

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-313649

(43) 公開日 平成7年(1995)12月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 3 B 69/10

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-114796

(22) 出願日 平成6年(1994)5月27日

(71) 出願人 593077168

淡路フェリーボート株式会社

兵庫県神戸市須磨区外浜町4丁目1番1号

(72) 発明者 山脇 悠一郎

神戸市須磨区外浜町4丁目1番1号 淡路

フェリーボート株式会社内

(72) 発明者 辻 靖基

神戸市須磨区外浜町4丁目1番1号 淡路

フェリーボート株式会社内

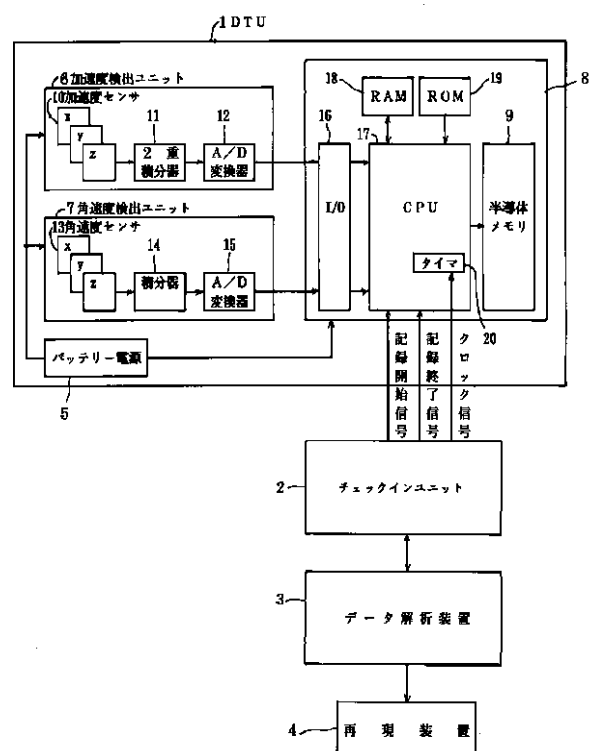
(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 水中移動体の移動データ収集装置及び同装置を備えたスキンドайビングのトレーニングシステム

(57) 【要約】

【目的】 スキンドайビングの移動軌跡を正確に再現できるようにする。

【構成】 ダイバーが移動データ収集装置を携帯し潜水するに先立って、チェックインユニット2にDTU(トレーニングユニット)1をセットし、データの記録開始のための初期化を行ったうえで、遊泳を開始し、その遊泳時におけるダイバーの移動動作をDTU1の三次元加速度センサ10と三次元角速度センサ13とにより検出し、予め設定された微小値範囲に含まれるセンサの検出値は半導体メモリ9に記録せず、その範囲を超過する有意な検出データのみを記録する。以後、終了のチェックアウト操作を行うまでにDTU1により取り込まれたデータを正式な有意データとしてデータ解析装置3で解析し、その処理内容に基づき再現装置4の三次元マップ上にスキンドайビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリー電源と、移動体の水中移動時における加速度を検出するための三次元加速度センサと、前記移動体の水中移動時における回転速度を検出するための三次元角速度センサと、前記バッテリー電源によりバックアップされた半導体メモリと、前記三次元加速度センサ及び三次元角速度センサの検出出力がそれぞれ予め設定された微小値範囲を超過しない場合を除きその検出出力値を前記移動体の水中移動中における三次元移動データとして前記半導体メモリに記録する制御手段とが装置本体に設けられていることを特徴とする水中移動体の移動データ収集装置。

【請求項2】 装置本体は、ダイバーに着脱自在に構成されている請求項1の水中移動体の移動データ収集装置。

【請求項3】 制御手段は、ダイバーがスキンドイビングを行った後に、その三次元軌跡を図示するうえで必要な三次元移動データを、そのデータが与えられた時刻とともに時系列的に半導体メモリに記録する機能を具備している請求項1の水中移動体の移動データ収集装置。

