(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 31 033 T2** 2004.12.30

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 803 733 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 31 033.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP96/03033**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 935 372.1**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/014971**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.10.1996**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **24.04.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.10.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **10.12.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.12.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01R 23/00**
G01R 23/16, A61B 5/024

(30) Unionspriorität:
27039595 18.10.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FI, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:
2AYAKAWA, Motomu, Nagano-ken 392, JP;
NAKAMURA, Chiaki, Chiba-shi, Chiba-ken 261, JP

(54) Bezeichnung: **MESSINSTRUMENT, TRAGBARES ELEKTRONISCHES GERÄT UND MESSVERFAHREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Messvorrichtung und ein Messverfahren, die einen Sensor verwenden, um Daten zu erfassen, die sich entsprechend dem Puls oder entsprechend Körperbewegungen zyklisch ändern, und einen Zyklus oder eine Frequenz durch Analysieren der Frequenz des erfassten Wertes ermitteln, um somit eine Pulszahl und eine Körperbewegungsschrittzahl zu ermitteln; und insbesondere auf eine Messvorrichtung und ein Messverfahren, die dafür geeignet sind, in kleine Geräte, wie z. B. tragbare elektronische Geräte, eingebaut oder auf diese angewendet zu werden.

Hintergrundtechnik

[0002] Für die Verwendung eines Sensors zum Erfassen von Daten, die sich entsprechend Vektoren, wie zum Beispiel dem Puls und Bewegungen eines Körpers (Körperbewegungen), wie z. B. einer Pulswelle und einer Beschleunigung, zyklisch ändern, um eine Pulszahl oder eine Körperbewegungsschrittzahl auf der Grundlage der erfassten Daten zu ermitteln, wird ein Verfahren zum Anwenden einer Frequenzanalyse auf die Daten, die in spezifizierten Zeitintervallen erfasst werden, und zum Verwenden des Analyseergebnisses betrachtet. Wenn eine Frequenzanalyse durchgeführt wird, ist es möglich, die erfassten Daten zu digitalisieren und unter Verwendung einer Vorrichtung, wie z. B. eines Mikroprozessors, der eine digitale Berechnung durchführen kann, eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) anzuwenden; eine Analyse kann daher mit einer hohen Geschwindigkeit unter Verwendung einer kompakten Vorrichtung mit einer einfachen Konfiguration durchgeführt werden. Das Analyseergebnis der digitalen Verarbeitung kann z. B. als eine in **Fig.** 15 gezeigte Gruppe diskreter Linienspektren ausgedrückt werden. Das heißt, wenn der Frequenzbereich, der abgetastet werden kann (Abtastfrequenz), gleich 4 Hz ist, und wenn es möglich ist, eine 6-Bit-Abtastadresse zur Verfügung zu stellen, können 64 Abtastpunkte erhalten werden. Die Frequenzanalyse kann dann eine Frequenz mit einer Auflösung von 1/16 Hz als Ausgangswert erzeugen. Wenn z. B. ein Linienspektrum mit einer Spitze bei der 32. Adresse als Ergebnis der Analyse erhalten wird, weisen die erfassten Daten eine Frequenz von 2 Hz auf. Dies wird in eine Pulszahlmessung von 120 Pulsen/Minute übersetzt, wenn die erfassten Daten eine Pulswelle sind, die sich entsprechend dem Puls ändert.

[0003] Wenn jedoch ein Linienspektrum mit einer Spitze bei der 33. Adresse als Ergebnis der nächsten Messung erhalten wird, ist die resultierende Pulszahl gleich 123,75 Pulse/Minute, was nach einer Digitalisierung (Ganzzahlumsetzung) 123 Pulsen/Minute entspricht. Mit anderen Worten, das obenerwähnte System kann keine Pulszahlen zwischen 120 und 123 Pulsen/Minute ausgeben. Auf diese Weise führt die Berechnung einer Pulszahl direkt aus der Frequenz des Linienspektrum, das durch eine Frequenzanalyse erhalten wird, zu unnatürlichen Werten und einer geringen Genauigkeit. Das obenerwähnte Beispiel kann nur einen Wert auf der Grundlage der Umsetzung von 1/16 Hz, was das Linienspektrumsintervall (Auflösung) ist, in eine Pulszahl, d. h. 3,75 Pulse/Minute, oder einen Wert bereitstellen, der in eine ganze Zahl umgesetzt worden ist.

[0004] Um die Genauigkeit der auszugebenden Pulszahl zu verbessern, ist es notwendig, die von der Frequenzanalyse erhaltene Genauigkeit zu verbessern. Zum Beispiel kann die Auflösung verbessert werden durch Erhöhen der Anzahl der Abtastpunkte, was die Datenholzeit verlängert, die ausgedrückt wird als Produkt der Abtastfrequenz und der Abtastpunktzahl. Eine solche Änderung verlängert jedoch tendenziell die Abtastzeit, die zum Sammeln von ausreichenden Daten erforderlich ist, um eine Frequenzanalyse zu erlauben, da die Pulszahl und die Körperbewegungsschrittzahl niedrigere Frequenzen aufweisen. Selbst wenn der Puls mit der obenerwähnten Bedingung gemessen wird, ist eine lange Datenholzeit von etwa 16 Sekunden/Zyklus erforderlich. Wenn folglich die Anzahl der Abtastpunkte erhöht wird, um die Datenholzeit weiter zu verlängern, wird die zum Aktualisieren der Pulszahl erforderliche Zeitspanne extrem lang, wobei als Ergebnis die Pulszahl, die angezeigt wird, eine relativ alte Messung darstellt. Ein tragbarer Pulszähler, der am Arm für eine Echtzeitanzeige der Pulsmessung getragen wird, oder ein tragbares elektronisches Gerät, das mit einer Pulsmessfunktion ausgestattet ist, ist daher nicht fähig, Pulsänderungen auf einer Echtzeitbasis anzuzeigen, was die Einheit unbequem macht und das Verständnis des Zustands des Trägers erschwert.

[0005] Eine Erhöhung der Anzahl der Abtastpunkte führt ferner zu einem größeren abgetasteten Datenvolumen, was die für die Frequenzanalyse benötigte Zeitspanne erhöht. Da außerdem die Adresse zum Abtasten ebenfalls erhöht werden muss, verursachen diese Faktoren, dass sowohl die Größe als auch die Kosten der Vorrichtung ansteigen. Wenn außerdem die Adresse erhöht werden muss, um einfach die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, ist es notwendig, einen Prozessor zu verwenden, der für andere eingebaute Einrichtungen, wie z. B. einen Uhrmechanismus, zu schnell sein kann, was ein Problem darstellen kann.

