 4
STA 5
STA 6

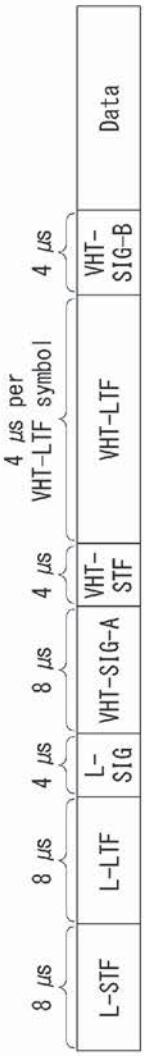
[Fig. 2]


Station Management Entity(250)
MLME-SAP
PLME-SAP
MAC Sublayer Management Entity(230)
MLME-PLME SAP
PHY Sublayer Management Entity(240)
MAC_SAP
MAC Sublayer (210)
PHY_SAP
PHY Sublayer (220)
Data Link Layer
Physical Layer

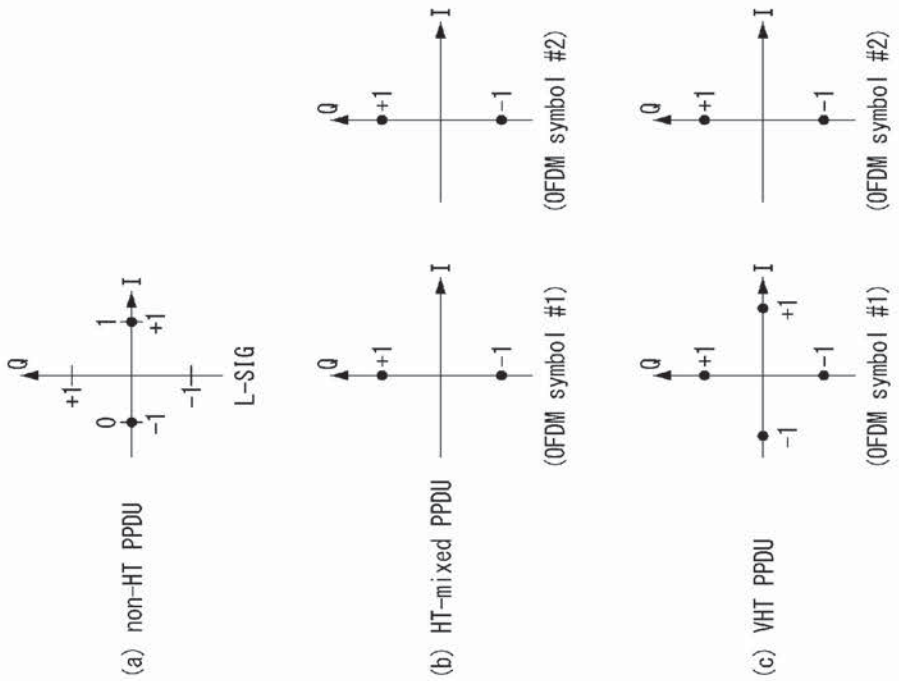
[Fig. 3]


Format of Data field
(non LDPC case only)
SERVICE
16 bits
Scrambled
PSDU
6·NES
Tail bits
Pad
bits
Non-HT PPDU
8 μs
8 μs
4 μs
L-STF
L-LTF
L-SIG
Data
(a)
HT-mixed format PPDU
Extension
HT-LTFs
Data HT-LTFs
4 μs per LTF
4 μs per LTF
8 μs
8 μs
4 μs
8 μs
4 μs
L-STF
L-LTF
L-SIG
HT-SIG
HT-STF
HT-LTF
HT-LTF
HT-LTF
HT-LTF
Data
(b)
HT-greenfield format PPDU
Extension
HT-LTFs
Data HT-LTFs
4 μs per LTF
4 μs per LTF
8 μs
8 μs
8 μs
HT-GF-STF
HT-LTF1
HT-SIG
HT-LTF
HT-LTF
HT-LTF
HT-LTF
Data
(c)

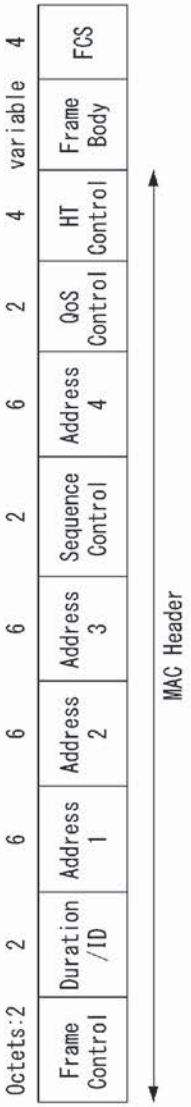
[Fig. 4]


L-STF
8 μs
L-LTF
8 μs
L-SIG
4 μs
VHT-SIG-A
8 μs
VHT-STF
4 μs
VHT-LTF
4 μs per VHT-LTF symbol
VHT-SIG-B
4 μs
Data

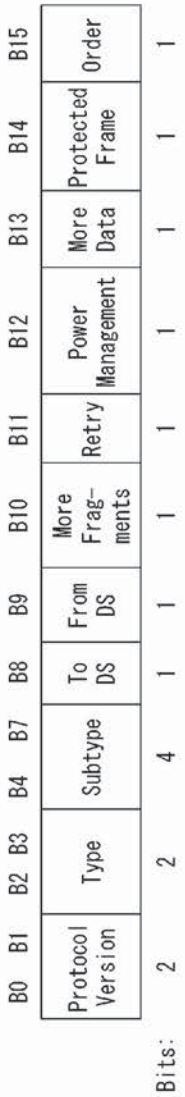
[Fig. 5]


(a) non-HT PPDU
(b) HT-mixed PPDU
(c) VHT PPDU
L-SIG
(OFDM symbol #1)
(OFDM symbol #2)
I
Q
+1
-1
0

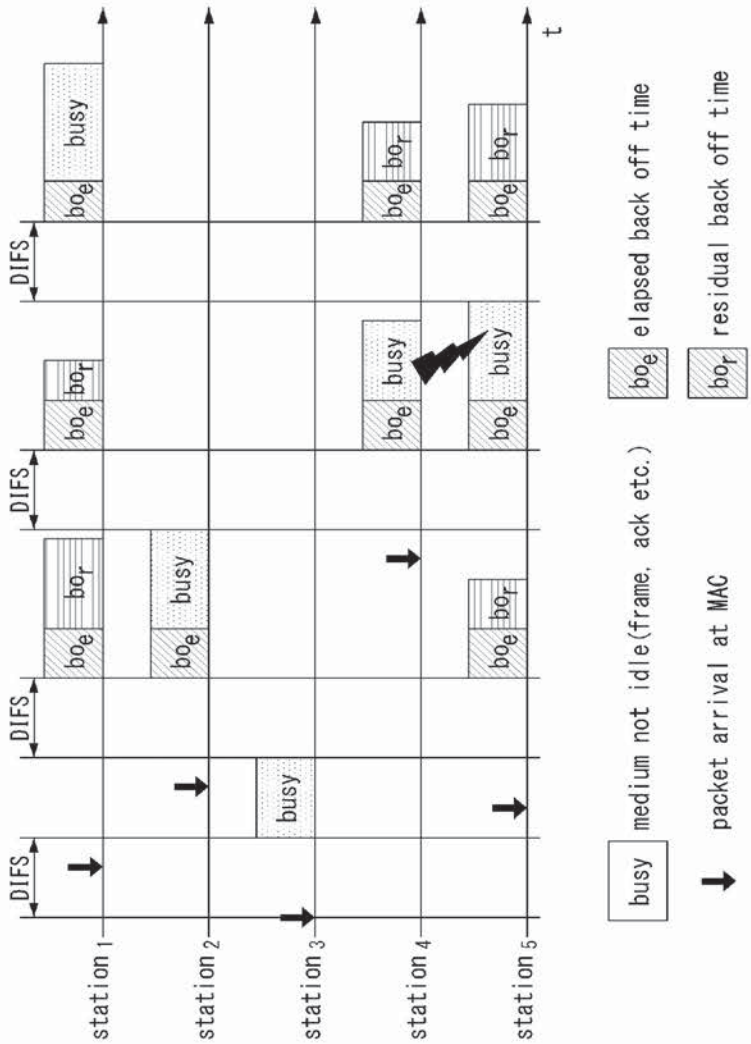
[Fig. 6]


Octets:2
2
6
6
6
2
6
2
4
variable
4
Frame Control
Duration /ID
Address 1
Address 2
Address 3
Sequence Control
Address 4
QoS Control
HT Control
Frame Body
FCS
MAC Header

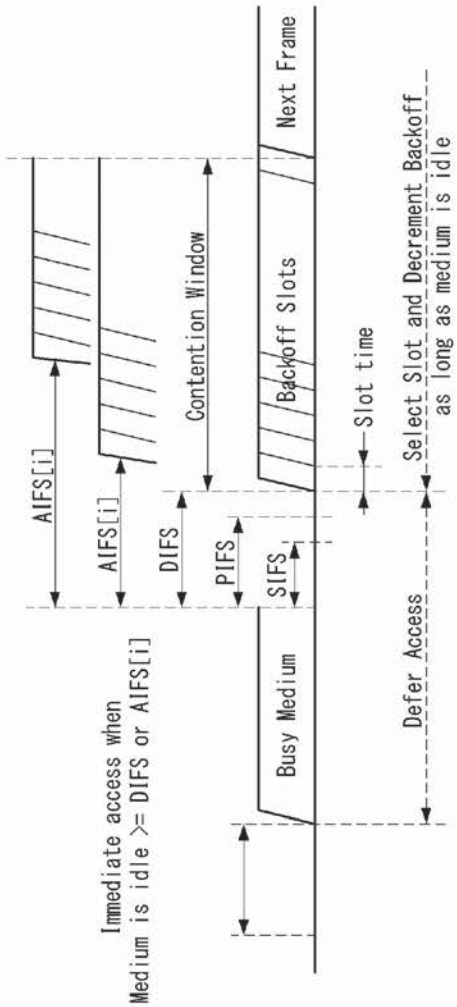
[Fig. 7]


B0 B1 B2 B3 B4 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15
Protocol Version
Type
Subtype
To DS
From DS
More Frag- ments
Retry
Power Management
More Data
Protected Frame
Order
Bits: 2 2 4 1 1 1 1 1 1 1 1

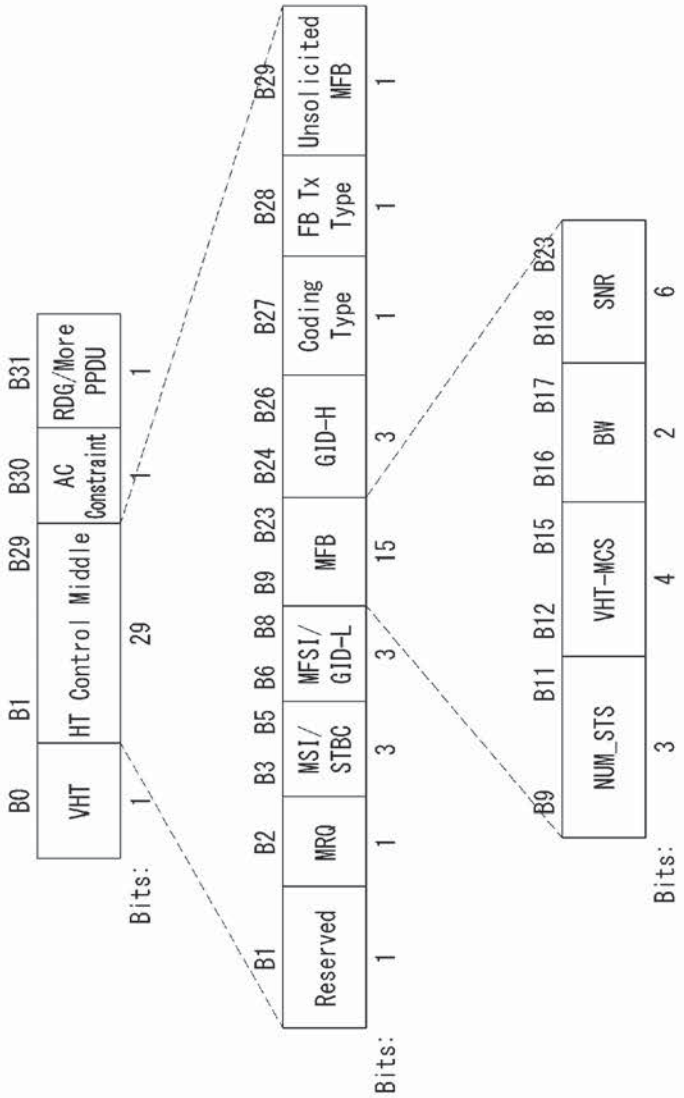
[Fig. 8]


DIFS
busy
bo_e
bo_r
station 1
station 2
station 3
station 4
station 5
t
busy medium not idle(frame, ack etc.)
packet arrival at MAC
bo_e elapsed back off time
bo_r residual back off time

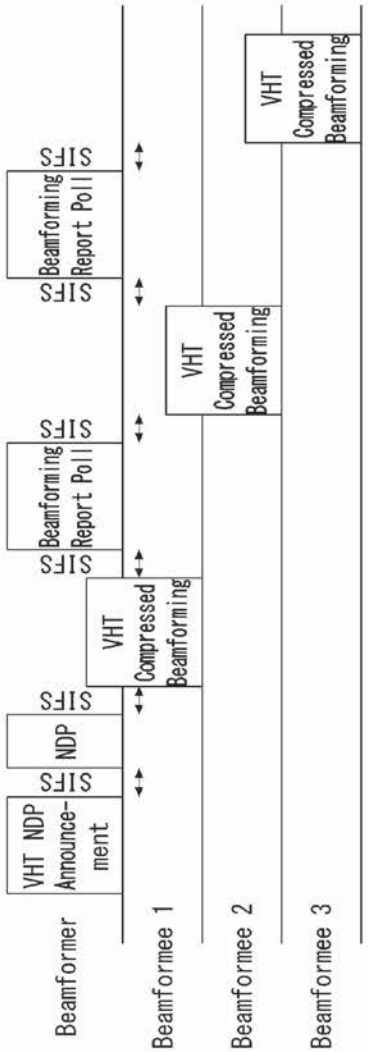
[Fig. 9]