【請求項4】 請求項3の水中移動体の移動データ収集装置と、この移動データ収集装置と電気的に接続可能で該移動データ収集装置の半導体メモリに記録された三次元移動データを解析するデータ解析装置と、このデータ解析装置の処理内容に基づき三次元マップ上にスキンドイビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現する再現装置とを具備することを特徴とするスキンドイビングのトレーニングシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水中移動体の移動軌跡を電気的データとして記録するデータ収集装置及び、この水中移動体の移動データ収集装置を含み、該装置を用いて記録されたダイバーの遊泳軌跡を海図あるいはコンピュータグラフィックで表現される背景画面の中に正確にプロットすることが可能なスキンドイビングのトレーニングシステムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、アクアラング(商標名)を装着して行うスキンドイビングが盛んに行われるようになってきているが、スキンドイビングは水中で行うものであるため、海流等の水流や深度の影響等による危険が常につきまとうものであるため、初心者トレーニングは不可欠なものである。また、基礎的なダイビング技術を修得した者についても更に高度な潜水技術をマスターするためには、それに対応するトレーニングが必要となる。

【0003】このようなスキンドイビングのトレーニングは、それに適した海域等を定めて行われているが、トレーニングを実施するにあたっては、その訓練の効果を高めるために、ダイバーの遊泳軌跡を正確に認識するこ

とが重要となる。そのためにはスキンドイビングの事後に、ダイバーの遊泳軌跡を図面上において表示する必要があるが、従来ではダイバーが遊泳終了後に、該ダイバーがたどった軌跡を教官あるいは本人が記憶しておき、その記憶に基づいて図面上に表示するしかなかった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように一定の水域内で遊泳を行う場合であっても、水中でのスキンドイビングは該水域内を平面的に移動する二次元移動に加えて潜水深度が加わるため、三次元移動となり、しかも、水中における距離感覚は陸上におけるそれとは可成り相違することから、遊泳の後にダイバーがたどった軌跡を、ダイバー自身あるいは教官が図面上において正確に表示することは極めて困難であり、抜本的な改善が望まれていた。

【0005】本発明は、上記のような問題点を鑑みてなされたもので、携帯可能、且つ、手軽で安価に作製できる水中移動体の移動データ収集装置及び、スキンドイビングの事後におけるコンピュータによるデータ解析によって移動軌跡を正確に再現することが可能なスキンドイビングのトレーニングシステムを提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の水中移動体の移動データ収集装置は、バッテリー電源と、移動体の水中移動時における加速度を検出するための三次元加速度センサと、前記移動体の水中移動時における回転速度を検出するための三次元角速度センサと、前記バッテリー電源によりバックアップされた半導体メモリと、前記三次元加速度センサ及び三次元角速度センサの検出出力がそれぞれ予め設定された微小値範囲を超過しない場合を除きその検出出力値を前記水中移動体の水中移動中における三次元移動データとして前記半導体メモリに記録する制御手段とを装置本体に設けたものとしている。

【0007】上記構成を備えた水中移動体の移動データ収集装置においては、前記装置本体をダイバーに着脱自在に構成することができ、また、制御手段は、前記ダイバーがスキンドイビングを行った後に、その三次元軌跡を図示するうえで必要な三次元移動データを、そのデータが与えられた時刻とともに半導体メモリに時系列的に記録する機能を備えたものとしてすることができる。

【0008】さらに、本発明のスキンドイビングのトレーニングシステムは、上記構成の水中移動体の移動データ収集装置と、この移動データ収集装置と電気的に接続可能で該移動データ収集装置の半導体メモリに記録された三次元移動データを解析するデータ解析装置と、このデータ解析装置の処理内容に基づき三次元マップ上にスキンドイビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現する再現装置とを具備している。

## 【0009】

【作用】上記構成の水中移動体の移動データ収集装置によると、水中移動体の水中移動動作は加速度センサと角速度センサとにより検出される。各センサの検出値は制御手段を経て半導体メモリに記録されるが、このときセンサによる検出値を0または微小値を含めて全て記録するようにすると、大容量の半導体メモリが必要になる。このため、制御手段では予め設定された微小値範囲に含まれるセンサの検出値は半導体メモリに記録せず、その範囲を超過する有意な検出データのみを記録するように構成することにより、装置の小型コンパクト化を実現できるものでありながら、比較的長時間に亘る水中移動軌跡のデータ記録も可能になる。

