



TRANSLATOR CERTIFICATION

Date: May 24, 2026

To whom it may concern:

I, Frank McGee, a translator fluent in the Japanese and English languages, on behalf of Morningside Translations, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that reflects the intention and meaning of the original text.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.

The document is designated as:

- JP_2003333706_A

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Frank McGee", is written over a horizontal line.

Frank McGee

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Gazette of Unexamined
Patent Applications (A)

(11) Publication Number
2003-333706 (P2003-333706A)

(43) Publication Date November 21, 2003 (2003.11.21)

(51) Int.Cl. ⁷	ID Codes	FI	Theme Codes (Reference)
B60L 11/18		B60L 11/18	A 5G003
H01M 10/44		H01M 10/44	A 5H030
H02J 7/00		H02J 7/00	P 5H115
7/10		7/10	H

Examination Request Not Yet Received No. of Claims 22 OL (Total of 34 pages)

(21) Appl. No. 2002-135687 (P2002-135687)
(22) Filing Date May 10, 2002 (2002.5.10)

(71) Applicant 000183222
Sumitomo Nacco Material Handling Co., Ltd.
2-75, Daitocho, Obu-shi, Aichi-ken
(72) Inventor
Katsuhiko HAYASHI
Sumitomo Nacco Material Handling Co., Ltd.
2-75, Daitocho, Obu-shi, Aichi-ken
(74) Agent 100082500
Attorney Tsutomu ADACHI

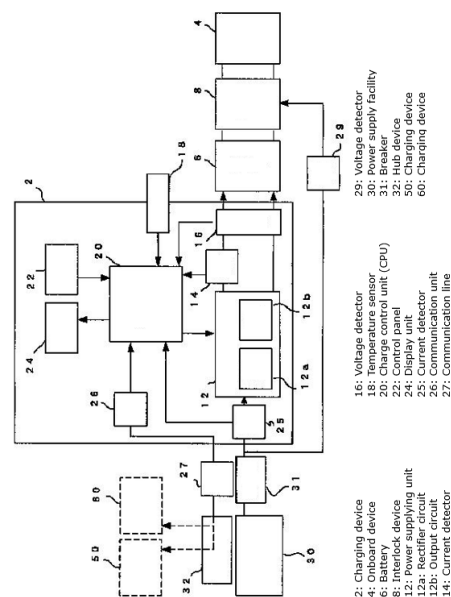
Continued on last page

(54) [Title of the Invention] Vehicle Battery Charging Device and Battery Charging System

(57) [Abstract]

[Problem] It is an object of the present invention to provide a vehicle battery charging device that is able to perform charging without tripping a circuit breaker, even when the user does not check the status of the load connected to the facility power supply.

[Solution] A communication means exchanges information with other charging devices, an information acquiring means acquiring information on the charging status of other charging devices, an operating current setting means sets the operating current value, which is the current that a charging device can receive from an external power supply, such that the total current does not exceed the total current limit, based on the total current limit, which represents the upper limit of the total current drawn by this charging device and the other charging devices from an external power supply, and information related to the charging status of other charging devices, and a charging control means controls the charging current supplied to the battery so that the detected current from the external power supply does not exceed the operating current value set by the operating current setting means.



[Claims]

[Claim 1]

A vehicle battery charging device used to charge a battery serving as a power source for a vehicle, the vehicle battery charging device comprising:
a charging means for receiving a supply of power from an external power supply and supplying a charging current to the battery;
a communication means for exchanging information with other charging devices or other devices connected to the external power supply;
a detecting means for detecting the current supplied from the external power supply;
an information acquiring means for using the communication means to request charging status information from other charging devices and to acquire the charging status information;
an operating current setting means for setting an operating current value, which is the current that the charging device is able to receive from the external power supply, such that the total current does not exceed the total current limit value, based on a preset total current limit value representing the upper limit of the total current, which is the sum of the currents supplied to the charging device and other charging devices from the external power supply, and the charging status information from the other charging devices obtained by the information acquiring means; and
a charging control means for controlling the charging means such that the current detected by the detecting means does not exceed an operating current value set by the operating current setting means.

[Claim 2]

The vehicle battery charging device according to claim 1, wherein the operating current setting means sets the maximum value of the operating current as the operating current value, when the current value obtained by subtracting the total current used by the other charging devices from the total current limit is greater than the maximum value of the operating current determined by the charging devices from the battery, and in all other cases, sets the operating current of the charging device to the highest possible value within a range in which the total current does not exceed the total current limit value.

[Claim 3]

The vehicle battery charging device according to claim 1 or claim 2, wherein the operating current setting means comprises an operating current communication means for, when the current value obtained by subtracting the total current used by the other charging devices from the total current limit is less than the maximum operating current determined by the charging device for the battery, determining whether there is another charging device capable of changing its charging state based on the information obtained by the information acquiring means, and if such a device exists, notifying the device via the communication means to reduce its current consumption by a predetermined amount, the operating current value of the charging device being set as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit value, based on the change in the total current resulting from the reduction in the operating current of the other charging device by communication via the operating current communication means.

[Claim 4]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 3, wherein the operating current setting means sets the charging control means such that charging does not occur when the operating current value cannot be set to a value equal to or greater than an operating current value effective for charging.

[Claim 5]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 4, further comprising a monitoring means for periodically acquiring charging status information from the other charging devices via the information acquiring means and monitoring the status of the total current,

the operating current setting means resetting the operating current value of the charging device to the highest possible value within a range in which the total current does not exceed the total current limit value, when the monitoring means confirms that the total current has been reduced.

[Claim 6]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 5, further comprising an information communicating means for using the communication means to transmit information on the charging status of the charging device to another charging device when the other charging device inquires about the charging status of the charging device.

[Claim 7]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 6, wherein the operating current setting means comprises a modifying means for changing the operating current value in accordance with the content of the notification when a notification is received from another charging device to reduce the operating current of the charging device by a predetermined amount.

[Claim 8]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 7, further comprising a display means for displaying the charging status of the charging device on a display panel visible to the user of the charging device.

[Claim 9]

The vehicle battery charging device according to claim 8, further comprising a predicting means for predicting the time required for completing the charging of the battery based on the battery status at the charging device and the operating current value, the display means displaying the result of the prediction.

[Claim 10]

The vehicle battery charging device according to claim 9, wherein when the monitoring means is in operation, the predicting means includes information on the charging status of the other charging devices as a condition when predicting the time required to complete charging.

[Claim 11]

The vehicle battery charging device according to any of claim 1 to claim 10, further comprising a total current setting means for setting the total current limit value in accordance with an externally inputted instruction.

[Claim 12]

The vehicle battery charging device according to claim 11, further comprising a total current notifying means for notifying other charging devices, via the communication means, of the value set by the total current setting means, the total current setting means setting the total current limit value of the charging device in accordance with the content of the notification when a notification on the total current limit value is received via the communication means from another device with a communication means.

[Claim 13]

A vehicle battery charging system comprising a plurality of vehicle battery charging devices connected to a common external power supply during charging, and a control device for setting the charging conditions of each of these charging devices, the vehicle battery charging system characterized in that each charging device is a charging device according to any of claim 1 through claim 10, and the control device is equipped with a communication means for exchanging information with the charging devices, and

an operating instruction means for communicating operating instructions to the charging devices via the communication means to determine the operation of the charging device, the charging devices operating in accordance with operating instructions from the control device.

[Claim 14]

The vehicle battery charging system according to claim 13, wherein the control device comprises: a current information setting means for setting, in accordance with an externally inputted instruction, a total current limit value representing the upper limit of the total current, which is the sum of the currents that each of the charging devices is able to receive from the external power supply; and a total current communicating means for communicating the value set by the current information setting means to each of the charging devices using the communication means, the charging device setting the total current limit value of the charging device in accordance with the content of the notification when a notification is received on the total current limit value from the control device via the total current notifying means.

[Claim 15]

A vehicle battery charging system comprising:
a plurality of vehicle battery charging devices used to charge the battery that serves as a power supply of a vehicle, the vehicle battery charging devices being connected to a common external power supply during charging; and
a control device for setting the charging conditions for each of the charging devices, wherein the control device comprises:
a communication means for exchanging information with the charging devices;
an information acquiring means for using the communication means to request charging status information from other charging devices and to acquire the charging status information;
an operating current selecting means for selecting for each of the charging devices an operating current value, which is the current that each charging device is able to receive from the external power supply such that the total current does not exceed the total current limit value, based on a preset total current limit value representing the upper limit of the total current, which is the sum of the currents that each charging device is able to receive from the external power supply, and charging status information acquired from each charging device using the communication means;
an operating current notifying means for notifying each charging device of the operating current value using the communication means when the operating current value has been selected by the operating current selecting means; and
an operating instruction means for communicating operating instructions to a charging device which provides operating instructions for the charging device;
each charging device comprises:
a charging means for receiving a supply of power from an external power supply and supplying a charging current to the battery;
a communication means for exchanging information with the control device;
a detecting means for detecting the current supplied from the external power supply;
an information communicating means for sending information on the charging status of the charging device to the control device when the control device inquires about the charging status using the communication means;
an operating current setting means for setting the operating current value of the charging device to the value specified in the notification when the control device receives a notification via the operating current notifying means; and
a charging control means for controlling the charging means such that the current supplied from the external power supply detected by the detecting means does not exceed the operating current value set by the operating current setting means;
and the charging device operates in response to an operation instruction from the control device.

[Claim 16]

The vehicle battery charging system according to claim 15, wherein the operating current selecting means of the control device selects the maximum value of the operating current as the operating current value for the new charging device, when a new charging device is connected to the external power

supply to charge the battery, and the current value obtained by subtracting the total current from the total current limit is greater than the maximum operating current for the battery determined by the new charging device.

[Claim 17]

The vehicle battery charging system according to claim 15 or claim 16, wherein the current selecting means of the control device determines, based on the charging status information from each charging device acquired by the information acquiring means, whether there are other charging devices capable of changing their charging status, when a new charging device is connected to the external power supply to charge the battery, and the current value obtained by subtracting the total current from the total current limit is greater than the maximum operating current for the battery determined by the new charging device, and changes the selection result for the operating current value to reduce the operating current of the charging device by a predetermined amount, if another charging device is capable of changing their charging status, the change being configured such that the operating current value for the new charging device is selected to be as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit given that the total current decreases as a result of the reduced operating current of the charging device whose operating current value has been changed.

[Claim 18]

The vehicle battery charging system according to any of claim 15 to claim 17, wherein the current selecting means sets the charging control means such that the charging means of the new charging device does not perform charging, when a new charging device is connected to the external power supply to charge a battery, and the operating current value cannot be set to a value equal to or greater than a value effective for charging.

[Claim 19]

The vehicle battery charging system according to any of claim 15 to claim 18, further comprising a monitoring means for periodically acquiring charging status information from each of the charging devices and monitoring the status of the total current, the current selecting means changing the selected operating current value for a charging device, which serves as the operating condition for the monitoring means, to be as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit, when the monitoring means confirms that the total current has been reduced.

[Claim 20]

The vehicle battery charging system according to any of claim 13 to claim 19, wherein the control device comprises a display means for displaying the charging status of each charging device obtained using the communication means on a display panel visible to the user of the charging system.

[Claim 21]

The vehicle battery charging system according to claim 20, wherein the control device comprises a predicting means for predicting the time required for completing the charging of the battery based on the battery status at each charging device and the operating current value, the display means displaying the result of the prediction.

[Claim 22]

The vehicle battery charging system according to any of claim 15 to claim 21, wherein the control device comprises a total current setting means for setting the total current limit value in accordance with an externally inputted instruction.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a vehicle battery charging device used to charge a battery serving as a power source in an electric vehicle powered by a battery.

[0002]

[Prior Art]

Electric vehicles that operate by receiving power from a battery include battery-powered forklifts and other industrial vehicles in addition to electric automobiles. These vehicles are typically equipped with a charging device for charging the battery.

[0003]

While various charging methods are known for these charging devices, including the constant-current charging method in which a battery is charged at a fixed current, a two-stage constant-current charging method in which the charging current is switched in two stages, starting with a high current and then reducing it partway through the charging process, and constant-current/constant-voltage method in which the charging current is kept at a constant level at the start of charging and then, once the battery voltage reaches a set voltage, the charging voltage is changed to a set voltage to charge the battery. All charging devices, regardless of the charging method, are equipped with a power cord for connecting to an external commercial power supply, and the battery is charged by plugging the power cord into an outlet to the commercial power supply.

[0004]

Also, regardless of the charging method used, when charging a battery at a constant current, the current is set to ensure charging is completed as safely and quickly as possible, and charging at any intermediate current level is not intended.

[0005]

[Problem to Be Solved by the Invention]

As the charging current for vehicle batteries ranges from tens of amperes to hundred of amperes and power consumption during charging is high, at facilities equipped with power outlets capable of connecting charging devices (such as gas stations or factories in which industrial vehicles are used), if other charging devices are connected to the power supply at the facility, or if electrical loads other than pre-installed charging devices at the facility are in operation, connecting a charging device to a power outlet could cause the load capacity of the power supply to exceed its limits, resulting in the circuit breaker tripping. In such cases, the current drawn by the charging device may not reach its maximum capacity, and the power supply system often has some spare capacity. Even though charging using the excess capacity would be effective, because the current draw for the charging device is set to a single value, attempts to connect additional charging devices results in the system exceeding its capacity, making it impossible to connect new charging devices and thus underutilizing the power supply system. As a result, conventional charging devices face the problem of being unable to fully utilize the capacity of the power supply infrastructure.

[0006]

Also, when attempting to charge using a new charging device causes the circuit breaker to trip, the new charging device is connected to the power supply and charging initiated only after another charging device already in use has finished charging, or when the current drawn by other charging devices or non-charging electrical loads has clearly decreased. As a result, during the night, for example, when a charging device is nearing the end of its charging cycle, charging cannot begin until morning if there is no one available to connect the charging device to the power supply.

[0007]

Therefore, when existing charging devices are used, batteries have to be charged during working hours, resulting in many vehicles being unavailable and a decrease in vehicle utilization efficiency. While increasing the power capacity of the power supply equipment to which the charging devices are connected would prevent these problems, expanding the power supply capacity requires construction work in order to install additional power supply equipment, resulting in significant expenses.

[0008]

In view of the problem described above, it is an object of the present invention to provide a vehicle battery charging device that can use the existing power supply system without the need for expansion work, even if the power capacity of the power supply system providing power to the charging device is insufficient, and that can perform charging without tripping a circuit breaker, even if the user does not check the status of the loads connected to the power supply system.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

In the vehicle battery charging device according in claim 1, which was devised to achieve the object described above, a communication means exchanges information with other charging devices or other devices connected to an external power supply, and an information acquiring means uses the communication means to inquire about the charging status of other charging devices and acquires charging status information from them. An operating current setting means sets the operating current value, which is the current that the charging device is able to receive from the external power supply, based on a preset total current limit value representing the upper limit of the total current, that is, the sum of the currents supplied to the charging device and the other charging devices from the external power supply, and the charging status information from the other charging devices obtained by the information acquiring means, so that the total current does not exceed the total current limit value. Here, the charging control means controls the charging current supplied to the battery from the external power supply so that the detected current from the external power supply does not exceed the operating current value set by the operating current setting means.

[0010]

In other words, in existing vehicle battery charging devices, the amount of current supplied from the external power supply when controlling the charging current to a battery is preset according to the capacity of the battery to be charged and the charging method, and the operating current of the charging device cannot be changed. In response, the present invention provides a communication means that exchanges information with other charging devices, enabling charging status information to be received from charging devices currently performing charging using the same external power supply. The operating current value is set based on the operating current values from the other charging devices, so that the total current does not exceed a preset total current limit value, and the charging current control means controls the charging current to the battery based on this operating current value.

[0011]

This enables the power consumed by the charging device to be increased or decreased so that the total load of all charging devices connected to the external power supply does not exceed the load capacity of the external power supply. As a result, the vehicle battery charging device of the present invention allows for reliable charging of a battery without tripping the circuit breaker of the external power supply used by the charging device to perform charging.

[0012]

In addition, the charging status information transmitted and received via the communication means includes situation-dependent data, such as the total current limit value used by the charging devices

engaging in communication, the operating current drawn from the external power supply, and the current and voltage supplied to batteries. In addition to direct information indicating charging status parameters, this may also include indirect information such as predicted completion times (based on the charging completion times set by the charging devices engaging in communication), charging completion limit times set based on a target charging durations, and charging condition change flags indicating whether the charging status can be changed.

[0013]

Charging by the charging device is preferably completed as quickly as possible, and in order to achieve this, the charging should be performed by supplying as much current as possible from the external power supply. However, the upper limit for the current to conduct safe charging is determined by battery characteristics, and charging must be performed within this limit.

[0014]

In response, in the vehicle battery charging device according to claim 2, if the current setting means determines that the current value obtained by subtracting the total current used by other charging devices from the total current limit exceeds the maximum operating current determined by the charging device for a battery, it sets the maximum operating current as the operating current value. In all other situations, it sets the operating current value of the charging device as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit.

[0015]

As a result, the vehicle battery charging device of the present invention enables charging to be performed at the maximum current that the charging device can supply, within the range of currents that can be supplied from the external power supply, thus allowing charging to be completed early. In the invention described above (according to claim 1 or claim 2), when a charging device is connected to an external power supply and the operating current is set based on the difference between the total current and the total current limit value, charging devices connected subsequently often have a lower assigned operating current value, resulting in longer charging times. In response, in order to shorten the charging times, other charging devices connected to the same external power supply and currently performing charging may reduce their current usage to allow the new charging device to increase its charging current by the same amount.

[0016]

In response, in the vehicle battery charging device according to claim 3, the operating current setting means comprises an operating current communication means for, when the current value obtained by subtracting the total current used by the other charging devices from the total current limit is less than the maximum operating current determined by the charging device for the battery, determining whether there is another charging device capable of changing its charging state based on the information obtained by the information acquiring means, and if such a charging device is present, notifying the charging device via the communication means to reduce its current consumption by a predetermined amount, the operating current value of the charging device being set as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit value, based on the change in the total current resulting from the reduction in the operating current of the other charging device by communication via the operating current communication means.

[0017]

As a result, with the vehicle battery charging device of the present invention (claim 3), even when the available power capacity is very low at the time a charging device is connected to the external power supply, other charging devices able to reduce their current usage can be identified and the current usage of those devices can be reduced, thereby increasing the current usage of the new charging device, thereby shortening the charging time. Thus, by distributing the operating current from charging devices with available capacity to those without and setting the operating currents to an appropriate value in

this way, the overall charging efficiency of all charging devices connected to the external power supply can be improved.

[0018]

Note that various methods can be used to determine whether other charging devices allow for changes to their charging status. For example, a charging device whose required charge completion time is not specified may be deemed to be changeable because an extension of the charging time is not considered a problem (or, conversely, it is deemed to be non-changeable if an extension of the charging time is considered to be a problem). Even if a charge completion time is specified, if the completion time predicted from the present charging status has a sufficient margin relative to the specified time, it can be determined that the charging status can be changed. If other charging devices are able to determine whether their charging status may be changed and possess information related to the possibility of changing the charging status, it can be determined that the charging status can be changed by checking that information.

[0019]

Rules may also be devised for reducing the current consumed by charging devices capable of a change in their charging status. These may include a rule that sets the total current limit to a value obtained by dividing the total current limit by the number of connected charging devices, a rule that allocates and sets current values in proportion to battery capacities, and a rule that allocates the operating current according to the order in which the devices were connected to the external power supply.

[0020]

Situations sometimes occur in which a charging device that is already charging is using most of the capacity of the external power supply, making it impossible to secure the current required by other devices for charging. Since attempting to perform charging under such circumstances would be futile, the other charging device would refrain from performing charging.

[0021]

In response, in the vehicle battery charging device according to claim 4, when the operating current setting means cannot set an operating current value that is equal to or greater than a value effective for charging, the charging control means is configured to prevent charging. In this way, the charging means can be prevented from operating when sufficient operating current for charging cannot be secured.

[0022]

In situations in which the current required for charging cannot be secured and charging cannot be started, the charging operation is preferably set provisionally so that charging automatically begins once the external power supply has sufficient capacity to allow for charging. In response, the vehicle battery charging device according to claim 5 further comprises a monitoring means for periodically acquiring charging status information from the other charging devices via the information acquiring means and monitoring the status of the total current, the operating current setting means resetting the operating current value of the charging device to the highest possible value within a range in which the total current does not exceed the total current limit value, when the monitoring means confirms that the total current has been reduced. As a result, in the vehicle battery charging device of the present invention (claim 5), if the monitoring means is configured to operate when the current required for charging cannot be secured and charging has not started, the operating current value for the charging device can be set to a level sufficient for charging as the operating currents of the other charging devices decrease. In this way, charging can be automatically initiated. Also, when the charging device is charging and the monitoring means is activated, for example, when the operating current is not at the maximum allowable value, the operating currents of other charging devices will still decrease over time and the available current from the external power supply will increase, allowing the operating current of the charging device to be gradually increased, thus shortening the charging time. A charging device using this

monitoring means is thus always attempting to use the maximum current allowed by the total current limit, thereby effectively utilizing the current supply capacity of the external power supply.

[0023]

However, in order to properly embody the present invention, other charging devices should preferably control their current usage in addition to the new charging device limiting its current usage. Thus, in order for other charging devices to realize functions similar to those of the present invention, it is necessary to communicate the charging status of a given charging device to the other charging devices.

[0024]

In response, the vehicle battery charging device according to claim 6 is provided with an information communication means that is used to send charging status information to an inquiring charging device when another charging device inquires about the charging status of the charging device.

[0025]

As a result, the vehicle battery charging device of the present invention (claim 6) enables other charging devices to perform functions similar to those of the present invention. Also, by limiting the current drawn from the external power supply in cooperation with other charging devices, the current from the external power supply can be utilized more effectively.

[0026]

Also, in order to ensure appropriate use of the external power supply, a given charging device should have the functions related to claim 3 that are realized by other charging devices. In response, in the vehicle battery charging device according to claim 7, when the current setting means receives communication from another charging device instructing it to reduce the current of the charging device by a predetermined amount, it changes the current value in accordance with the content of this communication.

[0027]

As a result, the vehicle battery charging device of the present invention (claim 7) enables the operation of other charging devices with the functions according to claim 3 and allows for even more appropriate use of current from the external power supply. The user of the charging device should also be able to check the status of the charging device for the purpose of operating and managing the device, both when starting the charging operation and during the charging operation.

[0028]

In response, the vehicle battery charging device according to claim 8 comprises a display means that displays the charging status of the charging device on a display panel visible to the user of the charging device. As a result, the vehicle battery charging device in the present invention (claim 8) enables the user to check the status of the charging device and operate or manage it accordingly, thereby improving efficiency.

[0029]

The information displayed in the aspect of the invention described above (claim 8) may consist solely of direct information related to the charging status of the charging device, but preferably includes the predicted time until charging is complete, as this allows the user to plan the next scheduled use of the charging device.

[0030]

Thus, the vehicle battery charging device according to claim 9 includes a predicting means for predicting the time required for charging the battery to be completed based on the battery status and the current

consumption value, and displaying the result of the prediction on a display means. As a result, the vehicle battery charging device in the present invention (claim 9) makes it possible for the user to know the predicted time of completion after charging has begun, enabling the user to schedule use of the vehicle equipped with the battery being charged with the charging device, thereby improving efficiency.

[0031]

Note that in this case, the result of the prediction displayed on the display means may be the time from the start of charging to the end of charging of the battery, or may be the time (date and time) when charging of the battery is expected to be completed if charging were to start at the current time or at a separately established start time.

[0032]

In the predicting means of the invention (claim 9), if the charging device is in standby waiting for charging to begin, or has executed the monitoring means to increase its current usage in response to a decrease in current usage by other charging devices, the time at which charging is completed will vary depending on the status of the other charging devices. Therefore, predicting the charging completion time based solely on the status of the charging device in question becomes inaccurate. For this reason, the time when charging will be completed is preferably predicted by incorporating information related to the charging status of other charging devices, such as the time at which charging can begin or changes in the completion time based on trends in the operating current, and by including this information in the prediction.

[0033]

Thus, the vehicle battery charging device according to claim 10 includes information related to the charging status of other charging devices as a condition for predicting the time required to complete charging when the monitoring means is in operation, and the predicting means makes a prediction according to this prediction. As a result, in the vehicle battery charging device of the present invention (claim 10), the predicted time of charge completion provided to the user becomes more accurate, and the subsequent scheduling of use of the vehicle equipped with the battery being charged by this charging device becomes more accurate, thereby improving efficiency.

[0034]

In addition, a charging device may be configured to perform charging using external power supplies from multiple locations, rather than being limited to the external power supply connected to a single location. In such cases, because the power capacity of these external power supplies varies from facility to facility, the total current limit value has to be adjusted according to the connected external power supplies.

[0035]

In response, the vehicle battery charging device according to claim 11 is equipped with a total current setting means for setting the total current limit value in accordance with input instructions from external power supplies. As a result, in the vehicle battery charging device of the present invention (claim 11), when connected to external power supplies with different power capacities, charging can be performed without tripping the circuit breaker by setting the appropriate total current limit value for the external power supplies via external input.

[0036]

In cases in which a device lacking communication means is connected to an external power supply, charging can be performed without tripping the circuit breaker of the external power supply by setting the total current limit value to a value that has already been reduced by the amount of current used by the device lacking communication means.

[0037]

However, in the vehicle battery charging device of the present invention, even when an attempt has been to limit the operating current so that it does not exceed the total current limit value that has been set, there may be cases in which it is impossible to keep the circuit breaker from tripping if another charging device sets the operating current based on a different total current limit value and limits the operating current accordingly. For this reason, other charging devices should limit their operating current using the same total current limit value as the charging device. Also, when a total current limit value is set by another device, the charging device should change its total current limit value accordingly. Alternatively, the user may set the total current limit value for each charging device individually. However, it would be more desirable for the system to be configured so that the total current limit values for other charging devices are set using the single configuration in accordance with claim 12.

[0038]

Specifically, the vehicle battery charging device according to claim 12 further comprises a total current notifying means for notifying other charging devices, via the communication means, of the value set by the total current setting means, the total current setting means setting the total current limit value of the charging device in accordance with the content of the notification when a notification on the total current limit value is received via the communication means from another device with a communication means.

[0039]

Using this vehicle battery charging device, the same total current limit value can be set for each charging device at the same time. Since the total current limit values for each charging device become identical, charging can be performed more reliably without tripping the circuit breaker of the external power supply, and the capacity of the external power supply can be more effectively utilized.

[0040]

In the charging device described above (according to any of claim 1 to claim 12), operations such as starting the charging operation and setting charging conditions for each charging device are performed by the charging device itself. However, in order to operate each charging device, each device must be operated individually, which results in poor operability when the number of charging devices connected to an external power supply increases. In response, the vehicle battery charging system according to claim 13 is configured to improve operability.

[0041]

Specifically, the vehicle battery charging system according to claim 13 is a vehicle battery charging system comprising a plurality of vehicle battery charging devices connected to a common external power supply during charging, and a control device for setting the charging conditions of each of these charging devices. Each charging device is a charging device according to any of claims 1 through 10, and the control device is equipped with a communication means for exchanging information with the charging devices, and an operating instruction means for communicating operating instructions to the charging devices via the communication means to determine their operations, as the charging devices operate in accordance with operating instructions from the control device.

[0042]

In this vehicle battery charging system, a single control device enables the user to start and stop charging with all charging devices connected via the communication means. Since the user no longer needs to go to the location of each charging device to operate them but can do so from a single location, efficiency is improved.

[0043]

Furthermore, various instructions may be set as the operating instructions issued by the control device, such as instructions to start charging, instructions to stop charging, or instructions to change charging

patterns. The total current limit value, which serves as a common charging condition for each charging device, is easier to manage if the value is set via a control device to which each charging device is connected. In this regard, the charging system according to claim 14 is preferable.

[0044]

Specifically, in the vehicle battery charging system of claim 14, the control device comprises a current information setting means for setting, in accordance with an externally inputted command, a total current limit value representing the upper limit of the total current, which is the sum of the currents that each of the charging devices is able to receive from the external power supply, and a total current communicating means for communicating the value set by the current information setting means to each of the charging devices using the communication means, the charging device setting the total current limit value of the charging device in accordance with the content of the notification when a notification is received on the total current limit value from the control device via the total current notifying means.

[0045]

In this vehicle battery charging system, the operations of the charging devices can be controlled from a shared location, thereby improving work efficiency. Also, the control unit can be connected to and used with external power supplies of various capacities. In cases in which a device lacking communication means is connected to an external power supply, charging can be performed without tripping the circuit breaker of the external power supply by setting the total current limit to a value that has already been reduced by the amount of current used by the device lacking communication means.

[0046]

However, in order for the charging device of the present invention (according to any one of claim 1 to claim 14) to use the current setting means, each charging device must obtain information on the charging status of other charging devices. Therefore, when the number of charging devices connected to an external power supply increases, the amount of data exchanged over the communication line becomes enormous because each charging device is attempting to obtain information on the status of other charging devices (the data volume increases proportionally to the square of the number of devices).

[0047]

Therefore, if packet communication, such as that used by LANs, is employed as the communication means, the reliability of data transfer decreases as the data volume increases. Also, if parallel communication is used as the communication method, a separate communication line is required for each piece of data. Consequently, as the data volume increases, the number of required communication lines becomes enormous.

[0048]

In response, the vehicle battery charging system according to claim 15 is configured to reduce the amount of information transmitted by aggregating and processing information at a single location. Specifically, the vehicle battery charging system according to claim 15 comprises a plurality of vehicle battery charging devices used to charge the battery that serves as a power supply of a vehicle, the vehicle battery charging devices being connected to a common external power supply during charging, and a control device for setting the charging conditions for each of the charging devices.

[0049]

The control device comprises a communication means for exchanging information with the charging devices, an information acquiring means for using the communication means to request charging status information from other charging devices and to acquire the charging status information, an operating current selecting means for selecting for each of the charging devices an operating current value, which is the current that each charging device is able to receive from the external power supply such that the total current does not exceed the total current limit value, based on a preset total current limit value

representing the upper limit of the total current, which is the sum of the currents that each charging device is able to receive from the external power supply, and the charging status information acquired from each charging device using the communication means, and an operating current notifying means for notifying each charging device of the operating current value using the communication means when the operating current value has been selected by the operating current selecting means. It also comprises an operating instruction means for communicating operating instructions to charging devices which provide operating instructions to the charging devices.

[0050]

Each charging device comprises a charging means for receiving a supply of power from an external power supply and supplying a charging current to the battery, a communication means for exchanging information with the control device, a detecting means for detecting the current supplied from the external power supply, an information communicating means for sending information on the charging status of the charging device to the control device when the control device inquires about the charging status using the communication means, an operating current setting means for setting the operating current value of the charging device to the value specified in the notification when the control device receives a notification via the operating current notifying means, and a charging control means for controlling the charging means such that the current supplied from the external power supply detected by the detecting means does not exceed the operating current value set by the operating current setting means. Here, the charging devices operate in response to operating instructions from the control device.

[0051]

As a result, in the vehicle battery charging system of the present invention (claim 15), by providing the control device that possesses the operating current setting means that was previously possessed by each charging device in the charging system (claim 13 or claim 14), the charging status information from each charging device needed to operate the operating current setting means only has to be sent to the control device. As a result, the control device becomes the sole communication destination for each charging device, resulting in a significant reduction in the amount of data transmitted and received over communication lines, as well as a reduction in the number of communication exchanges. Consequently, communication reliability is improved. This also reduces the operational tasks performed by the charging devices, making charging devices with a simpler configuration possible.

[0052]

Meanwhile, the charging system (claim 15) may be configured according to claim 16 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 2. In other words, in the vehicle battery charging system according to claim 16, the operating current selecting means of the operating device selects the maximum value of the operating current as the operating current value for the new charging device, when a new charging device is connected to the external power supply to charge the battery, and the current value obtained by subtracting the total current from the total current limit is greater than the maximum operating current for the battery determined by the new charging device.

[0053]

Using this vehicle battery charging system, charging can be performed at the maximum current that the charging device is capable of supplying, within the range of currents that can be supplied from the external power supply, thus enabling the charging process to be completed quickly. The vehicle battery charging system of the present invention (claim 15 or claim 16) may also be configured according to claim 17 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 3.

[0054]

Specifically, in the vehicle battery charging system according to claim 17, the current selecting means of the control device determines, based on the charging status information from each charging device acquired by the information acquiring means, whether there are other charging devices capable of changing their charging status, when a new charging device is connected to the external power supply to charge the battery, and the current value obtained by subtracting the total current from the total

current limit is greater than the maximum operating current for the battery determined by the new charging device, and changes the selection result for the operating current value to reduce the operating current of the charging device by a predetermined amount, if another charging device is capable of changing their charging status, the change being configured such that the operating current value for the new charging device is selected to be as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit given that the total current decreases as a result of the reduced operating current of the charging device whose operating current value has been changed.

[0055]

Using this vehicle battery charging system, when a new charging device is connected to an external power supply and the available power capacity is very limited, if a charging device is present whose operating current can be reduced without posing a problem, the operating current of that device can be reduced. This makes it possible to increase the operating current available for charging by the new device, thereby shortening the charging times. By distributing the operating current from charging devices with available capacity to those without, and setting the operating current to an appropriate value in this way, the overall charging efficiency of all charging devices connected to the external power supply can be improved.

[0056]

The vehicle battery charging system of the present invention (according to any one of claim 15 to claim 17) may be configured according to claim 18 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 4. Specifically, in the vehicle battery charging system according to claim 18, the current selecting means sets the charging control means such that the charging means of the new charging device does not perform charging, when a new charging device is connected to the external power supply to charge the battery, and the operating current value cannot be set to a value equal to or greater than a value effective for charging.

[0057]

Using this vehicle battery charging system, wasteful operation can be avoided in which the charging means operates even though the operating current value is low and charging is barely possible. The charging system of the present invention (according any one of claim 15 to claim 18) may be configured according to claim 19 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 5.

[0058]

Specifically, the vehicle battery charging system according to claim 19 further comprises a monitoring means for periodically acquiring charging status information from each of the charging devices and monitoring the status of the total current, the current selecting means changing the selected operating current value for a charging device, which serves as the operating condition for the monitoring means, to be as high as possible within a range in which the total current does not exceed the total current limit, when the monitoring means confirms that the total current has been reduced.

[0059]

In this vehicle battery charging system, the monitoring means is activated for charging devices that are waiting to start charging because the current required for charging cannot be secured. Because the operating current used by the other charging devices decreases over time, the operating current value of the charging device waiting to start charging can be set to a level sufficient for charging that will automatically initiate the charging operation by that device. In the case of charging devices that are currently charging, if the monitoring means is activated for cases in which the operating current is not at the maximum allowable value, because the operating current of the other charging devices decreases over time, the operating current of the charging device can be gradually increased to the extent that the external power supply has excess capacity, thereby shortening charging times.