Next Frame
Backoff Slots
Contention Window
Slot time
Select Slot and Decrement Backoff as long as medium is idle
AIFS[i]
AIFS[i]
DIFS
PIFS
SIFS
Busy Medium
Defer Access
Immediate access when Medium is idle >= DIFS or AIFS[i]

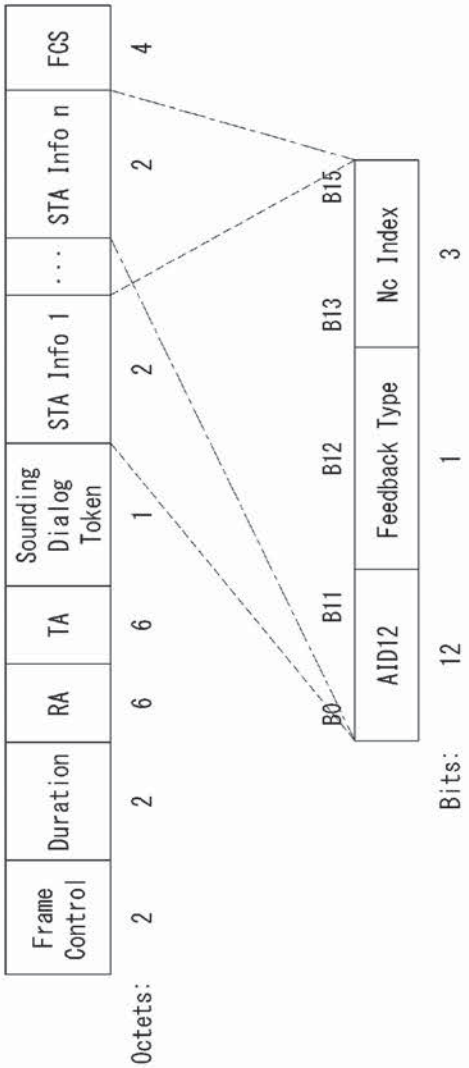
[Fig. 10]


B0
B1
B29
B30
B31
VHT
HT Control Middle
AC Constraint
RDG/More PPDU
Bits: 1 29 1 1
B1
B2
B3
B5
B6
B8
B9
B23
B24
B26
B27
B28
B29
Reserved
MRQ
MSI/ STBC
MFSI/ GID-L
MFB
GID-H
Coding Type
FB Tx Type
Unsolicited MFB
Bits: 1 1 3 3 15 3 1 1 1
B9
B11
B12
B15
B16
B17
B18
B23
NUM_STS
VHT-MCS
BW
SNR
Bits: 3 4 2 6

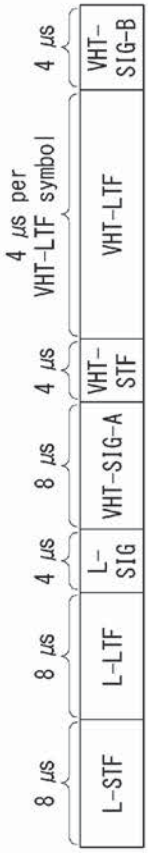
[Fig. 11]


Beamformer
Beamformee 1
Beamformee 2
Beamformee 3
VHT NDP Announce-ment
SIFS
NDP
SIFS
VHT Compressed Beamforming
SIFS
Beamforming Report Poll
SIFS
VHT Compressed Beamforming
SIFS
Beamforming Report Poll
SIFS
VHT Compressed Beamforming

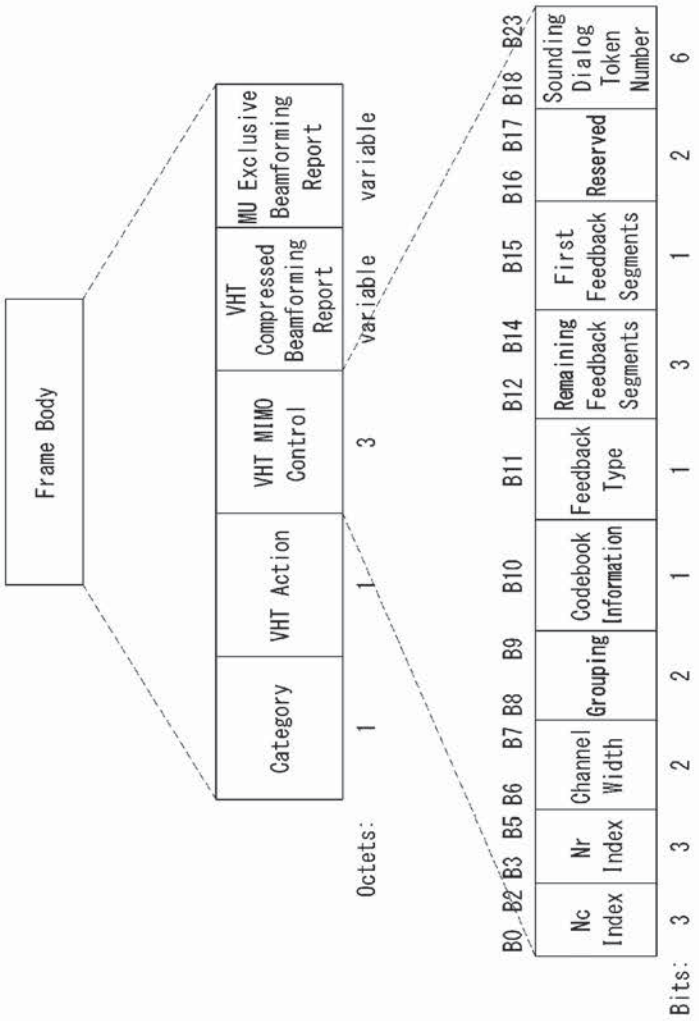
[Fig. 12]


Frame Control
Duration
RA
TA
Sounding Dialog Token
STA Info 1
...
STA Info n
FCS
Octets: 2 2 6 6 1 2 2 4
AID12
Feedback Type
Nc Index
Bits: 12 1 3
B0
B11
B12
B13
B15

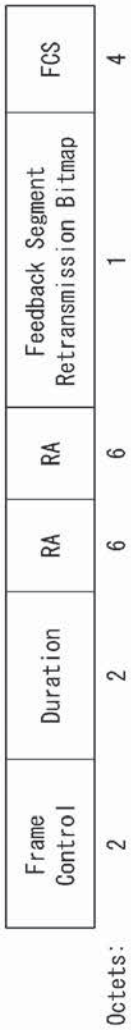
[Fig. 13]


L-STF
L-LTF
L-SIG
VHT-SIG-A
VHT-STF
VHT-LTF
VHT-SIG-B
8 μs
8 μs
4 μs
8 μs
4 μs
4 μs per VHT-LTF symbol
4 μs

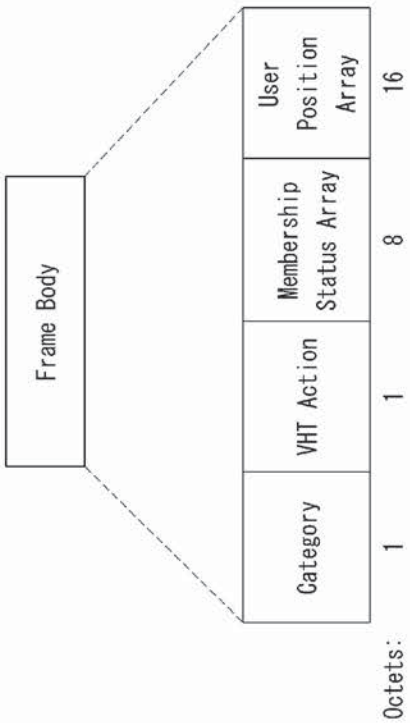
[Fig. 14]


Frame Body
Category
VHT Action
VHT MIMO Control
VHT Compressed Beamforming Report
MU Exclusive Beamforming Report
Octets: 1 1 3 variable variable
Nc Index
Nr Index
Channel Width
Grouping
Codebook Information
Feedback Type
Remaining Feedback Segments
First Feedback Segments
Reserved
Sounding Dialog Token Number
B0 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B14 B15 B16 B17 B18 B23
Bits: 3 3 2 2 1 1 3 1 2 6

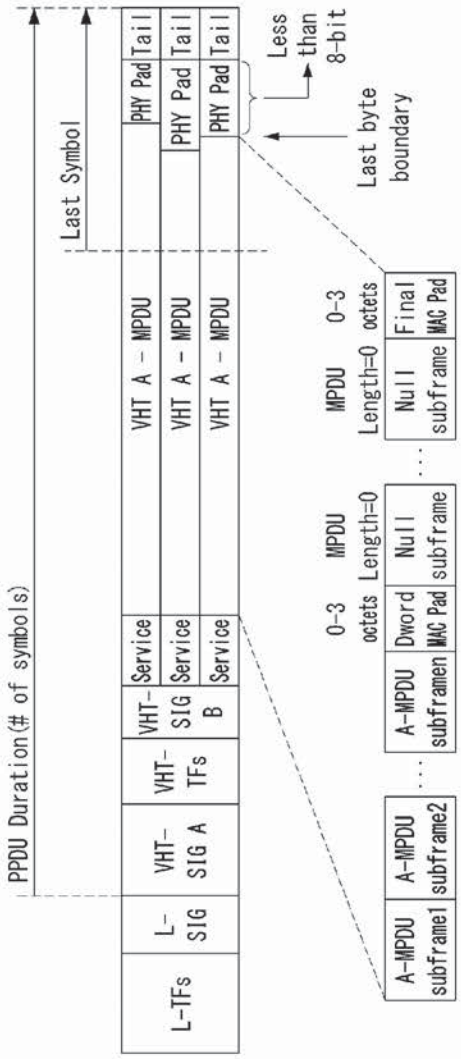
[Fig. 15]


Frame Control
Duration
RA
RA
Feedback Segment Retransmission Bitmap
FCS
Octets:
2
2
6
6
1
4

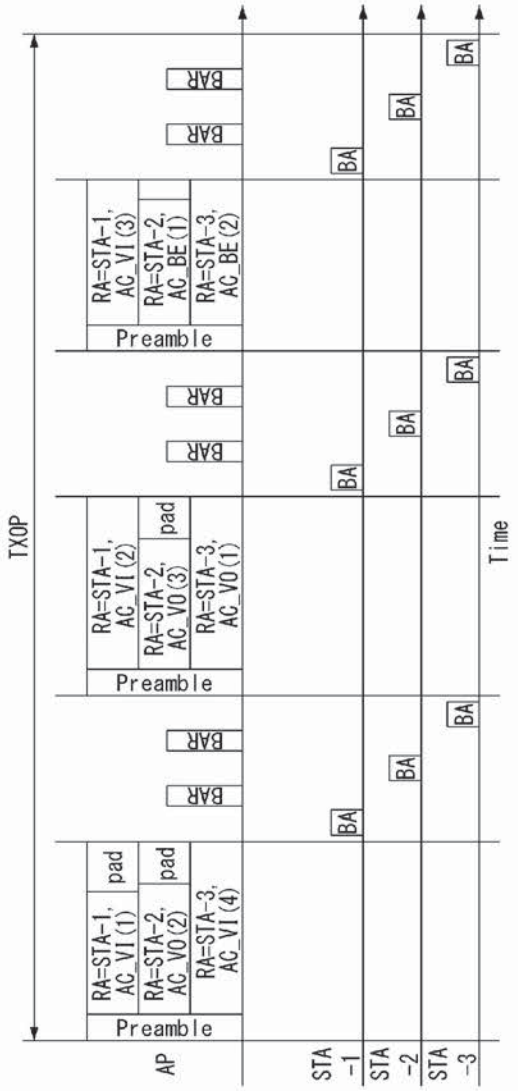
[Fig. 16]


Frame Body
Category
VHT Action
Membership Status Array
User Position Array
Octets:
1
1
8
16

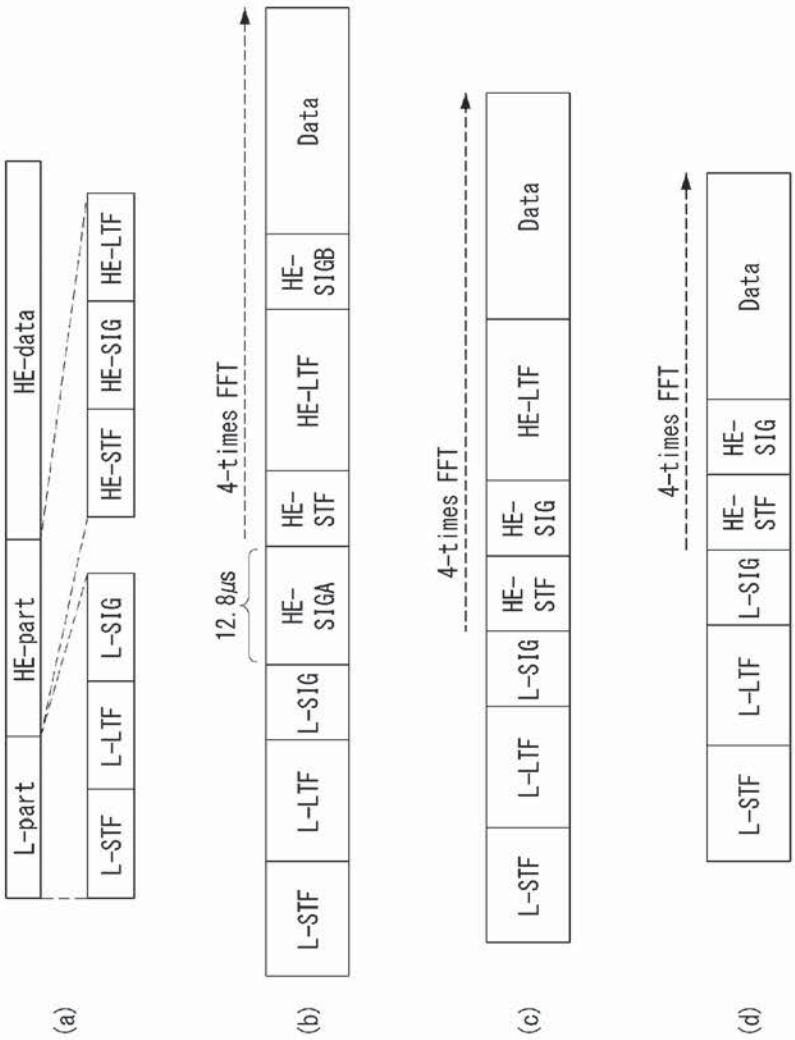
[Fig. 17]