[0006] Wenn ein Personalcomputer (PC) für die Analyse verwendet wird, erhöht eine Erhöhung der Zahl der Abtastpunkte auch die Datenmenge, die zum PC gesendet und von diesem verarbeitet werden muss, was eine Verarbeitungsgeschwindigkeits-

herabsetzung hervorruft.

[0007] Es ist daher die Aufgabe dieser Erfindung, eine Messvorrichtung und ein Messverfahren zu schaffen, die Ausgangswerte, wie z. B. eine Pulszahl und eine Körperbewegungsschrittzahl, mit hoher Genauigkeit bereitstellen können, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, und die somit natürlichere Werte ausgeben können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, eine Messvorrichtung und ein Messverfahren zu schaffen, die Daten innerhalb einer kurzen Zeitperiode verarbeiten können, ohne die Datenholzeit oder die Verarbeitungszeit zu verlängern, indem sie ermöglichen, hochgenaue Ausgangswerte anzuzeigen, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, und die eine Pulszahl und eine Körperbewegungsschrittzahl auf einer Echtzeitbasis in einer tragbaren Vorrichtung oder mit einer hohen Geschwindigkeit in einer Verarbeitungsvorrichtung, wie z. B. einem Personalcomputer, ausgeben können. Eine weitere Aufgabe ist, ein kompaktes und kostengünstiges tragbares elektronisches Gerät zu schaffen, in dem mehrere Funktionen eingebaut sind, zusätzlich zu Pulszählungs- und Schrittzahlmessfunktionen, die hochgenaue Werte unter Verwendung einer einfachen Konfiguration auf der Grundlage der Erfindung erzeugen können.

[0008] JP 63210671A offenbart eine Signalleistungsmessvorrichtung, in der ein Signal, das gemessen werden soll, in eine diskrete Fourier-Transformation (FFT) eingegeben wird, wobei Spektralkomponenten derselben diskret an spezifischen Frequenzpunkten berechnet werden. Eine Interpolationsschaltung berechnet einen Gewichtungskoeffizienten für eine gewünschten Frequenzpunkt unter Verwendung von Gewichtungskoeffizienten, die bereits für andere Frequenzpunkte bekannt sind.

[0009] EP 0614070A offenbart einen elektronischen Schrittzähler mit einer Blutpulszählvorrichtung. Ein Anzeigemittel empfängt die Pulsrate des Benutzers von einem Pulswellenberechnungsmittel.

[0010] US 5291081 offenbart eine Vorrichtung zum Erfassen unmodulierter Signale und zum Erlagen von deren Frequenz unter Verwendung einer diskreten Fourier-Transformationsvorrichtung, wobei die Spektralkomponente mit dem maximalen Wert erfasst wird.

[0011] JP 5256883 offenbart ein digitales Verfahren und eine Vorrichtung zum Analysieren einer Frequenz.

[0012] JP 63210671 offenbart eine Signalleistungsmessvorrichtung.

Offenbarung der Erfindung

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Messvorrichtung mit einem Analysemittel geschaffen, das die Frequenz von zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten analysiert, die von einem Sensor erhalten werden, und das Analyseergebnisse in Form digitaler Daten mit einer spezifizierten Auflösung erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner aufweist:
ein Ableitungsmittel, das einen Zyklus oder eine Frequenz als Ausgangswert aus dem Analyseergebnis ableitet, so dass
das Ableitungsmittel den Ausgangswert, der eine Spitze im Analyseergebnis anzeigt, unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der neben der Spitze und auf wenigstens einer Seite derselben erscheint, korrigieren kann und den Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit ableiten kann, die höher ist als die obenerwähnte Auflösung,
wobei das Ableitungsmittel versehen ist mit einem Korrekturrichtung-Bestimmungsmittel, das die für die Korrektur zu verwendende Nebenkeule identifiziert, indem es die Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze vergleicht, und
mit einem Korrekturgrößen-Berechnungsmittel, das die Korrekturgröße bestimmt, indem es die Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwendend identifiziert worden ist, vergleicht, und anschließend den die Spitze anzeigenden Ausgangswert korrigiert.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Messverfahren geschaffen, mit einem Analyseprozess zum Analysieren der Frequenz von zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten, die von einem Sensor erhalten werden, und zum Erzeugen des Analyseergebnisses in Form digitaler Daten mit einer spezifizierten Auflösung, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner aufweist:
einen Ableitungsprozess zum Ableiten eines Zyklus oder einer Frequenz als Ausgangswert aus dem Analyseergebnis, so dass
im Ableitungsprozess der Ausgangswert, der eine Spitze im Analyseergebnis anzeigt, unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der neben der Spitze und auf wenigstens einer Seite derselben erscheint, korrigiert werden kann und der Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit abgeleitet werden kann, die höher ist als die obenerwähnte Auflösung,
wobei der Ableitungsprozess versehen ist mit einem Korrekturrichtung-Bestimmungsprozess zum Identifizieren der für die Korrektur zu verwendenden Nebenkeule durch Vergleichen der Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze, und
mit einem Korrekturgrößen-Berechnungsprozess zum Bestimmen der Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwendend

identifiziert worden ist, und zum Korrigieren des Ausgangswertes, der die Spitze anzeigt.

[0015] Um in der vorliegenden Erfindung hochgenaue Ausgangswerte zu erhalten, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, wird der eine Spitze anzeigende Ausgangswert unter Verwendung der Nebenkeulenwerte korrigiert, die während der Frequenzanalyse auf beiden Seiten des Spitzenwertes erscheinen. Das heißt, die Messvorrichtung gemäß der Erfindung umfasst ein Analysemittel, das die Frequenz von zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten, die von einem Sensor erhalten werden, analysiert und das Analyseergebnis in Form digitaler Daten einer spezifizierten Auflösung erzeugt, und ein Ableitungsmittel, das einen Zyklus oder eine Frequenz als einen Ausgangswert vom Analyseergebnis ableitet, so dass das Ableitungsmittel den eine Spitze anzeigenden Ausgangswert im Analyseergebnis unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der auf wenigstens einer Seite neben der Spitze erscheint, korrigieren kann und einen Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit ableiten kann, die höher ist als die Auflösung.