【0010】また、この収集装置をダイバーが携帯できるように構成すれば、スキンドイビングのトレーニングシステムの一環として使用することができる。さらに、制御手段に時系列的にデータを記録する機能をもたせることにより、ダイバーがスキンドイビングを行った後に、その三次元軌跡を図示するうえで必要な三次元移動データは、そのデータが与えられた時刻とともに時系列的に記録することができ、精度の高いものとなるばかりでなく、ダイバーの水中での動作経過を忠実に再現することが可能になる。

【0011】上記構成のトレーニングシステムによると、ダイバーが移動データ収集装置を携帯し潜水するに先立って、データの記録開始と終了のトリガとするために、記録開始及び終了時にチェックイン操作とチェックアウト操作を行い、チェックイン操作により、移動データ収集装置におけるデータ処理の初期化を行う。以後、終了のチェックアウト操作を行うまでに該収集装置により取り込まれたデータを正式な有意データとしてデータ解析装置で解析し、その処理内容に基づき三次元マップ上にスキンドイビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現することができる。

## 【0012】

【実施例】以下、本発明をスキンドイビングのトレーニングシステムに適用した実施例を図面を参照しながら説明する。図1は本実施例に係るスキンドイビングのトレーニングシステムの全体構成をブロックで示している。また、図2及び図3はその一部の機械的構成を模式的に示している。この図において、1は水中移動体の移動データ収集装置としてのトレーシングユニット（以下、Diver's Tracing Unitを略してDTUという）、2はチェックインユニット、3はデータ解析装置、4はCRTやELパネル等のディスプレイを備えた再現装置である。

【0013】これらの装置1～4を備えたシステムによれば、DTU1で収集されたダイバーの遊泳時における三次元移動データがデータ解析装置2で解析され、その解析処理内容に基づき、再現装置4のディスプレイに構成された三次元マップ上にスキンドイビングの全行程を

時系列的且つ動的に表示再現することができる。

【0014】すなわち、DTU1は、その外殻を構成する装置本体1aが比較的高度な水密性を有するように構成されており、該装置本体1a内に全ての構成部品をコンパクトに内装して携帯可能としたものであり、ダイバーの身体の適所に任意に着脱自在で、スキンドイビングを行う際にダイバーが身に装着することにより、該ダイバーの水中での移動距離及び移動方向の検出を行う。

【0015】このDTU1の装置本体1a内には、充電式バッテリー等からなる独立バッテリー電源5、加速度検出ユニット6、角速度検出ユニット7、制御手段としてのインテリジェント型コンピュータ8及び、バッテリー電源5によりバックアップされた半導体メモリ9を備えている。

【0016】加速度検出ユニット6はジャイロセンサからなる三次元加速度センサ10、2重積分器11及びA/D変換器12を内蔵しており、移動体としてのダイバーの水中移動時における加速度を検出する。同様に角速度検出ユニット7はジャイロセンサからなる三次元角速度センサ13、積分器14及びA/D変換器15を内蔵しており、ダイバーの水中移動時における回転速度を検出する。そして、加速度検出ユニット6からのデータを処理することによってダイバーの位置を、また、角速度検出ユニット7からのデータを処理することによって、ダイバーの回転（進行方向）を精度よく認識することができる。

【0017】また、コンピュータ8は加速度検出ユニット6及び角速度検出ユニット7のためのI/Oポート16、CPU17、CPU17の記録動作の作業領域となるRAM18及び、CPU17の動作に必要なプログラムを記憶しているROM19を備えている。また、CPU11にはタイマ20がソフト的に構成されており、このタイマ20によって、連続的に変化する加速度データと角速度データとから算出される移動距離に、時刻を付加したデータを半導体メモリ9に時系列的に記録することができる。