PPDU Duration(# of symbols)
Last Symbol
L-TFs
L-SIG
VHT-SIG A
VHT-TFs
VHT-SIG B
Service
VHT A - MPDU
PHY Pad
Tail
Less than 8-bit
Last byte boundary
A-MPDU subframe1
A-MPDU subframe2
A-MPDU subframen
Dword MAC Pad
Null subframe
0-3 octets
MPDU Length=0
Null subframe
Final MAC Pad

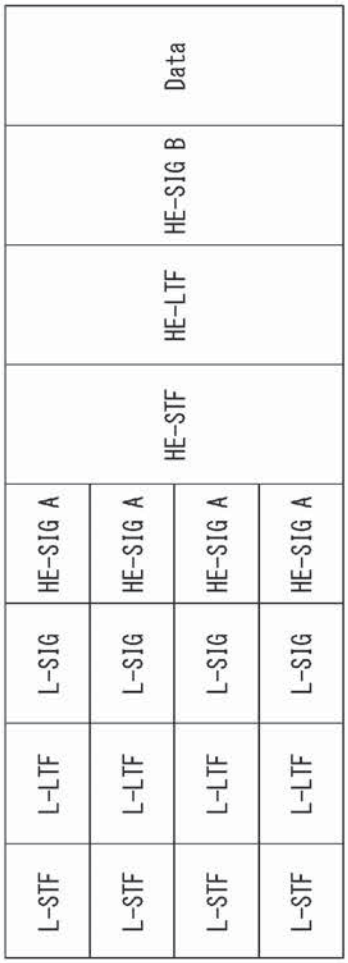
[Fig. 18]


TXOP
AP
STA -1
STA -2
STA -3
Time
Preamble
RA=STA-1, AC_VI(1)
pad
RA=STA-2, AC_VO(2)
RA=STA-3, AC_VI(4)
BAR
BA
Preamble
RA=STA-1, AC_VI(2)
RA=STA-2, AC_VO(3)
pad
RA=STA-3, AC_VO(1)
Preamble
RA=STA-1, AC_VI(3)
RA=STA-2, AC_BE(1)
RA=STA-3, AC_BE(2)

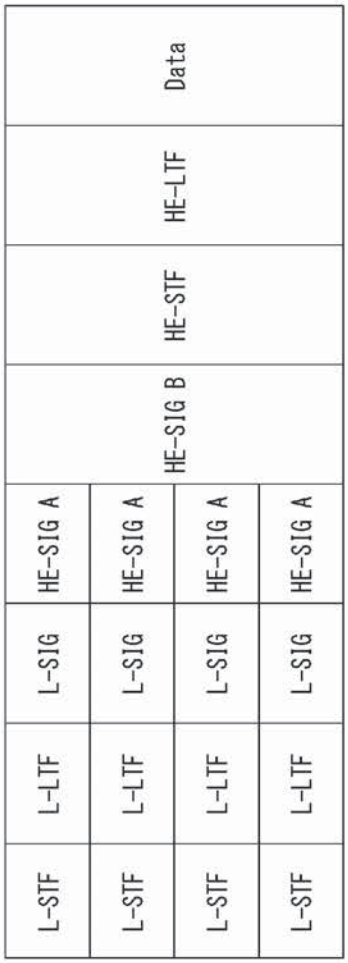
[Fig. 19]


L-part
HE-part
HE-data
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-STF
HE-SIG
HE-LTF
(a)
12.8μs
4-times FFT
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIGA
HE-STF
HE-LTF
HE-SIGB
Data
(b)
4-times FFT
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-STF
HE-SIG
HE-LTF
Data
(c)
4-times FFT
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-STF
HE-SIG
Data
(d)

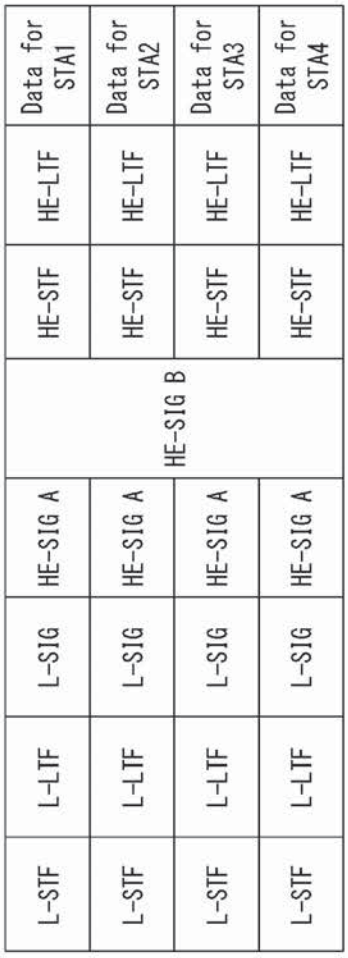
[Fig. 20]


Data
HE-SIG B
HE-LTF
HE-STF
HE-SIG A
L-SIG
L-LTF
L-STF
HE-SIG A
L-SIG
L-LTF
L-STF
HE-SIG A
L-SIG
L-LTF
L-STF
HE-SIG A
L-SIG
L-LTF
L-STF

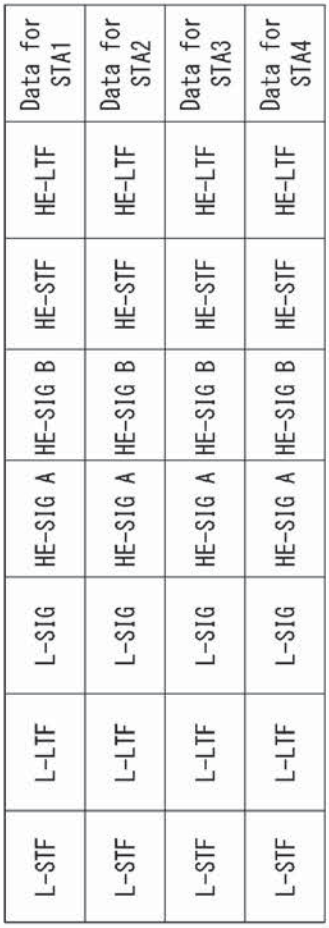
[Fig. 21]


Data
HE-LTF
HE-STF
HE-SIG B
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A
L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A

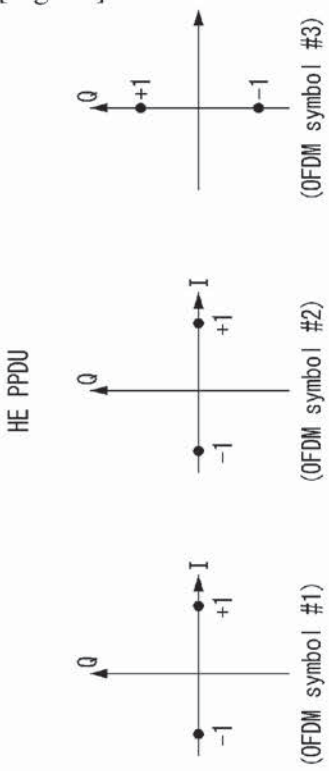
[Fig. 22]


L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A
HE-SIG B
HE-STF
HE-LTF
Data for STA1
Data for STA2
Data for STA3
Data for STA4

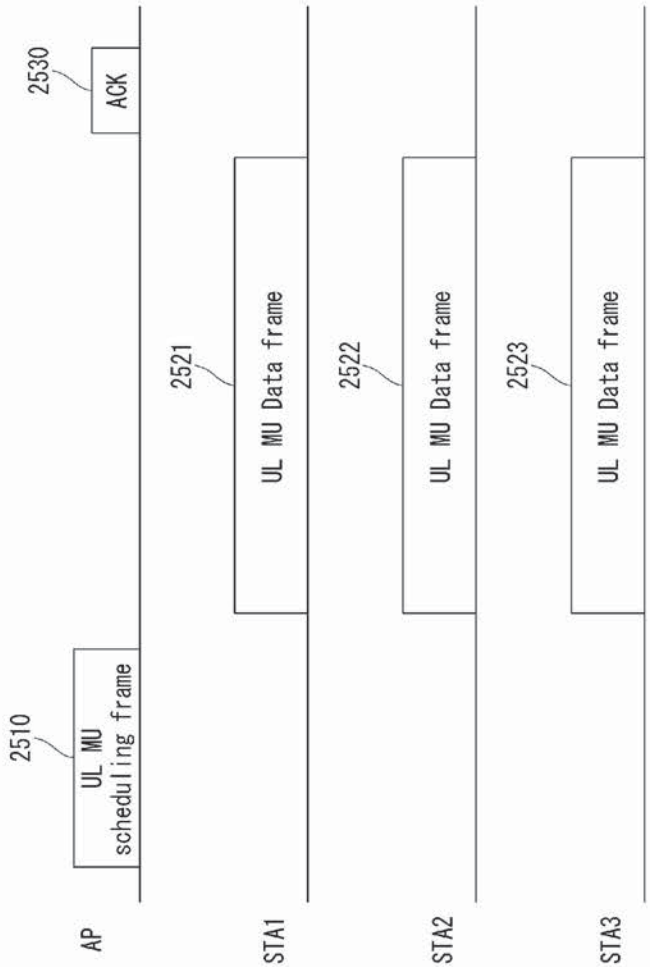
[Fig. 23]


L-STF
L-LTF
L-SIG
HE-SIG A
HE-SIG B
HE-STF
HE-LTF
Data for STA1
Data for STA2
Data for STA3
Data for STA4

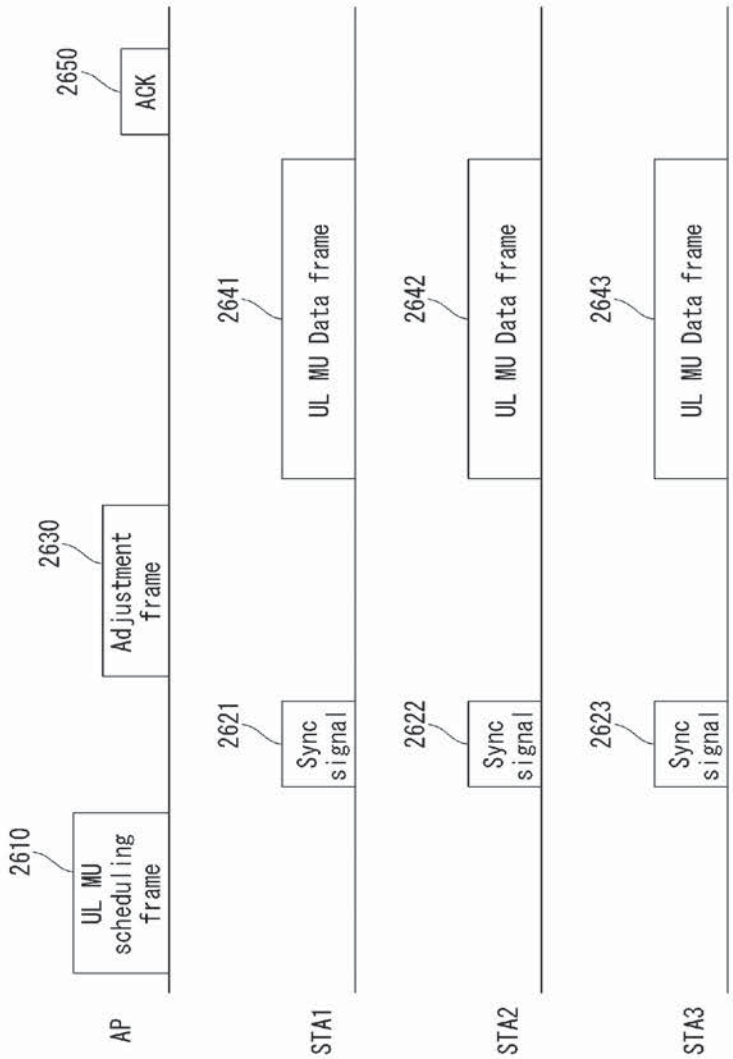
[Fig. 24]



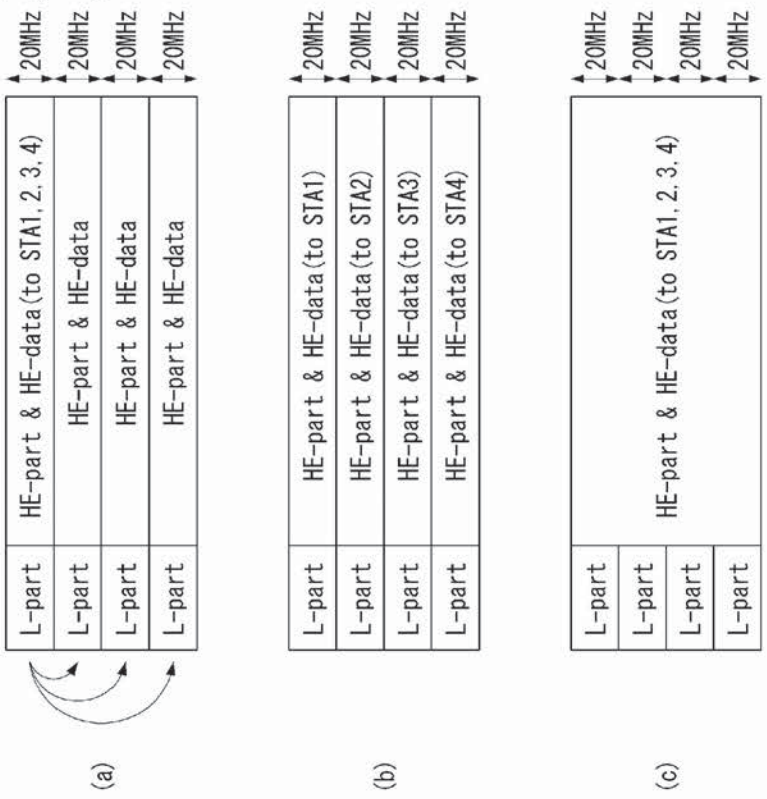
[Fig. 25]