[0060]

As a result, charging devices with activated monitoring means will always attempt to use the maximum current allowed by the total current limit, thereby more effectively utilizing the current supply capacity of the external power supply. The vehicle battery charging system of the present invention (according to any of claim 15 to claim 20) may be configured according to claim 20 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 8.

[0061]

Specifically, the vehicle battery charging system according to claim 20 comprises a display means in the control device for displaying the charging status of each charging device obtained using the communication means on a display panel visible to the user of the charging system. This vehicle battery charging system makes it possible to check the status of the charging devices for operation and management purposes, and since the status of each charging device can be checked from a single control device, efficiency can be further improved.

[0062]

The vehicle battery charging system of the present invention (in any one of claims 13 to 20) may be configured in accordance with claim 21 with the same aim as that of the vehicle battery charging device according to claim 9. In other words, the vehicle battery charging system according to claim 21 comprises, in the control device, a predicting means for predicting the time required to complete charging of the battery for each charging device, based on the battery status and the current consumption value of each charging device, and a display means for displaying the result of the prediction.

[0063]

This vehicle battery charging system is able to determine the predicted time of completion, making it possible to plan the next use of the vehicle equipped with the battery currently being charged by this charging device, thereby improving efficiency. In addition, the vehicle battery charging system of the present invention (in any of claims 14 to 21) may be configured according to claim 22 for the same purpose as the vehicle battery charging device according to claim 11.

[0064]

Specifically, in the vehicle battery charging system according to claim 22, the control device comprises a total current setting means for setting the total current limit value in accordance with an externally inputted command. Using this vehicle battery charging system, the control unit can be connected to and used with external power supplies of various capacities. Also, in cases in which a charging device without communication capabilities is connected to an external power supply, charging can be performed without tripping the circuit breaker of the external power supply by setting the total current limit to a value that has already been reduced by the amount of current used by the charging device without communication capabilities.

[0065]

[Embodiments of the Invention]

Embodiments of the present invention will now be described.

[First Embodiment]

FIG. 1 is a block diagram showing the overall configuration of the vehicle battery charging device (simply "the charging device" below) 2 in the first embodiment of the present invention.

[0066]

The charging device 2 in the present embodiment is mounted in a battery-powered forklift and is intended to charge the battery 6 that supplies power to the onboard device (such as an electric motor)

4 serving as the drive source of the forklift. It is used by connecting a power cord (not shown) to a power outlet of the facility power supply 30 inside the facility where the battery-powered forklift is used, via a circuit breaker 31 that cuts off the power supply when there is an overcurrent. The charging device can, via a communication line 27 connected to a communication hub device 32, exchange charging status information with other charging devices (for example, a second charging device 50 and a third charging device 60 with functions similar to those of the charging device in the present invention) connected to the facility power supply 30.

[0067]

As shown in FIG. 1, the charging device 2 in the present embodiment comprises: a power supplying unit 12 that converts the AC power (commercial power) supplied from the facility power supply 30 inside the facility via a power cord into DC voltage and current suitable for charging the battery 6; a power supply current detecting unit 25 (simply "the current detecting unit 25" below) that detects the current supplied from the facility power supply 30 to the power supplying unit 12; a battery current detecting unit 14 and a battery voltage detecting unit 16, which detect the current and voltage supplied from the power supplying unit 12 to the battery 6; a temperature sensor 18 that detects the ambient temperature; a charging control unit 20 that charges the battery 6 by controlling the power supplying unit 12 based on detection signals from the battery current detecting unit 14 and the battery voltage detecting unit 16; an control panel 22 for inputting various instructions to the charging control unit 20, such as start charging and stop charging; a display unit 24 for displaying the status of the charging device 2; and a communication unit 26 that communicates with other charging devices connected to the facility power supply 30 using a communication line 27 consisting of a serial cable for communication connected to the facility power supply 30.

[0068]

Here, the power supplying unit 12 corresponds to the charging means of the present invention and comprises a rectifier circuit 12a that rectifies the AC power (commercial power) supplied from the facility power supply 30 inside the facility via a power cord using a rectifier element to generate a DC voltage, and an output circuit 12b that supplies the DC voltage generated by this rectifier circuit to the battery 6 via a power controlling semiconductor element.

[0069]

Meanwhile, the charging control unit 20 comprises a microcomputer composed of a CPU, ROM, RAM, and other components. When an instruction to start charging the battery 6 is received from the control panel 22, the charging control unit 20 controls the output circuit 12b (specifically, the power controlling semiconductor element) in the power supplying unit 12 based on detection signals from the detecting units 14, 16, 25.

[0070]

The communication unit 26 performs network communication via packet communication, which is a method widely used in LANs (Local Area Networks). Through this communication, the system acquires charging status information from the second charging device 50 and the third charging device 60 connected to the facility power supply 30, specifically, the current limit value IDS, the total current limit value IDTS, the predicted charging completion time TK, and the charging completion time limit TKS based on the situation. If the second charging device 50 or the third charging device 60 sends an inquiry to the charging device regarding the charging status of the charging device, the charging device transmits the information corresponding to the inquiry.

[0071]

Note that in order to prevent the onboard device 4 from operating while the battery 6 is being charged, the power supply circuit breaker located inside an interlock device 8 installed in the power supply path from the battery 6 to the onboard device 4 is kept in an open state when AC power is supplied to the power supplying unit 12 (in other words, when a voltage is detected by the power supply voltage detecting unit 29), and the supply of power is cut off from the battery 6 to the onboard device 4. After

charging control is complete and AC power to the power supplying unit 12 is cut off (in other words, when the power cord is unplugged from the power outlet in the facility and voltage is no longer detected by the power supply voltage detecting unit 29), the switch is returned to the closed position, and the supply of power from the battery 6 to the onboard device 4 is resumed.

[0072]

The following is an explanation of the meanings of the terms for the primary status variables and setting values that appear in the description of the examples.

(1) Total current value IDT: The sum of the currents supplied to each charging device from the facility power supply 30. (Sum of the current limit value IDS for each charging device)

(2) Total current limit value IDTS: A setting value used to place an upper limit on the total current.

(3) Operating Current ID: The current supplied from an external power supply and used by the charging devices.

(4) Operating Current Limit IDS: The setting value used to place an upper limit on the operating current.

(5) Maximum Operating Current Limit IDSmax: The upper limit for the operating current limit setting. This is determined using the maximum battery current IBSmax.

(6) Battery Current IB: The current flowing through the battery. This is outputted from the battery current detecting unit 14.

(7) Battery Current Control Value IBS: The setting value for controlling the current flowing to the battery.

(8) Maximum Battery Current IBSmax: The upper limit on the battery current control value that can be supplied to the battery for safe charging.

(9) Battery Voltage VB: The voltage of the battery. This is outputted from the battery voltage detecting unit 16.

(10) Terminal Voltage VBT: The battery voltage at which gas begins to be generated by the battery 6. This is the voltage used to determine the completion of initial current control.

(11) Predicted Charging Completion Time TK: The time at which charging is predicted to be completed based on the charging status.

(12) Charging Completion Limit Time TKS: The setting value for the desired time at which charging is to be completed.

[0073]

Next, the basic charging operations of the charging control unit 20 in the charging device 2 will be explained with reference to the timing chart in FIG. 2. As shown in FIG. 2, immediately after a start charging instruction for the battery 6 is inputted from the control panel 22 (at the start of charging), the charging control unit 20 performs current control to control the output circuit 12b such that the battery current IB detected by the battery current detecting unit 14 is set to a first control current (battery current control value IBS) determined based on the operating current limit value IDS. Due to this current control, when the charging voltage (battery voltage VB) detected by the battery voltage detecting unit 16 reaches a preset control voltage (for example, the reverse polarity voltage VBT, or so-called gassing voltage, at which gas begins to be generated by the battery 6), voltage control is performed to control the output circuit 12b until the battery current IB decreases to a preset second control current I2 (middle charging period), so that the charging voltage detected by the battery voltage detecting unit 16 becomes the control voltage. Once the charging current has decreased to the second control current I2 as a result of this voltage control, a second current control is executed to control the output circuit 12b so that the charging current becomes the second control current I2 for a

predetermined fixed period of time (the final charging period). The charging control of battery 6 is thus performed in this order.

[0074]

In other words, the charging control unit 20 functions as the charging control means of the present invention, and in the present embodiment is configured to control the charging of the battery 6 using the constant-current/constant-voltage/constant-current drive method. The battery current control value IBS, which is used as the control target for the battery current IB at the start of charging, is set so that it does not exceed the total current limit value IDTS, which is either entered by the user or stored in the charging control unit 20 as an initial value, by automatically setting the operating current limit value IDS according to the procedure shown in the flowchart of FIG. 5 (described in detail below). The battery current control value IBS, which is set according to the procedure in the flowchart shown in FIG. 6 (described in detail below), is a value based on the operating current limit value IDS that varies depending on the number and charging status of charging devices connected to the facility power supply 30. Note that FIG. 2 shows a case in which the power capacity of the facility power supply 30 has sufficient margin and charging is performed at the maximum battery control current IBSmax.

[0075]

In order to calculate the battery current control value IBS from the operating current limit value IDS, the following relationship between the operating current ID and the battery current IB is utilized.

Operating current ID = (battery voltage VB × battery current IB) / {power supply voltage × power factor × efficiency × (√3 for 3-phase systems)}

Since the denominator in this equation is nearly constant, the battery current control value IBS = α × operating current limit value IDS / battery voltage VB (where α is a constant).

[0076]

When setting the total current limit value IDTS at the start of charging, if there is a charging device already performing a charging operation, the total current limit value IDTS set for that charging device is acquired via communication, and the acquired value is used as the initial value for the total current limit value of the new charging device. If there are no other charging devices performing a charging operation, the value used during a previous charging operation stored in the storage device of the charging control unit 20 is used as the initial value for the new charging device.

[0077]

Next, the charging operation performed by the charging control unit 20 when multiple charging devices have initiated charging will now be explained using the timing chart in FIG. 3. In this example, three vehicle battery charging devices possessing the functions of the present invention are successively connected to the facility power supply 30 to perform charging. For the sake of convenience, in FIG. 3, the charging device 2 is referred to as charging device A, the second charging device 50 is referred to as charging device B, and the third charging device 60 is referred to as charging device C.

[0078]

Note that, as an assumption for the operations during charging, the charging process preferably starts at the end of the workday and is preferably completed by the start of work the following day (for example, 8:00 AM). This process is configured so that charging is completed by as many charging devices as possible by this time.

[0079]

Reference letters followed by A, B, or C at the end represent status variables and setting values for charging device A, charging device B, and charging device C. First, at the start of charging (t0), since charging devices B and C are not connected to the facility power supply 30 and sufficient operating

current can be secured, charging device A begins charging using the basic charging pattern shown in FIG. 2, with the current supplied to the battery set to the maximum battery current control value IBS_{max} , as explained earlier.

[0080]

Next, when charging device B is connected to the facility power supply 30 and charging begins (at time t_1), even though there is still some margin between the total current value IDT at the facility power supply 30 and the total current limit value $IDTS$, the maximum operating current limit IDS_{max} for charging device B cannot be secured. Therefore, charging device B determines whether reducing the current drawn by charging device A would prevent the predicted completion time TKA of charging device A from exceeding the charging completion limit time $TKSA$. Because the predicted completion time TKA for charging device A is well within the charging completion limit time $TKSA$, charging device B sends a request to charging device A to reduce the current limit value $IDSA$ (in this case, instructing it to use half of the total current limit value $IDTS$). Then, in response to the update request from charging device B, charging device A updates its setting to use half of the total current limit value $IDTS$ as the operating current limit value $IDSA$ and continues charging. Charging device B also sets the current limit value $IDSB$ to half of the total current and begins charging.

[0081]

Both charging device A and charging device B calculate and set the battery current control value IBS so that the operating current ID does not exceed the operating current limit value IDS , and control the output circuit 12b so that the current IB flowing to each battery is equal to the battery current control value IBS . As charging progresses, the battery voltage VB rises, causing the operating current ID to rise as well. Therefore, the battery current control value IBS is checked at regular intervals to ensure that the operating current ID does not exceed the operating current limit value IDS .

[0082]

Next, when charging device C is connected to the facility power supply 30 at the time (t_2), the total current value IDT at the facility power supply 30 reaches its limit relative to the total current limit value $IDTS$, leaving no excess current available. Also, the predicted charging completion times TK for charging device A and charging device B have no margin relative to the charging completion limit time TKS . Therefore, charging device C cannot secure sufficient current for charging and does not start charging.

[0083]

Charging device C then enters a "charging standby" state, in which it periodically obtains information on the charging status of charging devices A and B and monitors the status of the total current value IDT . Note that since charging devices A and B have met the charging completion time limit, they are not monitored for total current value IDT .

[0084]

Then, as time passes and the battery voltage VBA of charging device A reaches the reverse polarity voltage VBT and enters the middle period voltage control mode (at time t_3), the operating current IDA of charging device A decreases, creating some margin in the total current value IDT . At this point, since there is now a margin in the total current value IDT , charging device C sets the operating current limit $IDSC$ to the reduced value of the total current value IDT and begins charging.

[0085]

During the first charging period, charging device C monitors the charging status of charging device A and charging device B until the predicted charging completion time reaches the charging completion time limit, and increases operating current $IDSC$ as long as there is sufficient margin in the total current value IDT . In this way, the combined value of the operating currents ID of the three charging devices gradually converges on the total current limit value $IDTS$.

[0086]

The control processing executed by the charging control unit 20 for operating and controlling these charging devices will now be explained using the flowcharts in FIG. 4 to FIG. 7. The processing shown in FIG. 4 is executed by the charging control unit 20 when the power cord of a charging device 2 is connected to a power outlet inside the facility. When this processing is initiated, the charging device 2 first displays a menu screen on the display unit 24 in S101 (here, "S" denotes a step), allowing the user to enter instructions by operating the control panel 22.

[0087]

This menu screen enables the user to select instructions, including an instruction to change the total current limit value IDTS described above, and may, for example, list the instruction options in the order shown in FIG. 8 (a). Then, if the ">" or "<" key for menu selection provided on the control panel 22 is pressed while the menu screen is displayed, the charging control unit 20 responds by changing the instruction highlighted on the menu screen (for example, by underlining); and when the "M" key for confirming the instruction is pressed, the charging control unit 20 determines that the user has selected the instruction currently highlighted on the screen.

[0088]

In other words, after the charging control unit 20 displays the menu screen on the display unit 24 in S101, each time a key operation is performed on the control panel 22, it is determined in S102 whether the operated key is the "M" key. If the "M" key has not been operated, the processing returns to S101 and, in response to a user key operation (pressing the ">" or "<" key) changes the highlighted instruction displayed on the menu screen (moving upward with the ">" key and moving downward with the "<" key). If the "M" key has been operated, it is determined that an instruction has been selected on the menu screen and the processing proceeds to S103.

[0089]

Next, in S103, it is determined whether the instruction selected by pressing the "M" key is an instruction to change the total current limit value. If the instruction is an instruction to change the total current limit value, the processing proceeds to S104 to determine whether the battery 6 is currently being charged. If the battery 6 is currently being charged, changes to the charging current is prohibited from S105 onward and the processing returns to S101. If the battery 6 is not being charged, the processing proceeds to S105, where the communication unit 26 queries the second charging device 50 and the third charging device 60 connected to the facility power supply 30 to obtain information on the total current limit value, which is then set as the initial value for the total current limit value. If no other charging devices are connected to the facility power supply 30, the total current limit value IDTS stored during the previous charging session in the non-volatile memory area of the charging control unit 20 is used as the initial value.

[0090]

Next, S106 displays the total current limit value change screen on the display unit 24. This total current limit value change screen, for example as shown in FIG. 8 (b), consists of two types of information, namely, the currently set total power supply current and the desired charging completion time, and the screen numerically displays the current value setting in S105 in the total power supply current display area on the screen, reads and displays the current date and time from the clock built into the charging control unit 20, and displays the charging completion limit time TKS stored in the memory of the charging control unit 20 during the previous charge in the desired charging completion time area on the screen.

[0091]

Thus, when the total current change screen is displayed on the display unit 24, the processing proceeds to S107. The total current limit value IDTS displayed in the total power current display area of the display unit 24 is increased or decreased by a predetermined current value unit (for example, 1 A)

depending on whether the user has pressed the ">" or "<" key (that is, increased by 1 A when the ">" key is pressed and decreased by 1 A when the "<" key is pressed). When the "M" key is pressed in S108, the processing proceeds to the S109.

[0092]

Next, in S109, the operation for changing the charging completion limit time TKS is performed. As with the operation performed in S107, the charging completion limit time displayed in the desired charging completion date and time display area of the display unit 24 is increased or decreased in predetermined time units (for example, 30 minutes) using the ">" or "<" keys, and when "M" is pressed in S110, the processing proceeds to S111.

[0093]

Then, in S111, a value in the total power supply current range displayed on the display unit 24 is stored in the non-volatile memory area as the latest total current limit value IDTS, and the time displayed in the desired charging completion range is stored in the non-volatile memory area as the charging completion limit time TKS.

[0094]

Next, the processing proceeds to S112, where the updated total current limit value IDTS is communicated to the other charging devices using the communication unit 26. Then, the processing returns to S101. Next, in S103, if it is determined that the instruction selected by operating the "M" key is not an instruction to change the total current limit value, the processing proceeds to S121 to determine whether the instruction selected by operating the "M" key is an instruction to start charging. If the instruction is a start charging instruction, the processing proceeds to S123 to retrieve the latest charging conditions (total current limit value IDTS and charging completion time limit TKS) stored in the non-volatile memory area. The processing then proceed to S123, where, following the procedure shown in the flowchart in FIG. 5 (described in detail below), information on the status of the other charging devices connected to the facility power supply 30 is obtained via the communication unit 26, the current limit value IDS used to control the charging process is set, and the predicted charging completion time TK is determined.

[0095]

Next, in S124, the charging condition screen corresponding to the total current limit value IDTS or the charging condition retrieved in S122 and the predicted charging completion time TK as determined in S123 is displayed on the display unit 24. As shown in FIG. 9 (a), for example, the charging condition screen on the display unit 24 consists of the charging status (whether charging is in progress), the current date and time, the total current, and the charging completion date and time. If the system is in standby waiting to start charging, as shown in FIG. 9 (b), the start time for charging is displayed along with the completion time for charging.

[0096]

Next, the processing proceeds to S125 and begins controlling the charging of battery 6. The processing in S125 follows the steps shown in the flowchart of FIG. 6 (to be described in detail below). When this charging control is executed, current date and time update processing is also executed in conjunction with the charging control to continuously update the current date and time on the charging condition screen displayed on the display unit 24.

[0097]

When charging is complete and the processing in S125 is finished, the processing proceeds to S126 and displays a message indicating that charging is complete (the charging complete screen) on the display unit 24. Next, in S126, the system goes into standby until the "M" key is pressed to confirm completion of charging, and when the "M" key is pressed, the processing returns to S101.

[0098]

Next, in S121, if it is determined that the instruction selected by pressing the "M" key is not a start charging instruction, the processing proceeds to S131, where the control processing corresponding to the instruction selected by the user via the "M" key (an instruction other than the start charging instruction, such as a total current limit change instruction) is executed, and the processing returns to S101.

[0099]

Note that the control processing executed in S131 is start scheduling processing that initiates charging at a time that has been intentionally delayed. In other words, start scheduling processing is performed in which, in order to schedule charging of the battery 6, a screen is displayed on display unit 24 allowing the user to set the charging start date and time in accordance with a start scheduling instruction selected by the user, and receives a start date and time based on user input via the control panel 22.

[0100]

FIG. 5 will now be used to explain in detail the processing performed by the charging control unit 20 to set the current limit value in S124. First, in S201, charging status information from the other charging devices is obtained, including the current limit value IDS, the battery current IB, the battery voltage VB, the predicted charging completion time TK, and the charging completion limit time TKS for each charging device. The current limit values IDS for each charging device are then added together to calculate the total current value IDT.

[0101]

Next, in S202, it is determined whether the maximum operating current limit value IDSmax, that is, the charging current required for the shortest charging time, can be secured by checking whether the value obtained by subtracting the total current value IDT from the total current limit value IDTS is greater than the maximum operating current limit value IDSmax. If the maximum operating current limit value IDSmax can be secured, the processing proceeds to S203, where the maximum operating current limit value IDSmax is set as the operating current limit IDS, allowing the maximum current to be supplied to the battery.

[0102]

Afterward, the processing proceeds to S204 to predict the time at which charging will be completed. In order to predict the charging completion time, the device first uses the relationship between the charge stored in the battery and the battery voltage VB to estimate the charge currently stored in the battery based on the battery voltage VB detected by the battery voltage detecting unit 16, and predicts the amount of charging required to charge the battery. Next, when the battery voltage VB is in an initial charging state below the polarity reversal voltage, the device calculates the required time to charge the battery using the battery current control value IBS derived from the operating current limit value IDS based on the previously determined current. This is corrected based on the temperature conditions detected by the temperature sensor 18 to predict the charging time during the initial current control phase. Charging from intermediate voltage control onwards, when the battery voltage VB has become greater than the polarity reversal voltage VBT, is a process of charging for a predetermined time. Here, the required time is used as the charging time. The sum of the initial and intermediate charging times is used as the predicted time of charge completion.

[0103]

If the operating current IDS during charging cannot be maintained at the maximum operating current limit IDSmax, and an attempt has been made to perform charging while keeping the operating current ID below a certain level, the battery current IBS is reset to a lower value as the battery voltage VB rises. The charging time is predicted by taking into consideration this downward trend in the battery current IBS.

[0104]

When in the standby for charging state, the predicted charging completion time is calculated by adding the predicted charging start time derived from the charging status of other charging devices to the previously predicted time from charging start to completion. Then, when S204 is completed, this processing is terminated.

[0105]

Next, if the maximum operating current limit value IDS_{max} cannot be secured in S202, that is, if the maximum operating current for charging the battery cannot be secured, the processing proceeds to S205 to determine whether the charging status of other charging devices can be changed. Here, the determination is based on whether the predicted charging completion time TK has a margin of at least a certain period of time (for example, one hour) relative to the charging completion limit time TKS for each charging device. If there is a margin of at least a certain period of time, charging can be completed by the charging completion limit time TKS without a problem, even if the charging time is extended by changing the operating current limit value. If there are charging devices whose charging status can be changed, the processing proceeds to S206, and an instruction is sent to the charging devices whose charging status can be changed to change the operating current limit value IDS to the total operating current limit value $IDTS$ divided by the number of connected units.

[0106]

Then, in S207, the operating current limit value IDS for the charging device is set to the total current limit value $IDTS$ divided by the number of connected units, the predicted charging completion time is determined in S204, and the processing is terminated. In S205, if there is no charging device whose charging status can be changed, the processing proceeds to S209. If the value obtained by subtracting the total current value IDT from the total current limit value $IDTS$ is equal to or greater than a value effective for charging, that value is set as the operating current limit value IDS . If the value is close to "0" and thus not effective for charging (for example, 0.1 A or less), the operating current limit value IDS is set to "0" to prevent the power supplying unit 12 from operating. Then, the processing proceeds to S204, the predicted charging completion time TK is determined, and the processing is terminated.

[0107]

The charging control procedure in S124, which is part of the processing performed by the charging control unit 20, will now be explained in detail using the flowchart in FIG. 6. First, if the charging completion limit time TKS is greater than the predicted charging completion time TK in S301, that is, if charging will be completed by the charging completion limit time TKS , the processing in S302 and S303 is skipped, and the processing proceeds to S304.

[0108]

If the charging completion limit time TKS is not greater than the predicted charging completion time TK , that is, if charging will not be completed by the charging completion limit time TKS , the processing proceeds to S302. Information on the status of other charging devices is acquired via the communication unit 26, and if the total current value IDT has changed so as to fall below the total current limit value $IDTS$, the operating current limit value IDS is updated by the amount by which it has fallen below $IDTS$. However, if the operating current limit value IDS is a value that is not effective for charging (0.1 A or less), the operating current limit value IDS is kept at "0."

[0109]

The processing then proceeds to S303, where if the operating current limit value IDS is "0," that is, if the device is waiting to start charging, the processing return to S302, where the device waits for the operating current IDS to increase. If, in S303, the operating current IDS is not "0," that is, if charging can begin, the processing proceeds to S304, where the charging status of the battery is checked by retrieving the operating current ID , the battery voltage VB , and the battery current IB from detecting units 14, 16, and 25.

[0110]

Next, in S305, if the battery voltage VB is equal to or less than the reverse polarity voltage VBT, the processing proceeds to S306 to perform charging using initial period current control. In S306, if the operating current ID is greater than the operating current limit IDS, the processing proceeds to S307 to update the battery current control value IBS to $IBS = IDS/VB \cdot \alpha$ (where α is a correction factor) so that the operating current ID becomes equal to the operating current limit IDS. In S306, if the operating current ID is lower than the operating current limit IDS, the battery current limit IBS is set to IBSmax to increase the battery current IB as much as possible. In S309, an instruction is issued to the power supplying unit 12 to set the battery current IB to the battery current control value IBS set in S307 or S308, and current is supplied to the battery.

[0111]

In S305, if the battery voltage VB exceeds the reverse polarity voltage VBT, the initial period current control is considered completed, and the processing proceeds to S310 to perform middle period voltage control. Middle period voltage control refers to charging while the power supplying unit 12 controls the voltage to keep the battery voltage VB at a predetermined value (for example, at the reverse polarity voltage VBT). During this charging process, the battery current IB decreases. Then, when the battery current IB reaches a second control current I2, the processing proceeds to S320.

[0112]

Next, in S320, final period current control is performed. Final period current control refers to charging by performing current control in the power supplying unit 12 so that the battery current IB reaches a predetermined value (for example, the second control current I2). Once a predetermined amount of time has elapsed since transitioning to the middle period current control in S310, charging is considered complete, and the processing is terminated.

[0113]

Next, in the processing described above, requests are made to the other charging devices to change the total current limit value (S110), to inquire about the charging status (S105, 201, etc.), and to change the operating current limit value IDS (S206). However, when the same requests are received from another charging device, the charging control unit 20 in the charging device processes them as an interrupt. The procedure for this interrupt processing will now be explained using the flowchart shown in FIG. 7.

[0114]

First, if the content of the interrupt in S401 is a request for charging status information, the processing proceeds to S402. The charging control unit then transmits the current limit value IDS, the battery voltage VB, the battery current IB, the predicted charging completion time TK, and the charging completion limit time TKS of the charging device to the inquiring charging device, and terminates the interrupt processing. If the content is something else in S401, the processing proceeds to S403.

[0115]

Next, if the interrupt in S403 is a request to update the total current limit value, the processing proceeds to S404, where the total current limit value IDTS is updated based on the received information. In S405, the operating current limit value IDS is updated based on the updated total current limit value IDTS, and in S406, the predicted charging completion time is also updated, after which the interrupt processing is terminated. If the content is something else in S403, the processing proceeds to S407.

[0116]

Next, if the interrupt in S407 is a request for a change to the operating current limit value, the process proceeds to S408, where the operating current limit value (IDS) is updated with the received value.

Then, in S409, the predicted time of charge completion is updated, and the interrupt processing is terminated. If the content is something else in S407, the processing is simply terminated.

[0117]

As described above, in the charging device 2 of the first embodiment, the total current limit value, which is the current value available for use by all charging devices connected to the facility power supply 30, can be set to any desired value using the control panel 22. Based on this entered value, the current used by each charging device is automatically set by the charging devices after confirming the charging status of the other charging devices. As a result, the power consumed by the charging device 2 during charging of batteries 6 is set properly without the user needing to consider the power capacity of the facility power supply 30 that supplies power to the charging devices 2. Thus, by using the charging device 2 in the present embodiment, the battery 6 can be charged effectively without needing to increase the power capacity of the facility power supply and without having to worry about the current being used by the other charging devices connected to the power supply.

[0118]

In the charging device 2 in this example, since the date and time at which charging of the battery 6 will be completed is predicted and displayed on the display unit 24 during charging control execution, it is easy to plan the next time the vehicle will be used. If the user simply plugs in the power cord and sets the system to start charging, charging will begin automatically as soon as the system is ready, allowing for unattended charging operations. Consequently, if charging is set up in the evening after work is finished, charging can be performed using the full capacity of the facility power supply until the following morning.

[0119]

In this way, the present embodiment is able to provide a user-friendly charging device 2.

[Second Embodiment]

The vehicle battery charging system in the second embodiment will now be described.

[0120]

As shown in FIG. 10, the second embodiment is a vehicle battery charging system (simply "the charging system" below) comprising a charging device 3 without the control panel 22 located on the charging device 2 in the first embodiment, and a control device 80 capable of controlling and monitoring the status of multiple such charging devices that performs the same charging operations as the first embodiment.

[0121]

In the charging system of the second embodiment, the control unit 80 is connected to a communication line 27 from the communication unit 26, and the system is configured to enable communication between the charging device 3 and the control unit 80. The control device 80 is also configured to communicate in the same manner with the other charging devices (second charging device 50 and third charging device 60). The control device 80 is also equipped with a control panel 82 for inputting various instructions, such as instructions to start charging or change charging conditions, to each charging device, and a display unit 81 for displaying the details of the operations performed on the control panel 82 and the states of charging devices 2, 50, and 60. It also has the function of setting the total current limit value IDTS, which is a charging condition for the charging devices, and communicating the set value to each charging device.

[0122]

The rest of the configuration is the same as that of the first embodiment. Next, the battery charging operations performed by the control unit 20 in the charging device 3 and the control device 80 in the second embodiment will now be explained with reference to the flowcharts in FIG. 11 and FIG. 12.

[0123]

The processing shown in FIG. 11 is performed by the control device 80. When this processing is initiated, the control device 80 first displays a menu screen on the display unit 81 at step S501, enabling the user to input instructions using the control panel 80. This menu screen enables the user to select various instructions, including the instruction to change the total current limit value IDTS described above, and, for example, may list instructions in the order shown in FIG. 8 (a). If the ">" or "<" key for menu selection provided on the control panel 22 is pressed while the menu screen is displayed, the charging control unit 20 changes the instruction highlighted on the menu screen using, for example, underlining, and when the "M" key for confirming the instruction is pressed, the charging control unit 20 determines that the user has selected the instruction currently being highlighted.

[0124]

In other words, after the control unit 80 displays the menu screen on the display unit 81 in step S501, each time a key on the control panel 82 is pressed, it is determined in step S502 whether the pressed key is the "M" key. If it is not the "M" key, the processing returns to step S501, and based on the user key operation (pressing the ">" or the "<" key) changes the instruction that is highlighted on the menu screen (moving upward with the ">" key and moving downward with the "<" key). If the "M" key has been pressed, it determines that an instruction has been selected on the menu screen and proceeds to S503.

[0125]

Next, in S503, it is determined whether the instruction selected by pressing the "M" key is an instruction to change the total current limit value. If the instruction is an instruction to change the total current limit value, the processing proceeds to S504, where the names of the charging devices connected to the control unit 80 are displayed on the display unit 81, enabling the user to select the target charging device using the control panel 82.

[0126]

Next, in S505, the system queries the selected charging device (from S504) for the current limit value IDS to determine whether charging is in progress. (If the operating current limit value IDS is "0," charging has not yet started.) If charging is currently in progress, changing the charging current from S506 onward is prohibited, and the processing returns to S501. Conversely, if the selected charging device is not charging, the processing proceeds to S506, where the total current limit value IDTS stored in the non-volatile memory area of the control device 80 when the previous total current limit value change instruction was executed is retrieved.

[0127]

Next, in step S507, the total current limit change screen is displayed on the display unit 81. This total current limit change screen, as shown in FIG. 8 (b), for example, can display two different pieces of information, namely, the present set total power supply current and the desired charging completion time. The current value retrieved in S506 is displayed in the total current display area on the screen. Additionally, the present date and time are retrieved from the clock built into the control device 80 and displayed, and the charging completion limit time TKS used during the previous charge, which is stored in the non-volatile memory area of the control device 80, is displayed in the desired charging completion time area.

[0128]

Thus, when the total current limit change screen is displayed on the display unit 81, the processing proceeds to S508. Depending on whether the user presses the ">" or "<" key, the total current limit

value displayed in the total current display area of the display unit 81 is increased or decreased by a predetermined increment (for example, 1 A) (being increased by 1 A by the ">" key and decreased by 1 A by the "<" key). When the "M" key is pressed in S509, the processing proceeds to S510.

[0129]

Next, in S510, the operation is performed to change the charging completion limit time TKS. As in the case of S508, the charging completion limit time displayed in the desired charging completion date and time display area of the display unit 81 is increased or decreased by a predetermined time unit (for example, 30 minutes) using the ">" or "<" keys, and when the "M" key is pressed in S511, the processing proceeds to S512.

[0130]

Then, in S512, the total current currently displayed on the display unit 81 is stored in the non-volatile memory area as the most recent total current limit value IDTS, and the time displayed in the desired charging completion area is stored as the charging completion limit time in the non-volatile memory area corresponding to the selected charging device.

[0131]

Next, the processing proceeds to S513, where the updated total current limit value IDTS is communicated to all charging devices connected to the control unit 80 via the communication unit 26. Then, the processing returns to S501. Next, in S503, if it has been determined that the instruction selected by operating the "M" key is not a charging current change instruction, the processing proceeds to S521 to determine whether the instruction selected using the "M" key is a start charging instruction. If the instruction is a start charging instruction, the processing proceeds to S522, where the display unit 81 displays the charging devices connected to the control device 80, and the user selects the charging device to start charging using the control unit 82.

[0132]

Next, in S523, the latest charging conditions (total current limit value IDTS and charging completion time limit TKS) stored in the non-volatile memory area are retrieved, and in S524, a charging conditions screen corresponding to the retrieved conditions is displayed. Next, the processing proceeds to S525, where a start charging instruction is sent to the charging device selected in S522, and the processing returns to S501.

[0133]

If it is determined in S521 that the instruction selected by pressing the "M" key is not a start charging instruction, the processing proceeds to S531, where it is determined whether the instruction selected by the user via the "M" key is a request to check the charging status. If the instruction is to check the charging status, the processing proceeds to S532 to acquire charging status information for all charging devices connected to the control unit 80.

[0134]

Next, in S533, the primary status items for each charging device are displayed on the display unit 81. For example, as shown in FIG. 13 (a), this may include the current time retrieved from the clock built into the control device 80, the total current, and whether any of the charging devices connected to the control device 80 are currently charging. (Here, the charging devices are denoted by "CHG" followed by a number.) Then, in S534, a charging device is selected using the "M" key on the control unit 82 to display detailed information for the charging device on the display unit 81, and in S535, the charging status of the charging device selected in S534 is displayed on the display unit 81. For example, as shown in FIG. 13 (b), the current time, the name of the charging device being displayed, whether charging is in progress, the scheduled start time for charging, and the scheduled completion time for charging are displayed.