【0018】図3に示すように、チェックインユニット2はスキンドイビング時の水中遊泳データの記録開始と終了のトリガとするために、記録開始及び終了時にチェックイン操作とチェックアウト操作を行うために設けられたもので、カウンタ型式に形成され、再現装置4に設けられた表示部に対応する位置に設置されている。

【0019】このチェックインユニット2の上面にはDTU1のセット部21及び開始ボタン22、終了ボタン23が設けられており、セット部21にDTU1を所定の向きでセットすると、該DTU1が電氣的に接続された状態となり、これによってスキンドイビングのスタート時においてDTU1の初期化を行うとともに、スキンドイビング終了時においてデータ記録終了処理をDTU1に与える。

【0020】データ解析装置3はコンピュータにより構成されており、DTU1で収集されたダイバー遊泳時のデータを事後に解析処理し、事前に実測され作成されたコンピュータ上のコンピュータグラフィック立体マップに重ね合わせて、ダイバーの水中遊泳軌跡を再現装置4のディスプレイに完全に表示、再現するものである。なお、ダイバーの水中遊泳軌跡はディスプレイ表示に限られるものではなく、例えば海図等に重ねて印刷する等、現在使用されている種々の表示手段に対応させることができる。

【0021】次に、上記構成のスキンドビングのトレーニングシステムの実際的な動作について説明すると、まず、操作の概要は、次に示す5段階の手順を踏む。

- ① DTU1をチェックインユニット2のセット部21に決められた向きで載置することにより、セットを完了し、開始ボタン22を押す。
- ② DTU1をダイバーの身体適所に固定する。
- ③ ダイバーが予め設定された水域でのスキンドビングを行う。
- ④ スキンドビングの終了時点でDTU1を取り外し、再度チェックインユニット2のセット部21にセットした後、終了ボタン22を押す。
- ⑤ DTU1をデータ解析装置3にかけ、データ解析を行う。

以上の操作手順のそれぞれについて、より具体的な操作及びそのときのシステム各部の動作は以下の通りである。

【0022】① DTU1によるデータ記録の開始出発点においてDTU1をチェックインユニット2のセット部21にセットして、開始ボタン22を押したとき、この開始ボタン22のON操作によってチェックインユニット2から現在時刻データがDTU1内のタイマ20にセットされ、続いてDTU1の半導体メモリ9及びデータ収集に必要な各変数の初期化が行われ、以後のデータが正式なデータとして半導体メモリ9に記憶される。

\* 【0023】② DTU1によるスキンドビング時におけるダイバーの動作データの記憶

- (1) まず、ダイバーの移動距離の算出は次のようにして行われる。加速度センサ10からは直前の位置からの進行方向の移動速度の変化、つまり加速度に対して出力が得られるので、これを2重積分器11を経てA/D変換器12でA/D変換した後、一定のサンプリング周期で取り込み、スタート時点からの相対時間を付加してメモリに記録する。このデータは1単位時間前の位置からの移動距離を示すことになる。

【0024】この場合、重要なことは、半導体メモリ9は携帯用に作られているため、そのメモリ容量は有限であるが、この限られたメモリ容量を有効に活用するためには、最大限の有意データを記録する必要がある。本実施例では、このために加速度センサ10の検出出力がそれぞれ予め設定された微小値範囲を超過したものについてのみ半導体メモリ9に記録するようにしている。

- 【0025】すなわち、CPU17はセンサ10、13の出力成分が0か、予め設定した値以下の微小データである間は半導体メモリ9への記録を行わず、次のサンプリング周期で既定値を超えたときに初めて半導体メモリ9に記録するように動作し、これによって不要なデータ記録を省くようにして、有意なデータのみを効果的に収集できるようにしている。