2530
ACK
2521
UL MU Data frame
2522
UL MU Data frame
2523
UL MU Data frame
2510
UL MU
scheduling frame
AP
STA1
STA2
STA3

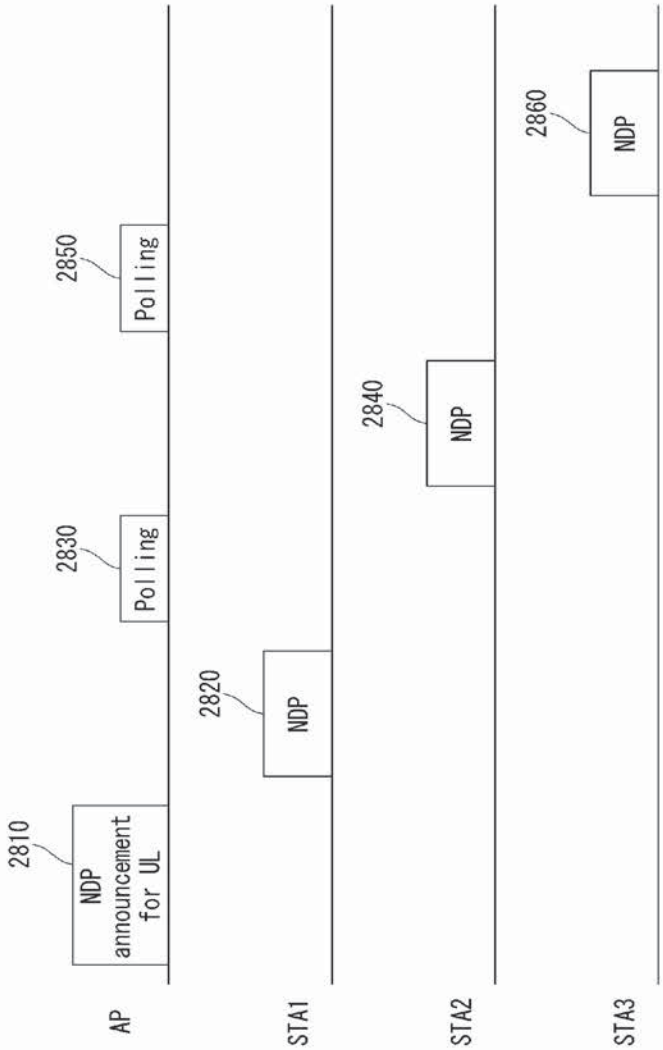
[Fig. 26]


AP
STA1
STA2
STA3
2610
UL MU scheduling frame
2630
Adjustment frame
2650
ACK
2621
Sync signal
2641
UL MU Data frame
2622
Sync signal
2642
UL MU Data frame
2623
Sync signal
2643
UL MU Data frame

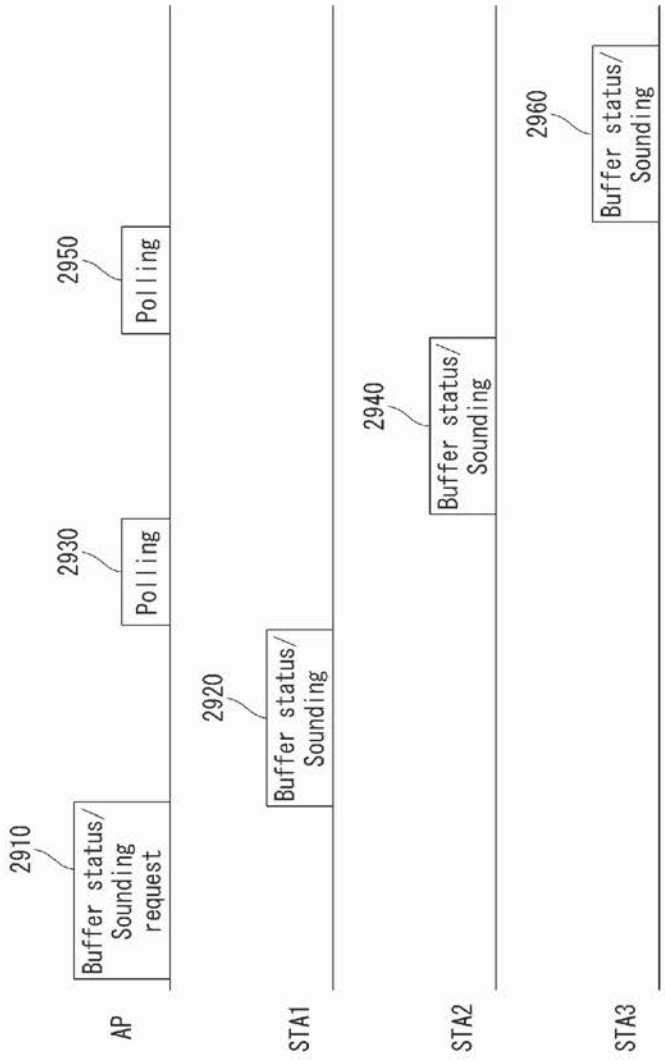
[Fig. 27]


20MHz
20MHz
20MHz
20MHz
L-part
L-part
L-part
L-part
HE-part & HE-data(to STA1, 2, 3, 4)
HE-part & HE-data
HE-part & HE-data
HE-part & HE-data
(a)
HE-part & HE-data(to STA1)
HE-part & HE-data(to STA2)
HE-part & HE-data(to STA3)
HE-part & HE-data(to STA4)
(b)
HE-part & HE-data(to STA1, 2, 3, 4)
(c)

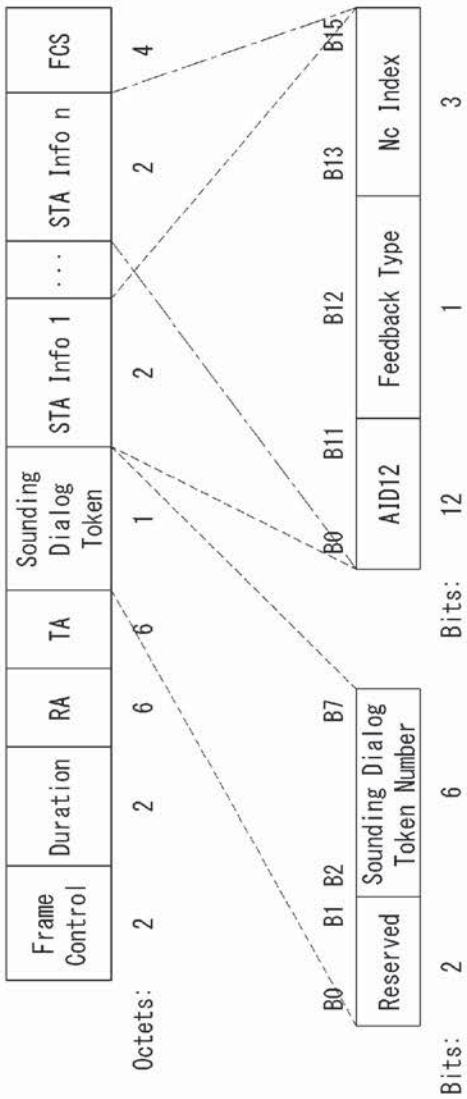
[Fig. 28]


2810
NDP announcement for UL
2820
NDP
2830
Polling
2840
NDP
2850
Polling
2860
NDP
AP
STA1
STA2
STA3

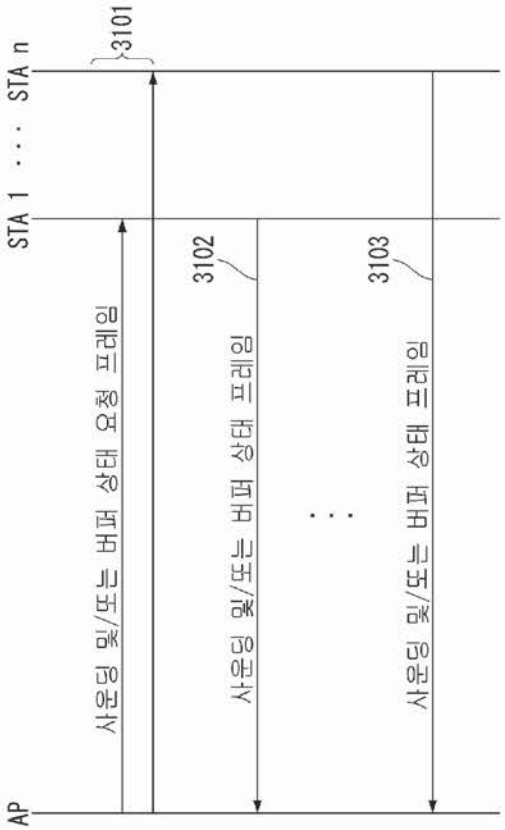
[Fig. 29]


AP
STA1
STA2
STA3
2910
Buffer status/ Sounding request
2920
Buffer status/ Sounding
2930
Polling
2940
Buffer status/ Sounding
2950
Polling
2960
Buffer status/ Sounding

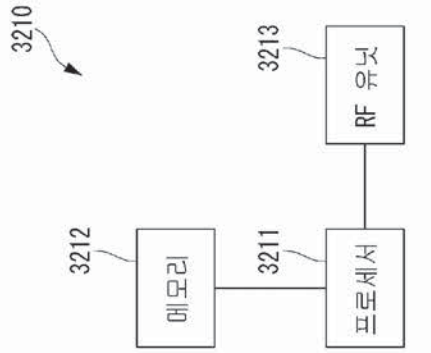
[Fig. 30]


Frame Control
Duration
RA
TA
Sounding Dialog Token
STA Info 1
...
STA Info n
FCS
Octets: 2 2 6 6 1 2 2 4
B0 B1 B2 B7
Reserved
Sounding Dialog Token Number
Bits: 2 6
B0 B11 B12 B13 B15
AID12
Feedback Type
Nc Index
Bits: 12 1 3

[Fig. 31]


STA n
STA 1 . . .
3101
3102
3103
사운딩 및/또는 버퍼 상태 요청 프레임
사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임
사운딩 및/또는 버퍼 상태 프레임
AP

[Fig. 32]


3210
3213
RF 유닛
3212
메모리
3211
프로세서

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2015/000996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/26(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L 27/26; H04L 5/00; H04W 4/00; H04L 27/04; H04B 7/04; H04W 48/14; H04W 84/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: sounding request, sounding frame, LTF symbol, number of streams

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011-0222478 A1 (LEE, Yu-Ro et al.) 15 September 2011 See paragraphs [0051]-[0086]; and figures 5-12.	1-14
Y	US 2013-0250904 A1 (KANG, Byeong Woo et al.) 26 September 2013 See paragraphs [0092]-[0163]; table 1; and figures 1-23.	1-14
Y	WO 2014-046453 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 27 March 2014 See paragraphs [0145]-[0184]; and figures 17-19.	4
A	US 2013-0114757 A1 (PARK, Jong Hyun et al.) 09 May 2013 See paragraphs [0021]-[0096]; and figures 1(A)-6.	1-14
A	US 2014-0140311 A1 (LEE, Dae Won et al.) 22 May 2014 See paragraphs [0059]-[0216]; and figures 3-25.	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 APRIL 2015 (29.04.2015)	30 APRIL 2015 (30.04.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on paie-it family metlbel's

International application No,
PCT/KR2015/000996

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 201 1-0222478 A1	15/09/201 1	KR 10-201 1-0103348 A	20/09/201 1
		US 8675556 B2	18/03/2014
US 2013-0250904 A1	26/09/2013	Wo 2012-074316 A2	07/06/2012
		Wo 2012-074316 A3	26/07/2012
W0 2014-046453 A2	27/03/2014	Wo 2014-046453 A3	22/05/2014
US 2013-01 14757 A1	09/05/2013	US 8948284 B2	03/02/2015
US 2014-014031 1 A1	22/05/2014	AU 2010-293217 A1	15/03/2012
		AU 2010-293217 B2	07/08/2014
		CA 2771605 A1	17/03/201 1
		CN 102484522 A	30/05/2012
		CN 102484522 B	17/ 12/2014
		CN 104378149 A	25/02/2015
		EP 2476212 A2	18/07/2012
		EP 2476212 A4	02/07/2014
		JP 05529969 B2	25/06/2014
		JP 2013-504248 A	04/02/2013
		KR 10-1317570 B1	11/ 10/2013
		KR 10-201 1-0027533 A	16/03/201 1
		KR 10-2012-0055622 A	3 1/05/2012
		MX 2012002204 A	19/03/2012
		RU 2012106892 A	20/ 10/2013
		US 2012-0127940 A1	24/05/2012
		US 8675597 B2	18/03/2014
		Wo 201 1-031058 A2	17/03/201 1
		Wo 201 1-031058 A3	14/07/201 1

Form PCT/ISA/2 [0 (patent fatiily annex) (July 2009)

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2015/000996

A. 발명이 속하는 기술분류 (국제특허분류(IPC))

H04L 27/26(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌 (국제 특허분류를 기재)

H04L 27/26 ; H04L 5/00 ; H04W 4/00 ; H04L 27/04 ; H04B 7/04 ; H04W 48/14 ; H04W 84/12

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록 실용신안공보 및 한국공개실용신안공보 : 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록 실용신안공보 및 일본공개실용신안공보 : 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드 : 사운딩 요청, 사운딩 프레임, LTF 심볼, 스트림 개수