[0135]

Next, in step S536, the processing returns to step S535 and continues to display information about the selected charging device until the "M" key is pressed, and when the "M" key is pressed, the processing proceeds to step S537. Next, in S537, the processing returns to S523 until the "M" key is pressed, at which time the information to be displayed is updated. When the "M" key is pressed, the charging status check is terminated, and the processing returns to S501.

[0136]

If it has been determined in S531 that the instruction selected by pressing the "M" key is an instruction other than checking the charging status, the processing proceeds to S541, where the control processing corresponding to the instruction selected by the user using the "M" key is executed (that is, an instruction to change the total current, an instruction to start charging, or an instruction other than checking the charging status), and the processing then returns to S501.

[0137]

Note that an example of the control processing executed in S541 is schedule start processing that begins charging at a time intentionally delayed from the scheduled start time. In other words, this is start scheduling processing for performing scheduled charging of the battery 6, in which in order to schedule charging of the battery 6, a screen is displayed on the display unit 24 to enable the user to set the start date and time in accordance with a start scheduling instruction selected by the user, and the start date and time based on user input via the control panel 22 is received.

[0138]

Next, the control processing executed by the charging control unit 20 in the charging device 3 will be explained with reference to the flowchart shown in FIG. 12. The charging device 3 is connected to the facility power supply 30. When the charging control unit 20 is activated, it enters standby for instructions from the control unit 80, and when it receives an instruction from the control unit 80, it executes the processing as an interrupt routine according to the flowchart shown in FIG. 12.

[0139]

First, if the interrupt content in S601 is a start charging instruction, the processing proceeds to S602, where the operating current limit value IDS is set. The details of this process are the same as those shown in FIG. 5 of the first embodiment. Then, in S603, battery charging is controlled using the power supplying unit 12. This processing is the same as that shown in FIG. 6 of the first embodiment. Once the processing in S603 is complete, the processing proceeds to S604, where a charging complete signal is sent to the control device 80, and the interrupt processing is terminated. If the content in S601 is something else, the processing proceeds to S611.

[0140]

Next, in S611, if the interrupt content is a charge status inquiry, the processing proceeds to S612, where the current limit value IDS, the battery voltage VB, the battery current IB, the predicted charge completion time TK, and the charge completion time limit TKS are transmitted to the charging device that made the inquiry. This terminates the interrupt processing. If the content in S611 is something else, the processing proceeds to S621.

[0141]

Next, in S621, if the interrupt is a request to update the total current limit value, the processing proceeds to S622, where the total current limit value IDTS is updated based on the received information. At S623, the operating current limit value IDS is updated based on the updated total current limit value IDTS, and in S624, the predicted charging completion time is also updated, after which the interrupt processing is terminated. If the content in S621 is something else, the processing proceeds to S631.

[0142]

Next, in S631, if the interrupt request is for a change to the operating current limit value, the processing proceeds to S632, where the operating current limit value (IDS) is updated using the received value. Then, in S623, the predicted time of charge completion is updated, and the interrupt processing is terminated. If the content in S631 is something else, the processing is simply terminated.

[0143]

As described above, the vehicle battery charging system in the second embodiment makes it possible to check the charging status of each charging device and to set the total current limit value IDTS, which is a charging condition, from a single control unit 80 for all charging devices connected to the control unit 80 via communication line 27. Since the user no longer needs to go to the location of each charging device to perform operations and check the charging status, but can instead do so from a single location, work efficiency is improved.

[Third Embodiment]

The vehicle battery charging system in the third embodiment will now be described.

[0144]

The third embodiment is a charging system with exactly the same configuration as the second embodiment, except for the processing performed by the charging control unit 20 in the charging device 3 and the control device 80, and performs the same charging operations as those in the first embodiment. The difference in processing is that the processing for setting the operating current limit value, which was performed by the charging device 3 in the second embodiment, is performed here by the control unit 80.

[0145]

The processing performed by the control device 80 will now be explained. The steps performed by the control unit 80 follows the same order as the flowchart shown in FIG. 11. However, during the processing in S525, a start charging instruction is sent to the charging device 3, and at the same time, the control unit 80 initiates the operating current selection process shown in FIG. 14, which is executed at regular intervals via a timer interrupt. This processing is initiated for each charging device to which a start charging instruction has been issued.

[0146]

Next, the operating current limit value setting processing performed by the control device 80 will be described with reference to FIG. 14. First, in S701, the control unit 80 retrieves the charging condition information (the operating current limit value IDS, the charging completion limit time TKS) for the charging devices being managed, and then queries each charging device to obtain information on the operating current limit value IDS, the battery current IB, the battery voltage VB, the predicted charging completion time TK, and the charging completion limit time TKS for that device. However, the charging status information for each charging device is stored in the non-volatile memory of the control unit 80 along with the acquisition time as information shared by all processing. If the acquisition time is not too old, the information retrieved from memory is used. Then, the current limit values (IDS) for each charging device are added together to calculate the total current limit value (IDT).

[0147]

Next, in S702, it is determined whether this is the first time the processing is being executed. If it is the first time (a flag is set), the processing proceeds to S703, where "0" is set as the initial value for the operating current limit value IDS. Next, in S704, it is determined whether the maximum operating current limit value IDSmax, which represents the charging current required for the shortest charging time, can be secured by checking whether the value obtained by subtracting the total current value IDT from the total current limit value IDTS is greater than the maximum operating current value IDSmax.

If the maximum operating current limit value IDS_{max} can be secured, the processing proceeds to S705 and the maximum operating current limit value IDS_{max} is set as the operating current limit IDS .

[0148]

The processing then proceeds to S705 to predict the time when charging will be complete. In order to predict the time until charging is complete, the system first uses the relationship between the amount of charge stored in the battery and the battery voltage VB . It estimates the amount of charge currently stored in the battery based on the battery voltage VB detected by the battery voltage detecting unit 16, and then predicts the amount of charge required to fully charge the battery. Next, when the battery voltage VB is in an initial charging state below the reverse polarity voltage, the required time to charge the battery using the battery current limit value IBS acquired from the operating current limit value IDS is calculated relative to the previously determined current level. This is corrected based on the temperature conditions detected by the temperature sensor 18 to predict the charging time during the initial current control period. Charging after the middle voltage control period involves performing a charging operation for a predetermined time when the battery voltage VB becomes greater than the reverse polarity voltage VBT , and this predetermined time is used as the charging time. The sum of these charging times for the initial and middle periods and beyond is used as the predicted time of charge completion.

[0149]

Also, if the maximum operating current limit value IDS_{max} cannot be set for the operating current limit IDS during charging, the battery current control value IBS is periodically reset to decrease in response to the rise in battery voltage VB as charging progresses, so as to keep the operating current ID below a certain level. The charging time is predicted taking into account this decreasing trend in the battery current control value IBS .

[0150]

While in the charging standby state, the system predicts the time when charging can begin based on the charging status of other charging devices, and sets the predicted charging completion time by adding this to the previously predicted time from the start of charging to completion. Next, in S707, the set current limit value $IDTS$ is communicated to the corresponding charging device, and this processing is terminated.

[0151]

Next, in S704, if the value obtained by subtracting the total current value IDT from the total current limit value $IDTS$ is less than the battery current limit IDS_{max} , that is, if the maximum current required for battery charging cannot be secured, the processing proceeds to S711 to determine whether the charging status of other charging devices can be changed. Here, this determination is based on the condition that the predicted charging completion time TK has a margin of at least a certain period of time (for example, one hour) relative to the charging completion limit time TKS for each charging device. If there is a margin of at least a certain amount of time, charging can be completed by the charging completion limit time without any problem if the charging time is extended by changing the current limit value. If there is a charging device whose charging status can be changed, the processing proceeds to S712, and a notification is sent to the identified charging device to change its current limit value IDS to the total current limit value $IDTS$ divided by the number of connected units.

[0152]

Then, in S713, the operating current limit value IDS for the identified charging device is set to the total current limit value $IDTS$ divided by the number n of connected devices. In S706, the predicted charging completion time TK is determined, and in S707, the set operating current limit value $IDTS$ is communicated to the identified charging device, and the process is terminated.

[0153]

If there is no charging device whose charging status can be changed in S711, the processing proceeds to S721. If the value obtained by subtracting the total current value IDT from the total current limit value IDTS is effective for charging (for example, 0.1 A or more), then in S722, the operating current limit value IDS is set to that value plus the previously set operating current limit value IDS_OLD. If the value is less than the value effective for charging, the operating current limit value IDS is simply set to the previously set value IDS_OLD. (if the initial value is "0," power supplying unit 12 does not operate.) Then, the processing proceeds to S706 to determine the predicted charging completion time TK, and in S707, the set operating current limit value IDS is communicated to the corresponding charging device, and the processing is terminated.

[0154]

Next, if it is the second or subsequent time the operating current limit value IDS is being set, the processing proceeds from S702 to S731. In S731, if the predicted charging completion time TK is less than the charging completion limit time TKS, or if the current limit value IDS is set to the maximum current value IDSmax, there is no need to revise the current limit value. Thus, the current limit value IDS remains as previously set, and the processing is terminated.

[0155]

If the conditions in S731 are not met, the processing from S721 onward is executed to review the operating current limit value IDS based on the state of the total current value IDT. The processing by the charging control unit 20 in the charging device 3 in the third embodiment is the same as that in the second embodiment. When a charging device 3 is connected to the facility power supply 30 and the charging control unit 20 is activated, it enters standby for an instruction from the control device 80. In the third embodiment, in response to an instruction from the control device 80, processing is performed as interrupt processing according to the flowchart shown in FIG. 15. Here, the processing in the flowchart shown in FIG. 15 will be explained.

[0156]

First, in S801, if the interrupt content is a start charging instruction, the processing proceeds to S802. At S802, the operating current limit value IDS, which is set in S822 described below, is retrieved. Then, in S803, battery charging control is performed using the power supplying unit 12 via the current control process shown in FIG. 16. This will be described below in greater detail.

[0157]

Next, once the processing in S803 is complete, the processing proceeds to S804, a charging complete signal is sent to the control unit 80, and the interrupt processing is terminated. If the content is something else in S801, the processing proceeds to S811. Next, in S811, if the interrupt is a charging status inquiry, the processing proceeds to S812, where the current limit value IDS, the battery voltage VB, the battery current IB, the predicted charging completion time TK, and the charging completion time limit TKS for the charging device are transmitted to the charging device making the inquiry. If the content is something else in S811, the processing proceeds to S821.

[0158]

Next, in S821, if the interrupt involves an update to the current limit value IDS, the processing proceeds to S822, where the current limit value IDS is updated with the received value, and the interrupt processing is terminated. If the content is something else in S821, the processing is simply terminated.

[0159]

Next, the charge control processing steps in S803. among the interrupt procedures described above, will be described with reference to FIG. 16. First, in S901, the operating current limit value IDS is retrieved as the battery charging condition, and in S902, the battery voltage VB and the battery current IB are retrieved as the charging status of the charging device.

[0160]

Next, in S903, if the battery voltage VB is equal to or less than the reverse polarity voltage VBT, the processing proceeds to S904 to perform charging using initial period current control. In S904, if the operating current ID is greater than the operating current limit value IDS, in S905, the battery current control value IBS is updated to $IBS = IDS/VB \cdot \alpha$ (where α is a correction factor) so that the operating current ID becomes equal to the operating current limit value IDS. If the operating current ID is lower than the operating current limit IDS, in S906, the battery current limit IBS is set to IBSmax so that the battery current IB is increased as much as possible. In S907, an instruction is issued to the power supplying unit 12 so that the battery current IB becomes the battery current limit value IBS set in S905 or S906, and current is supplied to the battery.

[0161]

In S903, if the battery voltage VB exceeds the reverse polarity voltage VBT, the initial current control is considered complete, and the processing proceeds to S910 to perform middle period voltage control. Middle period voltage control refers to a charging method in which the power supplying unit 12 controls the voltage to keep the battery voltage VB at a predetermined value (for example, the reverse polarity voltage VBT). During this charging process, the battery current IB decreases. When the battery current IB reaches the second control current I2, the processing transitions to S920.

[0162]

Next, in S920, final period current control is performed. Final period current control refers to the processing in which the power supplying unit 12 performs current control so that the battery current IB reaches a predetermined value (for example, the second control current I2). After transitioning to the middle period voltage control of S910, charging is completed once a predetermined time has elapsed, and the processing is terminated.

[0163]

As described above, in the vehicle battery charging system of the third embodiment, unlike in the first and second embodiments, in which the control device 80 sets the operating current limit value IDS that was previously set by each charging device, the charging status information of each charging device required to set the operating current limit value IDS is simply sent to the control device 80. The control device 80 thus becomes the sole communication destination for each charging device, resulting in a significant reduction in the amount of data transmitted and received via the communication lines 27, as well as a reduction in the number of communication exchanges. As a result, communication reliability is improved. In addition, the amount of processing required by the charging control units 20 in the charging devices 3 is reduced, allowing for a simpler configuration for the charging devices 3.

[0164]

Embodiments of the present invention were described above, but note that the present invention is not limited to these embodiments and may take various forms. For example, in the embodiments described above, the display of the total current on the display unit 24 was the numerical display of the current value. However, the current value or the ratio of the charging current to the rated current of the battery 6 may be displayed as a bar graph.

[0165]

Also, embodiments describe a fixed allocation for the supply current, but the allocation method may be selected to suit usage conditions, such as proportional allocation based on the remaining charge in batteries or priority allocation based on the order of connection. These various modes may also be selected via a menu screen on the display device.

[0166]

While the embodiments described above use an onboard charging device, the charging device may be separate from the vehicle. In the second and third embodiments, the control device 80 was separate from the charging device 3. However, one of the charging devices connected to the facility power supply 30 may be designated to perform the functions of the control device 80. Also, the control device 80 may be a terminal such as a general-purpose personal computer equipped with dedicated software, and does not have to be a dedicated device.

[0167]

In the embodiments described above, a constant-current/constant-voltage/constant-current charging device 2 was described that charges batteries 6 according to the procedure shown in FIG. 2. However, the present invention can be applied in the same manner as the embodiments to achieve similar effects using a constant-current charging device that keeps the charging current at a constant value (target current) at all times, or using a two-stage constant-current charging device that switches the charging current between two stages.

[0168]

In the embodiments described above, the operating current I_D is limited by setting the battery current control current I_{BS} and controlling the battery current I_B via the power supplying unit 12. However, the operating current I_D may also be controlled directly by controlling the power supplying unit 12.

[0169]

In the embodiments described above, the time required to charge the battery 6 is estimated using the battery current limit value I_{BS} , the battery voltage V_B at the start of charging, and the ambient temperature while displaying the date and time of charging completion on the display unit 24. However, since this charging time varies not depending on ambient temperature and the battery voltage V_B (which indicates the discharge state of battery 6) but depending on the age of battery 6, the actual charging time required to charge battery 6 is preferably measured to learn the prediction error in the charging time associated with the age of the battery 6 from the measured results, and that learning result used to correct the predicted charging time.

[0170]

Also, in the example described above, when charging control is executed, the display unit 24 shows the date and time when charging is to be completed. However, the predicted charging time (the time required to charge the battery 6) may simply be displayed. Note that in this case, when charging control is executed, the charging time displayed on the display unit 24 should be incrementally reduced in accordance with progress in the charging process to indicate the remaining time until charging is complete.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1]

FIG. 1 is a block diagram showing the overall configuration of the charging device in the first embodiment.

[FIG. 2]

FIG. 2 is a timing diagram used to explain the charging operations performed by the charging device in the first embodiment.

[FIG. 3]

FIG. 3 is a timing diagram used to explain the charging operations performed by three charging devices of the first embodiment.

[FIG. 4]

FIG. 4 is a flowchart showing the control processing executed by the charging control unit of the charging device in the first embodiment.

[FIG. 5]

FIG. 5 is a flowchart showing the processing executed by the charging control unit of the charging device in the first embodiment to set the operating current limit value

[FIG. 6]

FIG. 6 is a flowchart showing the charging control processing executed by the charging device in the first embodiment.

[FIG. 7]

FIG. 7 is a flowchart showing the processing for handling interrupts from another charging device of the first embodiment.

[FIG. 8]

FIG. 8 is a diagram used to explain the information displayed on the display screen of the display unit when the total current and the desired charge completion time are set.

[FIG. 9]

FIG. 9 is a diagram used to explain the information displayed on the display screen of the display unit when charging conditions are displayed.

[FIG. 10]

FIG. 10 is a block diagram showing the overall configuration of the charging device in the second embodiment.

[FIG. 11]

FIG. 11 is a flowchart showing the control processing executed by the control device in the second embodiment.

[FIG. 12]

FIG. 12 is a flowchart showing the processing for handling interrupts from the charging control unit of the charging device in the second embodiment.

[FIG. 13]

FIG. 13 is a diagram used to explain the information displayed on the display unit when the charging status is displayed.

[FIG. 14]

FIG. 14 is a flowchart showing the control processing executed by the control device in the third embodiment.

[FIG. 15]

FIG. 15 is a flowchart showing the processing for handling an interrupt from the charging control unit of the charging device in the third embodiment.

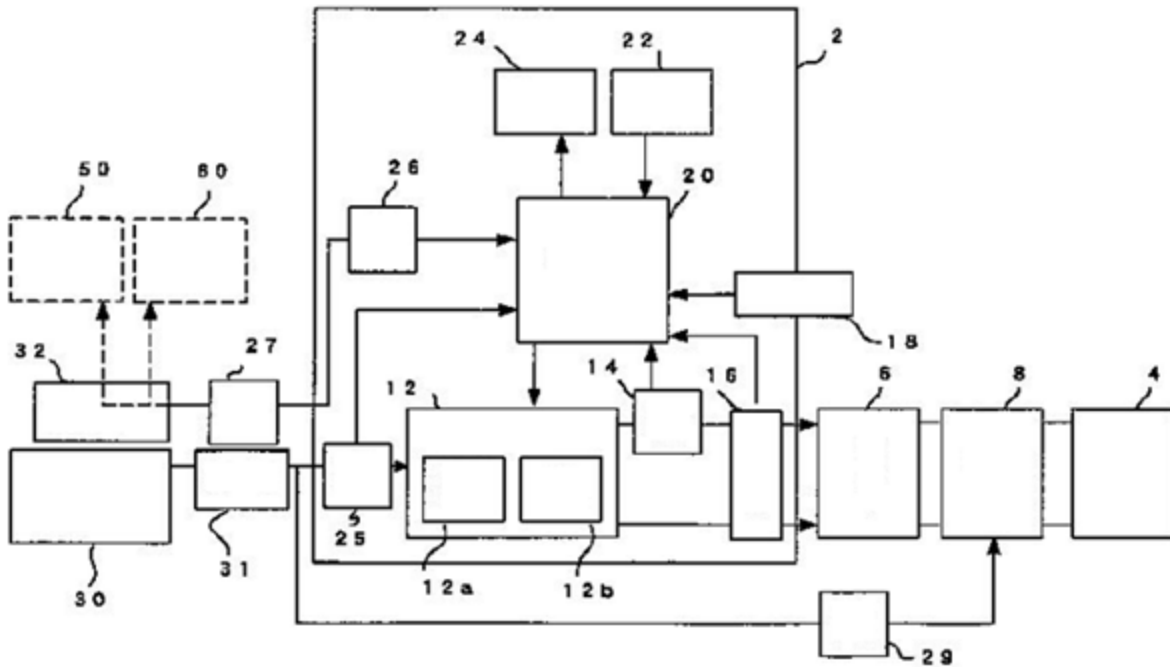
[FIG. 16]

FIG. 16 is a flowchart showing the charging control processing of the charging device in the third embodiment.

[Reference Numbers]

2: Charging device
4: Onboard device
6: Battery
8: Interlock device
12: Power supplying unit
12a: Rectifier circuit
12b: Output circuit
14: Current detecting unit
16: Voltage detecting unit
18: Temperature sensor
20: Charging control unit
22: Control panel
24: Display unit
25: Current detecting unit
26: Communication unit
27: Communication line
29: Voltage detecting unit
30: Facility power supply
31: Breaker
80: Control device
81: Display unit
82: Control panel

[FIG. 1]



2: Charging device

4: Onboard device

6: Battery

8: Interlock device

12: Power supplying unit

12a: Rectifier circuit

12b: Output circuit

14: Current detecting unit

16: Voltage detecting unit

18: Temperature sensor

20: Charging control unit (CPU)

22: Control panel

24: Display unit

25: Current detecting unit

26: Communication unit

27: Communication line

29: Voltage detecting unit

30: Facility power supply

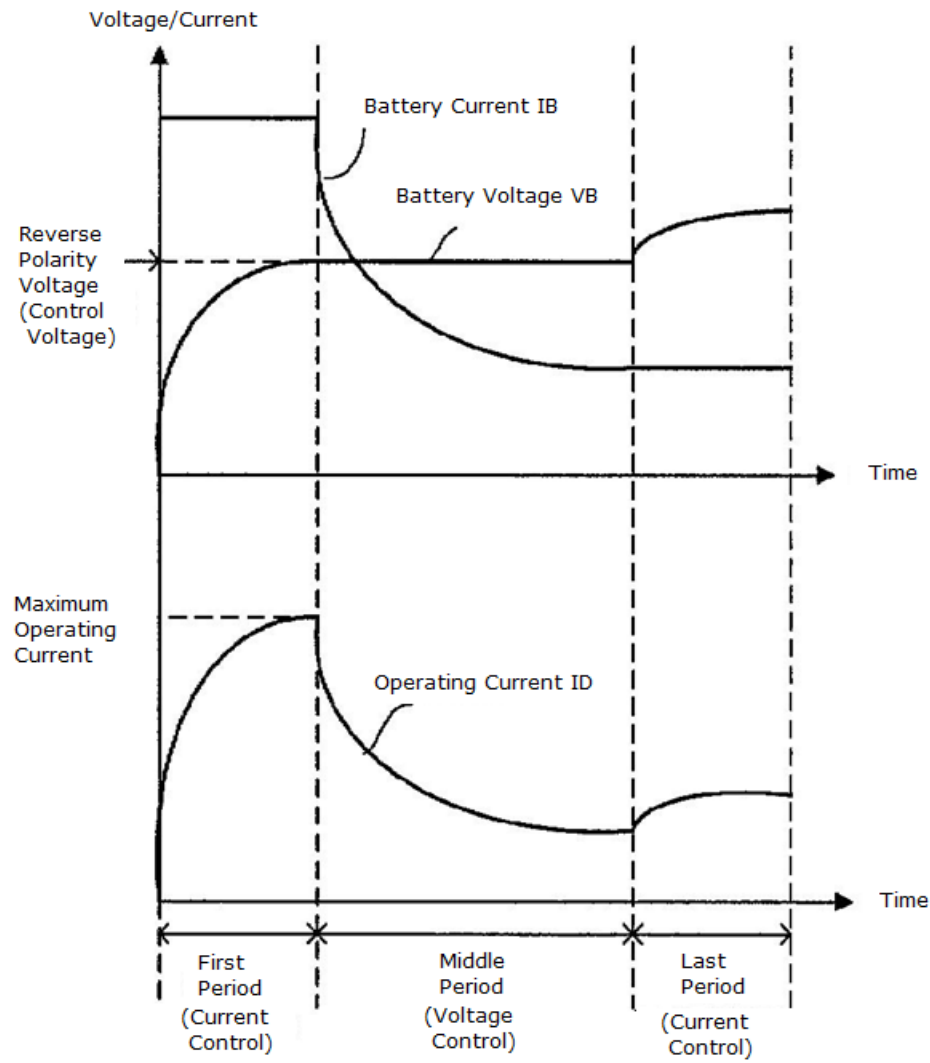
31: Breaker

32: Hub device

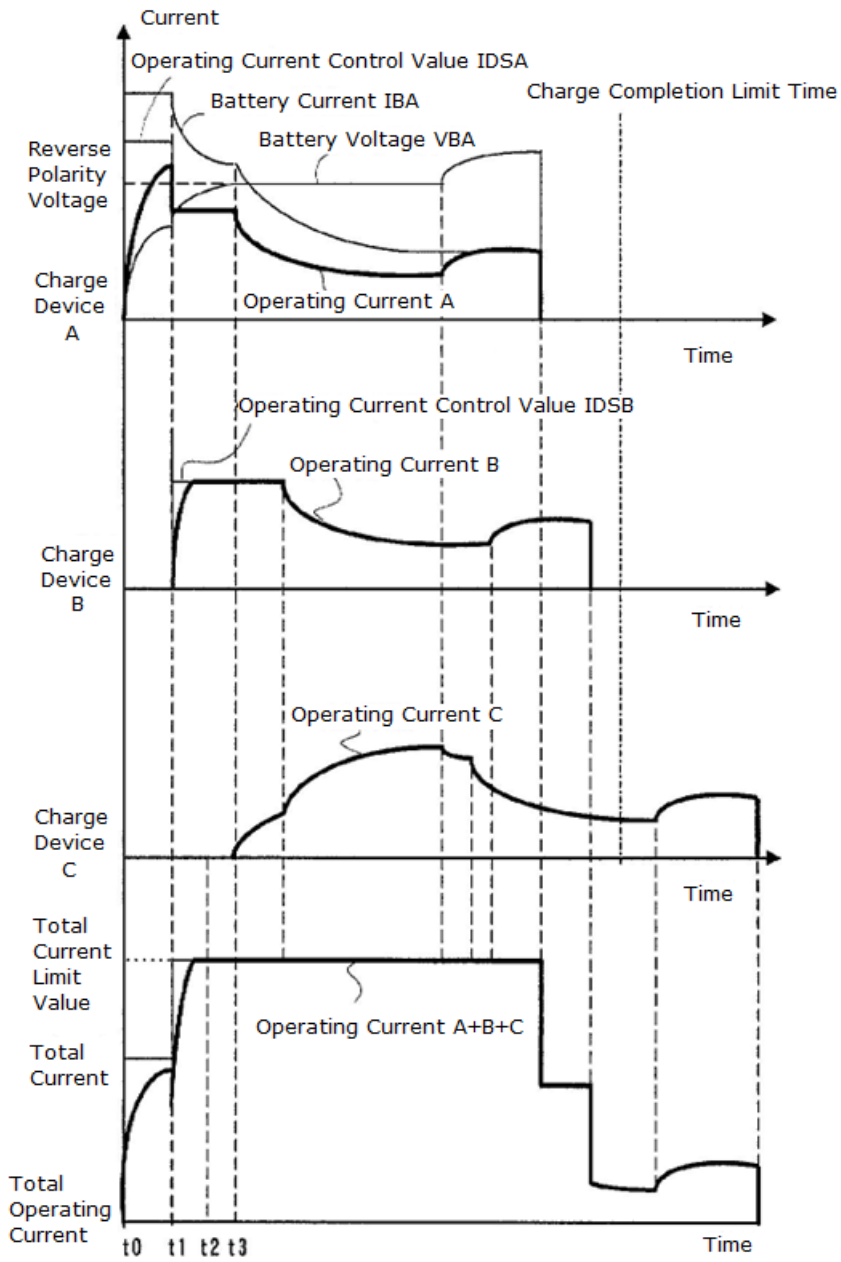
50: Charging device

60: Charging device

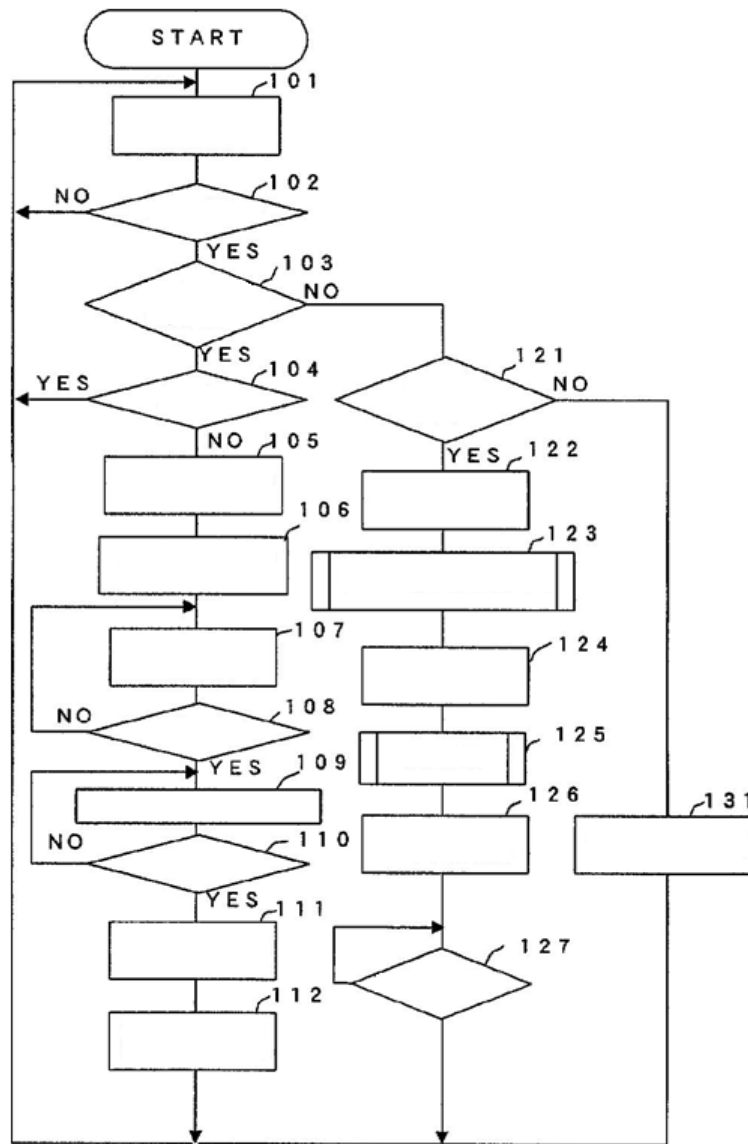
[FIG. 2]



[FIG. 3]



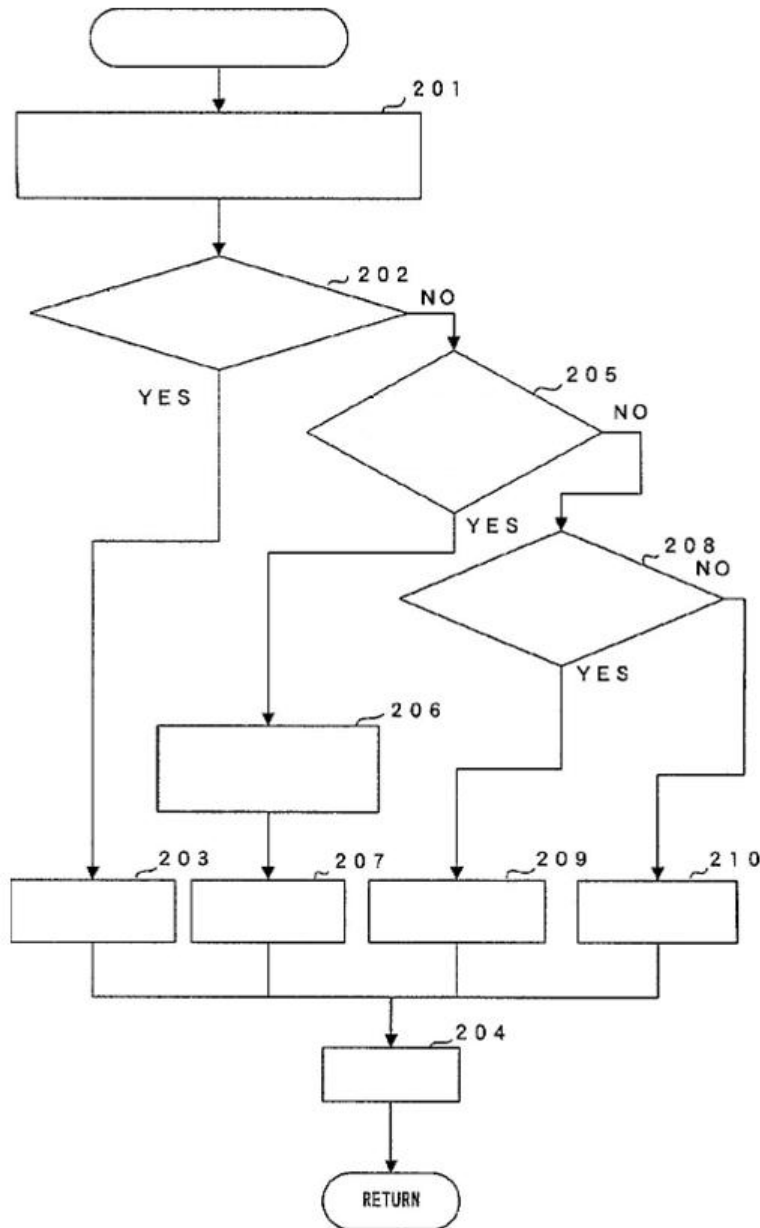
[FIG. 4]



101: Display menu screen
 102: Menu selected?
 103: Total current limit value changed?
 104: Charging?
 105: Set initial total current limit value
 106: Display total current limit value change screen
 107: Change total current limit value
 108: Confirmation entered?
 109: Update charge completion limit time
 110: Confirmation entered?
 111: Store total current limit conditions
 112: Change settings of other charging devices

121: Start charge selected?
 122: Retrieve charge conditions
 123: Set operating current limit value IDS
 124: Display charge conditions screen
 125: Control charging
 126: Display end charging completed screen
 127: Charging completion confirmed?
 131: Perform processing based on menu selection

[FIG. 5]



Set operating current limit value

201: Make charging status query to other charging devices (IDS, IB, VB, TK, TKS); Total current: $IDT = \sum IDS$

202: Has maximum operating current limit value IDS_{max} been confirmed?

203: Operating current limit value $IDS = IDS_{max}$

204: Calculate predicted charge completion time

205: Any predicted charge completion time margin left for charging devices that have already charged?