[0016] Wenn während der Frequenzanalyse der Erfassungsdaten der digitale Wert, der durch die Auflösung des Analysemittels bestimmt wird, d. h. ein bestimmter Abtastpunkt (Adresse), mit der Frequenz der Erfassungsdaten übereinstimmt, wird für diese Adresse eine extrem scharte Spitze erhalten. Wenn im Gegensatz hierzu die Frequenz der Erfassungsdaten nicht mit der Adresse übereinstimmt, d. h. die Frequenz ist zwischen zwei Adressen angeordnet, erscheinen auf beiden Seiten der Spitze und neben derselben Nebenspitzen, die Nebenkeulen anzeigen. Somit ist es möglich, den anhand der Spitzenadresse (des die Adresse angebenden Ausgangswerts) ermittelten Ausgangswert unter Verwendung der Ausgangswerte zu korrigieren, die anhand der Nebenkeulenadressen (die Nebenkeulen angebende Ausgangswerte) ermittelt worden sind, wobei somit der Ausgangswert der Daten, der zwischen dem die Spitze angebenden Ausgangswert und dem die Nebenkeule angebenden Ausgangswert angeordnet ist, mit einer höheren Genauigkeit ermittelt werden kann.

[0017] Da, wie oben erläutert worden ist, die Messvorrichtung gemäß der Erfindung den Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit bereitstellen kann, die höher ist als die Auflösung, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, kann sie die Daten verarbeiten und natürlichere Werte innerhalb einer kurzen Zeitperiode ausgeben, ohne die Datenholzeit oder die Verarbeitungszeit zu verlängern. In einem tragbaren elektronischen Gerät, das sowohl eine Steuervorrichtung, die Signale von einem Sensor verarbeiten kann, als auch eine Anzeigevorrichtung aufweist, die die Ausgabe von dieser Steuervorrichtung anzeigen kann, wobei die Steuervorrichtung mit der obenerwähnten Analysefunktion und einer Bestimmungsfunktion ausgestattet ist, und in die andere Funktionen zusätzlich zu der Funktion zum Messen von zyklischen Erfassungsdaten eingebaut sein können, ist es daher möglich, Pulszahl- und Körperbewegungsschrittzahl-Werte auf einer Echtzeitbasis auszugeben, und außerdem eine kompakte und kostengünstige Konfiguration zu verwenden.

[0018] Als Korrekturverfahren, das Nebenkeulen verwendet, ist ein mögliches Verfahren, eine Korrektur durchzuführen, während die Spitzen- und Nebenkeulenintensitäten nach einer Umsetzung derselben in Muster verglichen werden. Durch Vorsehen des Bestimmungsmittels mit einem Korrekturrichtungbestimmungsmittel, das die für die Korrektur zu verwendete Nebenkeule durch einen Vergleich der Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze identifiziert, und mit einem Korrekturgrößenberechnungsmittel, das die Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwenden identifiziert worden ist, ermittelt und anschließend den die Spitze anzeigenden Ausgangswert korrigiert, können sowohl die Größe als auch die Richtung der Korrektur in einem einfachen Prozess erhalten werden.

[0019] Das Korrekturgrößenberechnungsmittel verwendet einen digitalen Wert nahe der Mesialgröße der Auflösung als die maximale Korrekturgröße und berechnet anschließend eine Korrekturgröße unter Verwendung einer spezifizierten Funktion, um das Verhältnis der Intensität der Nebenkeule, die als für die Korrektur der Spitzenintensität zur verwendend identifiziert worden ist, in einen digitalen Wert umzusetzen, und kann somit eine geeignete Korrekturgröße innerhalb einer kurzen Zeitperiode ermitteln.

[0020] Ein solches Verfahren, das eine Nebenkeule verwendet, um den Ausgangswert, der die Spitze anzeigt, zu korrigieren, um den Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer hohen Genauigkeit zu ermitteln, kann auf Fälle angewendet werden, in denen die Erfassungsdaten in einer Verarbeitungsvorrichtung, wie z. B. einem Personalcomputer, analysiert werden. Das heißt, die vorliegende Erfindung kann ein Messverfahren mit den im Folgenden beschriebenen Schritten zur Verfügung stellen.

1. Analyseprozess, der die Frequenz der zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten, die von einem Sensor erhalten werden, analysiert und das Analyseergebnis in Form digitaler Daten einer spezifizierten Auflösung erzeugt.
2. Ableitungsprozess, der dann, wenn ein Zyklus oder eine Frequenz als Ausgangswert vom Analyseergebnis abgeleitet wird, den Ausgangswert, der die Spitze im Analyseergebnis anzeigt, unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der auf wenigstens einer Seite neben der Spitze er-

scheint, korrigiert und einen Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit ableitet, die höher ist als die Auflösung.

[0021] Wie in der obenerwähnten Messvorrichtung kann der Korrekturprozess innerhalb einer kurzen Zeitperiode durchgeführt werden, indem der Ableitungsprozess mit einem Korrekturrichtungsbestimmungsprozess, der die Nebenkeule identifiziert, die für die Korrektur zu verwenden ist, indem die Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze verglichen werden, und mit einem Korrekturgrößenberechnungsprozess versehen wird, der die Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwendend identifiziert worden ist, ermittelt und anschließend den die Spitze angebenden Ausgangswert korrigiert. Außerdem verwendet der Korrekturgrößenberechnungsprozess einen digitalen Wert nahe der Mesialgröße der Auflösung als maximale Korrekturgröße und berechnet anschließend eine Korrekturgröße unter Verwendung einer spezifizierten Funktion, die das Verhältnis der Intensität der Nebenkeule, die als für Korrektur zu verwendend identifiziert worden ist, relativ zu der Spitzenintensität in einen digitalen Wert umzusetzen, und kann somit eine genauere Korrekturgröße innerhalb einer kurzen Zeitperiode berechnen.

[0022] Ein solches Messverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann als ein Softwareprogramm bereitgestellt werden, das mit den obenerwähnten Prozessen ausgestattet ist, und kann als ein Programm bereitgestellt werden, das in einem Medium gespeichert ist, wie z. B. einem magnetischen Aufzeichnungsmedium oder einem ROM, die von einem Computer oder einem Mikroprozessor gelesen werden können.

Kurze Erläuterung der Zeichnungen

[0023] **Fig.** 1 ist ein Diagramm, das das äußere Erscheinungsbild eines tragbaren elektronischen Gerätes zeigt, in welchem eine Pulszahlmessfunktion unter Verwendung des Messverfahrens gemäß der Erfindung installiert worden ist, und das zeigt, wie dieses Gerät verwendet wird.

[0024] **Fig.** 2 ist ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration des in **Fig.** 1 gezeigten tragbaren elektronischen Gerätes zeigt.

[0025] **Fig.** 3 ist ein Blockschaltbild, das eine schematische Konfiguration des Pulsdatenverarbeitungsbereiches des in **Fig.** 1 gezeigten elektronischen Gerätes zeigt.