C. 관련문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2011-0222478 A1 (YU-RO LEE et al.) 2011.09.15 단락 [0051]- [0086] ; 및 도면 5-12 참조.	1—14
Y	US 2013-0250904 A1 (BYEONG WOO KANG et al.) 2013.09.26 단락 [0092]- [0163] ; 테이블 1; 및 도면 1-23 참조.	1—14
Y	WO 2014-046453 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2014.03.27 단락 [0145]- [0184] ; 및 도면 17-19 참조.	4
A	US 2013-0114757 A1 (JONG HYUN PARK et al.) 2013.05.09 단락 [0021]— [0096] ; 및 도면 1(A)— 6 참조.	1—14
A	US 2014-0140311 A1 (DAE WON LEE et al.) 2014.05.22 단락 [0059]- [0216] ; 및 도면 3-25 참조.	1—14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ¾ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허 문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2015 년 04월 29일 (29.04.2015)	2015년 04월 30일 (30.04.2015)

SA/KR 칭 우편
1 의대한민국 특허?소
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관
김도원
전화번호 +82-42-48 1-5560

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2015 년 1월)

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/000996

국제조사보고 서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2011--0222478 Al	2011/09/15	KR 10-2011-0103348 A	2011/09/20
		US 8675556 B2	2014/03/18
Us 2013--0250904 Al	2013/09/26	wo 2012-074316 A2	2012/06/07
		wo 2012-074316 A3	2012/07/26
Wo 2014--046453 A2	2014/03/27	wo 2014-046453 A3	2014/05/22
Us 2013--0114757 Al	2013/05/09	us 8948284 B2	2015/02/03
Us 2014--0140311 Al	2014/05/22	AU 2010-293217 Al	2012/03/15
		AU 2010-293217 B2	2014/08/07
		CA 2771605 Al	2011/03/17
		CN 102484522 A	2012/05/30
		CN 102484522 B	2014/12/17
		CN 104378149 A	2015/02/25
		EP 2476212 A2	2012/07/18
		EP 2476212 A4	2014/07/02
		JP 05529969 B2	2014/06/25
		JP 2013-504248 A	2013/02/04
		KR 10-1317570 Bl	2013/10/11
		KR 10-2011-0027533 A	2011/03/16
		KR 10-2012-0055622 A	2012/05/31
		MX 2012002204 A	2012/03/19
		RU 2012106892 A	2013/10/20
		US 2012-0127940 Al	2012/05/24
		US 8675597 B2	2014/03/18
		wo 2011-031058 A2	2011/03/17
		wo 2011-031058 A3	2011/07/14

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2015 년 1월)

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
4 August 2016 (04.08.2016)

WIPO | PCT

(10) International Publication Number
WO 2016/123403 A1

(51) International Patent Classification:
H04W 52/02 (2009.01)

(21) International Application Number:
PCT/US20 16/0 15465

(22) International Filing Date:
28 January 2016 (28.01 .2016)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:

62/109,024	28 January 2015 (28.01.2015)	US
62/126,403	27 February 2015 (27.02.2015)	US
62/244,682	21 October 2015 (21. 10.2015)	**US**
62/245,941	23 October 2015 (23. 10.2015)	**US**
62/260,155	25 November 2015 (25. 11.2015)	**US**
62/278,366	13 January 2016 (13.01.2016)	**US**
15/008,409	27 January 2016 (27.01.2016)	**US**

(71) Applicant: **QUALCOMM INCORPORATED** [US/US]; ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714 (US).

(72) Inventors: **ASTERJADHI, Alfred;** c/o QUALCOMM Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 9212 1-1714 (US). **MERLIN, Simone;** c/o QUALCOMM Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714 (US). **TIAN, Bin;** c/o QUALCOMM Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 9212 1-1714 (US). **CHERIAN, George;** c/o Qualcomm Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 9212 1-1714 (US). **BARRIAC, Gwendolyn Denise;** c/o Qualcomm Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714 (US).

(74) Agents: **GELFOUND, Craig A.** et al; c/o ARENT FOX LLP, 1717 K Street NW, Washington, District of Columbia 20006-5344 (US).

(81) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of national protection available):* AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States *(unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available):* ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— *with international search report (Art. 21(3))*

(54) **Title:** TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION

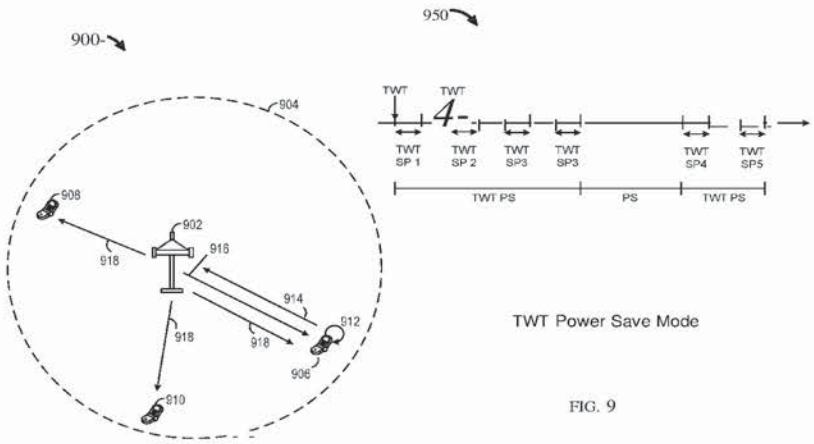


FIG. 9

(57) **Abstract:** A method, an apparatus, and a computer-readable medium for wireless communication are provided. In an aspect, an apparatus may be configured to determine whether to switch to an active mode, a power save mode, or a TWT power save mode. During the TWT power save mode, the apparatus may enter an awake state during TWT service periods and may enter a doze state outside of the TWT service periods. The apparatus may transmit a message to a second wireless device based on the determination.

WO 2016/123403 A1

TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION(S)

[0001] This application claims the benefit of U.S. Provisional Application Serial No. 62/109,024, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on January 28, 2015, U.S. Provisional Application Serial No. 62/126,403, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on February 27, 2015, U.S. Provisional Application Serial No. 62/244,682, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on October 21, 2015, U.S. Provisional Application Serial No. 62/245,941, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on October 23, 2015, U.S. Provisional Application Serial No. 62/260,155, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on November 25, 2015, U.S. Provisional Application Serial No. 62/278,366, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on January 13, 2016, and U.S. Patent Application No. 15/008,409, entitled "TRIGGERED TARGET WAKE TIME OPERATION" and filed on January 27, 2016, which are expressly incorporated by reference herein in their entirety.

BACKGROUND

Field

[0002] The present disclosure relates generally to communication systems, and more particularly, to triggered target wake time operation.

Background

[0003] In many telecommunication systems, communications networks are used to exchange messages among several interacting spatially-separated devices. Networks may be classified according to geographic scope, which could be, for example, a metropolitan area, a local area, or a personal area. Such networks would be designated respectively as a wide area network (WAN), metropolitan area network (MAN), local area network (LAN), wireless local area network (WLAN), or personal area network (PAN). Networks also differ according to the switching/routing technique used to interconnect the various network nodes and devices (e.g., circuit switching vs. packet switching), the type of physical media

employed for transmission (e.g., wired vs. wireless), and the set of communication protocols used (e.g., Internet protocol suite, Synchronous Optical Networking (SONET), Ethernet, etc.).

[0004] Wireless networks are often preferred when the network elements are mobile and thus have dynamic connectivity needs, or if the network architecture is formed in an ad hoc, rather than fixed, topology. Wireless networks employ intangible physical media in an unguided propagation mode using electromagnetic waves in the radio, microwave, infra-red, optical, etc., frequency bands. Wireless networks advantageously facilitate user mobility and rapid field deployment when compared to fixed wired networks.

SUMMARY

[0005] The systems, methods, computer-readable medium, and devices of the invention each have several aspects, no single one of which is solely responsible for the invention's desirable attributes. Without limiting the scope of this invention as expressed by the claims which follow, some features will now be discussed briefly. After considering this discussion, and particularly after reading the section entitled "Detailed Description," one will understand how the features of this invention provide advantages for devices in a wireless network.

[0006] One aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point) for wireless communication. The apparatus may be configured to transmit a first message that includes a first trigger field to a second wireless device. The first trigger field may indicate whether the first message includes a request for a trigger message (or frame) to be sent by the second wireless device at a start of one or more target wake times (TWTs) of one or more TWT service periods. In an aspect, the TWT may be referred to as the target trigger time (TTT), or any other time reference. The apparatus may be configured to receive a second message from the second wireless device. The second message may include a second trigger field based on the first message, and the second trigger field may indicate whether the second wireless device will transmit the trigger message at the start of the TWT service period. In certain embodiments, the second message may be sent to the first wireless device without receiving a first message. In certain embodiements, the message may be multicast or broadcast.

[0007] Another aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point) for wireless communication. The apparatus may be configured to receive, from a second wireless device, a first message that includes a first trigger field. Tthe first trigger field may indicate whether the first message includes a request for a trigger message to be sent by the first wireless device at a start of a TWT service period. The apparatus may be configured to determine a TWT schedule based on the received first message. The apparatus may be configured to transmit a second message to the second wireless device. The second message may include the TWT schedule and a second trigger field based on the determined TWT schedule. The second trigger field may indicate whether the apparatu swill transmit the trigger message at the start of the TWT service period.

[0008] Another aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point). The apparatus may be configured to determine a TWT schedule. The apparatus may be configured to broadcast a message that includes the TWT schedule to a number of wireless devices. The message may include a broadcast indicator that indicates the TWT schedule is a broadcast TWT schedule.

[0009] Another aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point). The apparatus may be configured to receive from a second wireless device a message that includes a TWT schedule. The message may include a broadcast indicator that indicates the TWT schedule is a broadcast TWT schedule. The apparatus may be configured to determine one or more TWTs for the first wireless device based on the TWT schedule.

[0010] Another aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point). The apparatus may be configured to determine whether to switch to an active mode, a power save mode, or a TWT power save mode. During the TWT power save mode, the apparatus may enter an awake state during TWT service periods and may enter a doze state outside of the TWT service periods. The apparatus may be configured to transmit a message to a second wireless device based on the determination of whether to switch modes.

[0011] Another aspect of this disclosure provides an apparatus (e.g., a station or an access point). The apparatus may be configured to receive a message from a second wireless device that indicates an intention of the second wireless device to switch to an operating mode. The operating mode may be one of an active mode, a power save mode, or a TWT power save mode. During the TWT power save mode, the

second wireless device may enter an awake state during TWT service periods and may enter a doze state outside of the TWT service periods. The apparatus may be configured to store the operating mode associated with the second wireless device. The apparatus may be configured to transmit to the second wireless device an acknowledgment of the operating mode switch.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0012] FIG. 1 shows an example wireless communication system in which aspects of the present disclosure may be employed.

[0013] FIG. 2 is an exemplary diagram of a target wake time element for supporting target wake time and trigger frame scheduling.

[0014] FIG. 3 is an exemplary diagram of a wireless network implementing solicit TWT scheduling and an exemplary timing flow diagram for TWT operation.

[0015] FIG. 4 is a flowchart of an example method of requesting TWT scheduling.

[0016] FIG. 5 is a flowchart of an example method of responding to a request for, or transmitting information related to, TWT scheduling.

[0017] FIG. 6 is an exemplary diagram of a wireless network implementing broadcast TWT scheduling and an exemplary timing flow diagram for TWT operation.

[0018] FIG. 7 is a flowchart of an example method of broadcast TWT scheduling.

[0019] FIG. 8 is a flowchart of an example method of communicating based on broadcast TWT scheduling.

[0020] FIG. 9 is an exemplary diagram of a wireless network supporting power save modes for TWT scheduling and an exemplary timing flow diagram for TWT operation.

[0021] FIG. 10 is a flowchart of an example method of switching to or from a TWT power save mode.

[0022] FIG. 11 is a flowchart of an example method of signaling for switching to a TWT power save mode.

[0023] FIG. 12 is an exemplary diagram of a request type field within a TWT element for broadcast TWT.

[0024] FIG. 13 illustrates a method of broadcasting TWTs for multiple TWTs.

[0025] FIG. 14 illustrates a method of employing a cascaded field in a trigger frame within a TWT service period.

[0026] FIG. 15 is an exemplary diagram of a TWT group assignment field within a TWT element for a broadcast TWT for multiple STAs.

[0027] FIG. 16 illustrates an exemplary diagram of a second TWT element format.

[0028] FIG. 17 shows an example functional block diagram of a wireless device that may perform TWT scheduling within the wireless communication system of FIG. 1.

[0029] FIG. 18 is a functional block diagram of an example wireless communication device that performs TWT scheduling.

DETAILED DESCRIPTION

[0030] Various aspects of the novel systems, apparatuses, computer-readable medium, and methods are described more fully hereinafter with reference to the accompanying drawings. This disclosure may, however, be embodied in many different forms and should not be construed as limited to any specific structure or function presented throughout this disclosure. Rather, these aspects are provided so that this disclosure will be thorough and complete, and will fully convey the scope of the disclosure to those skilled in the art. Based on the teachings herein one skilled in the art should appreciate that the scope of the disclosure is intended to cover any aspect of the novel systems, apparatuses, computer program products, and methods disclosed herein, whether implemented independently of, or combined with, any other aspect of the invention. For example, an apparatus may be implemented or a method may be practiced using any number of the aspects set forth herein. In addition, the scope of the invention is intended to cover such an apparatus or method which is practiced using other structure, functionality, or structure and functionality in addition to or other than the various aspects of the invention set forth herein. It should be understood that any aspect disclosed herein may be embodied by one or more elements of a claim.