206: Send operating current limit value change instruction to other charging devices

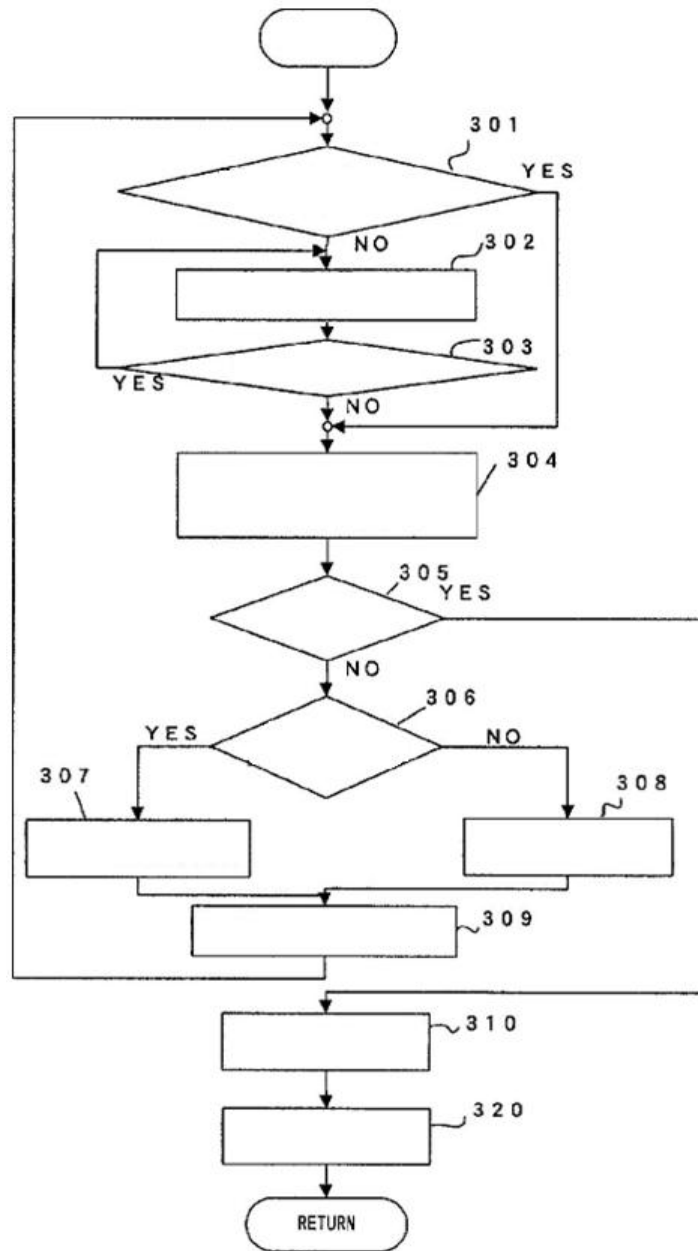
207: Operating current limit value $IDS = IDTS/n$

208: Any margin left in power supply capacity?

209: Operating current limit value $IDS = IDTS/IDT$

210: Operating current limit value $IDS = 0$

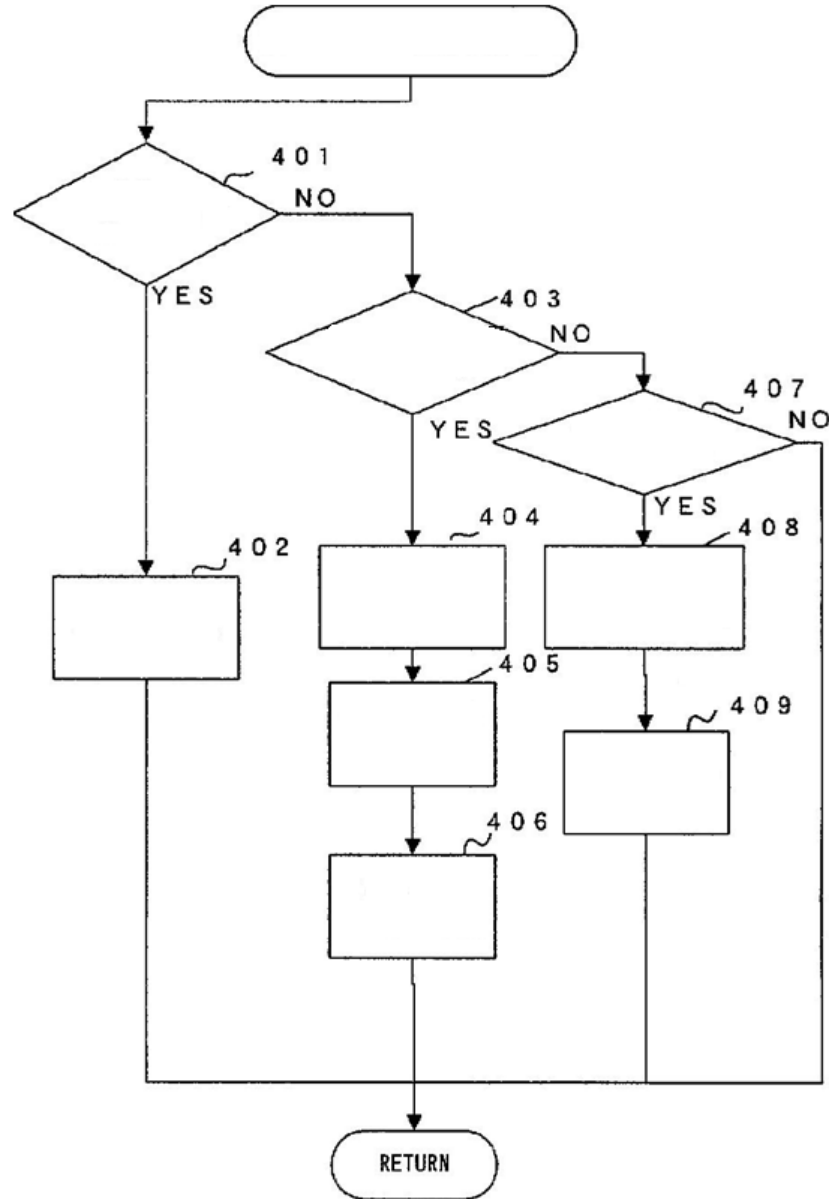
[FIG. 6]



Charge control

- 301: Charge completion limit time $TKS \geq$ estimate charge completion time TK
- 302: Set monitored operating current limit value IDS for other charging devices
- 303: Operating current limit value $IDS = 0$
- 304: Retrieve, operating current ID , battery voltage VB , battery current IB
- 305: Any reverse polarity voltage?
- 306: Operating current $ID \geq$ operating current limit value IDS
- 307: Calculate battery current control value $IBS = IDS/VB \cdot \alpha$
- 308: Battery current control value $IBS = IBS_{max}$
- 309: Supply current to battery
- 310: Middle period voltage control
- 320: Last period current control

[FIG. 7]



Interrupt from another charging device

401: Any charge status query?

402: Send IDS, VB, IB, TK, TKS

403: Total current limit value change request received?

404: Update total current limit value

405: Change operating current limit value IDS

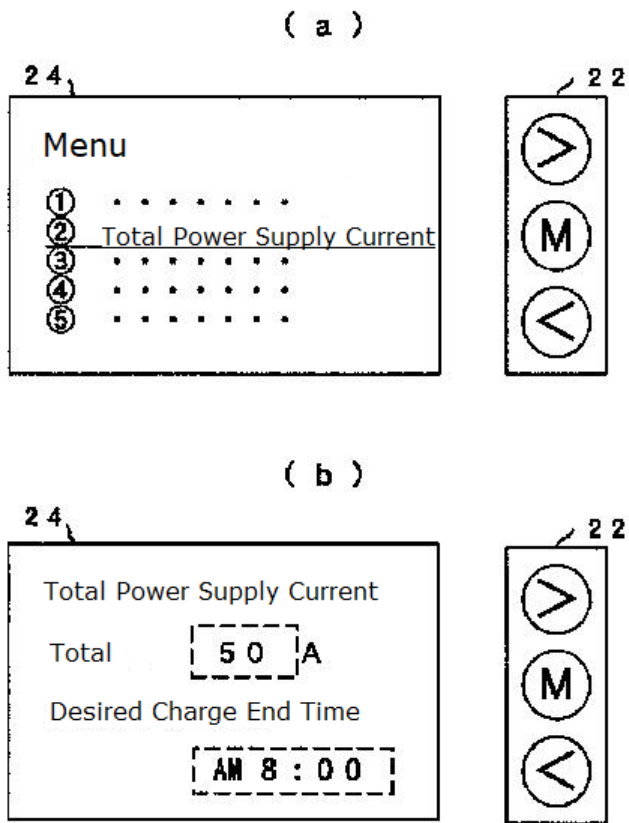
406: Update predicted charge completion time

407: Operating current value change request received?

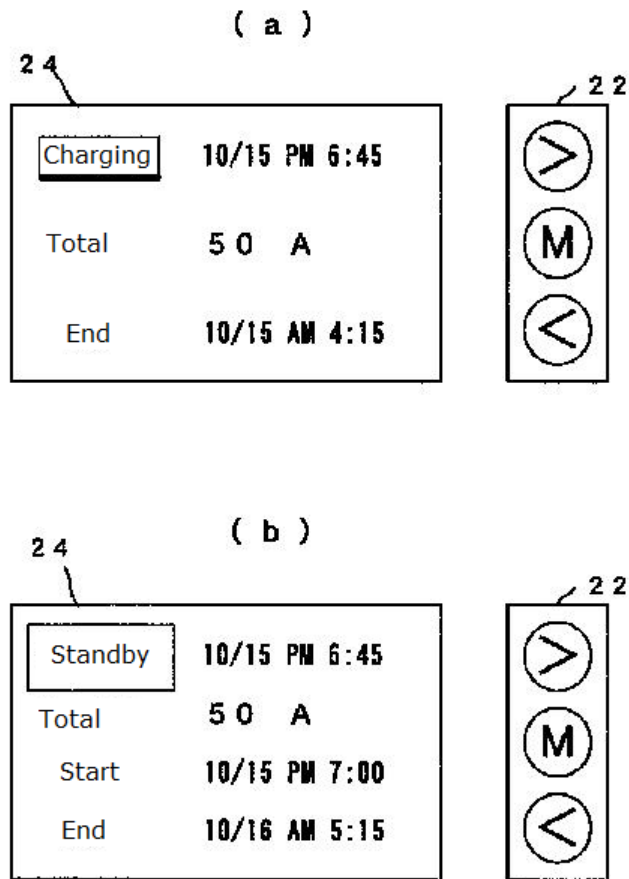
408: Change operating current limit value IDS

409: Updated predicted charge completion time

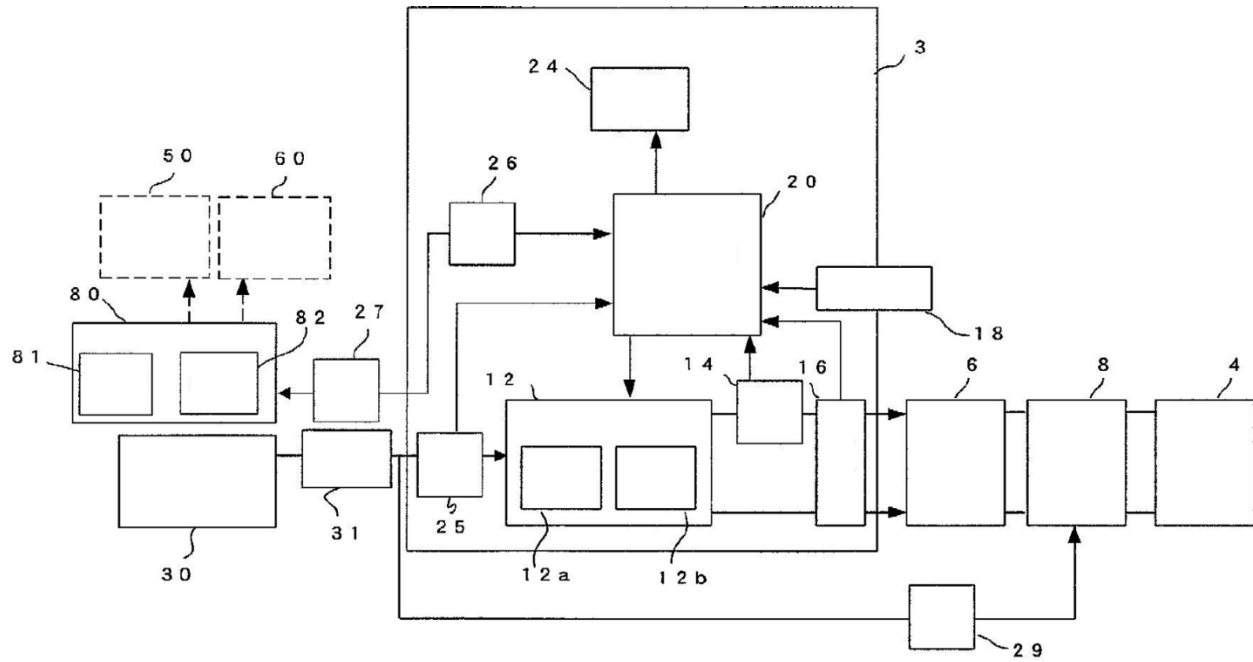
[FIG. 8]



[FIG. 9]



[FIG. 10]



3: Charging device

4: Onboard device

6: Battery

8: Interlock device

12: Power supplying unit

12a: Rectifier circuit

12b: Output circuit

14: Current detecting unit

16: Voltage detecting unit

18: Temperature sensor

20: Charging control unit (CPU)

24: Display unit

25: Current detecting unit

26: Communication unit

27: Communication line

29: Voltage detecting unit

30: Facility power supply

31: Breaker

50: Charging device

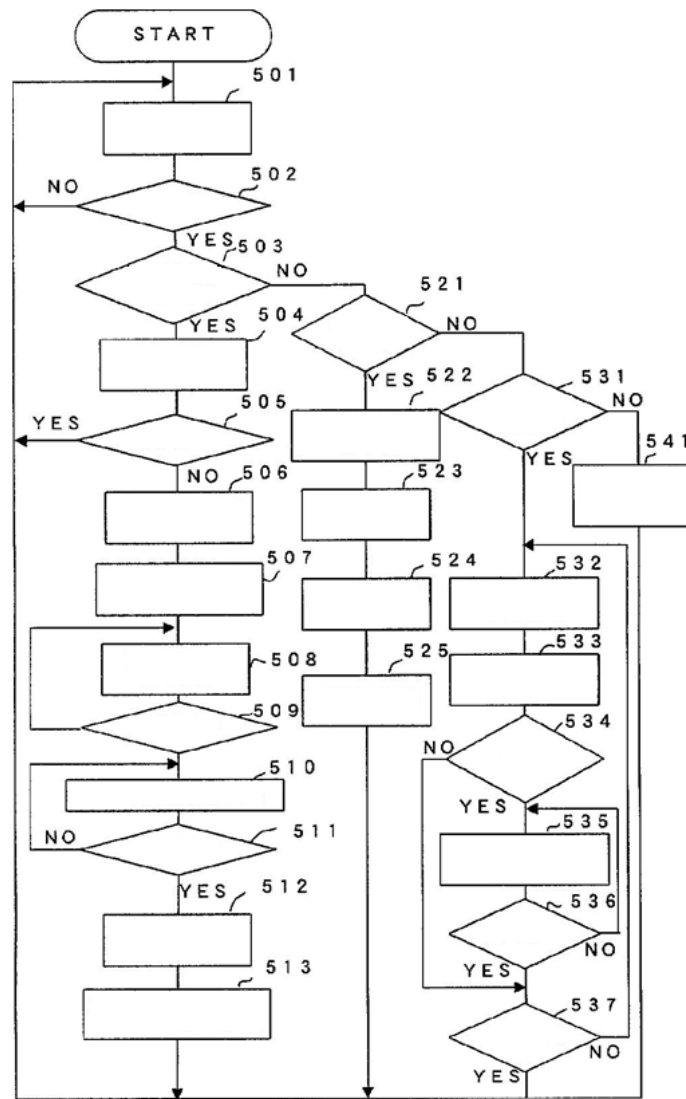
60: Charging device

80: Control device

81: Display unit

82: Control Panel

[FIG. 11]



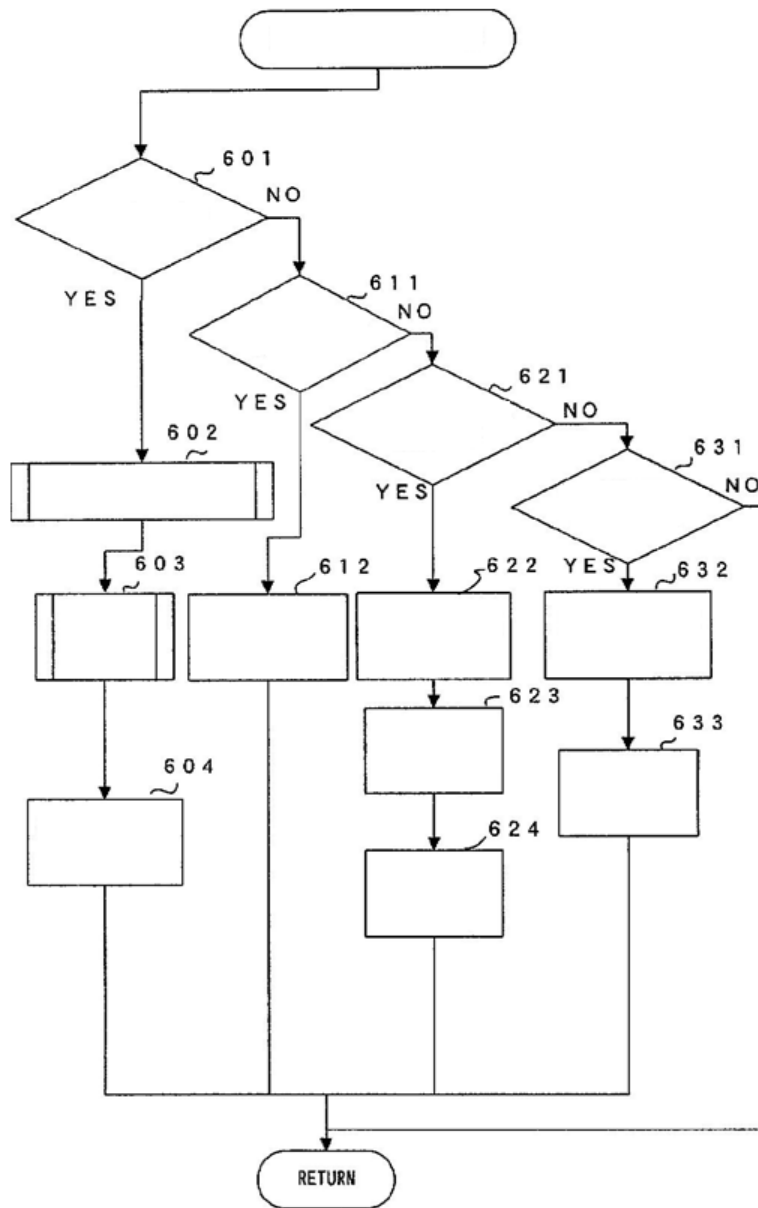
501: Display menu screen
 502: Menu selection?
 503: Total current limit value changed?
 504: Select target charging device
 505: Charging?
 506: Retrieve conditions for all charging devices
 507: Display total current limit value change screen
 508: Change total current limit value
 509: Confirmation entered?
 510: Change charge completion limit time
 511: Confirmation entered?
 512: Store total current limit conditions
 513: Change settings for all charging devices

521: Start charging selected?
 522: Select target charging device
 523: Retrieve charging conditions screen
 524: Display charging conditions screen
 525: Issue start charging instruction

531: Charge status confirmation selected?
 532: Confirm status of all charging devices
 533: Display charging conditions screen
 534: Select another charging device
 535: Display conditions for selected charging device on screen
 536: Confirmation entered?
 537: Confirmation entered?

541: Perform processing in response to menu selection

[FIG. 12]

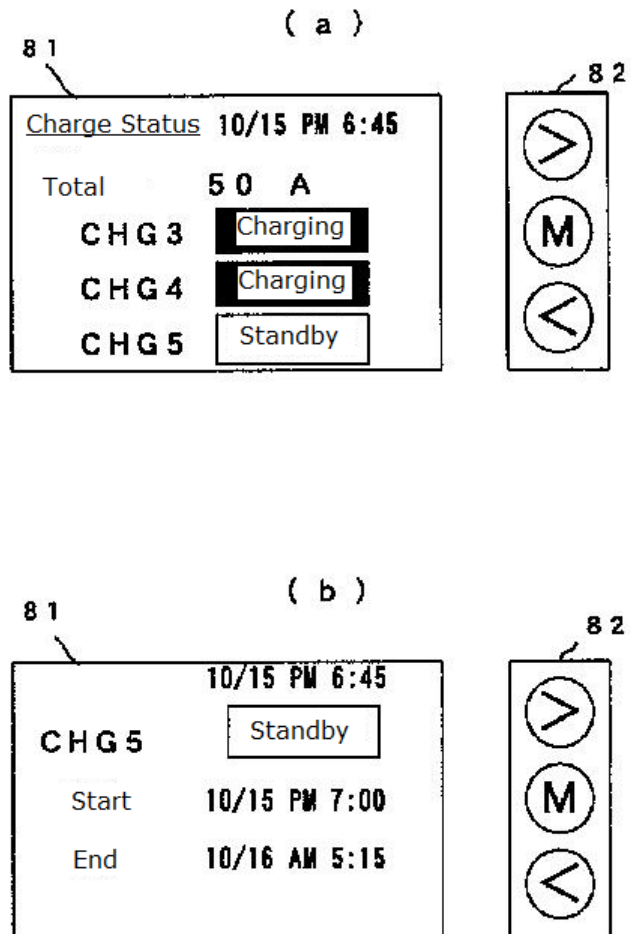


Interrupt from control device
 601: Start charging instruction issued?
 602: Set operating current limit IDS
 603: Control charging
 604: Send charge complete to control device

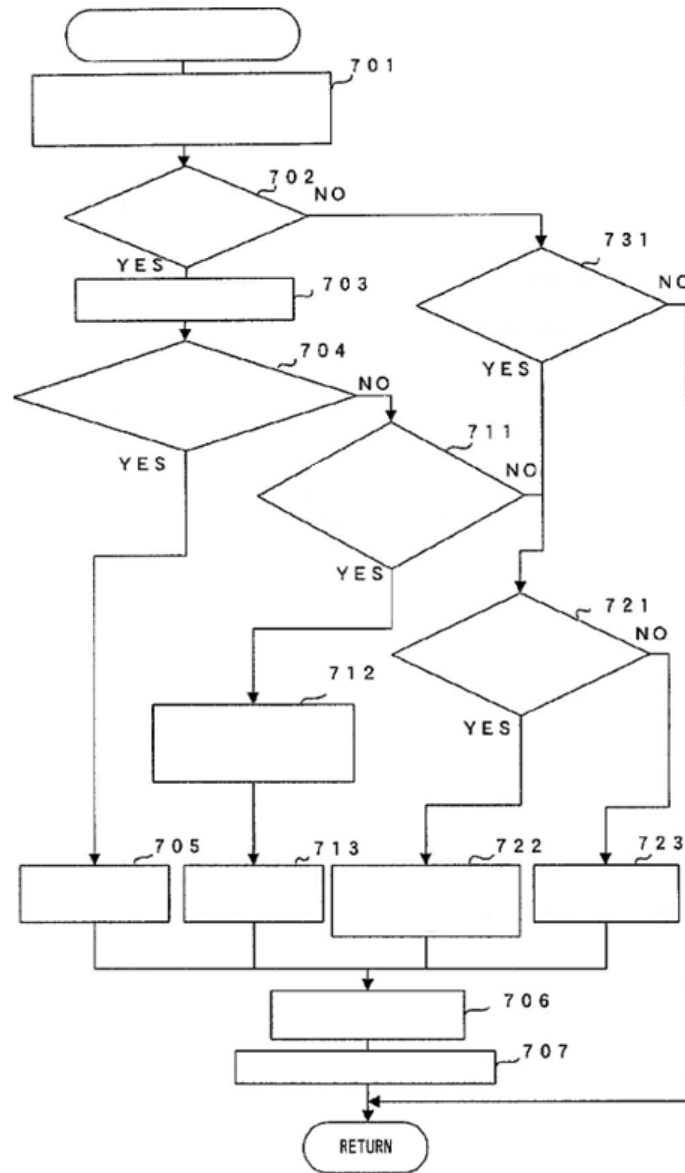
611: Charge status query received?
 612: Send IDS, VB, IB, TK, TKS
 621: Total current limit value change request received?
 622: Update total current value
 623: Change operating current value IDS
 624: Update predicted charge completion time

631: Operating current limit value change request received?
 632: Change operating current limit value IDS
 633: Update predicted charge completion time

[FIG. 13]



[FIG. 14]



Setting the operating current limit value

701: Make charging status query to other charging devices (IDS, IB, VB, TK, TKS); Total current: $IDT = \sum IDS$

702: Has an operating current limit value been set once?

703: Operating current limit value $IDS(m) = 0$

704: Can the maximum operating current limit value IDS_{max} be confirmed?

705: Operating current control value $IDS(m) = IDS_{max}$

706: Calculate predicted charge completion time

707: Communicate operating current limit values $IDS(m)$

711: Any predicted charge completion time margin left for charging devices that have already charged?

712: Send operating current limit value change instruction to other charging devices

713: Operating current control value $IDS(m) = IDT/n$

721: Any margin left in power supply capacity?

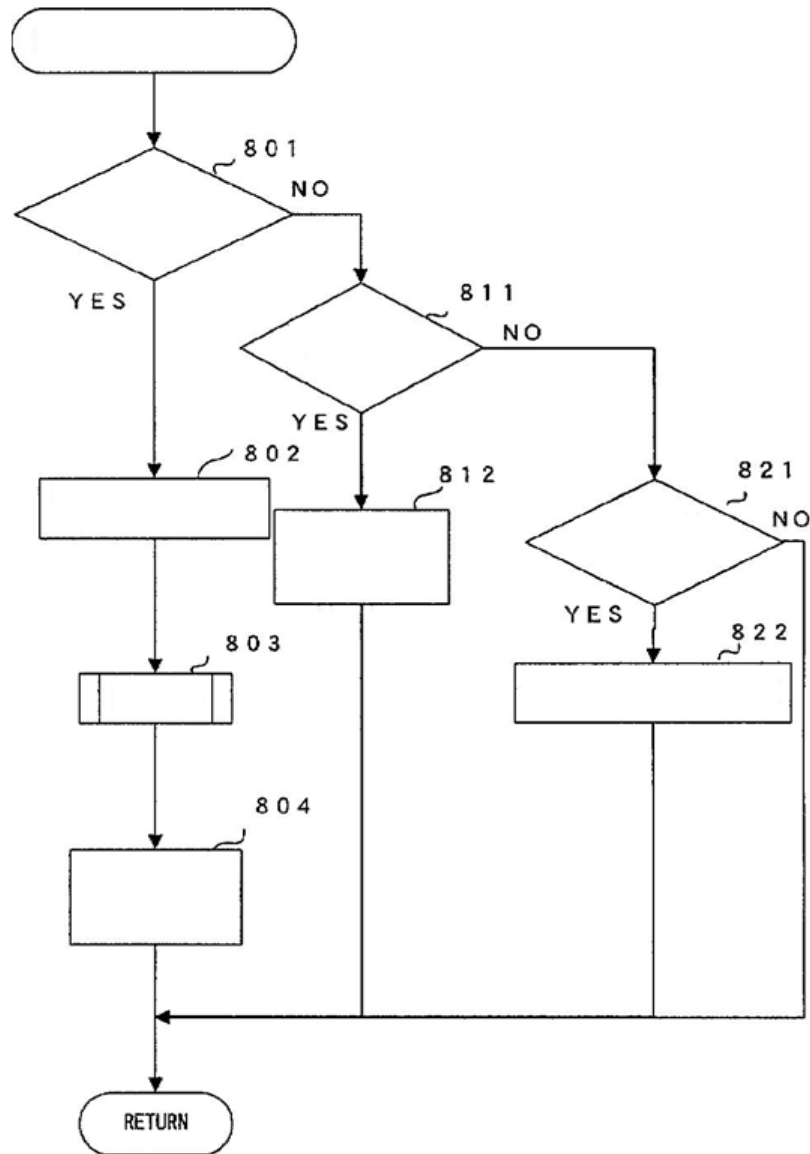
722: Operating current control value $IDS(m) = IDT \cdot IDT + IDS_OLD$

723: Operating current control value $IDS(m) = IDS_OLD$

731: Is an operating current limit value update required?

* In each variable (m), "m" is the number used to identify the charging device and is used to denote the variable for each charging device.

[FIG. 15]

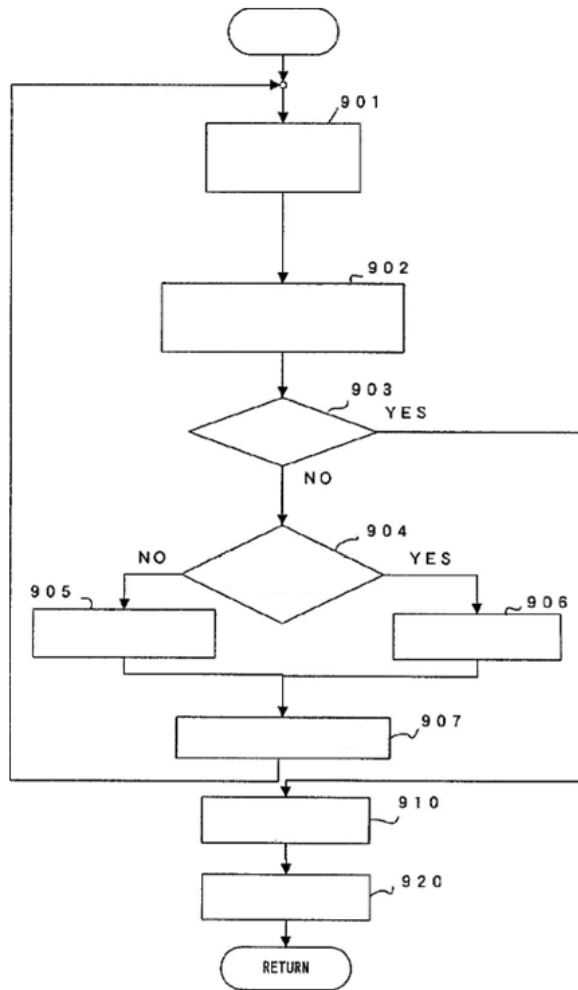


Interrupt from control value
 801: Start charging instruction issued?
 802: Update operating current limit value IDS
 803: Charge control
 804: Sent charge completion to control device

811: Charge status query received?
 812: Send IDS, VB, IB, TK, TKS

821: Operating current limit value change request received?
 822: Change operating current limit value IDS

[FIG. 16]



Charge control

901: Update operating current limit value IDS

902: Retrieve operating current (i), battery voltage VB, battery current IB

903: $V_B \geq$ Reverse polarity voltage904: Update operating current limit value $IDS \geq$ operating current ID905: Battery current limit value $IBS = IDS/V_B * \alpha$ 906: Battery current limit value $IBS = IBS_{max}$

907: Control current to battery

910: Middle period voltage control

920: Final period current control

Continued From Front Page

F Terms (Reference)

5G003 AA01 BA01 CA02 CA04 CA12 CA14 CB06 GC05

5H030 AA03 AS08 BB01 FF42 FF43

5H115 PA13 PG04 PI16 PO01 PO14 PO15 SE06 TI02 TI05 TI06 TU01 TZ07 TZ09 UB20

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の動力源となるバッテリーを充電するのに使用される車両用バッテリー充電装置であって、外部電源から電源供給を受けて前記バッテリーに充電電流を供給する充電手段と、前記外部電源に接続される他の充電装置、若しくは他の装置との間で情報を送受信する通信手段と、前記外部電源から供給を受けている電流を検出する検出手段と、前記通信手段を利用し、前記他の充電装置へ充電状態の情報を問い合わせ、該充電状態の情報を得る情報入手手段と、前記外部電源から当該充電装置および前記他の充電装置が供給を受ける電流の合計であるトータル電流の上限を表す、あらかじめ設定されたトータル電流制限値と、前記情報入手手段で得た前記他の充電装置の充電状態の情報とに基づき、当該充電装置が前記外部電源から供給を受け得る電流である使用電流値を、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無いように設定する使用電流設定手段と、前記検出手段にて検出された電流が、該使用電流設定手段にて設定された使用電流値を越えることの無いように前記充電手段を制御する充電制御手段と、を備えることを特徴とする車両用バッテリー充電装置。

【請求項2】 前記使用電流設定手段は、前記トータル電流制限値から、前記他の充電装置が使用する電流の合計を差し引いた電流値が、当該充電装置の前記バッテリーから決まる前記使用電流の最大値より大きいときは、前記使用電流の最大値を前記使用電流値として設定し、これ以外のときは、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく当該充電装置の使用電流値を設定する、ことを特徴とした請求項1のバッテリー充電装置。

【請求項3】 前記使用電流設定手段は、前記トータル電流制限値から、前記他の充電装置が使用する電流の合計を差し引いた電流値が、当該充電装置の前記バッテリーから決まる前記使用電流の最大値よりも小さいとき、前記情報入手手段によって得た情報から、充電状態を変更可能な状態の他の充電装置があるかを否かを判断して、充電状態を変更可能な他の充電装置があれば、該他の充電装置の使用電流を所定量減らすように前記通信手段を介して他の充電装置へ連絡する使用電流連絡手段を備え、前記使用電流連絡手段による連絡により連絡相手の充電装置の使用電流が低減することによる前記トータル電流の変化をふまえて、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく当該充電装置の前記使用電流値を設定する、ことを特徴とする請求項1または請求項2記載の車両用

バッテリー充電装置。

【請求項4】 前記使用電流設定手段は、前記使用電流値として充電のために有効な値以上の前記使用電流値を設定できないとき、前記充電を行わないように前記充電制御手段を設定する、ことを特徴とする請求項1から請求項3記載のいずれかのバッテリー充電装置。

【請求項5】 前記情報入手手段により、定期的に前記他の充電装置の充電状態の情報を入手し、前記トータル電流の状態を監視する監視手段を備え、前記使用電流設定手段は、該監視手段によって、前記トータル電流の低減が確認されたとき、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく当該充電装置の使用電流値を再設定する、ことを特徴とする請求項1から請求項4記載のいずれかのバッテリー充電装置。

【請求項6】 前記通信手段を利用し、前記他の充電装置が当該充電装置の充電状態について問い合わせしてきたとき、該充電状態の情報を該他の充電装置に送る情報連絡手段、を備えることを特徴とする請求項1から請求項5記載のいずれかの車両用バッテリー充電装置。

【請求項7】 前記使用電流設定手段は、前記他の充電装置から当該充電装置の前記使用電流を所定量減らすよう連絡を受けたとき、該使用電流値を該連絡の内容に応じて変更する変更手段、を備えることを特徴とする請求項1から請求項6記載のいずれかの車両用バッテリー充電装置。

【請求項8】 前記当該充電装置の充電状態を、当該充電装置の使用者が視認できる表示板に表示する表示手段、を備えることを特徴とする請求項1から請求項7記載のいずれかの車両用バッテリー充電装置。

【請求項9】 当該充電装置の前記バッテリーの状態と、前記使用電流値とに基づき、前記バッテリーへの充電が完了するのに必要な時間を予測する予測手段を備え、前記表示手段は、該予測結果を表示する、ことを特徴とする請求項8記載の車両用バッテリー充電装置。