[0026] **Fig.** 4 ist ein Diagramm, das schematisch das Spektrum zeigt, das aus der Analyse der Frequenz eines Pulssignals in dem in **Fig.** 3 gezeigten Pulsdatenverarbeitungsbereich erhalten wird.

[0027] **Fig.** 5 ist ein Diagramm, das die Signalform einer Beispielwelle und das Ergebnis ihrer Frequenzanalyse zeigt, um das Korrekturprinzip der Erfindung zu erläutern; **Fig.** 5(a) ist ein Signalformdiagramm, das eine Beispielwelle von 9,0 Hz zeigt; während **Fig.** 5(b) das Analyseergebnis (Spektrum) ist, das aus der Analyse der Frequenz der Erfassungsdaten, in welchem die Beispielwelle erfasst worden ist, erhalten wird.

[0028] **Fig.** 6 hat den gleichen Zweck wie **Fig.** 5; **Fig.** 6(a) ist ein Signalformdiagramm, das eine Beispielwelle von 9,3 Hz zeigt; während **Fig.** 6(b) das Analyseergebnis (Spektrum) ist.

[0029] **Fig.** 7 hat den gleichen Zweck wie **Fig.** 5; **Fig.** 7(a) ist ein Signalformdiagramm, das eine Beispielwelle von 9,5 Hz zeigt; während **Fig.** 7(b) das Analyseergebnis (Spektrum) ist.

[0030] **Fig.** 8 hat den gleichen Zweck wie **Fig.** 5; **Fig.** 8(a) ist ein Signalformdiagramm, das eine Beispielwelle von 9,8 Hz zeigt; während **Fig.** 8(b) das Analyseergebnis (Spektrum) ist.

[0031] **Fig.** 9 hat den gleichen Zweck wie **Fig.** 5; **Fig.** 9(a) ist ein Signalformdiagramm, das eine Beispielwelle von 10,0 Hz zeigt; während **Fig.** 9(b) das Analyseergebnis (Spektrum) ist.

[0032] **Fig.** 10 ist ein Graph, der die **Fig.** 5 bis 9 zusammenfasst und die Änderungen der Intensitäten der Linienspektren zeigt, die an den Positionen von 9 Hz und 10 Hz erscheinen, wenn die Frequenz der Beispielwelle von 9,0 Hz bis 10 Hz verändert wird.

[0033] **Fig.** 11 ist ein Flussdiagramm, das die Verarbeitung im Pulswellendatenverarbeitungsbereich des vorliegenden Beispiels zeigt.

[0034] **Fig.** 12 ist eine Draufsicht des Vorrichtungshauptkörpers des in **Fig.** 1 gezeigten tragbaren elektronischen Gerätes.

[0035] **Fig.** 13 ist ein Diagramm des Vorrichtungshauptkörpers des in **Fig.** 1 gezeigten tragbaren elektronischen Gerätes, aus einer 3-Uhr-Richtung der Armbanduhr betrachtet.

[0036] **Fig.** 14 ist eine Querschnittsansicht der Pulserfassungs-Sensoreinheit, die in dem in **Fig.** 1 gezeigten tragbaren elektronischen Gerät verwendet wird.

[0037] **Fig.** 15 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Ergebnisses der Frequenzanalyse der zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten zeigt.

Beste Ausführungsform zur Implementierung der Erfindung

[0038] Im Folgenden wird eine Ausführungsform der Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert.

[0039] **Fig.** 1 zeigt ein tragbares elektronisches Gerät eines Armbanduhrtyps, das mit der Messfunktion gemäß der Erfindung ausgestattet ist. Dieses tragbare elektronische Gerät **1** besitzt eine Pulszahlmessfunktion, die eine Pulswelle messen und anzeigen kann, zusätzlich zu einer Uhrfunktion, die als Armbanduhr verwendet werden kann, und ist so gestaltet, dass das Messverfahren gemäß der Erfindung angewendet werden kann, wenn eine Pulszahl von einer Pulswelle abgeleitet wird. Wie in der Figur gezeigt ist, ist das tragbare elektronische Gerät **1** in dieser Ausführungsform mit einem Vorrichtungshauptkörper **10** ausgestattet, der eine Armbanduhrstruktur besitzt, wobei dieser Hauptkörper einen Steuerbereich **5** und dergleichen zum Implementieren der obenerwähnten verschiedenen Funktionen aufweist. Eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13**, die verschiedene Daten wie z. B. die Zeit und die Pulszahl anzeigt sowie eine Benutzerschnittstellenfunktion ausführt, ist auf der Oberfläche des Hauptkörpers **10** installiert; wobei ferner mehrere Betätigungsschalter **111**, **112**, **113**, **114**, **115**, **116** und **117** zum Steuern der verschiedenen Funktionen auf den oberen Flächen und Seitenflächen des Hauptkörpers **10** installiert sind. Außerdem ist eine Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** über ein Kabel **20** mit dem Hauptkörper **10** verbunden, so dass Pulswellen vom Finger erfasst werden können. Das Armband **12**, das von der 12-Uhr-Richtung der Armbanduhr (im Folgenden werden alle Richtungen bezüglich des Hauptkörpers **10** ausgedrückt durch die Zifferblattrichtungen angegeben) um das Handgelenk gewickelt ist und in 6-Uhr-Richtung befestigt ist, ist am Hauptkörper **10** installiert, was ermöglicht, dass der Vorrichtungshauptkörper **10** abnehmbar am Handgelenk eines Benutzers angebracht werden kann.

[0040] **Fig.** 2 zeigt eine schematische Konfiguration eines elektronischen Gerätes **1** dieser Ausführungsform in einem Blockschaltbild. Das elektronische Gerät **1** dieser Ausführungsform ist um einen Steuerbereich **5** konfiguriert, der ein Element wie z. B. einen Mikroprozessor umfasst und versehen ist mit einem ROM **3**, der die Programme und Daten speichert, die für die Verarbeitung im Steuerbereich **5** notwendig sind, sowie mit einem RAM **4**, der als vorübergehender Speicherbereich für die Verarbeitung und zum Sammeln von Messdaten und dergleichen verwendet wird, und einem Steuerbereich **2** zum Steuern des Steuerbereiches **5**. Der Steuerbereich **2** ist mit verschiedenen Schaltern **111** bis **117** versehen, die auf den oberen Flächen und Seitenflächen des Hauptkörpers **10** installiert sind, wie oben erläutert worden ist. Außerdem ist das elektronische Gerät **1** dieser Ausführungsform mit einer Flüssigkristalltafel **13** für eine Benutzerschnittstelle versehen, wie oben erläutert worden ist, wobei die Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** Informationen anzeigt, wie z. B. die Zeit, Messdaten und den Verarbeitungsmodus.