[0031] Although particular aspects are described herein, many variations and permutations of these aspects fall within the scope of the disclosure. Although some benefits and advantages of the preferred aspects are mentioned, the scope of the disclosure is not intended to be limited to particular benefits, uses, or objectives. Rather, aspects of the disclosure are intended to be broadly applicable to different wireless technologies, system configurations, networks, and transmission protocols, some of which are illustrated by way of example in the figures and in the following

description of the preferred aspects. The detailed description and drawings are merely illustrative of the disclosure rather than limiting, the scope of the disclosure being defined by the appended claims and equivalents thereof.

[0032] Popular wireless network technologies may include various types of WLANs. A WLAN may be used to interconnect nearby devices together, employing widely used networking protocols. The various aspects described herein may apply to any communication standard, such as a wireless protocol.

[0033] In some aspects, wireless signals may be transmitted according to an 802.11 protocol using orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM), direct-sequence spread spectrum (DSSS) communications, a combination of OFDM and DSSS communications, or other schemes. Implementations of the 802.11 protocol may be used for sensors, metering, and smart grid networks. Advantageously, aspects of certain devices implementing the 802.11 protocol may consume less power than devices implementing other wireless protocols, and/or may be used to transmit wireless signals across a relatively long range, for example about one kilometer or longer.

[0034] In some implementations, a WLAN includes various devices which are the components that access the wireless network. For example, there may be two types of devices: access points (APs) and clients (also referred to as stations or "STAs"). In general, an AP may serve as a hub or base station for the WLAN and a STA serves as a user of the WLAN. For example, a STA may be a laptop computer, a personal digital assistant (PDA), a mobile phone, etc. In an example, a STA connects to an AP via a Wi-Fi (e.g., IEEE 802.11 protocol) compliant wireless link to obtain general connectivity to the Internet or to other wide area networks. In some implementations, a STA may also be used as an AP.

[0035] An access point may also comprise, be implemented as, or known as a NodeB, Radio Network Controller (RNC), eNodeB, Base Station Controller (BSC), Base Transceiver Station (BTS), Base Station (BS), Transceiver Function (TF), Radio Router, Radio Transceiver, connection point, or some other terminology.

[0036] A station may also comprise, be implemented as, or known as an access terminal (AT), a subscriber station, a subscriber unit, a mobile station, a remote station, a remote terminal, a user terminal, a user agent, a user device, a user equipment, or some other terminology. In some implementations, the station may comprise a cellular telephone, a cordless telephone, a Session Initiation Protocol (SIP) phone, a

wireless local loop (WLL) station, a personal digital assistant (PDA), a handheld device having wireless connection capability, or some other suitable processing device connected to a wireless modem. Accordingly, one or more aspects taught herein may be incorporated into a phone (e.g., a cellular phone or smartphone), a computer (e.g., a laptop), a portable communication device, a headset, a portable computing device (e.g., a personal data assistant), an entertainment device (e.g., a music or video device, or a satellite radio), a gaming device or system, a global positioning system device, or any other suitable device that is configured to communicate via a wireless medium.

[0037] The term "associate," or "association," or any variant thereof should be given the broadest meaning possible within the context of the present disclosure. By way of example, when a first apparatus associates with a second apparatus, it should be understood that the two apparatuses may be directly associated or intermediate apparatuses may be present. For purposes of brevity, the process for establishing an association between two apparatuses will be described using a handshake protocol that requires an "association request" by one of the apparatus followed by an "association response" by the other apparatus. It will be understood by those skilled in the art that the handshake protocol may require other signaling, such as by way of example, signaling to provide authentication.

[0038] Any reference to an element herein using a designation such as "first," "second," and so forth does not generally limit the quantity or order of those elements. Rather, these designations are used herein as a convenient method of distinguishing between two or more elements or instances of an element. Thus, a reference to first and second elements does not mean that only two elements can be employed, or that the first element must precede the second element. In addition, a phrase referring to "at least one of a list of items refers to any combination of those items, including single members. As an example, "at least one of: A, B, or C" is intended to cover: A, or B, or C, or any combination thereof (e.g., A-B, A-C, B-C, and A-B-C).

[0039] As discussed above, certain devices described herein may implement the 802.1 1 standard, for example. Such devices, whether used as a STA or AP or other device, may be used for smart metering or in a smart grid network. Such devices may provide sensor applications or be used in home automation. The devices may instead or in addition be used in a healthcare context, for example for personal healthcare. They may also be used for surveillance, to enable extended-range

Internet connectivity (e.g. for use with hotspots), or to implement machine-to-machine communications.

[0040] FIG. 1 shows an example wireless communication system 100 in which aspects of the present disclosure may be employed. The wireless communication system 100 may operate pursuant to a wireless standard, for example the 802.11 standard. The wireless communication system 100 may include an AP 104, which communicates with STAs (e.g., STAs 112, 114, 116, and 118).

[0041] A variety of processes and methods may be used for transmissions in the wireless communication system 100 between the AP 104 and the STAs. For example, signals may be sent and received between the AP 104 and the STAs in accordance with OFDM or orthogonal frequency-division multiple access (OFDMA) techniques. If this is the case, the wireless communication system 100 may be referred to as an OFDM/OFDMA system. Alternatively, signals may be sent and received between the AP 104 and the STAs in accordance with CDMA techniques. If this is the case, the wireless communication system 100 may be referred to as a CDMA system. In an aspect, the wireless communication system 100 may support MIMO transmissions, including single-user MIMO and multi-user MIMO. The wireless communication system 100 may also support multi-user OFDMA, etc.

[0042] A communication link that facilitates transmission from the AP 104 to one or more of the STAs may be referred to as a downlink (DL) 108, and a communication link that facilitates transmission from one or more of the STAs to the AP 104 may be referred to as an uplink (UL) 110. Alternatively, a downlink 108 may be referred to as a forward link or a forward channel, and an uplink 110 may be referred to as a reverse link or a reverse channel. In some aspects, DL communications may include unicast or multicast traffic indications.

[0043] The AP 104 may suppress adjacent channel interference (ACI) in some aspects so that the AP 104 may receive UL communications on more than one channel simultaneously without causing significant analog-to-digital conversion (ADC) clipping noise. The AP 104 may improve suppression of ACI, for example, by having separate finite impulse response (FIR) filters for each channel or having a longer ADC backoff period with increased bit widths.

[0044] The AP 104 may act as a base station and provide wireless communication coverage in a basic service area (BSA) 102. A BSA (e.g., the BSA 102) is the

coverage area of an AP (e.g., the AP 104). The AP 104 along with the STAs associated with the AP 104 and that use the AP 104 for communication may be referred to as a basic service set (BSS). It should be noted that the wireless communication system 100 may not have a central AP (e.g., AP 104), but rather may function as a peer-to-peer network between the STAs. Accordingly, the functions of the AP 104 described herein may alternatively be performed by one or more of the STAs.

[0045] The AP 104 may transmit on one or more channels (e.g., multiple narrowband channels, each channel including a frequency bandwidth) a beacon signal (or simply a "beacon"), via a communication link such as the downlink 108, to other nodes (STAs) of the wireless communication system 100, which may help the other nodes (STAs) to synchronize their timing with the AP 104, or which may provide other information or functionality. Such beacons may be transmitted periodically. In one aspect, the period between successive transmissions may be referred to as a superframe. Transmission of a beacon may be divided into a number of groups or intervals. In one aspect, the beacon may include, but is not limited to, such information as timestamp information to set a common clock, a peer-to-peer network identifier, a device identifier, capability information, a superframe duration, transmission direction information, reception direction information, a neighbor list, and/or an extended neighbor list, some of which are described in additional detail below. Thus, a beacon may include information that is both common (e.g., shared) amongst several devices and specific to a given device.

[0046] In some aspects, a STA (e.g., STA 114) may be required to associate with the AP 104 in order to send communications to and/or to receive communications from the AP 104. In one aspect, information for associating is included in a beacon broadcast by the AP 104. To receive such a beacon, the STA 114 may, for example, perform a broad coverage search over a coverage region. A search may also be performed by the STA 114 by sweeping a coverage region in a lighthouse fashion, for example. After receiving the information for associating, either from the beacon or probe response frames, the STA 114 may transmit a reference signal, such as an association probe or request, to the AP 104. In some aspects, the AP 104 may use backhaul services, for example, to communicate with a larger network, such as the Internet or a public switched telephone network (PSTN).

[0047] In an aspect, the AP 104 may include one or more components for performing various functions. For example, the AP 104 may include a TWT component 124 to perform procedures related to TWT operations/scheduling. In an aspect, TWT component referred to herein may be a scheduling component. In one example, the TWT component 124 may be configured to receive, from a second wireless device, a first message that includes a first trigger field. The first trigger field may indicate whether the first message includes a request for a trigger message to be sent by the first wireless device at a start of a TWT service period. The TWT component 124 may be configured to determine a TWT schedule based on the received first message. The TWT component 124 may be configured to transmit a second message to the second wireless device. The second message may include the TWT schedule and a second trigger field based on the determined TWT schedule. The second trigger field may indicate whether the AP 104 will transmit the trigger message at the start of the TWT service period (or during the TWT service period). In an aspect, the AP 104 may transmit one or more trigger messages during the TWT service period. The trigger message is a frame that may enable the one or more intended recipients to transmit messages or frames to the transmitter of the trigger message after a determined period of time after the trigger message is received (e.g, after a short interfrace space (SIFS)), for example, as an immediate response to the trigger message in which the frames may be sent in single user (SU) mode or multi-user (MU) mode. In another example, the TWT component 124 may be configured to determine a TWT schedule and to broadcast a message that may include the determined TWT schedule to one or more wireless devices. The message may include a broadcast indicator that indicates the TWT schedule is a broadcast TWT schedule. In yet another example, the TWT component 124 may be configured to receive a message from a second wireless device that indicates an intention of the second wireless device to switch to an operating mode that is one of an active mode, a power save mode, or a TWT power save mode. During the TWT power save mode, the second wireless device may enter an awake state during TWT service periods and may enter a doze state outside of the TWT service periods. In this example, the TWT component 124 may be configured to store the operating mode associated with the second wireless device and to transmit to the second wireless device an acknowledgment of the operating mode switch.

[0048] In another aspect, the STA 114 may include one or more components for performing various functions. For example, the STA 114 may include a TWT component 126 to perform procedures related to TWT operation/scheduling. In one example, the TWT component 126 may be configured to transmit a first message that includes a first trigger field to a second wireless device. The first trigger field may indicate whether the first message includes a request for a trigger message to be sent by the second wireless device at a start of a TWT service period or during a TWT service period. The TWT component 126 may be configured to receive a second message from the second wireless device. The second message may include a second trigger field based on the first message, and the second trigger field may indicate whether the second wireless device will transmit the trigger message at the start of the TWT service period. In another example, the TWT component 126 may be configured to receive from a second wireless device a message that includes a TWT schedule. The message may include a broadcast indicator that indicates the TWT schedule is a broadcast TWT schedule. The TWT component 126 may be configured to determine one or more TWTs for the first wireless device based on the TWT schedule. In another example, the TWT component 126 may be configured to determine whether to switch to an active mode, a power save mode, or a TWT power save mode. During the TWT power save mode, the STA 114 may enter an awake state during TWT service periods and may enter a doze state outside of the TWT service periods. In this example, the TWT component 126 may be configured to transmit a message to a second wireless device based on the determination.

[0049] In Wi-Fi networks, an AP often serves multiple STAs within a BSS as illustrated in FIG. 1. When STAs (e.g., STAs 112, 114, 116, 118) have data to transmit or receive, STAs exchange UL/DL frames with the AP (e.g., in a multi-user context). The UL/DL frames refer to UL only, DL only, or both. To perform data transmission or reception, STAs may need to receive a trigger frame from the AP to enable the UL/DL exchange. A trigger frame may contain a set of resource allocations for the UL/DL exchange. To receive the trigger frame, a STA may need to be in an awake mode/state for unknown periods of time to wait for a trigger frame. Potentially long and frequent periods spent waiting for a trigger frame increases power consumption of the STA. As such, a need exists to reduce power consumption by lowering the airtime needed for UL/DL frame exchanges. One solution is to implement a target wake time (TWT) scheduling protocol in which

devices (e.g., STAs or APs) may be scheduled to sleep and wake up at specific times to perform UL/DL exchanges and trigger frames may be scheduled for transmission at predetermined or negotiated times. When a STA or an AP is not scheduled to be awake to receive trigger frames, for example, the STA or the AP can be in sleep mode (or power save mode) to conserve power. The TWT scheduling protocol is beneficial to any scheduling mechanism that may be negotiated between devices or dictated by one device to schedule intervals of time during which to exchange information between two or more devices. While the above description is related to power consumption aspects, other benefits of scheduling are obvious to one skilled in the art, such as contention reduction, hidden node mitigation, interference management, etc.

[0050] To facilitate improved power management protocols and techniques for Wi-Fi networks, three main topics are provided below. The first topic relates to a solicit TWT protocol that enables a first wireless device to negotiate with a second wireless device to determine an individual TWT schedule that will indicate when the first wireless device will wake up to communicate with the second wireless device. The second topic relates to a broadcast TWT protocol in which a first wireless device, such as for example an AP, may determine a TWT schedule for one or more wireless devices (e.g., multiple STAs). The TWT schedule in a broadcast TWT protocol may not be negotiated. Instead, other wireless devices that want to communicate with the first wireless device will wake up according to the times provided in the broadcasted TWT schedule. The other wireless devices may also communicate with the first wireless device according to the parameters provided by the first wireless device. Both the solicit TWT and broadcast TWT protocols may use implicit or periodic TWT schedules (in which a first TWT may be explicitly indicated in a message and additional TWTs may be implied from the first TWT and other parameters contained in the message) and explicit or aperiodic TWT schedules (in which all TWTs associated with the TWT schedule may be explicitly indicated in the message, and a message for any subsequent TWTs may be delivered during a TWT service period that precedes the subsequent TWT). Finally, the third topic relates to devices switching between different modes of operation (e.g., active mode, a passive or power save mode, and/or a TWT power save mode) to save power. In particular, as further described below, the TWT power save mode is a mode of

operation designed to reduce power consumption for wireless devices operating in accordance with a TWT agreement or schedule.