【請求項10】 前記予測手段は、前記監視手段が動作中のとき、前記他の充電装置の充電状態の情報を、前記充電が完了するのに必要な時間の予測をするときの条件に含めて予測する、ことを特徴とする請求項9記載の車両用バッテリー装置。

【請求項11】 前記トータル電流制限値を、外部からの入力指令に従い設定するトータル電流設定手段、を備えることを特徴とする請求項1から請求項10記載のいずれかの車両用バッテリー充電装置。

【請求項12】 前記トータル電流設定手段にて設定した

値を、前記通信手段により、前記他の充電装置に連絡するトータル電流連絡手段を備え、
前記トータル電流設定手段は、前記通信手段をもつ他の装置から、前記通信手段により前記トータル電流制限値の連絡を受けたとき、当該充電装置の前記トータル電流制限値を該連絡の内容に応じて設定する、
ことを特徴とする請求項1記載の車両用バッテリー充電装置。

【請求項13】 充電の時に共通の外部電源に接続される複数の車両用バッテリー充電装置と、
該充電装置の各々の充電条件を設定するための操作装置と、
からなる車両用バッテリー充電システムであって、
前記充電装置各々は、請求項1から請求項10記載のいずれかの充電装置からなり、
前記操作装置は、
前記充電装置との間で情報を送受信する通信手段と、
前記充電装置の動作を指示するための動作指令を前記通信手段により前記充電装置に連絡する動作指令手段を備え、
さらに、前記充電装置は、前記操作装置からの動作指令に応じて動作する、
ことを特徴とした車両用バッテリー充電システム。

【請求項14】 前記操作装置は、
前記外部電源から前記充電装置各々が供給を受け得る電流の合計であるトータル電流の上限を表すトータル電流制限値について、外部からの入力指令に従い設定する電流情報設定手段と、
前記通信手段を利用し、該電流情報設定手段にて設定した値を、前記充電装置各々に連絡するトータル電流連絡手段と、
を備え、
前記充電装置は、前記操作装置から、前記トータル電流連絡手段により前記トータル電流制限値の連絡を受けたとき、当該充電装置の前記トータル電流制限値を該連絡の内容に応じて設定する、
ことを特徴とした請求項13記載の車両用バッテリー充電システム。

【請求項15】 車両の動力源となるバッテリーを充電するのに使用され、充電の時に共通の外部電源に接続される複数の車両用バッテリー充電装置と、
該充電装置の各々の充電条件を設定するための操作装置と、
からなる車両用バッテリー充電システムであって、
前記操作装置は、
前記充電装置との間で情報を送受信する通信手段と、
前記通信手段を利用し、前記充電装置各々へ充電状態の情報を問い合わせ、該充電状態の情報を得る情報入手手段と、
前記充電装置各々に対して、前記外部電源から前記充電

装置各々が供給を受ける得る電流の合計であるトータル電流の上限を表す、あらかじめ設定されたトータル電流制限値と、前記通信手段を利用して前記充電装置各々から得た充電状態の情報とに基づき、前記充電装置各々が前記外部電源から供給を受け得る電流である使用電流値を、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無いように選定する使用電流選定手段と、
該使用電流選定手段によって該使用電流値が選定されると、前記通信手段を利用して、該使用電流値を前記充電装置各々に連絡する使用電流連絡手段と、
前記充電装置の動作を指示するための動作指令を前記充電装置に連絡する動作指令手段と、
を備え、
前記充電装置は、
外部電源から電源供給を受けて前記バッテリーに充電電流を供給する充電手段と、
前記操作装置との間で情報を送受信する通信手段と、
前記外部電源から供給を受けている電流を検出する検出手段と、
前記通信手段を利用し、前記操作装置が当該充電装置の充電状態について問い合わせてきたとき、該充電状態の情報を前記操作装置に送る情報連絡手段と、
前記操作装置から、前記使用電流連絡手段による連絡を受けたとき、当該充電装置のもつ前記使用電流値を前記連絡の内容で設定する使用電流設定手段と、
前記検出手段にて検出の外部電源から供給を受ける電流が、前記使用電流設定手段で設定された使用電流値を越えることの無いように前記充電手段を制御する充電制御手段と、
を備え、
前記充電装置は、前記操作装置からの動作指令に応じて動作する、
ことを特徴とする車両用バッテリー充電システム。

【請求項16】 前記操作装置の前記使用電流選定手段は、
新たな充電装置が前記バッテリーの充電のために前記外部電源に接続されたとき、前記トータル電流制限値から、前記トータル電流を差し引いた電流値が、該新たな充電装置の前記バッテリーから決まる使用電流の最大値より大きいときは、前記使用電流の最大値を前記新たな充電装置の前記使用電流値として選定する、
ことを特徴とした請求項15記載の車両用バッテリー充電システム。

【請求項17】 前記操作装置の前記使用電流選定手段は、
前記新たな充電装置が前記バッテリーの充電のために前記外部電源に接続されたとき、前記トータル電流制限値から、前記トータル電流を差し引いた電流値が、該新たな充電装置の前記バッテリーから決まる使用電流の最大値よりも小さいとき、前記情報入手手段にて得た前記充電装

置各々の充電状態の情報から充電状態を変更可能な他の充電装置があるか否かを判断して、充電状態を変更可能な前記充電装置があれば、該当する充電装置の使用電流を所定量減らすよう使用電流値の選定結果を変更し、該変更により、使用電流値を変更した充電装置の使用電流が低減することによる前記トータル電流が低下することをふまえて、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく前記新たな充電装置の使用電流値を選定するよう構成する、ことを特徴とする、請求項15または請求項16記載の車両用バッテリー充電システム。

【請求項18】 前記新たな充電装置が前記外部電源に接続されたとき、前記使用電流選定手段は、前記使用電流値に充電のために有効な値以上を設定できない場合、前記新たな充電装置の前記充電手段を行わないように前記充電制御手段を設定する、ことを特徴とする請求項15から請求項17記載のいずれかのバッテリー充電システム。

【請求項19】 定期的に前記充電装置各々の充電状態の情報を入手し、前記トータル電流の状態を監視する監視手段を備え、前記使用電流選定手段は、該監視手段によって、前記トータル電流の低減が確認されたとき、前記監視手段の実施条件となっている前記充電装置の使用電流値を、前記トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく使用電流値の選定結果を変更する、ことを特徴とする請求項15から請求項18記載のいずれかの車両用バッテリー充電システム。

【請求項20】 前記操作装置において、前記通信手段を利用して入手した、前記充電装置各々の充電状態を、当該充電システムの使用者が視認できる表示板に表示する表示手段、を備えることを特徴とする請求項13から請求項19記載のいずれかの車両用バッテリー充電システム。

【請求項21】 前記操作装置において、前記充電装置各々の、前記バッテリーの状態と、前記使用電流値とに基づき、前記バッテリーへの充電が完了するのに必要な時間を前記充電装置各々について予測する予測手段を備え、前記表示手段は、該予測結果を表示する、ことを特徴とする請求項20記載の車両用バッテリー充電システム。

【請求項22】 前記操作装置において、前記トータル電流制限値を、外部からの入力指令に従い設定するトータル電流設定手段、を備えることを特徴とする請求項15から請求項21記載のいずれかの車両用バッテリー充電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バッテリーを動力源とする電動式の車両において、その動力源となるバッテリーを充電するのに使用される車両用バッテリー充電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、バッテリー式フォークリフト等の産業車両や電気自動車のように、バッテリーから電源供給を受けて動作する電動式の車両が知られている。そして、この種の車両には、通常、バッテリーを充電するための充電装置が搭載されている。

【0003】この充電装置には、一定電流でバッテリーを充電する定電流方式のものや、充電開始時には充電電流が高く、充電途中から充電電流が低くなるように、充電電流を2段階に切り換えてバッテリーを充電する二段定電流方式のもの、あるいは、充電開始時にはバッテリーへの充電電流を一定電流に制御し、その後、バッテリー電圧が設定電圧に達すると、バッテリーへの充電電圧を設定電圧に制御することによりバッテリーを充電する定電流定電圧方式のもの等、様々な充電方式のものが知られているが、いずれの充電方式の充電装置でも、外部から商用電源を取り込むための電源コードが設けられており、この電源コードを、商用電源が供給された電源コンセントに接続することによって、バッテリーへの充電を行うようにされている。

【0004】また、いずれの充電方式においても、バッテリーへの充電を一定電流で充電する場合、その電流量は、できるだけ安全に、最短の時間で充電するような電流量で充電するよう設定されており、その途中の電流量で充電するような状態は考えられていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、こうした車両用バッテリーの充電装置では、バッテリーへの充電電流が数十A～百数十Aとなり、充電時の消費電力が大きいことから、充電装置を接続可能な電源コンセントが設置された施設（所謂電気スタンドや産業車両が使用される工場等）において、その施設の電源設備に他の充電装置が接続されていたり、あるいは、その施設にあらかじめ設置されている充電装置以外の電気負荷が動作していると、電源コンセントに充電装置を接続した際に、その電源設備の負荷容量が許容範囲を超えてしまい、ブレーカが飛んでしまう、といったことがあった。この時、充電装置が使用しようとした電流量には及ばないまでも、電源設備の負荷容量には余力があることが多い。その余力の分だけでも充電できれば充電動作として効果があるにも拘わらず、充電装置として使用電流量が一つに設定されているため新たな充電装置を追加接続しようすると許容量を越えてしまい新たな充電装置は接続できず、電源設備は能力を余したまま使用される状態であった。このため、従来の充電装置では、電源設備の能力をフルに活用できないという問題があった。

【0006】また、新たな充電装置を充電しようとする
とブレーカが飛んでしまう場合は、既に充電中の他の充
電装置での充電が完了した時点、若しくは他の充電装置
または充電装置以外の電気負荷での使用電流が明らかに
減った状態となった時点で、新たな充電装置を電源設備
に接続し、充電を開始するようにしていた。よって、夜
間に、充電中の充電装置の充電が完了する場合など、充
電装置を電源に接続する人がいない時は、朝まで充電を
開始することができなかった。

【0007】このため、従来の充電装置では、就業時間
中にバッテリーを充電することとなり、使用できない車両
も多く、車両の利用効率が落ちるという問題があった。
尚、こうした問題を防止するには、充電装置が接続され
る電源設備の電源容量を大きくすればよいが、電源容量
を大きくするには電源設備の増設工事が必要になり、多
額の出費を招くことになってしまう。

【0008】本発明は、こうした問題に鑑みなされたも
のであり、車両用バッテリーの充電装置において、この充
電装置に電源供給を行う電源設備の電源容量が小さい場
合であっても、電源設備の増設工事を行うことなく、既
存の電源設備をそのまま利用でき、電源設備に繋がる負
荷の状態を使用者が確認しなくてもブレーカを飛ばすこ
となく充電できるようにすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するた
めになされた請求項1記載の車両用バッテリー充電装置に
おいて、通信手段は、外部電源に接続される他の充電装
置、若しくは他の装置との間で情報を送受信し、情報入
手手段は、通信手段を利用し、他の充電装置へ充電状態
の情報を問い合わせ、この充電状態の情報を取得する。
そして、使用電流設定手段は、外部電源から当該充電装
置および他の充電装置が供給を受ける電流の合計である
トータル電流の上限を表す、あらかじめ設定されたトー
タル電流制限値と、情報入手手段で得た他の充電装置の
充電状態の情報とに基づき、当該充電装置が前記外部電
源から供給を受け得る電流である使用電流値を、トー
タル電流がトータル電流制限値を越えることの無いよう
に設定し、充電制御手段は、外部電源から供給を受けて
いる電流の検出結果が、使用電流設定手段にて設定され
た使用電流値を越えることの無いように、外部電源から
電源供給を受けてバッテリーに供給する充電電流を制御
する。

【0010】即ち、従来の車両用バッテリー充電装置に
おいては、バッテリーへの充電電流を制御する際の外部電
源から供給を受ける電流量は、充電対象となるバッテリー
の容量や充電方式に応じてあらかじめ設定されており、充
電装置での使用電流を変化させることができなかった。
これに対し、本発明では、他の充電装置との通信手段を
もたせ、同じ外部電源で充電中の充電装置の充電状態の
情報を受けることができるようにし、他の充電装置の使

用電流値に基づき、トータル電流が、あらかじめ設定さ
れたトータル電流制限値を越えることの無いよう、使用
電流値を設定し、この使用電流値を基に、充電電流制御
手段がバッテリーへの充電電流を制御する。

【0011】これにより、当該充電装置で消費される電
力を増・減させて、外部電源に接続された充電装置全体
で、外部電源の負荷容量を越えないようにしている。こ
の結果、本発明の車両用バッテリー充電装置によれば、当
該充電装置が充電を行うために使用する外部電源のブレ
ーカを飛ばすことなく、バッテリーへの充電を良好に行う
ことができる。

【0012】尚、通信手段により送受信する充電状態の
情報としては、通信相手である充電装置が用いているト
ータル電流制限値、外部電源から供給を受け使用する使
用電流値や、バッテリーへの供給電流及び電圧など状況に
応じ種々の情報があり、充電に関する状態量を示す直接
的な情報の他、通信相手の充電装置で設定した、充電完
了時間を予測した充電完了予定時間、充電時間の目標値
を設定した充電完了制限時間、充電状態の変更可否を表
す充電条件可変可否フラグなど間接的な情報であっても
良い。

【0013】ところで、充電装置の充電は、できるだけ
早く充電が完了することが望ましく、そのためには外部
電源から供給される電流量をできるだけ多くして充電す
ればよい。但し、安全に充電するための電流量の上限
は、バッテリーの特性から決まっており、これを越えない
範囲で充電する必要がある。

【0014】これに対し、請求項2記載の車両用バッテ
リ充電装置においては、使用電流設定手段が、トータル
電流制限値から、他の充電装置が使用する電流の合計を
差し引いた電流値が、当該充電装置のバッテリーから決
まる使用電流の最大値より大きいときは、使用電流の最大
値を使用電流値として設定し、これ以外のときは、トー
タル電流がトータル電流制限値を越えることの無い範囲
でできるだけ大きく当該充電装置の使用電流値を設定す
る。

【0015】この結果、本発明の車両用バッテリー充電
装置によれば、外部電源から供給を受けることができる電
流量の範囲内で、充電装置として充電可能な電流の最大
で充電でき、早期に充電完了となるようにできる。ま
た、前述の発明（請求項1または請求項2に記載）のよ
うに、充電装置を外部電源に接続し、トータル電流制限
値に対するトータル電流の差分から使用電流を設定する
場合、後に接続した充電装置は割り当てることができる
使用電流値が小さく充電時間が長くなってしまう場合が
多い。これに対し充電時間を短縮するには、同じ外部電
源に接続し充電中の他の充電装置に使用電流を下げて
もらい、その分当該充電装置で充電する電流を増やすよ
うにすればよい。

【0016】これに対し、請求項3記載の車両用バッテ

リ充電装置においては、使用電流設定手段は、トータル電流制限値から、他の充電装置が使用する電流の合計を差し引いた電流値が、当該充電装置のバッテリーから決まる使用電流の最大値よりも小さいとき、情報入手手段によって得た情報から、充電状態を変更可能な状態の他の充電装置があるかを否かを判断して、充電状態を変更可能な他の充電装置があれば、この他の充電装置の使用電流を所定量減らすように通信手段を介して他の充電装置へ連絡し、この連絡により連絡相手の充電装置の使用電流が低減することによるトータル電流の変化をふまえて、トータル電流がトータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく当該充電装置の使用電流値を設定するよう構成されている。

【0017】この結果、本発明（請求項3）の車両用バッテリー充電装置によれば、充電装置を外部電源に接続した時点で、電源容量の空きが非常に小さい場合でも、他の充電装置で使用電流を減らして問題無い充電装置を探し、その充電装置の使用電流を減らして、当該充電装置の充電のための使用電流を大きくすることができ、充電時間を短くできる。このように、同じ外部電源に接続される充電装置において、余裕のある充電装置から余裕の無い充電装置へ使用電流を配分して、適切な値となるように使用電流値を設定するため、外部電源につながる充電装置全体の充電効率を上げることができる。

【0018】尚、充電状態を変更可能な他の充電装置があるか否かの判断には種々の方法がある。例えば、充電が完了するまでの時間が規定されていない充電装置は、充電時間が延びても問題無いため変更可能と判断する（若しくは、逆に充電時間の延長が許容されないとして、変更不可と判断する。）方法や、充電完了時間が規定されていても、充電状態から予想される充電完了の時間が規定に対し十分余裕がある場合なども、充電状態の変更が可能と判断できる。その他、他の充電装置自身が、充電状態を変更しても良いか判断して、充電状態の変更可否の情報を持っている場合、その情報を確認することにより判定するようにしても良い。

【0019】また、充電状態を変更可能な充電装置の使用電流の低減量を設定する法則は種々考えられ、トータル電流制限値を接続中の充電装置の台数で当分した電流値に設定する法則や、バッテリーの容量に比例して電流値を配分し設定する法則や、外部電源に接続した順番に応じて使用する電流を配分する法則等にしてもよい。

【0020】一方、既に充電中の充電装置が外部電源の電源容量のほとんどを使用していて、当該充電装置の充電に必要な電流を確保できない状況のときもある。それにも拘わらず、充電を実施しようとするのは無駄であるので、この場合充電装置は充電動作を行わないようにしたい。

【0021】これに対し、請求項4に記載の車両用バッテリー充電装置によれば、使用電流設定手段が、使用電流

値として充電のために有効な値以上の使用電流値を設定できないとき、充電を行わないように充電制御手段を設定するため、充電に十分な使用電流を確保できない時に、充電手段が動作を行わないようにできる。

【0022】また、充電のための電流が確保できず、充電を開始できない状況でも、とりあえず充電動作の設定を行ってにおいて、外部電源の電源容量に余裕が出て、充電ができるようになると、自動的に充電が開始されるのが望ましい。これに対し、請求項5記載の車両用バッテリー充電装置においては、情報入手手段により、定期的に他の充電装置の充電状態の情報を入手し、トータル電流の状態を監視する監視手段を備え、使用電流設定手段は、この監視手段によって、トータル電流の低減が確認されたとき、トータル電流がトータル電流制限値を越えることのない範囲でできるだけ大きく当該充電装置の使用電流値を再設定する、この結果、本発明（請求項5）の車両用バッテリー充電装置によれば、充電のための電流が確保できず、充電を開始しない場合に、監視手段が動作するようにしておくと、時間とともに他の充電装置の使用電流が減っていくと、当該充電装置の使用電流値が充電に有効なレベル以上に設定されるため、自動的に充電が開始されるようになる。また、充電装置が充電中であっても、使用電流値が設定できる最大値では無い場合などに監視手段を動作させると、時間とともに他の充電装置の使用電流が減っていき、外部電源の電流量に余裕が出たぶん、当該充電装置の使用電流値を逐次増やし、充電時間を短縮することができる。このように、監視手段を実行中の充電装置は、常にトータル電流制限値いっぱい近い電流を使用しようとするため、外部電源の電流供給の能力を有効に利用できる。

【0023】ところで、本発明を適切に実現するためには、当該充電装置だけが使用電流を制限するのではなく、他の充電装置でも使用電流を制御するのが望ましい。このためには、他の充電装置で、本発明と同様の機能を実現するために、当該充電装置の充電状態を他の充電装置に教える必要がある。

【0024】これに対し、請求項6記載の車両用バッテリー充電装置においては、通信手段を利用し、他の充電装置が当該充電装置の充電状態について問い合わせたとき、この充電状態の情報を問い合わせた充電装置に送る情報連絡手段を備える。

【0025】この結果、本発明（請求項6）の車両用バッテリー充電装置によれば、他の充電装置においても本発明と同様の機能を実施することができる。そして、他の充電装置と合わせて外部電源の使用電流を制限することにより、より適切な外部電源の電流使用ができる。

【0026】また、適切な外部電源の使用のためには、他の充電装置が実現した請求項3に関わる機能に対し、当該充電装置も対応できることが望ましい。これに対し、請求項7記載の車両用バッテリー充電装置において

は、使用電流設定手段が、他の充電装置から当該充電装置の使用電流を所定量減らすよう連絡を受けたとき、使用電流値をこの連絡の内容に応じて変更する。

【0027】この結果、本発明（請求項7）の車両用バッテリー充電装置によれば、請求項3に関わる機能をもった他の充電装置の動作を有効にでき、さらに、適切な外部電源の電流使用ができる。また、充電動作を開始する際や、充電動作中、当該充電装置の使用者が、充電装置の操作及び管理のために、当該充電装置の状態を確認できることが望ましい。

【0028】これに対し、請求項8記載の車両用バッテリー充電装置は、当該充電装置の充電状態を、当該充電装置の使用者が視認できる表示板に表示する表示手段を備える。この結果、本発明（請求項8）の車両用バッテリー充電装置によれば、充電装置の状態を確認して操作、管理できるようになるため、作業性が向上する。

【0029】一方、前述の発明（請求項8）で表示する情報は、充電装置の充電状態の直接的な情報だけでもよいが、より好ましくは、充電状態から予測される充電が完了する時間が分かると、当該充電装置の次の使用予定を立てることができるため、なお良い。

【0030】これに対し、請求項9記載の車両用バッテリー充電装置は、予測手段が、当該充電装置のバッテリーの状態と、使用電流値とに基づき、バッテリーへの充電が完了するのに必要な時間を予測し、その予測結果を表示手段に表示する。この結果、本発明（請求項9）の車両用バッテリー充電装置では、充電を開始してから充電完了予定時間を知ることができ、本充電装置で充電中のバッテリーを搭載した車両を利用した次の作業計画を立てることが可能となり、作業性が向上する。

【0031】尚、この場合、表示手段に表示する予測結果としては、バッテリーへの充電を開始してから充電が完了するまでの時間であってもよく、バッテリーへの充電を現在時刻若しくは別途設定された開始時刻から開始した際に開始が完了する時刻（日時）であってもよい。

【0032】また、前述の発明（請求項9）での予測手段において、充電装置が、充電開始待ちとなる場合や、監視手段を実行して他の充電装置での使用電流低下に対し、当該充電装置の使用電流を増加させている場合は、他の充電装置の状態により充電が完了する時間が変わるため、当該充電装置の状態だけでの充電完了時間の予測は不正確になる。このため、他の充電装置の充電状態の情報から、充電開始できる時間や、使用電流の増加傾向などからの充電完了時間の変化を予測し、これらの要素を含めて充電が完了する時間を予測するのが望ましい。

【0033】これに対し、請求項10記載の車両用バッテリー充電装置は、監視手段が動作中のとき、他の充電装置の充電状態の情報を、充電が完了するのに必要な時間の予測をするときの条件に含めて予測手段が予測する。この結果、本発明（請求項10）の車両用バッテリー充電

装置によれば、使用者が知る充電完了予定時間がより正確なものとなり、本充電装置で充電中のバッテリーを搭載した車両を利用した次の作業計画が、より正確なものとなり、作業性が向上できる。

【0034】一方、充電装置は、充電するために接続する外部電源を、一つ箇所の外部電源に限定するのではなく、いくつかの場所の外部電源で充電を行う場合がある。このとき外部電源の電源容量は設備によって変わるため、接続する外部電源により、トータル電流制限値を変更する必要がある。

【0035】これに対し、請求項11記載の車両用バッテリー充電装置は、トータル電流制限値を、外部からの入力指令に従い設定するトータル電流設定手段を備える。この結果、本発明（請求項11）の車両用バッテリー充電装置によれば、種々の電源容量の外部電源に接続する場合でも、その外部電源にあったトータル電流制限値を外部入力により設定することにより、ブレーカを落とすことなく充電することができる。

【0036】また、通信手段を持たない装置が外部電源に接続されている場合などでは、通信手段を持たない装置が使用する電流量をあらかじめ差し引いた値を、トータル電流制限値として設定することにより外部電源のブレーカを落とすことなく充電することができる。

【0037】ところで、本発明の車両用バッテリー充電装置において、設定したトータル電流制限値に対し、これを越えないように使用電流を制限しようとしても、他の充電装置が別のトータル電流制限値を基に使用電流を設定し、使用電流を制限してはブレーカを飛ばさないようにはできない場合がある。このため、他の充電装置でも当該充電装置と同じトータル電流制限値で使用電流を制限することが望ましい。また、他の装置でトータル電流制限値が設定されると、当該充電装置もそれに合わせてトータル電流制限値を変更する方が良い。これに対し、使用者が、充電装置毎にトータル電流制限値を設定するようにしても良いが、より望ましくは一度の設定で他の充電装置もトータル電流制限値が設定されるように構成した請求項12に記載のようにすると良い。

【0038】即ち、請求項12記載の車両用バッテリー充電装置においては、トータル電流設定手段にて設定した値を、通信手段により、他の充電装置に連絡するトータル電流連絡手段を備え、トータル電流設定手段が、他の装置から、通信手段により他の装置で設定したトータル電流制限値の連絡を受けたときは、当該充電装置のトータル電流制限値をこの連絡の内容に応じて設定する。

【0039】この車両用バッテリー充電装置によれば、各々の充電装置に対して同じ値のトータル電流制限値を一度に設定することができる。これにより、各充電装置がもつトータル電流制限値が同じとなるため、より確実に外部電源のブレーカを飛ばさず、外部電源の電源容量を有効に活用して充電することができる。

【0040】一方、上記充電装置（請求項1から請求項12記載のいずれか）では、各充電装置に対する充電開始や充電条件の設定などの操作を各充電装置で行っているが、各充電装置を操作するには、いちいち各充電装置の所まで行き操作する必要がある、外部電源に接続される充電装置の台数が多くなった場合、作業性が良くない。これに対して作業性を向上させた請求項13記載の車両用バッテリー充電システムを構成する。

【0041】即ち、請求項13記載の車両用バッテリー充電システムは、充電の時に共通の外部電源に接続される複数の車両用バッテリー充電装置と、この充電装置の各々の充電条件を設定するための操作装置と、からなる車両用バッテリー充電システムである。そして、充電装置各々は、請求項1から請求項10記載の充電装置からなり、操作装置は、充電装置との間で情報を送受信する通信手段と、充電装置の動作を指示するための動作指令を通信手段により充電装置に連絡する動作指令手段を備え、さらに、充電装置は、操作装置からの動作指令に応じた動作する。

【0042】この車両用バッテリー充電システムによれば、通信手段を介して繋がる充電装置全てに対し、一カ所の操作装置で各充電装置の充電開始及び停止の操作が可能となる。このため、使用者が各充電装置の場所へ行って、操作していたものが一カ所で済むようになるため、作業の効率を上げることができる。

【0043】尚、操作装置が出す動作指令としては、種々の指令を設定してよく、充電を開始させる指令や、充電を停止させる指令、充電パターンを変更させる指令などを設定しても良い。また、各充電装置共通の充電条件となる、トータル電流制限値に関しては、各充電装置が接続する操作装置で設定するようにした方が、管理しやすい。これに対し請求項14の充電システムとすると良い。

【0044】即ち、請求項14の車両用バッテリー充電システムにおける、操作装置は、外部電源から充電装置各々が供給を受け得る電流の合計であるトータル電流の上限を表すトータル電流制限値について、外部からの入力指令に従い設定する電流情報設定手段と、通信手段を利用し、電流情報設定手段にて設定した値を、充電装置各々に連絡するトータル電流連絡手段とを備え、充電装置は、操作装置からトータル電流連絡手段によりトータル電流制限値の連絡を受けたとき、当該充電装置のトータル電流制限値を連絡の内容に応じて設定する。

【0045】この車両用バッテリー充電システムによれば、充電装置の操作を共通の場所でできるようになるため、作業性が向上する。また、操作装置を、種々の電源容量の外部電源に接続して使用することが可能となる。この他、通信手段を持たない装置が外部電源に接続されている場合などでは、通信手段を持たない装置が使用する電流量をあらかじめ差し引いた値を、トータル電流制

限值として設定することにより外部電源のブレーカを落とすことなく充電することができる。

【0046】ところで、本発明（請求項1から請求項14記載のいずれか）の充電装置が、使用電流設定手段を実行するためには、充電装置毎に、当該充電装置以外の充電装置の充電状態の情報を入手する必要があり、外部電源に繋がれる充電装置の台数が多くなった場合、各充電装置が他の充電装置の状態の情報を入手しようとするため、通信線上のデータの量は膨大なものとなる（データ量は台数の2乗倍で増える）。

【0047】このため通信手段として、LANなどで用いられているパケット通信を用いた場合、データ量が増えるほど、データ転送の信頼性が低いものになってしまう。また、通信手段としてパラレル通信を用いようとすると、データの分だけ通信線が必要となり、データ量が多くなると、膨大な量の通信線になってしまう。

【0048】これに対し、情報を一カ所に集約し処理することにより、通信による情報伝送量を減らすよう構成したのが請求項15の車両用バッテリー充電システムである。即ち、請求項15記載の車両用バッテリー充電システムは、車両の動力源となるバッテリーを充電するのに使用され、充電の時に共通の外部電源に接続される複数の車両用バッテリー充電装置と、この充電装置各々の充電条件を設定するための操作装置とからなる。

【0049】そして、操作装置は、通信手段により充電装置との間で情報を送受信し、情報入手手段により、通信手段を利用して、充電装置各々へ充電状態の情報を問い合わせ、充電状態の情報を取得し、トータル電流設定手段は、外部電源から充電装置各々が供給を受ける得る電流の合計であるトータル電流の上限を表すトータル電流制限値について、操作装置が持つ情報を、外部からの入力指令に従い設定し、充電装置各々に対して、トータル電流制限値と、通信手段を利用して充電装置各々から得た充電状態の情報とに基づき、充電装置各々が外部電源から供給を受け得る電流である使用電流値を、トータル電流がトータル電流制限値を越えることの無いように選定し、通信手段を利用して、選定した使用電流値を充電装置各々に連絡する。また動作指令手段により充電装置の動作を指示するための動作指令を充電装置に連絡する。

【0050】そして、充電装置は、外部電源から電源供給を受けてバッテリーに充電電流を供給する充電手段と、通信手段により、操作装置との間で情報を送受信し、情報連絡手段により、通信手段を利用し、操作装置が当該充電装置の充電状態について問い合わせたとき、該充電状態の情報を操作装置に送り、操作装置から、使用電流連絡手段による連絡を受けたとき、使用電流設定手段により、当該充電装置のもつ使用電流値を連絡の内容で設定し、検出手段にて検出の外部電源から供給を受ける電流が、使用電流設定手段で設定された使用電流値を

越えないように充電手段を制御する。また、充電装置は操作装置からの動作指令に応じた動作をする。

【0051】この結果、本発明（請求項15）の車両用バッテリー充電システムによれば、前記の充電システム（請求項13または請求項14）では充電装置各々でもっていた使用電流設定手段を、操作装置にもたせることにより、使用電流設定手段を実行するために必要な充電装置各々の充電状態の情報は、操作装置にだけ送れば良いため、各充電装置の通信先は操作装置だけで良くなり、通信線で送受するデータ量は格段に減り、通信回数も減る。このため通信の信頼性が向上する。また、充電装置の動作内容が減り、充電装置の構成を簡易なものとなる。

【0052】一方、前記の充電システム（請求項15）は、請求項2記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項16のようにすると良い。即ち、請求項16記載の車両用バッテリー充電システムにおいては、操作装置の使用電流選定手段が、新たな充電装置がバッテリーの充電のために外部電源に接続されたとき、トータル電流制限値から、トータル電流を差し引いた電流値が、新たな充電装置の前記バッテリーから決まる使用電流の最大値より大きいときは、使用電流の最大値を新たな充電装置の前記使用電流値として選定する。

【0053】この車両用バッテリー充電システムによれば、外部電源から供給を受けることができる電流量の範囲内で、充電装置として充電可能な電流の最大で充電でき、早期に充電完了となるようにできる。また、本発明（請求項15または請求項16）の車両用バッテリー充電システムは、請求項3記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために請求項17のようにすると良い。

【0054】即ち、請求項17記載の車両用バッテリー充電システムにおいて、操作装置の使用電流選定手段が、新たな充電装置がバッテリーの充電のために外部電源に接続されたとき、トータル電流制限値から、トータル電流を差し引いた電流値が、新たな充電装置のバッテリーから決まる使用電流の最大値よりも小さいとき、情報入手手段にて得た充電装置各々の充電状態の情報から充電状態を変更可能な他の充電装置があるか否かを判断して、充電状態を変更可能な充電装置があれば、該当充電装置の使用電流を所定量減らすよう使用電流値の選定結果を変更し、この変更により、使用電流を変更した充電装置の使用電流が低減することによりトータル電流が低下することをふまえて、トータル電流が前記トータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく前記新たな充電装置の使用電流値を選定する。

【0055】この車両用バッテリー充電システムによれば、新たな充電装置を外部電源に接続した時点で、電源容量の空きが非常に小さい場合でも、他の充電装置の使用電流を減らしても問題無い充電装置があればその充電装置の使用電流を減らし、新たな充電装置の充電のため

の使用電流を大きくでき充電時間を短くできる。このように、同じ外部電源に接続される充電装置において、余裕のある充電装置から余裕の無い充電装置へ使用電流を配分して、適切な値となるように使用電流値を設定するため、外部電源につながれる充電装置全体の充電効率を上げることができる。

【0056】また、本発明（請求項15から請求項17記載のいずれか）の車両用バッテリー充電システムは、請求項4記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項18のようにすると良い。即ち、請求項16に記載の車両用バッテリー充電システムは、新たな充電装置が外部電源に接続されたとき、使用電流選定手段は、使用電流値に充電のために有効な値以上を設定できない場合、新たな充電装置の充電手段を行わないように充電制御手段を設定する。

【0057】この車両用バッテリー充電システムによれば、使用電流値が小さく、ほとんど充電できないのに、充電手段が動作するという無駄な動作を行わないようにできる。また、本発明（請求項15から請求項18記載のいずれか）の充電システムは、請求項5記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項19のようにすれば良い。

【0058】即ち、請求項19記載の車両用バッテリー充電システムは、定期的に充電装置各々の充電状態の情報を入手し、トータル電流の状態を監視する監視手段を備え、使用電流選定手段は、監視手段によって、トータル電流の低減が確認されたとき、監視手段の実施条件となっている充電装置の使用電流値を、トータル電流がトータル電流制限値を越えることの無い範囲でできるだけ大きく使用電流値の選定結果を変更する。

【0059】この車両用バッテリー充電システムによれば、充電のための電流が確保できず、充電開始待ちの充電装置を対象として監視手段を実行させ、時間とともに他の充電装置の使用電流が減っていくと、充電開始待ちの充電装置の使用電流値が充電に有効なレベル以上に設定されるため、充電開始待ちの充電装置が自動的に充電が開始されるようになる。また、充電中の充電装置に対してでも、使用電流値が設定できる最大値では無い場合などを対象として監視手段を働かせると、時間とともに他の充電装置の使用電流が減っていき、外部電源の電流量に余裕が出た分、当該充電装置の使用電流値を逐次増やし、充電時間を短縮することができる。