[0041] Das elektronische Gerät **1** dieser Ausführungsform ist außerdem mit einer Echtzeituhr-(RTC)-Einheit **6** versehen, die eine Oszillationsfunktion für die Zeitmessung, eine Funktion für die Messung der Tageszeit und des Datums und dergleichen aufweist; sowie mit einem Uhrverarbeitungsbereich **60**, der die Uhroperationen als eine Uhr oder eine Stoppuhr durchführt, und der unter Verwendung der Funktionen diese RTC-Einheit **6** konfiguriert ist. Außerdem ist das elektronische Gerät **1** dieser Ausführungsform mit einem Pulswellenverarbeitungsbereich **55** ausgestattet, der Pulse unter Verwendung des Steuerbereichs **1** messen kann, um die Signale vom Pulswellensensor **30** zu verarbeiten, der über das Kabel **20** mit dem Hauptkörper **10** verbunden ist.

Über den Pulswellendatenverarbeitungsbereich

[0042] **Fig.** 3 zeigt mehr Einzelheiten über den Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform. Der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform ist so gestaltet, dass er fähig ist, eine Pulszahl zu ermitteln, die auf dem Ergebnis beruht, das von der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** eingegeben wird, und den ermittelten Wert auf der Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** anzuzeigen.

[0043] Wie im Folgenden genauer beschrieben wird, ist der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform mit einer Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** ausgestattet, die an einem Finger montiert ist und Pulswellen als Analogsignale erfassen kann, und Analogsignale einem Operationsverstärker **551** des Steuerbereiches **5**, der innerhalb des Hauptkörpers **10** aufgenommen ist, von der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** über das Kabel **20** bereitstellen kann. Die Erfassungsdaten der von der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** erfassten Analogsignale werden vom Operationsverstärker **551** verstärkt und für jede Frequenz mittels der Abtast-Halteschaltung **552** des Steuerbereiches **5** abgetastet. Das abgetastete Ergebnis wird vom A/D-Umsetzer **553** des Steuerbereiches **5** in ein Digitalsignal umgesetzt und vorübergehend im Pulswellendatenspeicherbereich **554** des RAM **4** gesammelt. Die Frequenz der im Pulswellendatenspeicherbereich **554** gesammelten Daten wird analysiert, um einen Puls zu ermitteln. Selbstverständlich ist es auch möglich, eine Verarbeitungsvorrichtung zu verwenden, um die im Pulswellendatenspeicherbereich **554** gesammelten Daten zu analysieren, indem die Daten zu einer Verarbeitungsvorrichtung, wie z. B. einem

Personalcomputer, übertragen werden oder die Daten über ein Speichermedium zugeführt werden.

[0044] Ferner ist in dem Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform die CPU **51** des Steuerbereiches **5** mit einem Datenanalysebereich **52** versehen, der Analyseergebnisse durch Anwenden einer schnellen Fourier-Transformation (FFT) als Frequenzanalyse auf die im Pulswellendatenspeicherbereich **554** gespeicherten Daten erhalten kann, und mit einem Pulszahlableitungsbereich **54**, der eine Pulszahl aus dem Analyseergebnis ableitet. Der Datenanalysebereich **52** ist versehen mit einem Frequenzanalysebereich **52**, der eine FFT-Verarbeitung durchführt, sowie mit einem Pulswellenkomponentenextraktionsbereich **53**, der die Adresse und die Intensität der Spitze und die Adresse und die Intensität der Nebenkeulen, wie im Folgenden beschrieben, aus dem Frequenzanalyseergebnis extrahiert und diese Informationen dem Pulszahlableitungsbereich **54** zuführt. Der Pulszahlableitungsbereich **54** berechnet anschließend die Frequenz der von der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** erhaltenen Erfassungsdaten, wobei eine Pulszahl anhand dieser Frequenz erhalten werden kann.

[0045] Der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform verwendet eine universelle Abtast-Halteschaltung **552** mit einer Abtastfrequenz von 8 Hz, die 7 Bits (128 Punkte) als Abtastadresse verwenden kann. Von den mit dieser Abtast-Halteschaltung **552** abgetasteten Daten werden 4 Hz, was äquivalent zu einer Pulszahl zwischen 0 und 240 Pulsen/Minute ist, und 64 Adressen (64 Abtastpunkte) zum Analysieren der Frequenzen und Bewerten der Analyseergebnisse verwendet. Die digitalen Daten, die als Ergebnis der Frequenzanalyse vom Zyklusanalysebereich **521** erhalten werden, werden diskrete Daten mit einer Auflösung von 1/16 Hz. Wenn diese Daten als Linienspektrum ausgedrückt werden, sind das Ergebnis 64 Linienspektren, die bei 1/16-Hz-Intervallen diskret erscheinen, wie in **Fig.** 4(a) gezeigt ist. Wenn daher die Adresse, die den maximalen Wert (Spitze) des Analyseergebnisses anzeigt, einfach in eine Pulszahl umgesetzt wird, wird ein Wert von 3,75 Pulsen/Minute, der aus der Umsetzung der Auflösung von 1/16 Hz in eine Pulszahl resultiert, erhalten. Dieses Genauigkeitsniveau ist jedoch unzureichend, wie oben erläutert worden ist, was zu einer unnatürlichen Anzeige führt, wenn die Pulszahl auf Echtzeitbasis angezeigt werden muss.

[0046] Aus diesem Grund ist im Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform der Pulszahlableitungsbereich **54**, der die Pulszahlen ableitet, versehen mit einem Korrekturrichtungsbestimmungsbereich **541**, der sich auf die Nebenkeulen P2 und P3 konzentriert, die auf beiden Seiten neben der Spitze P2 erscheinen, und die Richtung (Richtung + oder –) ermittelt, in der die Frequenz anzeigende Spitze P1 auf der Grundlage der Nebenkeulen P2 und P3 zu korrigieren ist, sowie mit einem Korrekturgrößenberechnungsbereich **542**, der eine Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensitäten den Nebenkeulen P2 und P3 mit der Intensität der Spitze P1 ermittelt, wie in **Fig.** 4(b) gezeigt ist.