[0051] In an aspect, to enable wireless devices to negotiate and/or transmit TWT schedules, a signaling mechanism that identifies the different parameters associated with TWT scheduling is needed. FIG. 2 provides one exemplary diagram of a TWT element for TWT scheduling. In the exemplary diagram, one or more of the fields shown in the figure may be optionally present, depending on the parameters being delivered. As an example, in TWT setup the TWT element may not contain the TWT group assignment field, the NDP paging field and/or the OFDMA channel bitmaps field. Other fields may also not be present in the exchanged TWT element. Other variations of the TWT element inline with the teachings herein are also provided in subsequent figures.

[0052] FIG. 2 is an exemplary diagram of a TWT element 200 for supporting target wake time and trigger frame scheduling. To enable a TWT scheduling, an AP and a STA, for example, may negotiate a target wake time using a TWT element that provides the neccessary signaling between devices to schedule one or more target wake times and their corresponding parameters. The TWT element may be transmitted in an individualy addressed management frame that can be of type action, action no ack, (re)association request/response, probe request response, etc., when the TWTs are negotiated between the first wireless device and the second wireless device, e.g., during a TWT setup phase. In another embodiment, for a broadcast TWT, the TWT element may be transmitted in a broadcast management frame that can be of type Beacon, or TIM Broadcast frame, etc. In this embodiment the TWT element provides non-negotiated schedules (e.g., broadcast TWT schedules) as described further below.

[0053] In an aspect, the STA requesting the TWT schedule may be referred to as the TWT requester, and the AP responding to the request may be known as the TWT responder. In this embodiment, the TWT schedule and parameters are provided during the TWT setup phase and renegotiation/changes of TWT schedules are signaled via individually addressed frames that contain the updated TWT parameters. These frames can be management frames as described above, control frames or data frames that carry a field containing the updated TWT schedule and its related parameters. In another aspect, two STAs may negotiate a TWT schedule and one STA may be the TWT requester and the other STA may be the TWT responder.

[0054] Referring to FIG. 2, in the TWT element 200, an element ID (e.g., 1 octet in length) may indicate that an information element is a TWT element. A length field (e.g., 1 octet) may indicate the length of the TWT element 200 starting from the control field until the end of the TWT element (e.g., the end of the OFDMA channel bitmaps field). The TWT element 200 may include a target wake time field (e.g., 8 octets or less), a TWT group assignment field (e.g., 9, 3, 2, or 0 octets), a nominal minimal wake duration field (e.g., 1 octet), a TWT wake interval mantissa (e.g., 2 octets), a TWT channel field (e.g., 1 octet), an NDP paging field (e.g., 0 or 4 octets) and/or an OFDMA channel bitmaps field (e.g., 0, 1, 2 to 8 Octets). In certain embodiments, the length field may indicate a length of a TWT element that carries multiple groups or instances of these fields (e.g., multiple groups of the fields from at least one of the Control, Request Type, . . . , up to the OFDMA channel bitmaps field as shown in the TWT element 200). In such embodiments, the TWT element 200 may contain TWT parameters for one or more TWT negotiations or indications as described herein. Each of the TWT negotiations contained in the TWT element may be identified by a unique TWT flow identifier. In certain embodiments, the one or more groups of fields may be related to non-negotiated TWTs (e.g., broadcast TWTs) as described further below.

[0055] Referring to FIG. 2, a request type field (e.g., 2 octets) may indicate a type of TWT request. The request type field may include multiple fields (or subfields). The fields may include a TWT request field (e.g., 1 bit), a TWT setup command field (e.g., 3 bits), a trigger field (e.g., 1 bit), an implicit field (e.g., 1 bit), a flow type (e.g., 1 bit), a TWT flow identifier (e.g., 3 bits), a wake interval exponent (e.g., 5 bits), and/or a TWT protection field (e.g., 1 bit).

[0056] The TWT request field may indicate whether the TWT element 200 represents a request. If TWT request field has a value of 1, then the TWT element 200 may represent a request to initiate TWT scheduling/setup. Otherwise, if the TWT request field has a value of 0, then the TWT element 200 may represent a response to a request to initiate TWT scheduling/setup (solicit TWT), an unsolicited TWT (which is a response to initiate a TWT scheduling which is conceptually similar to the solicited TWT with the exception that the TWT requester STA did not send a TWT request to solicit this TWT response), and/or a non-negotiable TWT scheduling message (or a broadcast TWT message). In the case of the non-negotiable TWT

(broadcast TWT), one or more of the above mentioned fields (including the TWT request field) may not be present in the TWT element as discussed further below).

[0057] The TWT setup command field may indicate the type of TWT command. In a TWT request, the types of TWT commands may indicate the following: request TWT (the TWT field contains zeros because the TWT responder specifies the TWT value; e.g., field set to 0), suggest TWT (the TWT requester suggests a TWT value; e.g., field set to 1), and demand TWT (the TWT requester demands a TWT value; e.g., field set to 2). In a TWT response, the types of TWT commands may include TWT grouping (the TWT responder suggests TWT group parameters that are different from the suggested or demanded TWT parameters of the TWT requester; e.g., field set to 3), accept TWT (the TWT responder accepts the TWT request with the TWT parameters indicated; e.g. field set to 4), alternate TWT (the TWT responder suggests TWT parameters that are different from the parameters suggested or demanded by the TWT requester; e.g., field set to 5), dictate TWT (the TWT responder demands TWT parameters that are different from the parameters suggested or demanded by the TWT requester; e.g., field set to 6), or reject TWT (the TWT responder rejects the TWT setup; e.g. field set to 7).

[0058] In a TWT response, the TWT command may indicate an unsolicited response (e.g., the TWT responder may demand the recipient to follow the TWT schedule contained in the element), a broadcast TWT (the TWT responder is scheduling the TWT for any STA that is reading the element), etc. In particular, for an unsolicited response, the TWT element 200 may include a value of dictate TWT in the TWT command field and the TWT request field may be set to 0. The unsolicited TWT is an individually addressed frame that is intended for a specific STA (whereas a broadcast TWT may be for multiple STAs and may be carried in a broadcast frame such as, for example, a beacon. Further, the unsolicited TWT may typically involve a frame exchange in which the STA receiving the unsolicited TWT may respond with an ACK, whereas broadcast TWTs may not be acknowledged.

[0059] In an aspect, a TWT responder, who receives a TWT request from a TWT requester and whose value of the TWT wake interval is equal to the TWT requester's listen interval, may respond to the TWT request with either an accept TWT or a reject TWT in the TWT command field. In the case of an accept TWT, the accept TWT may include the value of the allocated first target beacon transmit time in the TWT wake time field and the value of the listen interval between

consecutive target beacon transmit times (TBTTs) in the TWT wake interval mantissa and the TWT wake interval exponent fields. In this aspect the TWT request/TWT response mechanism may be used by the requesting STA to identify which of the broadcast frames that contain the broadcast TWT schedule (e.g., beacon frames) it will wake to receive. In certain embodiments, a value of the TWT flow identifier may be reserved for this purpose (negotiation of TBTTs) to differentiate it from a TWT setup that negotiates TWT schedules). As an example, either the value 0 or 7 of the TWT flow identifier may be used for this purpose (negotiation of TBTTs). In this aspect, either of these values shall not be used for the purpose of negotiating TWT schedules.

[0060] If sent in a TWT request, the trigger field may indicate whether a request for a target wake time includes a request for a trigger frame to be sent by the TWT responder at the start or during the TWT service periods that correspond to the requested TWT schedule. In an aspect, the trigger frame may be transmitted up to the duration of the TWT service period that corresponds to the scheduled TWT and one or more trigger frames may be scheduled by the TWT responder. If sent in a TWT response, the trigger field may indicate whether a response to a request for a target wake time indicates whether one or more trigger frames will be sent at a scheduled TWT. The one or more trigger frames may be sent within the boundaries of the TWT service period duration that correspond to the requested TWT schedule. For example, in a TWT request, if the trigger field has a value of 0, then the TWT request may not request a trigger frame, but if the trigger field has a value of 1, then the TWT request may request a trigger frame. In a TWT response, if the trigger field has a value of 0, then no trigger frame will be sent, but if the trigger field has a value of 1, then at least one trigger frame may be transmitted at or during a scheduled TWT service period. In certain embodiments, the trigger field may be included in any of the fields in the TWT element or in any other fields of other elements used for providing scheduling information.

[0061] The implicit field may indicate whether the next TWT is implicitly calculated or explicitly signaled. For example, if the implicit field has a value of 1, then the next TWT is implicitly calculated by the TWT requester (and TWT responder) during a TWT service period of a scheduled TWT (in certain embodiments as identified by the TWT flow identifier). For example, the subsequent or next TWT may be determined based on the value of the TWT (e.g., as indicated in the TWT element

200) of the current TWT service period plus a multiple of the TWT wake interval (e.g., $TWTperiod = TWTwake\ interval\ mantissa * 2^{wake\ interval\ exponent}$, such that *next TWT = current TWT + TWTperiod).* This allows periodic scheduling of the TWTs, which is simple and flexible for normal operations. In an aspect, a wireless device that has an implicit TWT schedule (or agreement) with another wireless device may not generate a block acknowledgment TWT frame (BAT) frame, a TWT acknowledgment (TACK) frame, or a short TWT acknowledgment (STACK) frame for subsequent TWT start times associated with the same TWT schedule. If the implicit field has a value of 0, then the next TWT may be explicitly signaled by the TWT responder during a TWT service period. The TWT responder may transmit a BAT or TACK or STACK frame, each of which is a control response frame that may contain next TWT information.

[0062] In certain embodiments, the TWT responder may transmit a TWT information frame (e.g., an action frame or action no ack frame) that contains similar TWT information. The frames may include a partial time stamp (containing a partial value of the TSF timer of the TWT responder) and a next TWT that indicates when the next TWT is scheduled (e.g., the next TWT is scheduled in 2 or 5 seconds from the start of the TWT of the current TWT service period).

[0063] In another configuration, within an implicit TWT agreement, either the TWT responder or TWT requester may transmit a TWT information frame for rescheduling the next TWT. The TWT information frame may include a response requested subfield set to 0 and the next TWT request subfield set to 0. In an aspect, the TWT information frame may indicate a nonzero next TWT in the next TWT subfield when the TWT information frame is transmitted by the TWT responder. In another aspect, the TWT information frame may include indicate a suspension of the TWT agreement (or all TWT agreements) when the next TWT subfield is not present and the TWT information frame is transmitted by the TWT requester. In another aspect, the TWT information frame may indicate a resumption of the previously suspended TWT agreement (or all TWT agreements) when the next TWT subfield is present and the TWT information frame is transmitted by the TWT requester. In this aspect, the next TWT subfield may include the next TWT, selected from the previously negotiated implicit TWT, at which the implicit TWT agreement is resumed. In another embodiment, an indication in any frame transmitted by the TWT requester to the TWT responder may provide such

indication. As an example, a subfield in the MAC header (e.g., within the high efficiency (HE) variant of the high throughput (HT) Control field) of a frame transmitted to the TWT responder may indicate a suspension of the TWT agreement(s) if set to 1 and may indicate a resumption of the TWT agreement(s) if set to 0, or vice versa.

[0064] The TWT flow type may indicate the type of interaction between the TWT requester and the TWT responder at the TWT. In an aspect, the TWT requester may set the TWT flow type. For example, a value of 0 in the TWT flow type may indicate an announced TWT in which the TWT requester announces itself at the start of a TWT SP by transmitting a power save poll (PS-Poll) frame or an automatic power save delivery (APSD) trigger frame to signal the awake state of the TWT requester to the TWT responder before a frame is sent from the TWT responder to the TWT requester. In an aspect, the TWT responder may not send frames to a TWT requester without knowing the power state of the TWT requester in order to avoid transmitting to the TWT requester when the TWT requester is in a doze state. In another example, a value of 1 in the flow type may indicate an unannounced TWT. In an unannounced TWT, the TWT requester may not need to announce itself. The TWT responder may assume that the TWT requester is awake. The TWT responder may transmit one or more DL frames to the TWT requester at the TWT without waiting to receive a PS-poll or an APSD trigger frame from the TWT requester.

[0065] In another aspect, a TWT responder may set the TWT flow type to 0 to indicate that the TWT responder may transmit a frame to the TWT requester at a TWT without waiting to receive a PS-Poll or APSD trigger frame from the TWT requester. In another aspect, the TWT responder may set the TWT flow type to 1 to indicate that the TWT responder may not transmit a frame to the TWT requester within the TWT service period until the TWT responder has received a PS-Poll or APSD trigger frame from the TWT requester.

[0066] The TWT flow identifier may contain a 3-bit value. In one aspect, for solicit TWTs or unsolicited TWTs (e.g., TWT elements contained in individually addressed frames), the TWT flow identifier may identify specific information for a TWT request uniquely from other requests made between the same TWT requester and the TWT responder pair. In certain aspects, as described above, a value of the TWT flow identifier may be reserved for the purpose of negotiation the TBTTs for

broadcast TWT operation, e.g., a value 0 or value 7). In another aspect, such as for a TWT element that carries information for one or more TWT parameter sets, each of which includes information related to one or more TWT SPs that are broadcast TWT SPs (e.g., a broadcast TWT element that is carried in a broadcast frame (or in general group addressed frame)), the TWT flow identifier may indicate the types of flows that may be allowed in response to a scheduled trigger frame during the TWT service periods when the trigger field of the TWT element is set to 1 and the type of flows that may be allowed during the TWT SPs when the trigger field of the element is set to 0. In one example, when the TWT flow identifier is 0, wildcard or random OFDMA allocation access from unassociated STAs may be allowed. In another example, when the TWT flow identifier is 1, wildcard or random OFDMA allocation access from associated STAs may be allowed. In another example, when the TWT flow identifier is 2, scheduled access for associated STAs in power save mode may be allowed. In another example, when the TWT flow identifier is 3, voice traffic may be allowed. In yet another example, when the TWT flow identifier is 4, video traffic may be allowed, etc. In another example, a value of the TWT flow identifier may indicate that (T)DLS (direct link setup or tunneled direct link setup) traffic is allowed (e.g., frames exchanged between STAs (e.g., neither of which is the STA that sent the trigger frame when the trigger field of the TWT element is 1). In certain aspects, the above described functionalities of the TWT flow identifier may be incorporated in a different subfield within the TWT element. In other embodiments, such as when the TWT service period that is not a broadcast TWT service period, the TWT flow identifier subfield may contain a value that identifies the specific information associated with the TWT request uniquely from other requests made between the same TWT requester and TWT responder pair.