【0060】これにより監視手段を実行中の充電装置は、常にトータル電流制限値いっぱいの電流を使用しようとするため、外部電源の電流供給の能力を有効に利用できる。また、本発明（請求項15から請求項20記載のいずれか）の車両用バッテリー充電システムは請求項8記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項20のようにすれば良い。

【0061】即ち、請求項20の車両用バッテリー充電シ

システムは、操作装置において、通信手段を利用して入手した、充電装置各々の充電状態を、当該充電システムの利用者が視認できる表示板に表示する表示手段を備える。この車両用バッテリー充電システムによれば、充電装置の状態を確認して操作、管理できるようになり、かつ、操作装置一カ所ですべての充電装置の状態を確認できるため、作業性をより向上することができる。

【0062】また、本発明（請求項13から請求項20記載のいずれか）の車両用バッテリー充電システムは、請求項9記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項21のようにすれば良い。即ち、請求項21記載の車両用バッテリー充電システムは、操作装置において、充電装置各々の、バッテリーの状態と、使用電流値とに基づき、バッテリーへの充電が完了するのに必要な時間を充電装置各々について予測する予測手段を備え、表示手段は、予測結果を表示する。

【0063】この車両用バッテリー充電システムによれば、充電完了予定時間を知ることができ、本充電装置で充電中のバッテリーを搭載した車両を利用した次の作業計画を立てることが可能となり、作業性が向上する。また、本発明（請求項14から請求項21記載のいずれか）の車両用バッテリー充電システムは、請求項11記載の車両用バッテリー充電装置と同様の目的のために、請求項22のようにすればよい。

【0064】即ち、請求項22記載の車両用バッテリー充電システムは、操作装置において、トータル電流制限値を、外部からの入力指令に従い設定するトータル電流設定手段を備える。この車両用バッテリー充電システムによれば、操作装置を種々の電源容量の外部電源に接続して使用することができる。また、通信手段を持たない装置が外部電源に接続されている場合などでは、通信手段を持たない装置が使用する電流量をあらかじめ差し引いた値を、トータル電流制限値として設定することにより外部電源のブレーカを落とすことなく充電することができる。

【0065】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について説明する。

〔第1実施例〕図1は、本発明が適用された第1実施例の車両用バッテリー充電装置（以下、単に充電装置という）2の全体構成を表すブロック図である。

【0066】本実施例の充電装置2は、バッテリー式フォークリフトに搭載されて、フォークリフトの駆動源となる車載装置（モータ等）4に電源供給を行うバッテリー6を充電するためのものであり、図示しない電源コードを、バッテリー式フォークリフトが使用される工場内の設備電源30の、過電流が流れたとき電源供給を遮断するブレーカ31を経由した電源コンセントに接続することにより使用される。また、通信のハブ装置32に接続した通信線27により、設備電源30に接続する他の充電

装置（例えば、本発明と同様の機能を持った第2充電装置50及び第3充電装置60）との間で、充電状態に関する情報を送受する通信が可能である。

【0067】また、図1に示すように、本実施例の充電装置2は、電源コードを介して、工場内の設備電源30から供給される交流電源（商用電源）を充電に適した直流電圧及び電流に変換してバッテリー6に供給する電力供給部12と、この電力供給部12に設備電源30から供給されている電流を検出する電源電流検出部25（以下、単に電流検出部25と呼ぶ）と、そして電力供給部12からバッテリー6に供給される電流及び電圧を各々検出するバッテリー電流検出部14及びバッテリー電圧検出部16と、周囲温度を検出する温度センサ18と、バッテリー電流検出部14及びバッテリー電圧検出部16からの検出信号に基づき電力供給部12を制御することによりバッテリー6を充電させる充電制御部20と、この充電制御部20に対して充電開始・停止等の各種指令を入力するための操作部22と、充電装置2の各種状態を表示するための表示部24と、設備電源30につながる通信用のシリアルケーブルからなる通信線27を用い、設備電源30に接続される他の充電装置と通信を行う通信部26とを備える。

【0068】ここで、電力供給部12は、本発明の充電手段に相当するものであり、電源コードを介して工場内の設備電源30から供給される交流電源（商用電源）を整流素子にて整流して、直流電圧を生成する整流回路12aと、この整流回路にて生成された直流電圧を電力制御用の半導体素子を介してバッテリー6に供給する出力回路12bとから構成されている。

【0069】一方、充電制御部20は、CPU、ROM、RAM等からなるマイクロコンピュータにて構成されており、操作部22からバッテリー6への充電開始指令が入力されると、上記各検出部14、16および25からの検出信号に基づき、電力供給部12内の出力回路12b（詳しくは電力制御用半導体素子）を制御する。

【0070】そして、通信部26は、LAN（ローカルエリアネットワーク）として多用されている、パケット通信によるネットワーク通信を実現するものである。この通信によって、設備電源30に繋がれた第2充電装置50及び第3充電装置60の充電状態についての情報である、使用電流制限値IDS、トータル電流制限値IDTS、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSを状況に応じて入手する。また、本充電装置における、これらの情報に対して第2充電装置50若しくは第3充電装置60から当該充電装置の充電状態に対する問い合わせがあった場合、問い合わせに対応する情報を送信する。

【0071】尚、インタロック装置8は、バッテリー6への充電時に車載装置4が動作することのないよう、電力供給部12に交流電源が供給されると（換言すれば、電源電圧検出部29で電圧が検知されると）、バッテリー6

から車載装置4への給電経路上に設けられたインタロック装置8の内部にある給電経路の開閉器を開状態に制御して、バッテリー6から車載装置4への電源供給を遮断し、充電制御終了後、電力供給部12への交流電源の供給が遮断されると（換言すれば、電源コードが工場内の電源コンセントから外され、電源電圧検出部29で電圧が検知されなくなると）、開閉器を閉状態に復帰させて、バッテリー6から車載装置4への電源供給を再開させる。

【0072】ここで、本実施例の説明において出てくる、主要な状態量および設定値の名称の意味について説明しておく。

- (1) トータル電流IDT：設備電源30から各充電装置が供給を受ける電流の合計。（各充電装置の使用電流制限値IDSの合計）
- (2) トータル電流制限値IDTS：トータル電流の上限を制限するための設定値。
- (3) 使用電流ID：充電装置における外部電源から供給を受け使用している電流。
- (4) 使用電流制限値IDS：使用電流の上限を制限するための設定値
- (5) 使用電流制限最大値IDSm_{ax}：使用電流制限値の設定の上限値。バッテリー電流最大値IBSm_{ax}により決まる。
- (6) バッテリー電流IB：バッテリーに流している電流。バッテリー電流検出部14の出力。
- (7) バッテリー電流制御値IBS：バッテリーに流す電流を制御するための設定値。
- (8) バッテリー電流最大値IBSm_{ax}：安全に充電するためにバッテリーに流すことができるバッテリー電流制御値の上限値。
- (9) バッテリー電圧VB：バッテリーの電圧。バッテリー電圧検出部16の出力。
- (10) 転極電圧VBT：バッテリー6からガスが発生し始めるバッテリー電圧。初期電流制御の完了の判断となる電圧。
- (11) 充電完了予定時間TK：充電状態より充電が完了時期を予測した時間。
- (12) 充電完了制限時間TKS：充電が完了する時間の希望時間の設定値。

【0073】次に、充電装置2における、充電制御部20の充電時の基本動作について、図2のタイムチャートに基づき説明する。充電制御部20は、図2に示すように、操作部22からバッテリー6の充電開始指令が入力された直後（充電初期）には、バッテリー電流検出部14にて検出されるバッテリー電流IBが、使用電流制限値IDSから設定される第1制御電流（以下バッテリー電流制御値IBSと呼ぶ。）となるように出力回路12bを制御する電流制御を行い、この電流制御によって、バッテリー電圧検出部16にて検出される充電電圧（バッテリー電圧VB）が、あらかじめ設定された制御電圧（例えば、バッテリー6からガスが発生し始める転極電圧VBT：所謂ガッシン

グ電圧）に達すると、その後、バッテリー電流IBがあらかじめ設定された第2制御電流I2に低下する迄の間（充電中期）、バッテリー電圧検出部16にて検出される充電電圧がこの制御電圧となるように出力回路12bを制御する電圧制御を行い、この電圧制御によって充電電流が第2制御電流I2迄低下すると、あらかじめ設定された一定時間の間（充電末期）、充電電流が第2制御電流I2となるように出力回路12bを制御する第2の電流制御を実行する、といった手順で、バッテリー6の充電制御を行う。

【0074】つまり、充電制御部20は、本発明の充電制御手段として機能し、本実施例では、通常、定電流定電圧定電流駆動方式でバッテリー6の充電制御を行うようにされている。尚、充電初期にバッテリー電流IBの制御目標として用いられるバッテリー電流制御値IBSは、使用者が入力した、若しくは初期値として充電制御部20に記憶しているトータル電流制限値IDTSを越えないように、詳細は後述する図5のフローチャートの手順で自動的に使用電流制限値IDSが設定され、使用電流制限値IDSを基にこれも詳細は後述する図6のフローチャートの手順により設定されるバッテリー電流制御値IBSであって、設備電源30に繋がれる充電装置台数や充電状態により変わる値である。尚、図2は、設備電源30の電源容量に十分の余裕があり、バッテリー制御電流最大IBSm_{ax}で充電した場合を表したものである。

【0075】そして、使用電流制限値IDSからバッテリー電流制御値IBSを求めるには、使用電流IDとバッテリー電流IBの間に成り立つ次の関係を利用する。

$$\text{使用電流ID} = (\text{バッテリー電圧VB} \times \text{バッテリー電流IB}) / \{ \text{電源電圧} \times \text{力率} \times \text{効率} \times (3 \text{ 相の場合} \sqrt{3}) \}$$

上式の分母は、ほぼ一定のため、

$$\text{バッテリー電流制御値IBS} = \alpha \times \text{使用電流制限値IDS} / \text{バッテリー電圧VB}$$

（ α は定数）となる。

【0076】また、充電開始時のトータル電流制限値IDTSの設定は、既に充電中の充電装置がある場合は、その充電装置で設定されているのトータル電流制限値IDTSを通信により入手し、その値を当該充電装置のトータル電流制限値の初期値とし、他の充電装置が無い場合は、充電制御部20の記憶装置に記憶されている、以前充電動作実施時に用いた値を初期値とする。

【0077】次に、複数台の充電装置を充電開始していった場合の、充電制御部20の充電時の動作について、図3のタイムチャートにより説明する。今回は、本発明の機能を持った車両用バッテリー充電装置を3台、順次設備電源30に接続して充電しようとする場合を考える。便宜上、充電装置2を充電装置A、第2充電装置50を充電装置B、第3充電装置60を充電装置Cとして図3の説明をする。

【0078】尚、充電する際の運用の前提として、就業

時間の終わりに充電動作を始め、翌朝の就業開始時間（例えばAM8:00）までに充電が完了しているのが望ましく、この時間までに、できるだけ多くの充電装置に対し充電完了となるような手順としたものである。

【0079】また、各名称の後の記号の最後にA、B、Cの文字が付くものは、それぞれ充電装置A、充電装置B、充電装置Cにおける状態量及び設定値を表す。まず、充電装置Aが充電開始の時点（ t_0 ）では、充電装置B、Cは設備電源30につながれておらず十分な使用電流を確保できるため、充電装置Aは、先に説明したバッテリーへの電流を、バッテリー電流制御最大値IBS_{max}とした図2の基本充電パターンで充電をはじめめる。

【0080】次に充電装置Bを設備電源30に接続し、充電を開始する時点（ t_1 ）では、設備電源30におけるトータル電流IDTがトータル電流制限値IDTSに対しまだ余裕があるが、充電装置Bの使用電流制限最大値IDS_{max}を確保できない状態である。そこで、充電装置Bは、充電装置Aの使用電流を減らしても充電装置Aの充電完了予定時間TKAが充電完了制限時間TKSAを越えないか確認する。その結果、充電装置Aの充電完了予定時間TKAが充電完了制限時間TKSAに対し、十分余裕があるため、充電装置Bが、充電装置Aへ使用電流制限値IDS_Aを低減するよう更新依頼を連絡する（この場合、トータル電流制限値IDTSの半分ずつ電流を使用するように連絡する。）。そして、充電装置Aは、充電装置Bからの更新依頼により、トータル電流制限値IDTSの2分の1の値を使用電流制限値IDS_Aとして設定を更新し、充電を続ける。充電装置Bも使用電流制限値IDS_Bをトータル電流の2分の1に設定し、充電を開始する。

【0081】充電装置A、B共、使用電流IDが、使用電流制限値IDSを越えないように、バッテリー電流制御値IBSを演算して設定し、バッテリーに流れる電流IBがバッテリー電流制御値IBSとなるよう、出力回路12bを制御に用いる制御をする。このとき、充電が進むと、バッテリー電圧VBが上昇し、使用電流IDも上昇してしまうため、使用電流IDが使用電流制限値IDSを越えないように、バッテリー電流制御値IBSは、一定期間毎に見直す。

【0082】次に、充電装置Cを設備電源30に接続した時点（ t_2 ）では、設備電源30のトータル電流IDTが、トータル電流制限値IDTSに対しいっばいで余分な電流は無く、充電装置A及びBの充電完了予定時間TKも充電完了制限時間TKSに対し余裕が無いため、充電装置A、Bに対し、使用電流制限値IDSの低下見直しできず、充電装置Cは、充電に有効な電流を確保できないため、充電を開始しない。

【0083】そして、充電装置Cは、充電装置A、Bの充電状態の情報を定期的に入手しトータル電流IDTの状態を監視する、充電待ちの状態となる。尚、充電装置A、Bは充電完了制限時間を満足しているので、トータル電流IDTに対して監視は行わない。

【0084】その後、時間が経過し、充電装置Aのバッテリー電圧VBAが転極電圧VBTに達し、中期の電圧制御モードに入った時点（ t_3 ）では、充電装置Aの使用電流ID_Aが減少し、トータル電流IDTに余裕が出てくる。この時、充電装置Cは、トータル電流IDTに余裕が出てきたので、低下したトータル電流IDTの分で使用電流制限値IDSCを設定して充電を始める。

【0085】尚、充電装置Cは初期充電の間、充電完了予定時間が充電完了制限時間を満足するようになるまで、充電装置A、Bの充電状態を監視し、トータル電流IDTに余裕がでたぶん使用電流量IDSCを増加していく。このように、3台の充電装置の使用電流IDを合わせた値がトータル電流制限値IDTSになるよう推移してゆくようになっていく。

【0086】以下、こうした充電装置に対する操作及び充電制御のために充電制御部20にて実行される制御処理について、図4から図7に示すフローチャートを用いて説明する。図4の処理は、充電装置2の電源コードが工場内の電源コンセントに接続されているときに充電制御部20にて繰り返し実行されるものであり、この処理が起動されると、充電装置2は、まずS101（Sはステップを表す）にて、表示部24に、使用者が操作部22を操作して各種指令を入力するためのメニュー画面を表示する。

【0087】このメニュー画面は、上述したトータル電流制限値IDTSの変更指令を含む各種指令を使用者に選択させるためのものであり、例えば、図8（a）に示す如く、各種指令内容を順番に列挙したものとなっている。そして、充電制御部20は、メニュー画面の表示中に、操作部22に設けられたメニュー選択用の「>」キー又は「<」キーが押下されると、そのキー操作に応じて、メニュー画面上で下線等により識別表示する指令内容を変更し、指令内容確定用の「M」キーが押下されると、そのとき識別表示している指令内容を使用者が選択したと判断する。

【0088】つまり、充電制御部20は、S101にて表示部24にメニュー画面を表示した後は、操作部22のキー操作がなされる度に、S102にて、操作されたキーが「M」キーであるか否かを判断し、「M」キーでなければ、再度S101に移行して、使用者のキー操作（「>」キー又は「<」キーの押下）に応じて、メニュー画面上で識別表示する指令内容を変更し（「>」キーで上方へ移動、「<」キーで下方へ移動）、「M」キーであれば、メニュー画面上で何らかの指令内容が選択されたと判断して、S103に移行する。

【0089】次に、S103では、「M」キーの操作によって選択された指令内容はトータル電流制限値の変更指令であるか否かを判断し、指令内容がトータル電流制限値の変更指令であれば、S104に移行して、現在、バッテリー6の充電中であるか否かを判断する。そして、

現在、バッテリー6の充電中であれば、S105以降の充電電流の変更制御は禁止されているものとして、再度S101に移行し、逆に、バッテリー6の充電中でなければ、続くS105に移行して、通信部26により設備電源30に接続される第2充電装置50及び第3充電装置60に問い合わせ、トータル電流制限値の情報を入手し、トータル電流制限値の初期値として設定する。もし他の充電装置が設備電源30に接続されていなければ充電制御部20の不揮発性のメモリ領域から、前回充電時に記憶したトータル電流制限値IDTSを初期値として用いる。

【0090】次にS106により表示部24に、トータル電流制限値変更画面を表示する。このトータル電流制限値変更画面は、例えば、図8(b)に示すように、現在設定されているトータル電源電流と、充電完了希望時間との2つの情報から構成されており、表示画面上のトータル電源電流表示領域にS105で設定した電流値を数値表示すると共に、充電制御部20に内蔵されている時計から現在日時を読み込み表示し、充電制御部20の記憶領域に記憶してある、前回充電したときに用いた充電完了制限時間TKSを、充電完了希望時間の領域に表示する。

【0091】こうして、表示部24に、トータル電流変更画面が表示されると、今度は、S107に移行して、使用者が操作した「>」キー又は「<」キーに応じて、表示部24のトータル電源電流表示領域に表示されているトータル電流制限値IDTSを所定の電流値（例えば1A）単位で増・減し（「>」キーで1A増、「<」キーで1A減）、S108で「M」項が押されると、続くS109に移行する。

【0092】次に、S109では、充電完了制限時間TKSの変更操作を実施する。S107での操作と同様に「>」キー又は「<」キーに応じて、表示部24の充電完了希望日時表示領域に表示されている充電完了制限時間を所定の時間（例えば30分）単位で表示時間を増・減表示し、S110で「M」が押されるとS111に移行する。

【0093】そして、S111で、現在表示部24に表示中のトータル電源電流領域の値を最新のトータル電流制限値IDTSとして不揮発性のメモリ領域に記憶し、充電完了希望領域に表示されている時間を、充電完了制限時間TKSとして、不揮発性のメモリ領域に記憶する。

【0094】次にS112に移行して、更新したトータル電流制限値IDTSを、通信部26を用いて他の充電装置に連絡する。そして、S101に戻る。次に、S103にて、「M」キーの操作によって選択された指令内容はトータル電流制限値の変更指令ではないと判断された場合には、S121に移行して、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電開始指令であるか否かを判断する。そして、指令内容が充電開始指令であれば、S

123に移行して、不揮発性のメモリ領域に記憶されている最新の充電条件（トータル電流制限値IDTS及び充電完了制限時間TKS）を読み出し、続くS123に移行し、図5に示すフローチャート（詳細は後述する。）の手順により、通信部26により設備電源30に接続する他の充電装置の状態の情報を入手して、充電制御に使用する使用電流制限値IDSを設定し、充電完了予定時間TKを予測する。

【0095】次に、S124にて、S122で読み出した充電条件であるトータル電流制限値IDTSおよび、S123で予測の充電完了予定時間TKに対応した、充電条件画面を例えば図9(a)に示すように、充電中か否か、現在日時、トータル電流、充電の完了日時からなる充電条件画面を表示部24に表示する。また、充電開始待ちとなる場合は、図9(b)に示すように、充電の完了日時に併せ、充電の開始日時も表示する。

【0096】次に、S125に移行し、バッテリー6への充電制御を開始する。S125での処理は、図6に示すフローチャートの手順（詳細は後述する。）による処理となる。また、この充電制御の実行時には、表示部24に表示中の充電条件画面における現在日時を逐次更新する現在日時更新処理も併せて実行される。

【0097】充電が完了してS125の処理が完了すると、S126に移行して、充電が完了した旨を表すメッセージ（充電完了画面）を表示部24に表示する。次に、S126にて、充電完了の確認として「M」キーが押されるまで待ち、「M」キーが押されると、再度S101に移行する。

【0098】また次に、S121にて、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電開始指令ではないと判断されると、S131に移行して、使用者が「M」キーの操作によって選択した指令内容（トータル電流制限変更指令、充電開始指令とは異なる指令）に対応した制御処理を実行し、再度S101に移行する。

【0099】尚、S131にて実行される制御処理としては、例えば、充電を意図的に遅らせた時間に開始する開始予約処理が挙げられる。つまり、バッテリー6への予約充電を行うために、使用者が選択した開始予約指令に従い、使用者が充電開始日時を設定するための画像を表示部24に表示して、使用者の操作部22の操作に従って充電開始日時を受け付ける開始予約処理である。

【0100】次に、充電制御部20で行う処理のうち、S124での使用電流制限値の設定の処理内容の詳細を図5に示し説明する。まず、S201において、他の充電装置から充電状態の情報として、各充電装置における使用電流制限値IDS、バッテリー電流IB、バッテリー電圧VB、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSの情報を入手し、各充電装置の使用電流制限値IDSを加算し、トータル電流IDTを算出する。

【0101】次にS202で、最短で充電可能な充電電

流となる使用電流制限最大値IDSmaxを確保できるか否かを、トータル電流制限値IDTSからトータル電流値IDTを差し引いた値が、使用電流値IDSmaxより大きいかで判断する。使用電流制限最大値IDSmaxを確保できる場合、S203に移行し、使用電流制限値IDSとして、バッテリーに供給する電流の最大電流を流せる使用電流制限最大値IDSmaxを設定する。

【0102】その後、S204に移行して、充電が完了する時間を予測する。充電完了時間の予測は、まず、バッテリーに蓄積されている電流量はバッテリー電圧VBに対応する関係を利用し、バッテリー電圧検出部16で検出したバッテリー電圧VBから現在バッテリーに蓄積されている電流量を推測し、バッテリーの充電に必要な電流量を予測する。次に、バッテリー電圧VBが転極電圧以下の初期充電状態の時は、先に求めた電流量に対し、使用電流制限値IDSから得られるバッテリー電流制御値IBSでバッテリーを充電したときの所用時間を算出する。これに温度センサ18で検出した温度条件で補正して、初期電流制御の間の充電時間を予測する。また、バッテリー電圧VBが転極電圧VB_Tより大きくなった、中期電圧制御以降の充電は所定時間充電を行う処理であり、所要時間は所定の時間を充電時間として用いる。これら初期、及び中期以降の充電時間を合わせて充電完了予定時間とする。

【0103】また、充電時の使用電流IDSに、最大使用電流制限値IDSmaxを確保できない場合、使用電流IDを一定量以下に保つように充電しようとする、バッテリー電圧VBの上昇に伴いバッテリー電流IBSは低く設定し直し充電する。このバッテリー電流IBSの低下傾向も考慮して充電時間を予測する。

【0104】また、充電待ちの状態時は、他の充電装置の充電状態から、充電開始可能時間を予測して、先に予測した充電開始から完了までの時間に加えたものを充電完了予定時間とする。そして、S204が完了すると本処理を終了する。

【0105】次に、S202で、使用電流制限最大値IDSmaxを確保できない場合、即ちバッテリー充電のための電流の最大値を確保できない場合、S205に移行して、他の充電装置の充電状態を変更可能かを判定する。ここで、判定は、各充電装置の充電完了制限時間TKSに対し、充電完了予定時間TKが一定時間（例えば1時間）以上余裕があるかを判定条件とする。尚、この理由は一定時間以上余裕がある場合、使用電流制限値の値の変更により、充電時間が長くなっても、充電完了制限時間TKSまでには充電を完了でき、問題ないためである。充電状態を変更可能な充電装置があるとS206に移行して、充電状態を変更可能な充電装置に対し、使用電流制限値IDSをトータル電流制限値IDTS／接続台数に変更するよう指令を送る。

【0106】そしてS207で、当該充電装置の使用電流制限値IDSをトータル電流制限値IDTS／接続台数に設

定し、S204にて充電完了予定時間を予測し、処理を終了する。また、S205において、充電状態を変更できる充電装置がなかった場合、S209に移行して、トータル電流制限値IDTSに対し、トータル電流IDTを差し引いた値が、充電に有効な値以上であれば、使用電流制限値にその値を設定し、「0」に近く充電しても有効で無い値（例えば0.1A以下）の場合、使用電流制限値IDSの値を「0」として電力供給部12の動作は行われないようにする。そして、S204に移行して、充電完了予定時間TKを予測し、処理を終了する。

【0107】次に、充電制御部20での処理のうちS124における充電制御の手順の詳細を図6のフローチャートにより説明する。まず、S301において充電完了予定時間TKより、充電完了制限時間TKSの方が大きい場合、つまり充電が充電完了制限時間TKSに、間に合う場合、S302、S303の処理は行わず、S304に移行する。

【0108】また、充電完了予定時間TKより充電完了制限時間TKSの方が大きく無い場合、つまり充電が充電完了制限時間TKSに間に合わない場合、S302に移行し、通信部26から他の充電装置の状態を情報入手し、トータル電流IDTがトータル電流制限値IDTSを下回る状態に変化していたら、この下回っている分で使用電流制限値IDSを更新する。但し、使用電流制限値IDSが充電に有効で無い値（0.1A以下）であれば、使用電流制限値IDSは「0」のままとする。

【0109】そして、S303に移行して、使用電流制限値IDSが「0」の場合、つまり充電開始待ちの場合、S302に戻り、使用電流IDSが増加するのを待つ。また、S303で、使用電流IDSが「0」で無い場合、つまり、充電開始可能の場合、S304に移行し、バッテリーの充電状態を確認として、使用電流ID、バッテリー電圧VB、バッテリー電流IBを各検出部14、16及び25から読み取る。

【0110】次に、S305において、バッテリー電圧VBが、転極電圧VB_T以下の場合、初期電流制御による充電実施のため、S306に移行する。S306で使用電流制限値IDSより、使用電流IDが大きい場合、S307にて使用電流IDが使用電流制限値IDSとなるように、バッテリー電流制御値IBSを $IBS = IDS / VB * \alpha$ （ α は補正計数）で更新する。S306で、使用電流制限値IDSより使用電流IDが小さい場合、バッテリー電流IBをできるだけ上げるように、バッテリー電流制限値IBSをIBSmaxとする。S309では、バッテリー電流IBが、S307もしくはS308にて設定されたバッテリー電流制御値IBSとなるよう電力供給部12に指令を出し、バッテリーに電流を供給する。

【0111】S305にて、バッテリー電圧VBが転極電圧VB_Tを越えている場合、初期電流制御が完了したとして、S310へ移行し中期電圧制御を行う。中期電圧制

御とは、バッテリー電圧VBを所定の値（例えば転極電圧VB_T）で保つよう電力供給部12で電圧制御を行い充電するものである。この充電の過程において、バッテリー電流IBは低下してゆく。そして、バッテリー電流IBが第2制御電流I₂となるとS320に移行する。

【0112】次にS320では末期電流制御を行う。末期電流制御とは、バッテリー電流IBが、所定の値（例えば、第2制御電流I₂）となるよう電力供給部12で電流制御を行い充電するものである。S310の中期電流制御に移行してから、所定時間経過すると、充電は完了として、本処理を終了する。

【0113】次に、上述の処理において、他の充電装置に対し、トータル電流制限値の変更依頼（S110）、充電状態の情報を問い合わせ（S105、201他）、使用電流制限値IDSの変更を依頼（S206）しているが、他の充電装置から当該充電装置に対して、同じ依頼があったとき、充電制御部20は割込処理として処理する。そこで、この割込処理の手順について、図7に示すフローチャートで説明する。

【0114】まず、S401にて割込の内容が充電状態の問い合わせであれば、S402に進み、問い合わせてきた充電装置に対し、当該充電装置の使用電流制限値IDS、バッテリー電圧VB、バッテリー電流IB、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSを送信して、割込処理を終了する。そして、S401に該当しない場合は、S403に移行する。

【0115】次に、S403にて割込の内容が、トータル電流制限値の更新依頼の場合、S404に移行し、トータル電流制限値IDTSを送られてきた情報で更新し、S405で、更新したトータル電流制限値IDTSを基に使用電流制限値IDSを更新し、S406にて充電完了予定時間についても更新し、割込処理を終了する。そして、S403に該当しない場合は、S407に移行する。

【0116】次に、S407にて割込の内容が、使用電流制限値の変更依頼の場合、S408に移行し、使用電流制限値IDSを送られてきた値で更新する。これに伴い、S409で充電完了予定時間を更新して、割込処理を終了する。そしてS407にも該当しない場合は、そのまま処理を終了する。

【0117】以上説明したように、第1実施例の充電装置2においては、操作部22を操作することにより、設備電源30に繋がれる充電装置全体で用いることが可能な電流値であるトータル電流制限値を任意の電流値に設定し、この値を基に各充電装置で使用する電流は各々の充電装置が自動的に、他の充電装置の充電状況を確認したうえで設定するようになっている。このため、使用者は、バッテリー6の充電時に充電装置2で消費される電力を、充電装置2に電源供給を行う設備電源30の電源容量を考慮することなく、適切に、設定されるため、本実施例の充電装置2を用いれば、設備電源の電源容量を増

設することなく、また電源に繋がれる充電装置で使用中の電流量を気にすることなく、バッテリー6への充電を良好に行うことが可能となる。

【0118】また、本実施例の充電装置2では、充電制御実行時に、バッテリー6への充電が完了する日時を予測して、表示部24に表示することから、次に車両を使用する時間の計画が立てやすい。また、とりあえずコンセントを差し込んで充電開始の設定をしておけば、充電可能な状態になると、自動で充電開始するため、無人での充電動作が可能となる。これにより、作業が終わった夕方に充電設定しておけば、翌朝まで設備電源の能力をフルに使った充電ができる。

【0119】よって、本実施例によれば、使用者に対して使い勝手のよい充電装置2を提供できる。

[第2実施例]次に、第2実施例の車両用バッテリー充電システムについて説明する。

【0120】第2実施例は、図10の全体構成に示すように、第1実施例において充電装置2内にあった操作部22を省略した充電装置3と、複数の充電装置に対して操作および状態の確認をできるようにした操作装置80とで構成される車両用バッテリー充電システム（以下、単に充電システムと呼ぶ）であり、第1実施例と同じ充電動作を実現するものである。

【0121】第2実施例の充電システムでは、通信部26からの通信線27に、操作装置80を接続し、充電装置3と操作装置80との間で通信ができるよう構成されている。そして、操作装置80は、他の充電装置（第2充電装置50及び第3充電装置60）とも同様に通信できるようにになっている。また、操作装置80は、各充電装置に対し、充電開始や充電条件の変更指示等の各種指令を入力するための操作部82と、操作部82での操作の内容や、充電装置2、50及び60の各種状態を表示するための表示部81とを備え、充電装置の充電条件であるトータル電流制限値IDTSを設定し、各充電装置に対し設定した値を連絡する機能をもつ。

【0122】そして、その他の構成は、第1実施例と同じである。次に、第2実施例において、バッテリーの充電動作を実施する際の操作装置80及び充電装置3の充電制御部20での処理について、図11と図12のフローチャートを用いて説明する。

【0123】図11の処理は、操作装置80において実施される処理であり、この処理が起動されると、操作装置80は、まずS501にて、表示部81に、使用者が操作装置80を操作して各種指令を入力するためのメニュー画面を表示する。このメニュー画面は、上述したトータル電流制限値IDTSの変更指令を含む各種指令を使用者に選択させるためのものであり、例えば、図8(a)に示す如く、各種指令内容を順番に列挙したものとなっている。そして、充電制御部20は、メニュー画面の表示中に、操作部22に設けられたメニュー選択用の

「>」キー又は「<」キーが押下されると、そのキー操作に応じて、メニュー画面上で下線等により識別表示する指令内容を変更し、指令内容確定用の「M」キーが押下されると、そのとき識別表示している指令内容を使用者が選択したと判断する。

【0124】つまり、操作装置80は、S501にて表示部81にメニュー画面を表示した後は、操作部82のキー操作がなされる度に、S502にて、操作されたキーが「M」キーであるか否かを判断し、「M」キーでなければ、再度S501に移行して、使用者のキー操作（「>」キー又は「<」キーの押下）に応じて、メニュー画面上で識別表示する指令内容を変更し（「>」キーで上方へ移動、「<」キーで下方へ移動）、「M」キーであれば、メニュー画面上で何らかの指令内容が選択されたと判断して、S503に移行する。

【0125】次に、S503では、「M」キーの操作によって選択された指令内容はトータル電流制限値の変更指令であるか否かを判断し、指令内容がトータル電流制限値の変更指令であれば、S504に移行して、操作装置80に接続されている充電装置の名称を表示部81に表示して、操作対象とする充電装置を操作部82で使用者が選択する。

【0126】次に、S505で、S504で選択した充電装置に対し、使用電流制限値IDSを問い合わせ、充電中であるか否かを判断する。（使用電流制限値IDSが「0」であれば、充電未。）そして、現在、充電中であれば、S506以降の充電電流の変更制御は禁止されているものとして、再度S501に移行し、逆に、選択した充電装置が充電中でなければ、続くS506に移行して、操作装置80の不揮発性のメモリ領域から、前回トータル電流制限値の変更指令実行時に記憶したトータル電流制限値IDTSを読み出す。

【0127】次にS507により表示部81に、トータル電流制限値変更画面を表示する。このトータル電流制限値変更画面は、例えば、図8（b）に示すように、現在設定されているトータル電源電流と、充電完了希望時間との2つの情報から構成されており、表示画面上のトータル電流表示領域にS506で読み出した電流値を数値表示すると共に、操作装置80に内蔵されている時計から現在日時を読み込み表示し、操作装置80の不揮発性のメモリ領域に記憶してある、前回充電したときに用いた充電完了制限時間TKSを、充電完了希望時間の領域に表示する。

【0128】こうして、表示部81に、トータル電流変更画面が表示されると、今度は、S508に移行して、使用者が操作した「>」キー又は「<」キーに応じて、表示部81のトータル電流表示領域に表示されているトータル電流制限値を所定の電流値（例えば1A）単位で増・減し（「>」キーで1A増、「<」キーで1A減）、S509で「M」項が押されると、続くS510

に移行する。

【0129】次に、S510では、充電完了制限時間TKSの変更操作を実施する。S508での操作と同様に「>」キー又は「<」キーに応じて、表示部81の充電完了希望日時表示領域に表示されている充電完了制限時間を所定の時間（例えば30分）単位で表示時間を増・減表示し、S511で「M」が押されるとS512に移行する。

【0130】そして、S512で、現在表示部81に表示中のトータル電流を最新のトータル電流制限値IDTSとして不揮発性のメモリ領域に記憶し、充電完了希望領域に表示されている時間を、充電完了制限時間として、選択された充電装置に対応する不揮発性メモリ領域に記憶する。