[0047] Obwohl im Folgenden Einzelheiten dargelegt werden, identifiziert der Korrekturrichtungsbestimmungsbereich **541** dieser Ausführungsform die Nebenkeule, die für die Korrektur verwendet werden soll, durch Vergleichen der Intensitäten der Nebenkeulen P2 und P3; wobei die Richtung der identifizierten Nebenkeule, z. B. die Nebenkeule P2 in **Fig.** 4(b), d. h. die (+)-Richtung, als Korrekturrichtung ermittelt wird. Der Korrekturgrößenberechnungsbereich **542** berechnet anschließend eine Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensität der identifizierten Nebenkeule P2 mit derjenigen der Spitze P1. Wenn die Frequenz der Erfassungsdaten (im Folgenden als "ursprüngliche Frequenz" bezeichnet) nahe der Nebenkeule P2 liegt, wird die Position der Nebenkeule P2 gleich derjenigen der Spitze P1. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache wird der maximale Wert der Korrekturgröße auf einen digitalen Wert nahe der Mesialgröße der Auflösung gesetzt. Der Pulszahlableitungsbereich **54** dieser Ausführungsform ist so gestaltet, dass es eine Pulszahl als eine ganze Zahl ausgibt, wobei der maximale Korrekturwert auf 2 festgelegt ist, da die Auflösung gleich 3,75 Pulse/Minute ist, wie oben erläutert worden ist. Die Intensität der identifizierten Nebenkeule P2 im Vergleich zu derjenigen der Spitze P1 und das resultierende Verhältnis werden als Rp bezeichnet. Der Korrekturwert wird unter Verwendung einer Funktion ermittelt, die einen Korrekturwert Diff von 0 erzeugt, wenn Rp gleich 1/4 oder kleiner ist, einen Korrekturwert Diff von 1 erzeugt, wenn Rp zwischen 1/4 und 1/2 liegt, und einen Korrekturwert Diff gleich 2 (den Maximalwert) erzeugt, wenn Rp gleich 1/2 oder größer ist. In dieser Ausführungsform ist diese Funktion unter Verwendung eines Algorithmus implementiert.

Überblick über die Korrektur

[0048] Bevor die spezifische Verarbeitung erläutert wird, die vom Pulszahlableitungsbereich **54** durchgeführt wird, wird ein Überblick über die Korrektur erläutert, die unter Verwendung der Nebenkeulen durchgeführt werden kann, die auf beiden Seiten neben den Spitzenspektren erscheinen. Es ist zu beachten, dass im folgenden Beispiel die Daten unter Verwendung eines Abtastverfahrens abgetastet werden, das eine Auflösung von 1 Hz zum Erhalten eines Frequenzanalyseergebnisses aufweist, um den Korrekturüberblick einfacher erläutern zu können. Ferner wird eine Wellen, deren Frequenz sich von 9 Hz nach 10 Hz ändert, als eine Beispielwelle verwendet. Die-

se Beispielwelle wird für die spezifizierte Anzahl einer Abtastzahl abgetastet und in digitale Daten umgesetzt. Anschließend wird eine FFT-Verarbeitung für diese digitalen Daten durchgeführt, um das Analyseergebnis zu erzeugen. Das Analyseergebnis ist unter Verwendung von Linienspektren gezeigt, die diskret in Intervallen von 1 Hz erscheinen.

[0049] In **Fig.** 5 ist das Ergebnis der Frequenzanalyse der Beispielwelle mit einer Frequenz von 9,0 Hz, die in **Fig.** 5(a) gezeigt ist, in **Fig.** 5(b) gezeigt. Wie diese Figur zeigt, zeigt das Linienspektrum P1 an der Position 9 Hz eine scharfe Spitze, wenn die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert wird, die in der Beispielwelle von 9,0 Hz erfasst wurden.

[0050] Wenn im Gegensatz hierzu, wie in **Fig.** 6 gezeigt ist, die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert wird, in welchen die Beispielwelle mit 9,3 Hz erfasst wurde, erscheint ein Linienspektrum P1, das eine Spitze an der Position 9 Hz anzeigt, während zusätzliche Linienspektren P2 und P3, die Nebenkeulen mit kleineren Amplituden als das Linienspektrum P1 anzeigen, an den Positionen 10 Hz und 8 Hz auf beiden Seiten der ersten Spitze erscheinen. Die Intensität des Linienspektrums P2, das an der Position 10 Hz erscheint, ist stärker als die Intensität des Linienspektrums P3, das an der Position 8 Hz erscheint, was zeigt, dass das Linienspektrum P2, das eine stärkere Nebenkeule anzeigt, auf der (+)-Seite der Spitze P1 erhalten wird.

[0051] Wenn ferner, wie in **Fig.** 7 gezeigt ist, die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert wird, in welchen die Beispielwelle mit 9,5 Hz erfasst wurde, erscheint ein Linienspektrum P1, das eine Spitze zeigt, an der Position 9 Hz, während zusätzliche Linienspektren P2 und P3, die Nebenkeulen anzeigen, auf beiden Seiten der ersten Spitze erscheinen. In diesem Beispiel ist die Intensität des Linienspektrums P2 für die Nebenkeule bei 10 Hz viel stärker als die Intensität des Linienspektrums P3 für die Nebenkeule bei 8 Hz, ist viel stärker als das Linienspektrum P2 für die in **Fig.** 6 gezeigte Nebenkeule bei 10 Hz, und ist nahezu gleich der Intensität des Spitzenlinienspektrums P1 an der Position 9 Hz.

[0052] Wenn, wie in **Fig.** 8 gezeigt ist, die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert wird, in welchen die Beispielwelle mit 9,8 Hz (was viel dichter an 10 Hz liegt) erfasst wurde, bewegt sich das eine Spitze aufweisende Linienspektrum P1 zu der Position 10 Hz, wobei die Linienspektren P2 und P3, die die Nebenkeulen anzeigen, sich auf beiden Seiten der ersten Spitze zu den Positionen 11 Hz und 9 Hz bewegen. Der Vergleich der Intensitäten dieser Linienspektren P2 und P3, die die Nebenkeulen anzeigen, zeigt, dass das 9-Hz-Linienspektrum P3 auf der (–)-Seite größer ist.

[0053] Wenn außerdem, wie in **Fig.** 9 gezeigt ist, die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert wird, in welchen die Beispielwelle mit 10,0 Hz erfasst wurde, erscheint das Linienspektrum P1, das eine scharfe Spitze anzeigt, an der Position 10 Hz, wobei kaum irgendwelchen Linienspektren erscheinen, die Nebenkeulen anzeigen.