[0067] The TWT protection field may indicate whether a TWT is protected or unprotected. A TWT requester may set the TWT protection field to 1 to request the TWT responder to provide protection for the set of TWT service periods corresponding to the requested TWT ID by allocating one or more restricted access windows (RAWs) that restrict access to the medium during the TWT service periods corresponding to the TWTs. In certain embodiments, a TWT protection field equal to 1 indicates a request or response to commit (e.g., shall) using network allocation vector (NAV) protection mechanisms to protect the access to the medium during the corresponding TWT service periods. A TWT requester sets the TWT protection

field to 0 if the TWT protection by RAW allocation is not requested for the corresponding TWTs. For an unprotected TWT, the TWT responder may protect the TWT service periods using a NAV protection mechanisms (or other similar mechanisms). That is, each STA may include a NAV and may increase the NAV and delay transmitting while other STAs are transmitting.

[0068] In certain aspects, the TWT responder that has set the TWT protection field to 1 may send a NAV setting frame approximately at the start of the TWT service periods that correspond to the particular scheduled TWT. For example, the NAV setting frame can be a CTS message. In these aspects, any STA that receives the frame and is not scheduled to access the medium during the TWT service period that is covered by the NAV duration of the NAV setting frame shall set their NAV and not access the medium for the specified amount of time. On the other hand, any STA that receives the frame and is scheduled to access the medium during the TWT service period should ignore the NAV settings dictated by the CTS to self frame (in certain embodiments STAs can reset their NAV counters even though the counters were set by other received frames).

[0069] In an aspect, the NAV or the NAV setting frame may be ignored by STAs that are accessing the medium during the TWT service period (e.g., for certain frames only such as multi-user or single user, short packet size, etc.)

[0070] In a TWT request, the TWT wake interval may be the average time that the TWT requester expects to elapse between successive TWT service periods. In a TWT response, the TWT wake interval may be the average time that the TWT responder expects to elapse between successive TWT service periods. When transmitted by a TWT requester, the TWT field may contain a positive integer which corresponds to a time at which the TWT requester requests to wake, or a value of zero when the TWT setup command field contains the value corresponding to the command "Request TWT." When transmitted by a TWT responder, the TWT field may contain a value that corresponds to a time at which the TWT responder requests the TWT requester to wake. The TWT group assignment field may provide information to a TWT requester about the TWT group to which the TWT requester is assigned. The nominal minimum wake duration field may indicate the minimum amount of time that the TWT requester expects that the TWT requester needs to be awake in order to complete the frame exchange associated with the TWT flow identifier for the period of the TWT wake interval, where the TWT wake interval is

the average that the TWT requester expects to elapse between successive TWT service periods. The TWT wake interval mantissa may be set to the value of the mantissa of the TWT wake interval value in microseconds, base 2.

[0071] When transmitted by a TWT requester, the TWT channel field may contain a bitmap (or other information) indicating which channel or channels the TWT requester wants to use as temporary primary channels or as channels to be used for DL and/or UL MU transmissions (MU OFDMA or MIMO) during the TWT service period that corresponds to the scheduled TWT. When transmitted by a TWT responder, the TWT channel field may contain a bitmap (or other information) indicating which channels the TWT requester is allowed to use as temporary channel or channels or as channels to be used for DL and/or UL MU transmissions (MU OFDMA or MIMO) during the TWT service period. In certain embodiments, the channel width of each of the channels identified by the bits in the TWT channel bitmap may be 20 MHz. As such, in one configuration, the TWT channel field may indicate the channel and the channel width that the TWT requester or the TWT responder expects to be used for exchanging frames during a TWT service period. A single user physical layer convergence procedure (PLCP) protocol data unit (PPDU) exchanged between devices during a TWT service period may not exceed the negotiated channel width. A PLCP service data unit (PSDU) contained in MU PPDUs, for example, may be transmitted within the negotiated channel(s) and may not exceed the width of the negotiated channel. For example, if the negotiated channel has an upper bit equal to 1, then MU PSDUs exchanged during the TWT service period may be located in the upper 20 MHz of a 160 MHz channel. This configuration enables STAs to dynamically negotiate operating primary channel/width and also indicate which MU resource is preferred. If STAs prefer not to use this signaling, then the STAs may set the TWT channel field to the BSS primary channel and set the channel width to the width of the BSS primary channel. In another configuration, the TWT channel field may be set to 0 and indicate nothing.

[0072] In another aspect, the TWT element 200 may additionally include an OFDMA channel bitmaps field. In certain embodiments this field may provide a bitmap of subchannels for the channels indicated in the TWT channel field. The OFDMA channel bitmaps field may contain a bitmap of subchannels. In one aspect, the OFDMA channel bitmaps field may contain one or more bitmaps (one for each of

the bits set to 1 in the TWT channel field) each of which may be associated with one channel indicated in the TWT channel bitmap. Each bitmap may contain 8 bits each of which may identify one subchannel (e.g., an OFDMA channel) of channel width 2.5 MHz, or less) of the 20 MHz channel of the corresponding bit in the TWT channel bitmap. The number of OFDMA channel bitmaps may be equal to the number of non-zero bits in the TWT channel field preceding the OFDMA channel bitmaps field. The *n-th* OFDMA channel bitmap field may be a mapping of the subchannels of the *n-th* channel located at the *n-th* position in the TWT channel bitmap. Note that for exemplary purposes, some values of channel widths and field sizes are described, any value can be used for covering different bandwidths, channels, and subchannel units. As such, greater flexibility may be added by defining OFDMA channel bitmaps for each of the TWT channels indicated in the TWT channel field. An OFDMA channel bitmap enables a TWT requester to indicate a preference for which channel to be allocated during the UL/DL multi-user operation in the TWT channel and eventually in the OFDMA channel bitmaps. The TWT responder can agree with the TWT requester's suggestion or suggest other channels or a subset of the indicated channels in a TWT response.

[0073] As discussed above, the TWT element 200 may be transmitted in different types of frames. The frames may be individually addressed or group addressed frames. In one aspect, the TWT element 200 may be transmitted in an action frame (e.g., either an action ACK or action no ack frame) or other frame types such as an association request/response and/or probe request/response frames. In other aspects, the TWT element 200 may be transmitted in a beacon frame or in another management frame. In an aspect, the aforementioned parameters or fields in the TWT element 200, including the TWT, the TWT Wake Interval Mantissa, and the TWT channel parameters, may be negotiated between devices during TWT setup, which may be performed using individually addressed frames exchanged between the TWT requester and TWT responder. In another aspect, the bit lengths of each field/subfield described above are provided for exemplary purposes and are not intended to limit the scope of the TWT element 200.

[0074] Solicited TWT Scheduling

[0075] FIG. 3 includes an exemplary diagram 300 of a wireless network implementing solicit TWT scheduling and an exemplary timing flow diagram 350 for TWT operation. The diagram illustrates an AP 302 broadcasting or transmitting within a

BSS 304. STAs 306, 308, 310 are within the BSS 304 and are served by the AP 302. The STAs 306, 308, 310 and the AP 302 may perform TWT scheduling.

[0076] In one configuration, the STA 306 and the AP 302 may negotiate the TWT scheduling. In this configuration, the STA 306 may act as the TWT requester and initiate TWT setup with the AP 302 (although STA 306 and the AP 302 may also reverse roles). During TWT setup, the STA 306 may transmit a first message 312 (e.g., an action frame, association frame, or another frame) to the AP 302, which may act as the TWT responder. The first message 312 may include a TWT element (e.g., the TWT element 200 illustrated in FIG. 2). The first message 312 may include a first element ID identifying the TWT element 200. The first message 312 may include a first TWT request field having a value of 1 to indicate that the TWT element is a TWT request. The first message 312 may include a first trigger field with a value of 0 if the STA 306 does not request a trigger frame to be sent by the AP 302 at the start of or during a TWT service period. In another aspect, the first message may include a first trigger field with a value of 1 if the STA 306 includes a request for a trigger message to be sent by the AP 302 at the start of or during the one or more TWT service periods that correspond to the requested TWT schedule. In another aspect, the STA 306 may set a first TWT setup command to "Request TWT" to enable to AP 302 to set a TWT for the STA 306. In another aspect, the STA 306 may set the first TWT setup command to "Suggest TWT" to indicate a suggested/requested TWT to the AP 302. In addition, the STA 306 may set the other parameters of the TWT request to indicate other parameters for the request. For example, the STA 306 may set the implicit field to 1 to indicate a request for an implicit TWT schedule (e.g., periodic) or to 0 to indicate an explicit TWT. In an aspect, the STA 306 may set the implicit field to 1 and the NDP paging indicator subfield of the element to 0. The STA 306 may set the flow type to indicate announced TWT (e.g., the TWT requester intends to be the first to send a frame (e.g., PS-Poll or APSD trigger frame) following the trigger frame) or unannounced TWT (e.g., the TWT responder is to assume the STA be in awake state and to send other frames to the STA in DL). The STA 306 may also indicate a preferred channel and/or preferred subchannels in the TWT channel field for use during the scheduled TWT . In an aspect, the STA 306 may further indicate preferred OFDMA subchannels in an OFDMA subchannel bitmap field within the first message 312.

[0077] After receiving the first message 312 from the STA 306, the AP 302 may determine whether to schedule one or more target wake times based on the first message 312. The AP 302 may determine whether to schedule TWTs for the STA 306 based on the number of STAs and/or the amount of data traffic within the BSA 304. For example, if the AP 302 detects a large number of STAs (e.g., 4) in the BSS 304, the AP 302 may improve channel contention by spreading out the wake up times of STAs if the STAs are operating in single user (SU) mode or concentrate the STAs wake up times if they are operating in multi-user (MU) mode. By contrast, if the AP 302 detects a small number of STAs (e.g., 1 or 2), the AP 302 may schedule the target wake times closely so that resources are not wasted and data rates may be high. However, the AP 302 may want to improve power save of the STAs in which case the AP 302 may account for the STAs' suggestions of the TWT allocations etc. Similarly, if the AP 302 determines that the medium is busy, the AP 302 may spread out the wake up times of the STAs to reduce traffic. If the medium is not busy, the AP 302 may schedule the target wake times closely. In an aspect, if the AP 302 determines that the medium is not busy and the first message 312 includes a suggested TWT, the AP 302 may determine to accept the TWT requested in the first message 312. In another aspect, if the medium is busy, the AP 302 may determine to provide a scheduled TWT that is different from the suggested/requested TWT of the STA 306. In yet another aspect, the AP 302 may determine not to schedule a TWT for the STA 306. In addition the AP 302 may allocate multiple STAs with similar requests in terms of traffic schedule, pattern, quality of service (QoS) requirements, power save requirements, feedback in the same TWT schedule so that the AP 302 can exchange traffic with the STAs using MU transmissions that are triggered by trigger frames.

[0078] After receiving the first message 312, the AP 302 may determine whether to send one or more trigger frames to the STA 306 based on the value of the first trigger field included in the first message 312. If the value of the first trigger field in the first message 312 is 0, then the AP 302 may determine not to send a trigger frame at the start of or during the TWT service period. If the value of the first trigger field in the first message 312 is 1, then the AP may determine to send one or more trigger frames at the start of or during the one or more TWT service periods based on the medium status (e.g., amount of traffic), the number of STAs in the BSA 304, and/or any other TWT requests from other STAs. The AP 302 may

transmit a second message 314 to the STA 306. The second message 314 may be a TWT response to the TWT request (e.g., the first message 312) transmitted by the STA 306 (solicit TWT setup). In another embodiment, the second message 314 may be a TWT response that may be sent without receiving any TWT requests by the STA 306 (unsolicited TWT setup). The second message 314 may include a second trigger field based on the first message 312. The second trigger field may indicate whether the AP 302 will transmit one or more trigger frames at a scheduled TWT of the TWT service period. For example, if the first trigger field in the first message 312 has a value of 0, then the second trigger field in the second message 314 may have a value of 0 . But if the first trigger field in the first message 312 had a value of 1, then the second trigger field in the second message 314 may have a value of 1 if the AP 302 determines to transmit one or more trigger frames at one or more scheduled TWTs of one or more TWT service periods. The scheduled TWT may be the same as a requested TWT in the first message 312. The scheduled TWT may also be a different TWT determined by the AP 302. In another aspect, the scheduled TWT may be a suggested TWT by the AP 302 such that the STA 306 may suggest a different TWT later (e.g., the STA 306 may renegotiate by transmitting another TWT request). Assuming the AP 302 schedules one or more trigger frames during one or more TWT service periods (e.g., TWT service periods 1, 2), the STA 306 may be able to send data to or receive data from the AP 302 upon receiving the one or more trigger frames. Upon receiving the second message 314, the STA 306 may determine whether the second trigger field has a value of 0 or 1. If the second trigger field has a value of 1, the STA 306 may wait for one or more trigger frames to be sent at a scheduled TWT and begin an UL/DL exchange upon receiving the trigger frame. Alternatively, even if the trigger field has a value of 1, the negotiation process may continue, and the STA 306 may negotiate for a different scheduled TWT by transmitting another message to the AP 302 requesting a different TWT (e.g., via unicast frames). Aside from negotiating the TWT, other parameters of TWT operation may also be negotiated (e.g., the TWT wake interval, the TWT channel, etc.). If the second trigger field has a value of 0, the STA 306 may wake up at the scheduled TWT indicated in the second message 314 but not know what to expect from the AP 302 during the TWT service period. For example, when the second trigger field has a value of 0, the AP 302 may or may not send a trigger frame at the start of the TWT service period (e.g., TWT service period 1).

25