【0131】次にS513に移行して、更新したトータル電流制限値IDTSを、通信部26を用いて操作装置80に繋がる全ての充電装置に連絡する。そして、S501に戻る。次に、S503にて、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電電流の変更指令ではないと判断された場合には、S521に移行して、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電開始指令であるか否かを判断する。そして、指令内容が充電開始指令であれば、S522に移行して、表示部81に操作装置80に接続されている充電装置を表示して、操作部82で充電を開始する充電装置を使用者が選択する。

【0132】次に、S523で、不揮発性のメモリ領域に記憶されている最新の充電条件（トータル電流制限値IDTS及び充電完了制限時間TKS）を読み出し、続くS524にて、その読み出した充電条件に対応し、充電条件画面を表示する。次に、S525に移行し、S522で選択された充電装置に対し、充電開始指令を送り、S501に戻る。

【0133】また次に、S521にて、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電開始指令ではないと判断されると、S531に移行して、使用者が「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電状態の確認であるか否かを判断する。そして、指令内容が充電状態の確認であれば、S532に移行して、操作装置80に接続される全ての充電装置について、充電状態の情報を取得する。

【0134】次に、S533で各充電装置の状態について、主要な項目を表示部81に表示する。例えば図13（a）に示す様に、操作装置80に内蔵する時計から読み出した現在の時刻と、トータル電流、操作装置80に接続中の充電装置の充電中か否か。（ここでは充電装置の名称を「CHG」に番号を付して表している。）そして、S534で、操作部82で詳細情報を表示させる充電装置を「M」キーで選択し、S535で、S534選択された充電装置の充電状態について、表示部81に表示する。例えば、図13（b）に示す様に、現在の時刻

と、表示中の充電装置の識別名称、充電中か否か、充電開始予定の時間、充電が完了する予定の時間が表示される。

【0135】次に、S536で「M」キーが押されるまで、S535に戻り、選択された充電装置の情報を表示し続け、「M」キーが押されると、S537に移行する。次に、S537では、「M」キーが押されるまで、S523に戻り、表示する情報を更新し、表示する。「M」キーが押されると、充電状態確認は終了としてS501に戻る。

【0136】また、S531にて、「M」キーの操作によって選択された指令内容は充電状態の確認ではないと判断されると、S541に移行して、使用者が「M」キーの操作によって選択した指令内容（トータル電流変更指令、充電開始指令、充電状態確認とは異なる指令）に対応した制御処理を実行し、再度S501に移行する。

【0137】尚、S541にて実行される制御処理としては、例えば、充電を意図的に遅らせた時間に開始する開始予約処理が挙げられる。つまり、バッテリー6への予約充電を行うために、使用者が選択した開始予約指令に従い、使用者が充電開始日時を設定するための画像を表示部24に表示して、使用者の操作部22の操作に従って充電開始日時を受け付ける開始予約処理である。

【0138】次に、充電装置3の充電制御部20にて実行される制御処理について、図12に示すフローチャートを用いて説明する。充電装置3は、設備電源30に接続され、充電制御部20が起動すると、操作装置80からの指令待ちの状態となり、操作装置80からの指令に対し、図12のフローチャートによる割込処理として処理を実施する。

【0139】まず、S601で割込の内容が、充電開始指令であれば、S602に移行し、S602で、使用電流制限値IDSを設定する。本処理の内容は、第1実施例における図5に示す処理と同じである。そしてS603で、電力供給部12を用いて、バッテリーの充電制御を行う。本処理は、第1実施例における図6に示す処理と同じである。S603の処理が完了すると、S604に移行して、操作装置80に対して、充電完了の信号を送り、割込処理を終了する。そして、S601に該当しない場合は、S611に移行する。

【0140】次に、S611で、割込の内容が充電状態の問い合わせであれば、S612に進み、問い合わせた充電装置に対し、当該充電装置の使用電流制限値IDS、バッテリー電圧VB、バッテリー電流IB、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSを送信し、割込処理を終了する。そして、S611に該当しない場合は、S621に移行する。

【0141】次に、S621で、割込の内容が、トータル電流制限値の更新依頼の場合、S622に移行し、トータル電流制限値IDTSを送られてきた情報で更新し、S

623で、更新したトータル電流制限値IDTSを基に使用電流制限値IDSを更新し、S624にて充電完了予定時間についても更新し、割込処理を終了する。そして、S621に該当しない場合は、S631に移行する。

【0142】次に、S631で、割込の内容が、使用電流制限値の変更依頼の場合、S632に移行し、使用電流制限値IDSを送られてきた値で更新する。これに伴い、S623で充電完了予定時間を更新して、割込処理を終了する。S631にも該当しない場合は、そのまま処理を終了する。

【0143】以上説明したように、第2実施例の車両用バッテリー充電システムによれば、操作装置80に通信線27を介して繋がる充電装置全てに対し、一カ所の操作装置80で各充電装置の充電状態を確認可能となり、また充電条件であるトータル電流制限値IDTSの設定操作が可能となる。このため、使用者が各充電装置の場所へ行って、操作及び充電状態の確認をしていたものが一カ所で済むようになるため、作業の効率を上げることができる。

[第3実施例]第3実施例の車両用バッテリー充電システムについて説明する。

【0144】第3実施例は、第2実施例と構成は全く同じ充電システムであって、充電装置3の充電制御部20と、操作装置80における処理内容を変更したものであり、第1実施例と同じ充電動作を実現するものである。処理内容の相違点は、第2実施例では充電装置3にて実施していた、使用電流制限値の設定の処理を操作装置80にて実施するようにしたことである。

【0145】操作装置80での処理を説明する。操作装置80で処理する手順は、図11に示すフローチャートと同じ処理手順であるが、S525の処理において、充電装置3へ充電開始指令を送るとともに、操作装置80において、タイマ割込により一定時間毎に実施される図14に示す使用電流選定処理を起動する。この処理は、充電開始指令が出された充電装置毎に対応する処理が起動される。

【0146】次に、図14に示す操作装置80で行う使用電流制限値の設定処理について説明する。まず、S701で、操作装置80がもっている充電装置の充電条件（使用電流制限値IDS、充電完了制限時間TKS）の情報を読み出し、各充電装置における使用電流制限値IDS、バッテリー電流IB、バッテリー電圧VB、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSの情報を各充電装置に問い合わせ入手する。但し、各充電装置の充電状態の情報は、各処理共通の情報として、取得時間とともに操作装置80の不揮発性メモリにキャッシュし、取得時間が古く無い場合は、キャッシュされている情報を読み出したものを用いる。そして、各充電装置の使用電流制限値IDSを加算し、トータル電流制限値IDTSを算出する。

【0147】次に、S702で本処理の実施が1回目か

確認する。(フラグを設定しておく。)1回目の場合は、S703に移行し、使用電流制限値IDSの初期値として「0」を設定する。次にS704で、最短で充電可能な充電電流となる使用電流制限最大値IDSmaxを確保できるか否かを、トータル電流制限値IDTSからトータル電流値IDTを差し引いた値が、使用電流値IDSmaxより大きいかで判断する。使用電流制限最大値IDSmaxを確保できる場合、S705に移行し、使用電流制限値IDSとして、使用電流制限最大値IDSmaxを設定する。

【0148】その後、S705に移行して、充電が完了する時間を予測する。充電完了時間の予測は、まず、バッテリーに蓄積されている電流量はバッテリー電圧VBに対応する関係を利用し、バッテリー電圧検出部16で検出したバッテリー電圧VBから現在バッテリーに蓄積されている電流量を推測し、バッテリーの充電に必要な電流量を予測する。次に、バッテリー電圧VBが転極電圧以下の初期充電状態の時は、先に求めた電流量に対し、使用電流制限値IDSから得られるバッテリー電流制限値IBSでバッテリーを充電したときの所用時間を算出する。これに温度センサ18で検出した温度条件で補正して、初期電流制御の間の充電時間を予測する。また、バッテリー電圧VBが転極電圧VTより大きくなった、中期電圧制御以降の充電は所定時間の充電動作を実施するものであり、この所定時間を充電時間として用いる。これら初期、中期以降の充電時間を合わせて充電完了予定時間とする。

【0149】また、充電時の使用電流制限値IDSに、最大使用電流制限値IDSmaxを設定できない場合は、使用電流IDを一定量以下に保つように、充電の進行に伴うバッテリー電圧VBの上昇に対し、定期的にバッテリー電流制御値IBSは、低下するように設定し直される。このバッテリー電流制御値IBSの低下傾向も考慮して充電時間を予測する。

【0150】また、充電待ちの状態時では、他の充電装置の充電状態から、充電開始可能時間を予測して、先に予測した充電開始から完了までの時間に加えたものを充電完了予定時間とする。次に、S707で、設定した使用電流制限値IDTSを対応する充電装置に連絡し、本処理を終了する。

【0151】次に、S704で、トータル電流制限値IDTSからトータル電流IDTを差し引いた値が、バッテリー電流制限値IDSmaxより小さい場合、即ちバッテリー充電のための電流の最大値を確保できない場合、S711に移行して、他の充電装置の充電状態を変更可能かを判定する。ここで、この判定は、各充電装置の充電完了制限時間TKSに対し、充電完了予定時間TKが一定時間(例えば1時間)以上余裕があるかを判定条件とする。尚、この理由は一定時間以上余裕がある場合、使用電流制限値の値の変更により、充電時間が長くなっても、充電完了制限時間までには充電を完了でき、問題ないためである。充電状態を変更可能な充電装置があるとS712に移行

して、充電状態を変更可能な充電装置の、使用電流制限値IDSをトータル電流制限値IDTS/接続台数に変更するよう判定した充電装置に連絡する。

【0152】そしてS713で、当該充電装置の使用電流制限値IDSをトータル電流制限値IDTS/接続台数nに設定し、S706にて充電完了予定時間TKを予測し、S707で、設定した使用電流制限値IDTSを対応する充電装置に連絡し、処理を終了する。

【0153】また、S711において、充電状態を変更できる充電装置がなかった場合、S721に移行して、トータル電流制限値IDTSに対し、トータル電流IDTを差し引いた値が、充電に有効な値以上(例えば0.1A以上)であれば、S722で使用電流制限値IDSは、その値を、前回設定の使用電流制限値IDS_OLDに加算したもので設定し、充電に有効な値より小さい値の場合、使用電流制限値IDSの値を前回設定の使用電流制限値IDS_OLDのまま(初期値の「0」の場合、電力供給部12の動作は行われぬ。)にする。そして、S706に移行して、充電完了予定時間TKを予測し、S707で、設定した使用電流制限値IDSを対応する充電装置に連絡し、本処理を終了する。

【0154】次に、使用電流制限値IDSの設定が2回目以降の場合、S702で、S731に移行する。S731では、充電完了予定時間TKが充電完了制限時間TKSより小さい場合、もしくは使用電流制限値IDSが使用電流最大値IDSmaxに設定されている場合は、使用電流制限値を見直す必要が無いため、使用電流制限値IDSは、前回設定のままで、本処理を終了する。

【0155】また、S731の条件を満足しない場合は、S721以下の処理を実施して、トータル電流IDTの状態によって使用電流制限値IDSを見直す。一方、第3実施例における充電装置3の充電制御部20での処理は、第2実施例と同様に、充電装置3が、設備電源30に接続され、充電制御部20が起動すると、操作装置80からの指令待ちの状態となる。そして、第3実施例では、操作装置80からの指令に対し、図15のフローチャートによる割込処理として処理を実施する。ここで、図15に示すフローチャートの処理について説明する。

【0156】まず、S801で、割込の内容が、充電開始指令であれば、S802に移行し、S802で、後述のS822で設定されている使用電流制限値IDSを読み出す。そしてS803で、詳細は後述する図16に示す電流制御の処理により、電力供給部12を用いて、バッテリーの充電制御を行う。

【0157】次に、S803の処理が完了すると、S804に移行して、操作装置80に対して、充電完了の信号を送り、割込処理を終了する。そして、S801に該当しない場合は、S811に移行する。次に、S811で、割込の内容が充電状態の問い合わせであれば、S812に進み、問い合わせしてきた充電装置に対し、当該充

電装置の使用電流制限値IDS、バッテリー電圧VB、バッテリー電流IB、充電完了予定時間TK、充電完了制限時間TKSを送信する。そして、S811に該当しない場合は、S821に移行する。

【0158】次に、S821で、割込の内容が、使用電流制限値IDSの更新の場合、S822に移行し、使用電流制限値IDSを送られてきた値で更新して、割込処理を終了する。S821にも該当しない場合は、そのまま処理を終了する。

【0159】次に上記割込処置のうち、S803での充電制御の処理手順について、図16により説明する。まず、S901で、バッテリーの充電条件として、使用電流制限値IDSを読み出し、S902で、当該充電装置の充電状態として、バッテリー電圧VB、バッテリー電流IBを読み取る。

【0160】次に、S903において、バッテリー電圧VBが、転極電圧VBT以下の場合、初期電流制御による充電実施のため、S904に移行する。S904で使用電流制限値IDSより、使用電流IDが大きい場合、S905にて使用電流IDが使用電流制限値IDSとなるように、バッテリー電流制御値IBSを $IBS = IDS / VB * \alpha$ (α は補正計数)で更新する。使用電流制限値IDSより使用電流IDが小さい場合、S906で、バッテリー電流IBをできるだけ上げるように、バッテリー電流制限値IBSをIBSmaxとする。S907では、バッテリー電流IBが、S905もしくはS906にて設定されたバッテリー電流制限値IBSとなるよう電力供給部12に指令を出し、バッテリーに電流を供給する。

【0161】S903にて、バッテリー電圧VBが転極電圧VBTを越えている場合、初期電流制御が完了したとして、S910へ移行し中期電圧制御を行う。中期電圧制御とは、バッテリー電圧VBを所定の値(例えば転極電圧VBT)で保つよう電力供給部12で電圧制御を行い充電するものである。この充電の過程において、バッテリー電流IBは低下してゆく。そしてバッテリー電流IBが第2制御電流I2となるとS920に移行する。

【0162】次にS920では末期電流制御を行う。末期電流制御とは、バッテリー電流IBが、所定の値(例えば、第2制御電流I2)となるよう電力供給部12で電流制御を行う。S910の中期電圧制御に移行してから、所定時間が経過すると充電が完了し、本処理を終了する。

【0163】以上説明したように、第3実施例の車両用バッテリー充電システムによれば、第1、第2実施例では、充電装置各々で行っていた使用電流制限値IDSの設定を操作装置80にて実施することにより、使用電流制限値IDSを設定するために必要な充電装置各々の充電状態の情報は、操作装置80にだけ送れば良いため、各充電装置の通信先は操作装置80だけで良くなり、通信線27で送受するデータ量は格段に減り、通信回数も減

る。このため通信の信頼性が向上する。また、充電装置3の充電制御部20での動作内容が減り、充電装置3の構成を簡易なものとできる。

【0164】以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を取ることができる。例えば、上記実施例では、表示部24でのトータル電流の表示は、電流値の数値表示にて行うものとして説明したが、例えば、電流値、若しくは、バッテリー6の定格電流に対する充電電流の割合を、アナログ的にバー表示するようにしてもよい。

【0165】また、上記実施例では、供給電流の配分を当分しているが、バッテリーの電力量による比例配分や、接続順番による優先的分配にする等使用状況に適した分配方法にしても良い。またこれらの各モードをメニュー画面で選択できるようにしてもよい。

【0166】また、上記実施例では、車載された充電装置として説明したが、車両とは別置き充電装置であっても良いし、第2及び第3実施例では、操作装置80を充電装置3と別体としたが、設備電源30に繋がる充電装置中の一台が代表して操作装置80の機能を実施するようにしても良い。また、操作装置80は、汎用のパソコンに専用ソフトを入れた端末などでも良く、専用の装置で無くても良い。

【0167】また、上記実施例では、バッテリー6への充電を図2に示した手順で行う定電流定電圧定電流方式の充電装置2について説明したが、本発明は、充電電流を常時一定電流(目標電流)に制御する定電流方式の充電装置であっても、あるいは、充電電流を二段階に切り換える二段定電流方式の充電装置であっても、上記実施例と同様に適用して、同様の効果を得ることができる。

【0168】また、上記実施例では、電流制御の方法として、バッテリー電流制御電流IBSを設定して、バッテリー電流IBを電力供給部12で制御することにより、使用電流IDを制限しているが、電力供給部12を制御して直接、使用電流IDを制御するようにしても良い。

【0169】また、上記実施例では、表示部24に充電完了日時を表示する際には、バッテリー電流制限値IBSと、充電開始時のバッテリー電圧VBと、周囲温度とを用いて、バッテリー6への充電に要する時間を予測するものとして説明したが、この充電時間は、周囲温度やバッテリー6の放電状態を表すバッテリー電圧だけでなく、バッテリー6の経年変化によっても変化することから、より好ましくは、バッテリー6への充電時に実際に要した充電時間を計時し、その計時結果からバッテリー6の経年変化に伴う充電時間の予測誤差を学習し、その学習結果を用いて、上記手順で予測した充電時間を補正するようにするとよい。

【0170】また更に、上記実施例では、充電制御実行時に、表示部24に充電完了日時を表示するものとして

説明したが、上記のように予測した充電時間（バッテリー6の充電に要する時間）をそのまま表示するようにしてもよい。尚、この場合、充電制御実行時には、充電の経過に連動して表示部24に表示する充電時間を逐次減少させて、充電が完了するまでの残り時間を表示するようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の充電装置の全体構成を表すブロック図である。

【図2】第1実施例の充電装置の充電動作を説明するタイムチャートである。

【図3】第1実施例の充電装置3台での充電動作を説明するタイムチャートである。

【図4】第1実施例の充電装置の充電制御部にて実行される制御処理を表すフローチャートである。

【図5】第1実施例の充電装置の充電制御部での使用電流制限値の設定の処理を表すフローチャートである。

【図6】第1実施例の充電装置の充電制御の処理を示すフローチャートである。

【図7】第1実施例の他の充電装置からの割込に対する処理を示すフローチャートである。

【図8】トータル電流及び充電完了希望時間を設定時に表示部の画面に表示される情報を表す説明図である。

【図9】充電条件の表示時に表示部の画面に表示される情報を表す説明図である。

【図10】第2実施例の充電装置の全体構成を示すブロック図である。

【図11】第2実施例の操作装置にて実行される制御処理を表すフローチャートである。

【図12】第2実施例の充電装置の充電制御部での操作装置からの割込に対する処理を表すフローチャートである。

【図13】充電状態の表示時に表示部に表示される情報を表す説明図である。

【図14】第3実施例の操作装置にて実行される制御処理を表すフローチャートである。

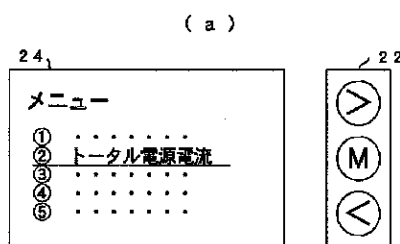
【図15】第3実施例の充電装置の充電制御部での操作装置からの割込に対する処理を表すフローチャートである。

【図16】第3実施例の充電装置の充電制御の処理を表すフローチャートである。

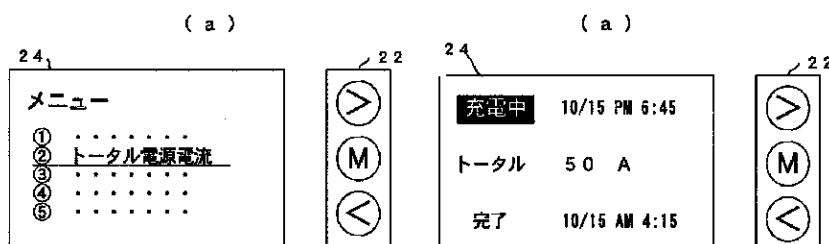
【符号の説明】

2…充電装置、4…車載装置、6…バッテリー、8…インタロック装置、12…電力供給部、14…バッテリー電流検出部、16…バッテリー電圧検出部、18…温度センサ、20…充電制御部、22…操作部、24…表示部、25…電源電流検出部、26…通信部、27…通信線、29…電源電圧検出部、30…設備電源、31…ブレーカ、80…操作装置、81…表示部、82…操作部、

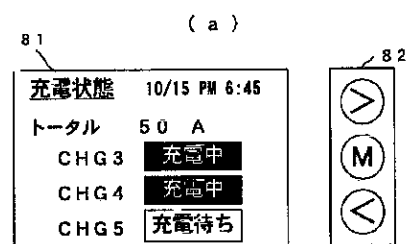
【図8】



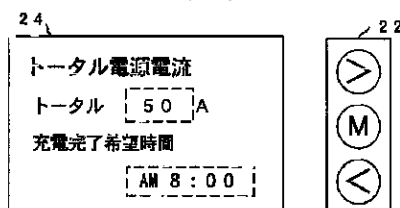
【図9】



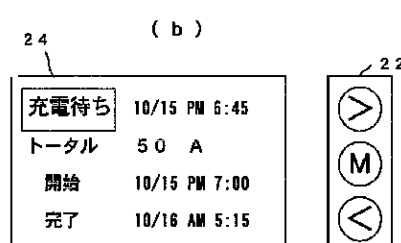
【図13】



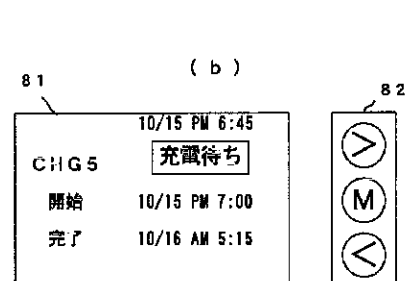
(b)



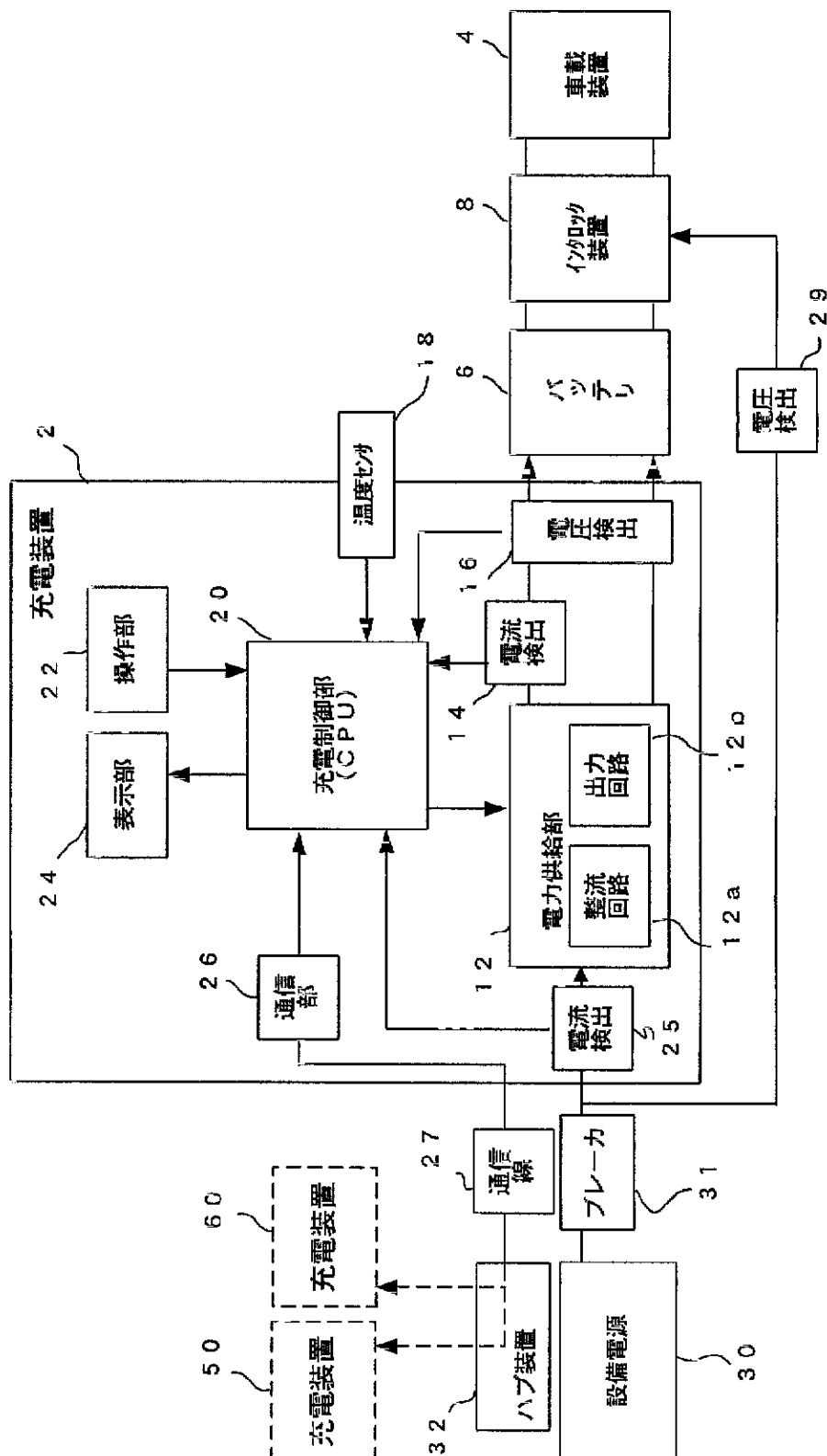
(b)



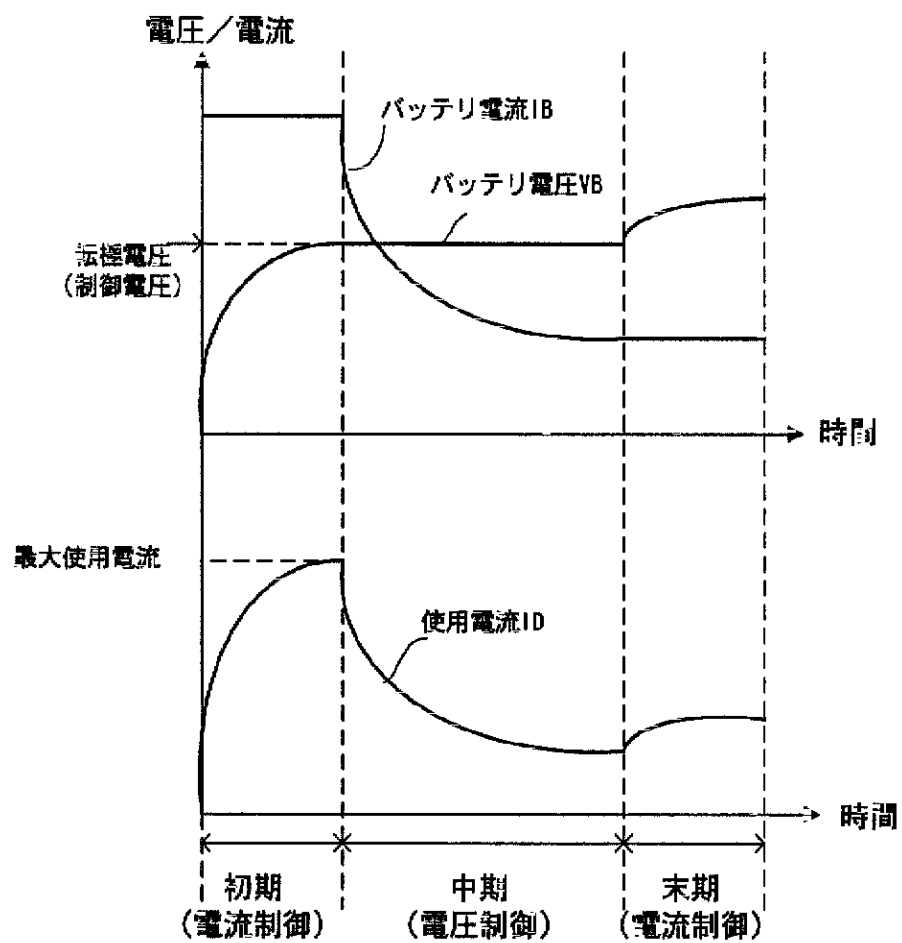
(b)