[0054] Diese Ergebnisse sind in **Fig.** 10 zusammengefasst, die die Daten, in denen eine Beispielwelle erfasst worden ist, deren Frequenz sich von 9 Hz nach 10 Hz ändert, ausgedrückt durch die Frequenzanalyseausgabe zeigt. Diese Figur zeigt, dass dann, wenn die Frequenz der Beispielwelle ansteigt, die Intensität des Linienspektrums, das an der Position 9 Hz erscheint, allmählich abnimmt, wie durch die durchgezogene Linie in **Fig.** 10 gezeigt ist. Im Gegensatz hierzu nimmt die Intensität des Linienspektrums, das an der Position 10 Hz erscheint, allmählich ab, wie durch die strichpunktierte Linie gezeigt ist. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann dann, wenn z. B. ein in **Fig.** 6 gezeigtes Analyseergebnis erhalten wird, angenommen werden, dass die ursprüngliche Frequenz zwischen der Frequenz 9 Hz des Linienspektrums P1, das die Spitze anzeigt, und der Position der Frequenz 10 Hz, die die Nebenkeule P2 anzeigt, die stärker ist als die andere Nebenkeule P3, liegt, so dass eine ursprüngliche Frequenz von 9,3 Hz abgeleitet werden kann.

[0055] Das heißt, wenn die Intensitäten der zwei Linienspektren P1 und P2 verglichen werden, indem das Linienspektrum P1, das die Spitze anzeigt, als Zielspektrum behandelt wird und die Linienspektren P2 und P3 der Nebenkeulen, die auf beiden Seiten von P1 erscheinen, als benachbarte Spektren behandelt werden, ist die Intensität des Linienspektrums P2 stärker als diejenige des Linienspektrums P3. Somit kann eine Korrektur der Frequenz von 9 Hz des Zielspektrums (Linienspektrum P1) zur höherfrequenten Seite ((+)-Richtung oder Richtung zu 10 Hz) die Frequenz dichter als die ursprüngliche Frequenz bringen. Da die Differenz (Verhältnis) zwischen dem Zielspektrum (Linienspektrum P1) und dem Linienspektrum P2, das eine Nebenkeule mit starker Intensität anzeigt, im Bereich zwischen 1 : 0,4 und 1 : 0,6 liegt, kann angenommen werden, dass die Korrekturgröße etwa gleich 0,3 Hz betragen sollte.

[0056] Der Prozess, in dem der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform die Frequenz der Erfassungsdaten analysiert und eine Pulszahl ableitet, wird auf der Grundlage des in **Fig.** 11 gezeigten Flussdiagramms erläutert. Zuerst wird ein Frequenzanalyse-(FFT)-Prozess unter Verwendung des Datenanalysebereiches **52** im Schritt ST90 durchgeführt.

[0057] Die Adresse, die die Spitze anzeigt, wird aus dem Ergebnis der Analyse im Schritt ST91 erhalten

und in die Variable Add eingesetzt, die die identifizierte Adresse angibt.

[0058] Als Nächstes wird der Korrekturrichtungsbestimmungsbereich **541** verwendet, um die Korrekturrichtung zu ermitteln. Zuerst wird im Schritt ST101 die Adresse Add, die die Spitze anzeigt, mit 3,75 Pulsen/Minute multipliziert, was die Auflösung des Pulswellendatenverarbeitungsbereichs **55** dieser Ausführungsform ist, um die Pulszahl Pul zu erhalten, die der die Spitze anzeigende Ausgangswert ist. Diese Pulszahl Pul ist der Wert vor der Korrektur.

[0059] Als Nächstes werden in den Schritten ST102 und ST103 die Adressen Add ±1, die vor und nach der Adresse Add kommen und die die Nebenkeulenadressen anzeigen, spezifiziert, wobei die Intensitäten der Nebenkeulen in die Variablen a und b eingesetzt werden. Im Schritt ST104 werden die Variablen a und b verglichen. Wenn die Variable a größer als die Variable b ist, d, h. wenn die Intensität der Nebenkeule in der (+)-Richtung stärker ist als die Intensität in der (–)-Richtung, wird +1 in die Variable Δ eingesetzt, die eine Korrekturrichtung im Schritt ST105 anzeigt, wobei zusätzlich die Intensität (Variable a) der Nebenkeule in der (+)-Richtung (auf der höherfrequenten Seite) in eine Variable c im Schritt ST106 eingesetzt wird.

[0060] Wenn andererseits im Schritt ST104 ermittelt wird, dass die Variable b größer ist als die Variable a, d. h. die Intensität der Nebenkeule in der (–)-Richtung ist stärker als die Intensität der Nebenkeule in der (+)-Richtung, wird –1 in die Variable Δ im Schritt ST107 eingesetzt, wobei zusätzlich die Intensität (Variable b) der Nebenkeule in der (–)-Richtung (auf der niederfrequenten Seite) in die Variable c im Schritt ST108 eingesetzt wird. Der obige Prozess identifiziert die für die Korrektur zu verwendende Nebenkeule und legt die Korrekturrichtung fest.

[0061] Anschließend wird der Korrekturgrößenberechnungsbereich **542** verwendet, um die Korrekturgröße zu ermitteln und die Pulszahl Pul zu korrigieren. Zu diesem Zweck wird zuerst die Korrekturgröße Diff im Schritt ST109 auf null gelöscht. Anschließend wird im Schritt ST110 die Spitzenintensität unter Verwendung der Adresse Add in die Variable h eingesetzt, wobei in den Schritten ST111 und ST112 ermittelt wird, ob die Intensität (Variable c) der identifizierten Nebenkeule gleich 1/4 oder weniger der Spitzenintensität (Variable h), gleich 1/4–1/2, oder gleich 1/2 oder mehr ist. Im Schritt ST111 wird der Wert der Variablen c mit einem Wert verglichen, der gleich 1/4 der Variablen h ist; wobei dann, wenn die Variable c größer ist, im Schritt ST114 in die Variable Diff 1 eingesetzt wird. Ferner wird im Schritt ST112 der Wert der Variablen c mit einem Wert verglichen, der gleich 1/2 der Variablen h ist; wobei dann, wenn die Variable c größer ist, im Schritt ST115 in die Variable Diff 2 eingesetzt wird. Wenn daher die Variable c kleiner als 1/4 der Variablen h ist, wird die Variable Diff auf 0 gesetzt; wenn die Variable c gleich oder größer als 1/4 der Variablen h ist, jedoch kleiner als 1/2 der Variablen h, wird die Variable Diff auf 1 gesetzt; und wenn die Variable c gleich oder größer als 1/2 der Variablen h ist, wird die Variable Diff auf 2 gesetzt. Unter Verwendung der Variablen Diff und Δ, die in den obigen Schritten gesetzt worden sind, wird die Pulszahl Pul entsprechend der Spitzenadresse im Schritt ST113 korrigiert; wobei dann, wenn die Nebenkeulen vorhanden sind, die Pulszahl Pul, die in Richtung zu der Nebenkeule mit einer größeren Intensität verschoben ist, erhalten werden kann.