- 【0026】その一例を図4に示す。この図において、いま、ダイバーが時刻 $t_0$ において水中の三次元座標系の点Pに位置しており、微小時間 $\Delta t$ 経過後の時刻 $t_1$ に微小距離 $\Delta L$ だけ移動して点Qに達した場合について、移動距離 $\Delta L$ のX方向成分 $\Delta x$ について考えると、経過時間 $\Delta t$ は、 $\Delta t = t_1 - t_0$   
X方向の速度変化量 $\Delta V_x$ は、 $\Delta V_x = \Delta x / \Delta t$   
X方向の加速度 $\alpha_x$ は、 $\alpha_x = \Delta V_x / \Delta t$   
と表される。

【0027】

【表1】

| 時間の変化   | $t_0$ | $t_1$ | $t_2$ | $t_3$ | $t_4$ | $t_5$ | $t_6$ | $t_7$ | $t_8$ |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 加速度計の出力 | 0     | +1    | +1    | 0     | +2    | 0     | -2    | -1    | -1    |
| 速 度     | 0     | 1     | 2     | 2     | 4     | 4     | 2     | 1     | 0     |
| 位 置     | 0     | 1     | 3     | 5     | 9     | 13    | 15    | 16    | 17    |

【0028】したがって、加速度センサから時系列的に得られたデータを時間で積分することによって速度変化を算出でき、さらに、これを時間で積分することによって移動距離を算出することができる。例えば表1に示す

ように、時刻 $t_0$ に原点(X座標:0)に静止しているダイバーが移動することによって単位時間毎の加速度検出ユニット6からの出力が変化すると仮定し、原点からの位置を算出すると、同表に示す通り結果が得られる。

なお、ここではX方向の移動成分についてのみ表示しているが、Y方向成分、Z方向成分についても同様のプロセスを用いて算出することができる。

【0029】(2) 次に、ダイバーの移動方向の算出は次のようにして行われる。角速度センサ13からは直前の位置からの回転に対して出力が得られ、これを一定のサンプリング周期でA/D変換後、ディジタル値としてCPUに取り込むことによってダイバーの進行方向の変化を算出する。

【0030】いま、ダイバーが水中において、前記 $\Delta t$ 時間内にX-Y面で $\Delta \theta_{xy}$ だけ回転したとすると、X-Y面の角速度 $\Delta \omega_{xy}$ は、 $\Delta \omega_{xy} = \Delta \theta / \Delta t$ と表される。したがって、角速度センサから時系列的に得られたデータを時間で積分器14により積分することによって回転角（移動方向の変化）を算出することができる。

【0031】なお、この場合も、半導体メモリ9の限られたメモリ容量を有効に活用するために角速度センサ13の検出出力がそれぞれ予め設定された微小値範囲を超過したものについてのみ半導体メモリ9に記録するようにしている。

【0032】上記した加速度検出ユニット6及び角速度検出ユニット7の出力を総合することによりダイバーの現在時点における所在位置座標を求めることができる。

【0033】③ DTU1によるダイバー動作データ記録の終了

スキンドайビング終了点において、DTU1をチェックインユニット2のセット部21にセットして、終了ボタン23を押したとき、この終了ボタン23のON操作によってDTU1内に記録されているデータが固定化され、以後のDTU1によるデータ記録が停止する。

【0034】④ データ解析装置3によるデータ解析とダイバー位置座標の算出

データ解析装置3ではDTU1内の半導体メモリ9に時系列的に記録されているスキンドайビング時の移動データを順次読み出し、データ処理を行う。この場合、

(1) まず、出発点の決定は、半導体メモリ9に記録されている最初のデータはチェックインユニット2が設置されている位置にあたるので、これを位置座標原点、つまり出発点とする。

(2) 次に、移動に伴う位置座標の算出は、相対的な経過時間とともに半導体メモリ9に記録されているデータを解析することによって、三次元的な移動軌跡を座標上の値として算出する。

【0035】このようにしてDTU1の半導体メモリ9に収集されたデータを解析して得られたダイバー移動軌跡の全行程は再現装置4のディスプレイに構成された三次元マップ上に時系列的且つ動的に表示再現され、生徒としてのダイバーはその画面を見ながら、教官から指導を受けたりすることができる。