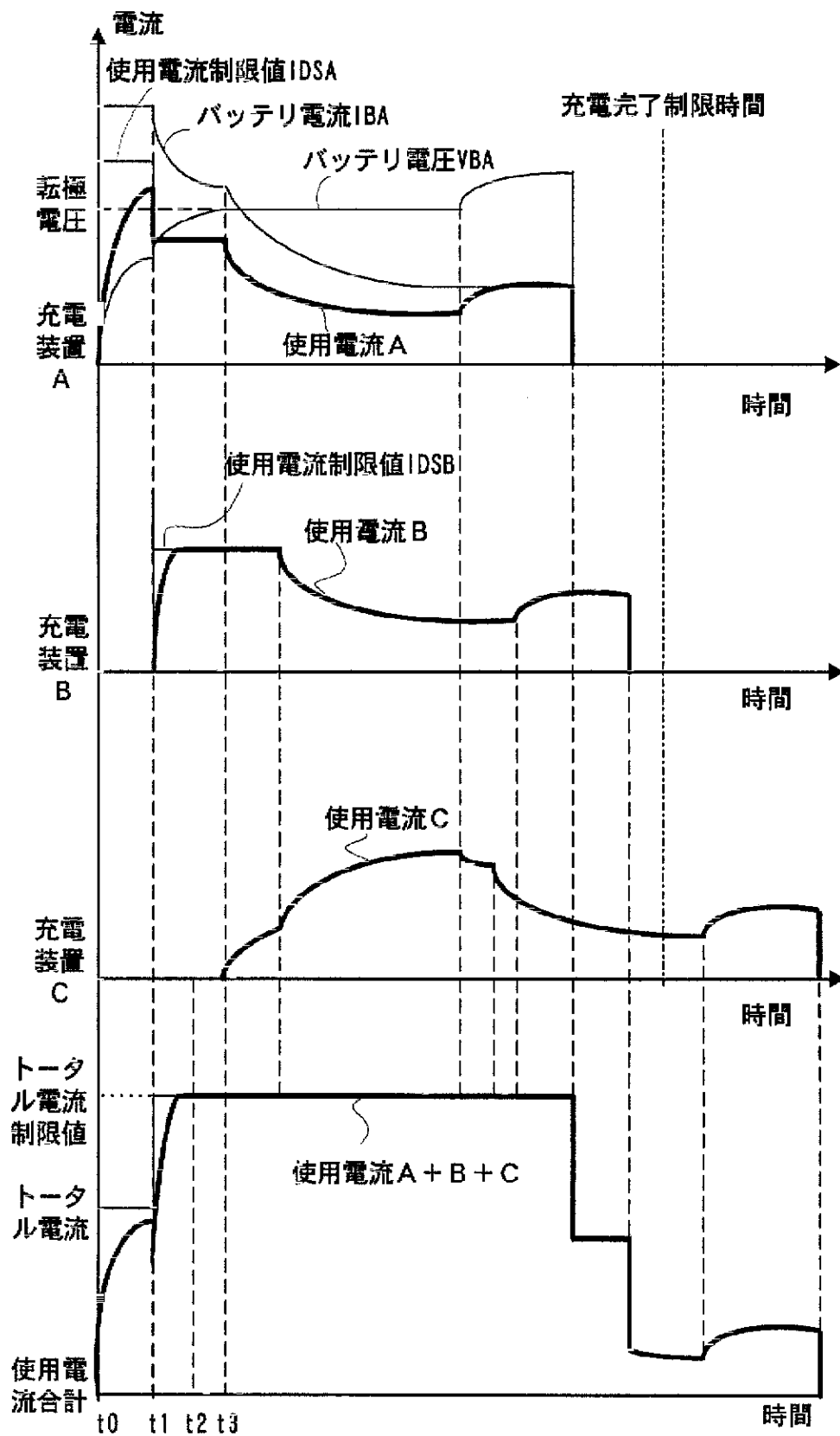
【図1】



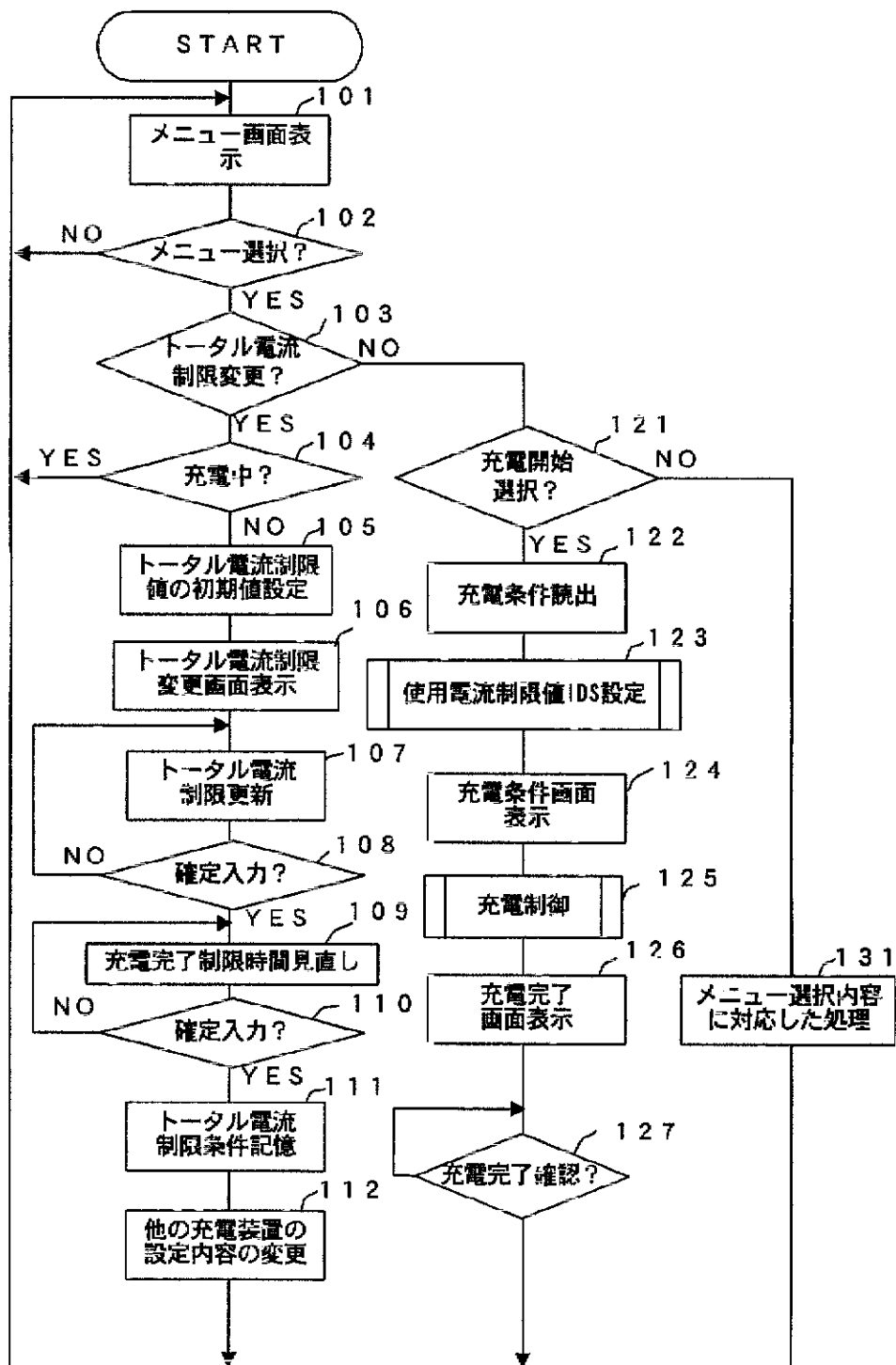
【図2】



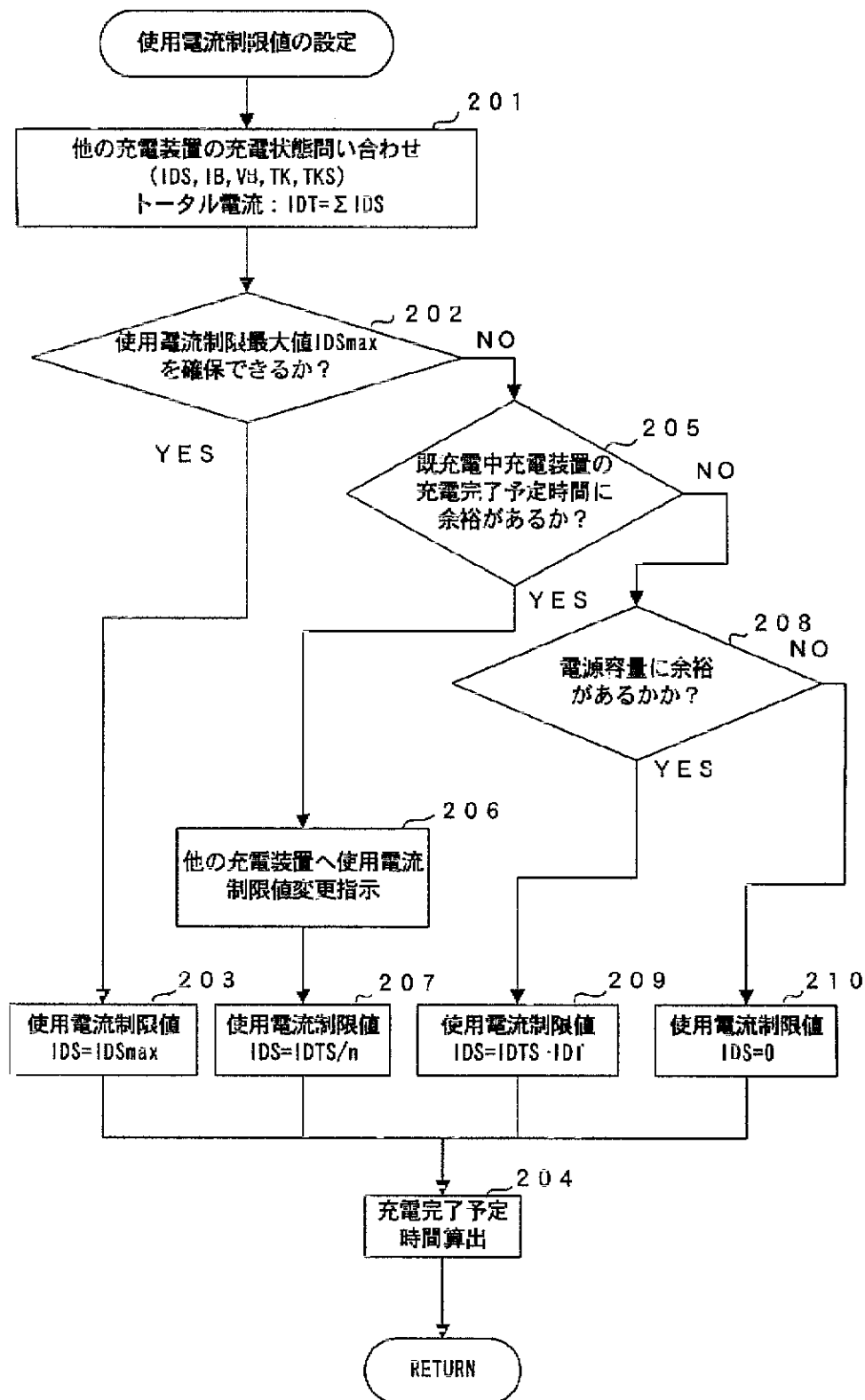
【図3】



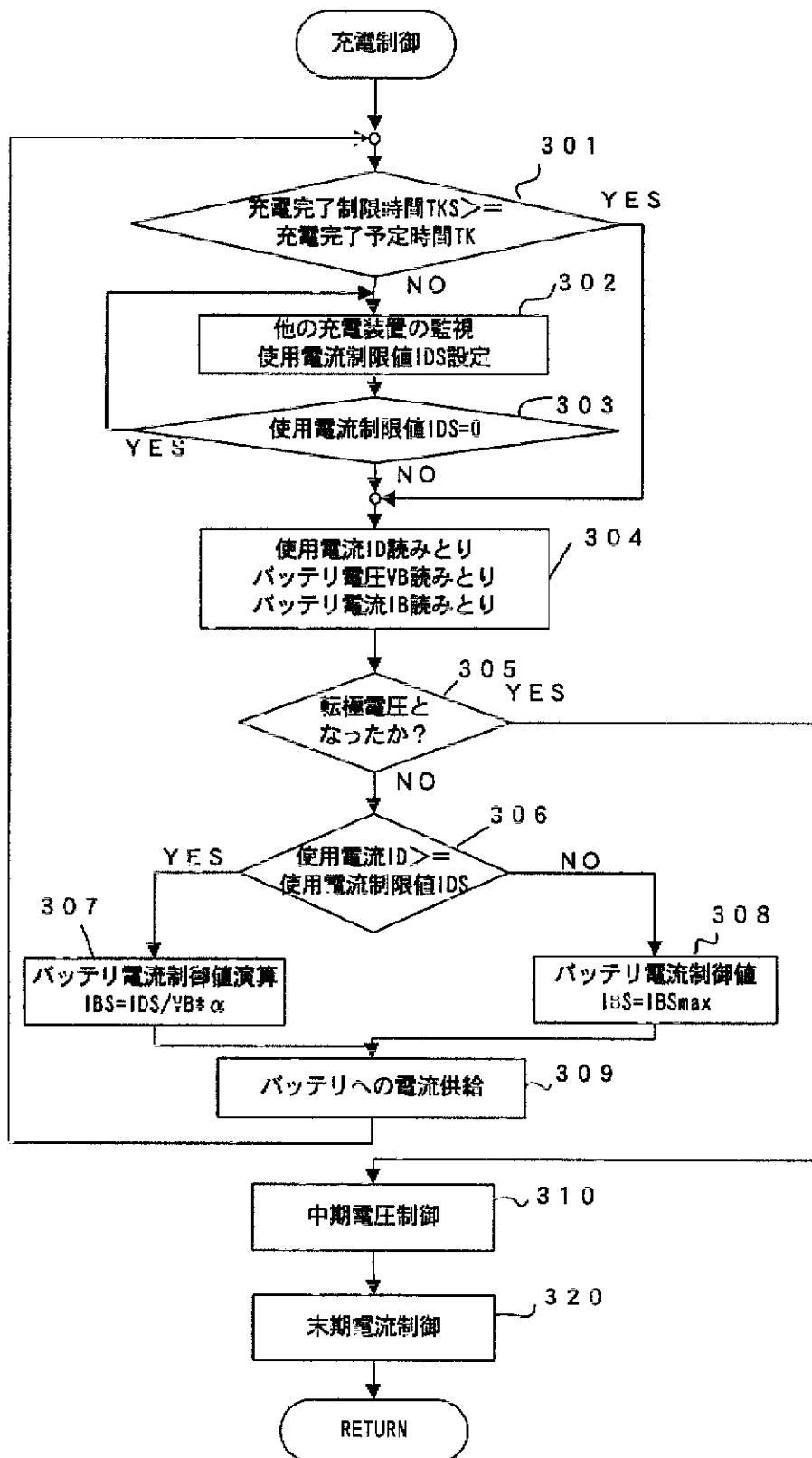
【図4】



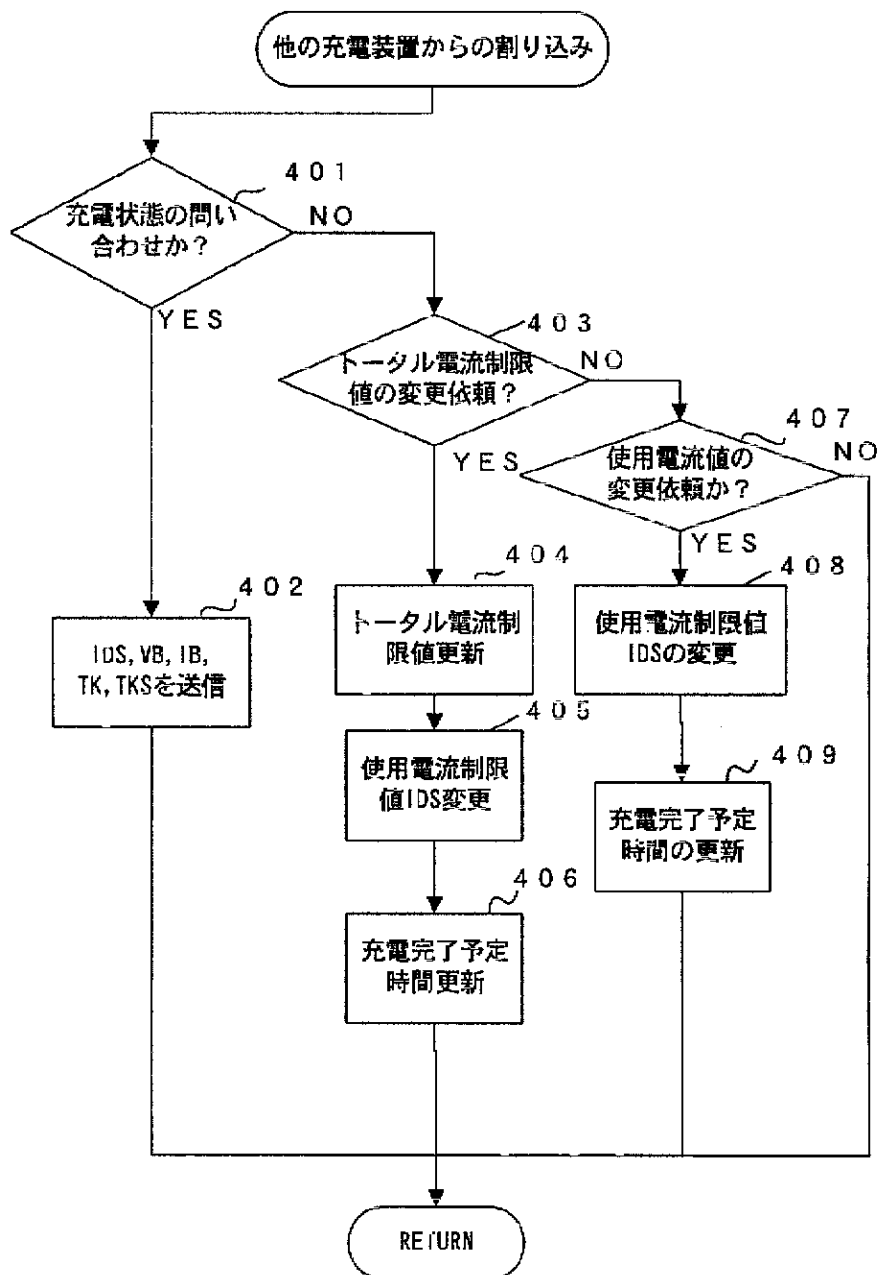
【図5】



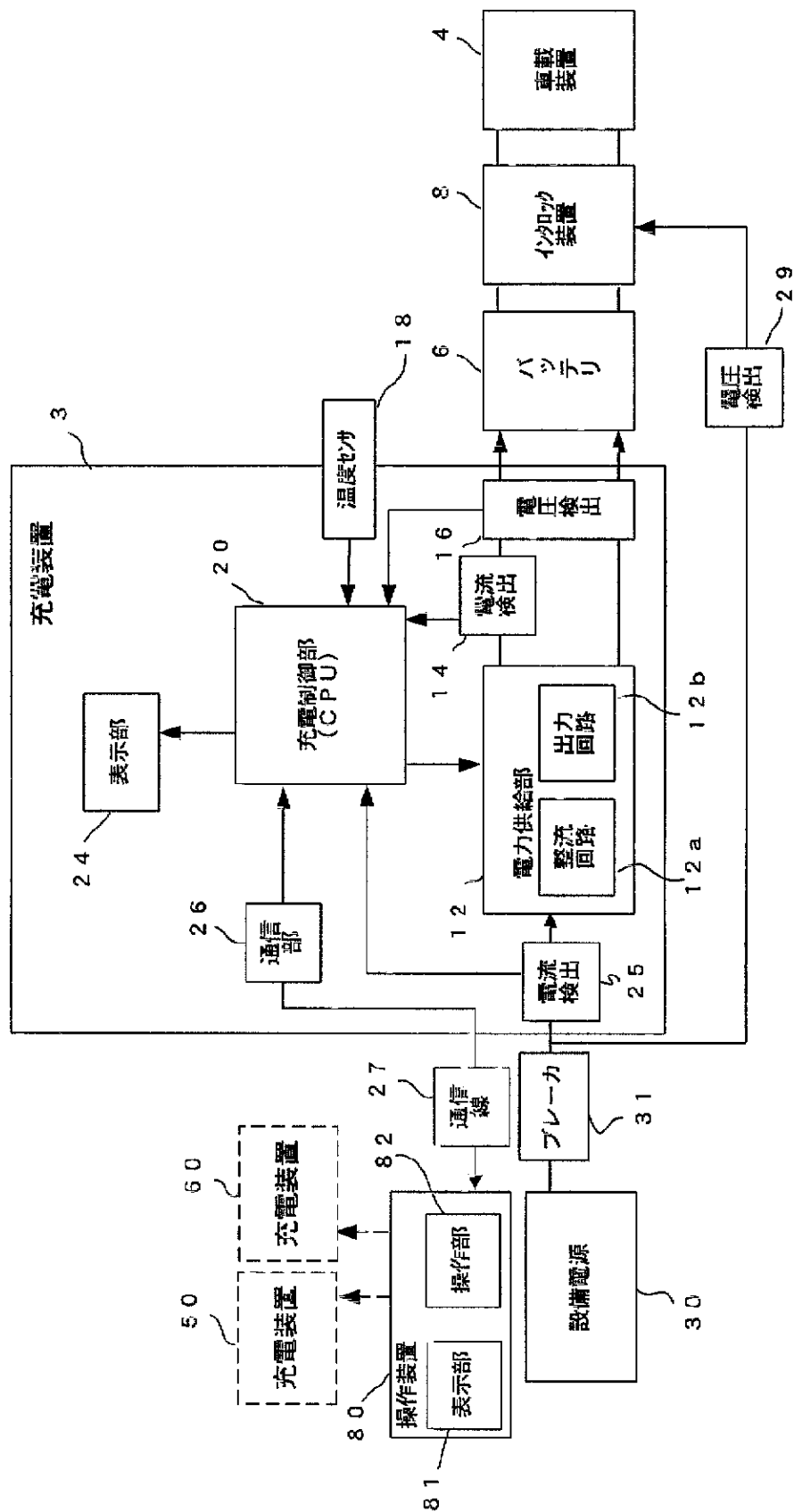
【図6】



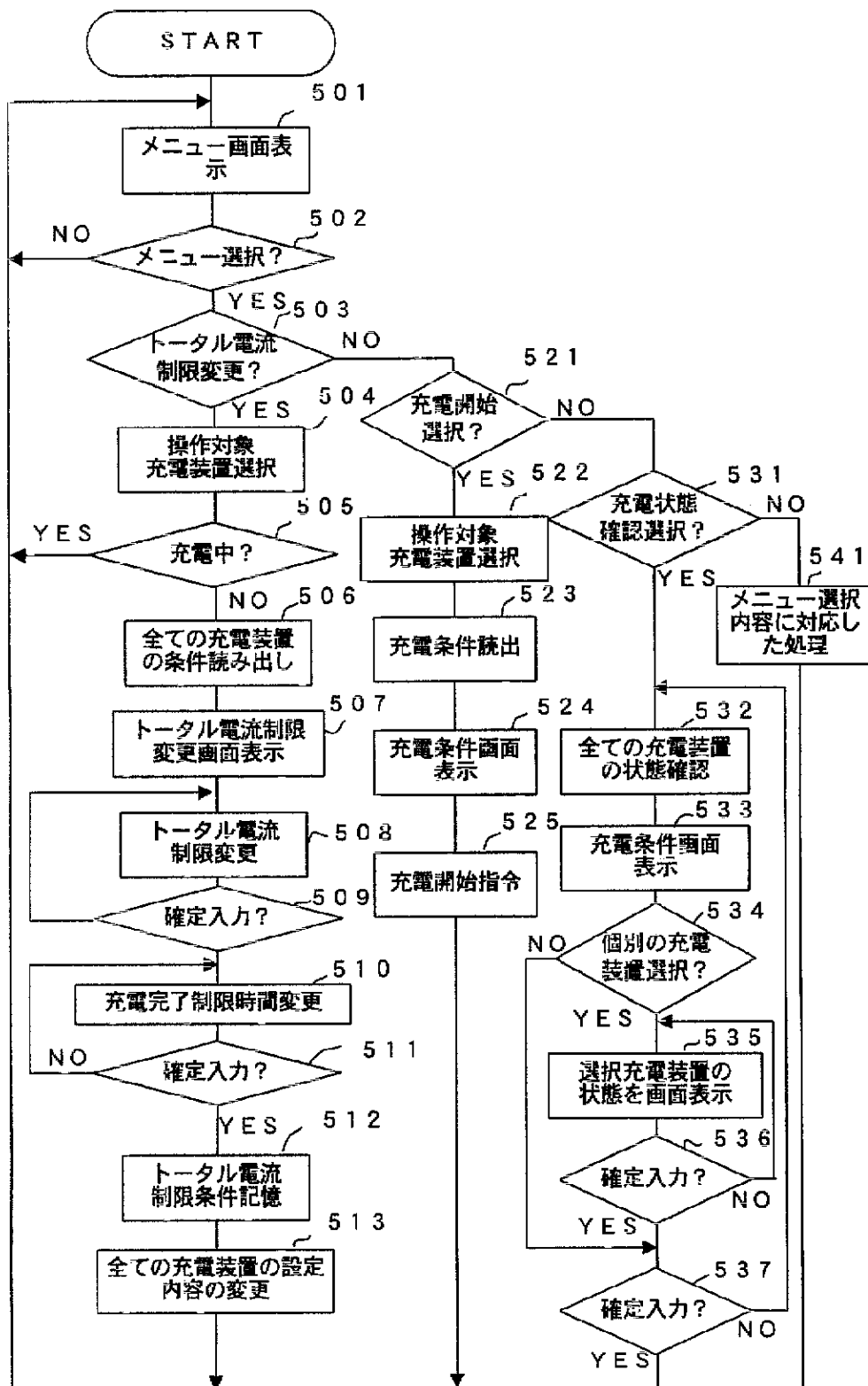
【図7】



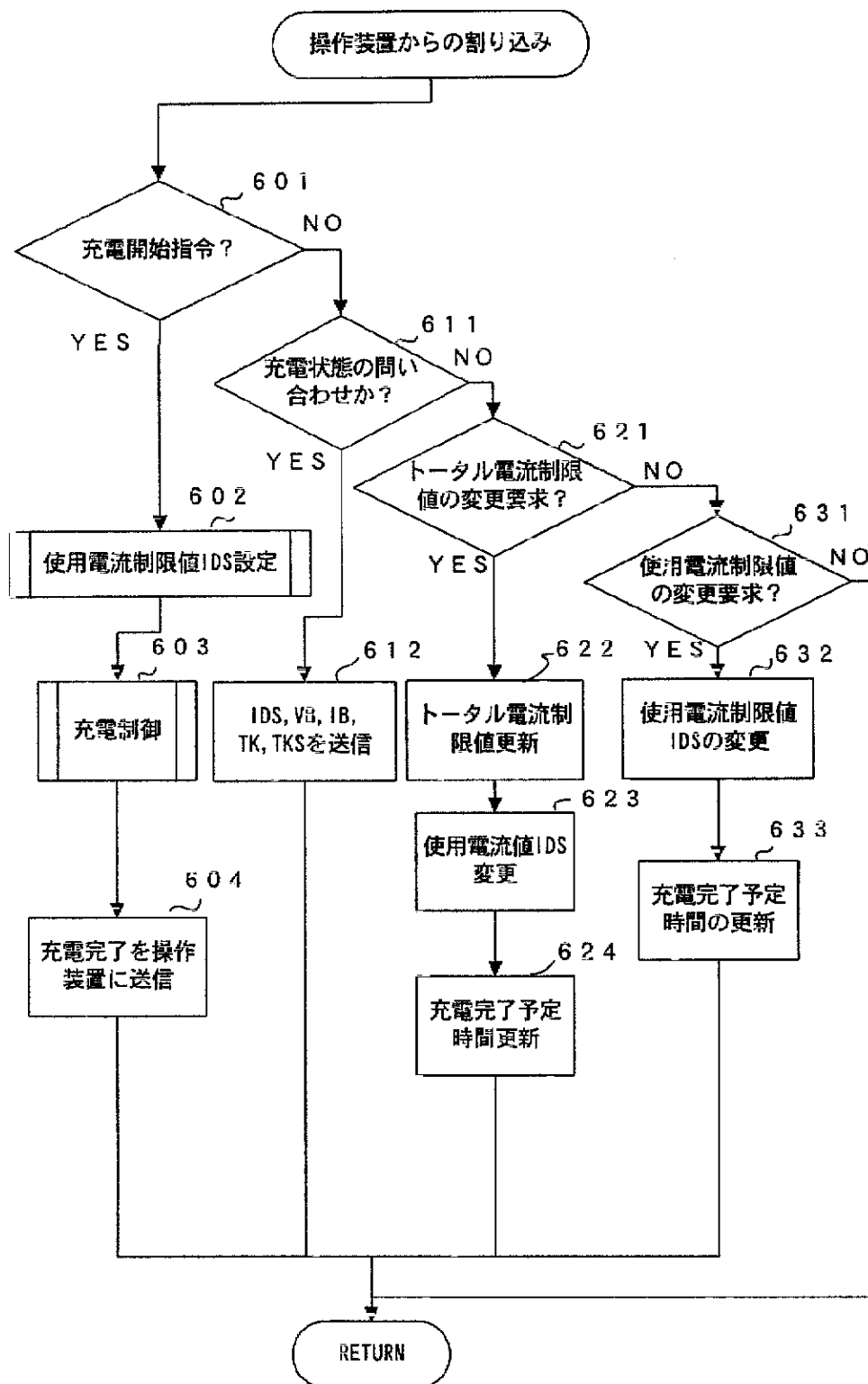
【図10】



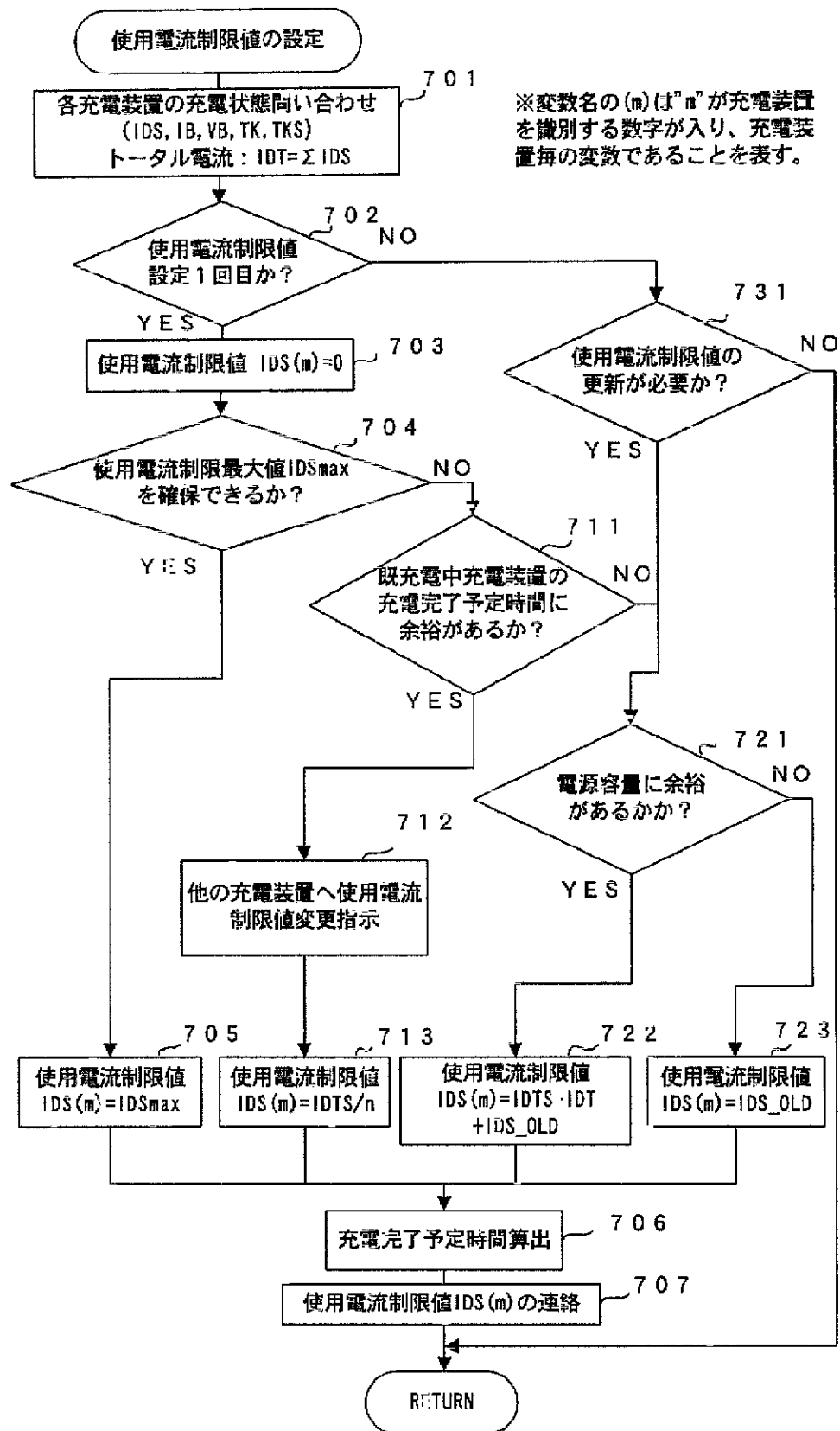
【図11】



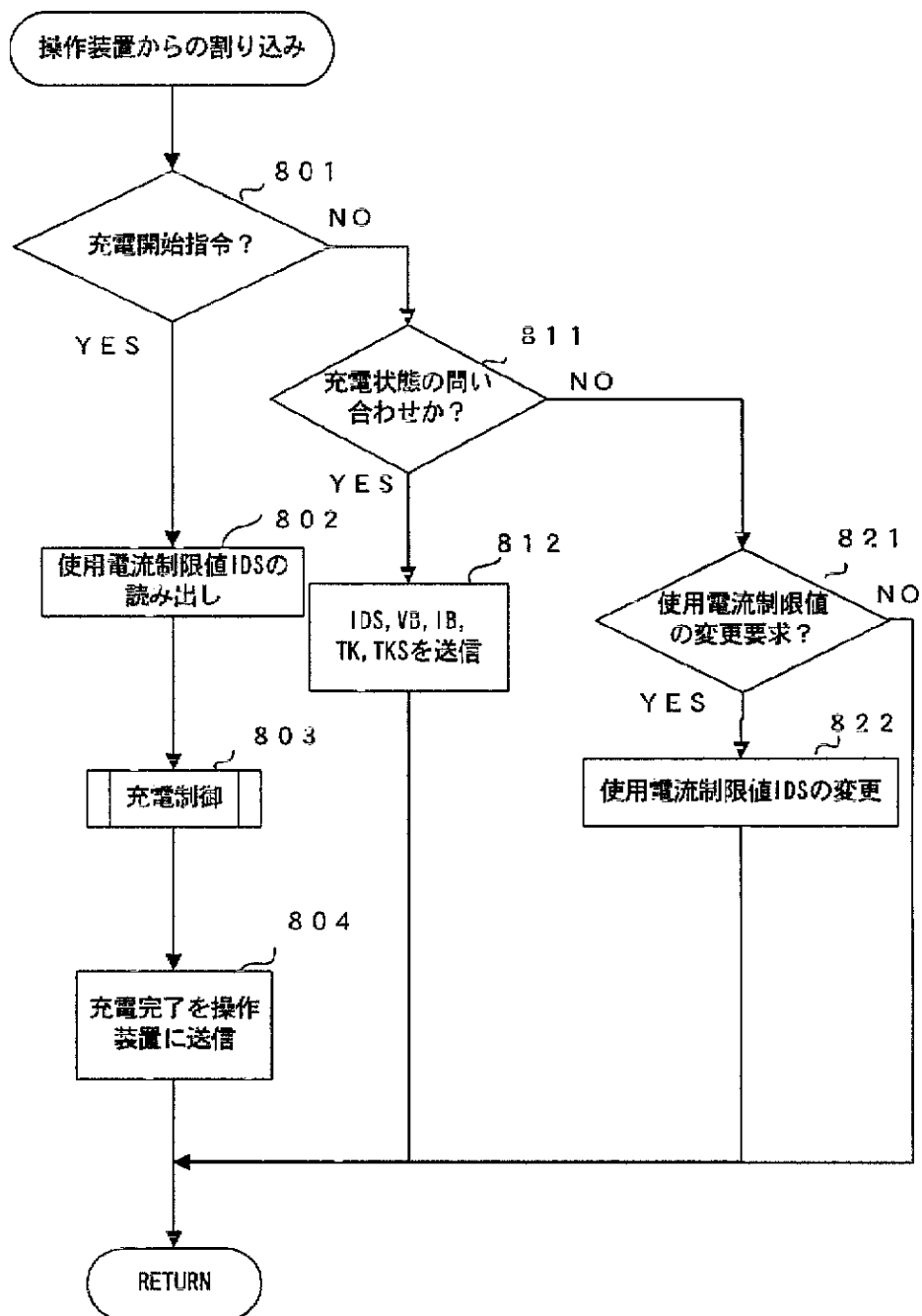
【図12】



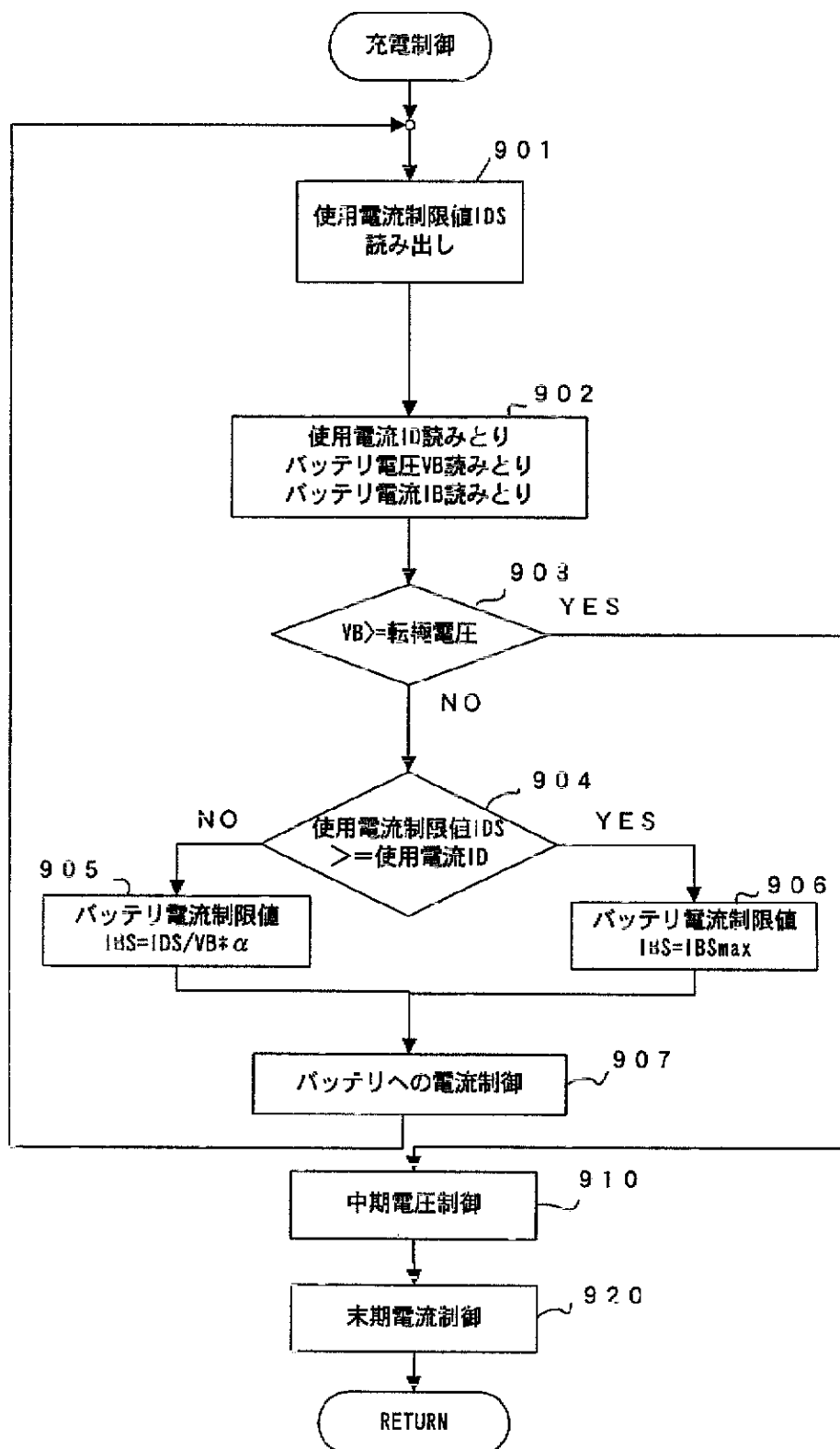
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G003 AA01 BA01 CA02 CA04 CA12
CA14 CB06 GC05
5H030 AA03 AS08 BB01 FF42 FF43
5H115 PA13 PG04 PI16 PO01 PO14
PO15 SE06 TI02 TI05 TI06
TU01 TZ07 TZ09 UB20