【0036】なお、上記実施例ではDTU1をスキンドайビングのトレーニングシステムの一環として使用したものについて説明したが、その他、水中における種々の移動体の移動軌跡を認識することが必要な諸分野で適用することができるは勿論である。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明の水中移動体の移動データ収集装置によるときは、三次元加速度センサ及び三次元角速度センサを用い、その検出データを半導体メモリに記録できるようにしているので、水中移動体の三次元移動軌跡を正確にたどることができる。

【0038】また、加速度センサ及び角速度センサの検出出力はいずれも予め設定された微小値範囲を超過しない場合を除きその検出出力値を前記移動体の水中移動中における三次元移動データとして半導体メモリに記録するように構成しているので、水中移動体の移動検出値は、有意なデータのみ半導体メモリに記録されることになる。したがって、装置の小型コンパクト化を実現できるものでありながら、比較的長時間に亘る水中移動軌跡のデータを記録することができる。

【0039】請求項2によるときは、水中移動体の移動データ収集装置の本体がダイバーに着脱自在に構成されているので、ダイバーのスキンドайビング時の遊泳の妨げになることもなく、スキンドайビングのトレーニング時等において有効に活用することができる。

【0040】請求項3によるときは、ダイバーがスキンドайビングを行った後に、その三次元軌跡を図示するうえで必要な三次元移動データを、そのデータが与えられた時刻とともに時系列的に記録できるように構成しているので、ダイバーがスキンドайビングを行った後に、その三次元軌跡を図示するうえで必要な三次元移動データは、そのデータが与えられた時刻とともに時系列的に記録することができ、精度の高いものとなるばかりでなく、ダイバーの水中での動作経過を忠実に再現することができる。

【0041】請求項4のスキンドайビングのトレーニングシステムによるときは、前記水中移動体の移動データ収集装置と、この移動データ収集装置と電氣的に接続可能で該移動データ収集装置の制御手段に記録された三次元移動データを解析するデータ解析装置と、このデータ解析装置の処理内容に基づき三次元マップ上にスキンドайビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現する再現装置とを具備するものとしているので、移動データ収集装置により取り込まれたデータを正式な有意データとして解析処理し、その処理内容に基づき三次元マップ上にスキンドайビングの全行程を時系列的且つ動的に表示再現することができる。

【0042】以上要するに本発明によれば、携帯可能、且つ、手軽で安価な収集装置を実現でき、また、スキンドайビングの事後におけるコンピュータによるデータ解

析によって移動軌跡を正確に再現することができるスキンドайビングのトレーニングシステムを提供することができ、従来不可能とも言えたダイバーの遊泳軌跡を、ディスプレイや図面上に正確に表示することができるという優れた効果を発揮するものとなった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例に係るスキンドайビングのトレーニングシステムの全体構成を示すブロック図。

【図 2】 DTU 及びチェックインユニットを模式的に示す側面図。

【図 3】 その平面図。

【図 4】 ダイバーの移動距離の算出を説明するための模式図。

【符号の説明】

\*

\* 1 DTU

1 a 装置本体

2 チェックインユニット

3 データ解析装置

4 再現装置

5 バッテリー電源

6 加速度検出ユニット

7 角速度検出ユニット

8 インテリジェント型コンピュータ

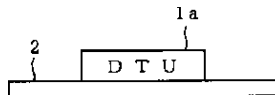
10 9 半導体メモリ

10 三次元加速度センサ

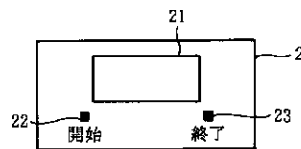
13 三次元角速度センサ

20 タイマ

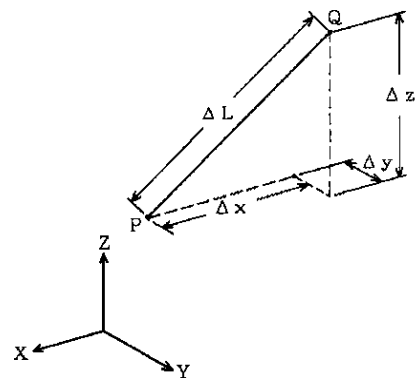
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図1】