[0062] Wie oben erläutert worden ist, ist der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform dafür ausgelegt, die Spitzenintensität und die Nebenkeulenintensitäten, deren Frequenzen analysiert worden sind, zu vergleichen und das Vergleichsergebnis zu verwenden, um die die Spitze anzeigende Frequenz zu korrigieren, um eine Frequenz abzuleiten, die dichter an der ursprünglichen Frequenz liegt. In dieser Ausführungsform wird keine Korrektur durchgeführt, wenn die Intensität der Nebenkeule, die für die Korrektur zu verwenden ist, gleich 1/4 der Spitzenintensität oder weniger ist, wobei eine Korrektur von ±1 durchgeführt wird, in Abhängigkeit von der Richtung der für die Korrektur zu verwendenden Nebenkeule, wenn die Nebenkeulenintensität im Bereich von 1/4 bis 1/2 der Spitzenintensität liegt. Eine Korrektur von ±2 wird durchgeführt, wenn die Nebenkeulenintensität 1/2 der Spitzenintensität überschreitet. Obwohl die Auflösung der Pulszahl, die als Ergebnis der Frequenzanalyse erhalten wird, eine Grobheit von 3,75 Pulsen/Minute aufweist, kann somit die Korrektur eine sehr genaue Pulszahl mit einer Auflösung von 1 Puls/Minute und einer Genauigkeit von ±0,5 Pulsen/Minute erzeugen.

[0063] Selbstverständlich ist die Funktion (Algorithmus) zum Erhalten der Korrekturgröße nicht auf die obenbeschriebene beschränkt, wobei es möglich ist, die Korrekturgröße zu berechnen, indem das Verhältnis zwischen der Spitzenintensität und der Nebenkeulenintensität in eine bestimmte Gleichung eingesetzt wird, anstatt einen Algorithmus für die Bewertung zu verwenden. Selbstverständlich ist es auch möglich, für den Intensitätsbewertungswert andere Werte als 1/2 oder 1/4 zu verwenden, wie z. B. 1/3 und 2/3. Obwohl ein Werkzeug, wie z. B. eine gemusterte Tabelle, ebenfalls für die Bewertung der Spitzenintensität und der Nebenkeulenintensitäten verwendet werden kann, kann die Verwendung des obenerwähnten Verarbeitungsverfahrens ausreichend genaue Ausgangswerte innerhalb einer kurzen Zeitperiode erzeugen. Da ferner die vorliegende Erfindung ausreichend genaue Werte erzeugen kann, können natürliche und vernünftige Werte selbst dann angezeigt werden, wenn die Ausgangswerte

kontinuierlich angezeigt werden müssen.

[0064] Da ferner der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55** dieser Ausführungsform die Genauigkeit der Pulszahlen, die Ausgangswerte sind, verbessern kann, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen, können sehr genaue Pulszahlen angezeigt werden, ohne die Datenholzeit zu verlängern. Da außerdem die Abtastzahl nicht ansteigt, nimmt die für die FFT-Verarbeitung benötigte Zeitspanne nicht zu, so dass hochgenaue Pulszahlen mit hohen Geschwindigkeiten berechnet werden können. Durch die Erfassung von Pulswellen durch Montieren von einem elektronischen Gerät **1** eines Armbanduhrtyps dieser Ausführungsform am Handgelenk eines Benutzers können daher Pulszahlen auf dem elektronischen Gerät **1** auf einer Echtzeitbasis angezeigt werden, wobei es möglich wird, die Pulszahlen zeitnah zu überwachen, während der Träger an einem Marathon teilnimmt, geht oder trainiert, um somit den eigenen physischen Zustand zu verstehen und das Training entsprechend anzupassen.

[0065] Da außerdem die Messvorrichtung und das Messverfahren gemäß der Erfindung nicht die Abtastzahlen erhöhen, können hochgenaue Messungen unter Verwendung eines Universaltyps oder eines kleinen und kompakten Typs mit einer begrenzten Anzahl von Adressen für die Verarbeitungseinrichtung, wie z. B. der Abtast-Halteschaltung, die die Pulswellen verarbeitet, durchgeführt werden. Die Erfindung ermöglicht daher auch einer kleinen und kostengünstigen Messvorrichtung, genaue Messergebnisse zu liefern.

[0066] Der Pulswellendatenverarbeitungsbereich **55**, der mit den obenbeschriebenen Funktionen ausgestaltet ist, kann als eine der Funktionen eines elektronischen Multifunktionsgerätes **1** implementiert sein, wie in dieser Ausführungsform, oder kann als ein Pulswellenzähler vorgesehen sein, der mit einer einzelnen Funktion zum Messen von Pulswellen ausgestattet ist. Der Pulszahlbestimmungsprozess, der auf der Grundlage der **Fig.** 11 erläutert worden ist, kann selbstverständlich als Softwareprogramm implementiert sein, wenn Pulswellendaten unter Verwendung eines Personalcomputers und dergleichen analysiert werden. Ein Softwareprogramm, das das Messverfahren gemäß der Erfindung nutzt, kann die ursprüngliche Frequenz oder den Zyklus mit einer hohen Geschwindigkeit und einer hervorragenden Genauigkeit aus den Daten mit einer relativ kleinen Abtastzahl erhalten, und kann somit auf verschiedene Analyseprogramme angewendet werden. Ein solches Softwareprogramm kann als ein Programm bereitgestellt werden, das auf einem Medium, wie z. B. einer Diskette, einer Festplatte, einem magnetischem Aufzeichnungsmedium, einer CD und einem ROM, gespeichert ist, welches von einem Computer oder Mikroprozessor ausgelesen werden kann.

[0067] Die Messvorrichtung und das Messverfahren gemäß der Erfindung sind ferner selbstverständlich nicht auf deren Anwendung auf Vorrichtungen beschränkt, die Pulswellen messen. Zum Beispiel können die Vorrichtung und das Verfahren auf die Messung von Körperbewegungsschrittzahlen unter Verwendung eines Beschleunigungssensors angewendet werden, und können verwendet werden, um Ausgangswerte, wie z. B. die Frequenz und den Zyklus anderer zyklisch veränderlicher Daten, mit hoher Genauigkeit unter Verwendung kleiner Abtastzahlen zu erhalten. Da insbesondere die Messvorrichtung und das Messverfahren gemäß der Erfindung nur eine kleine Abtastzahl benötigen, sind sie sehr geeignet für die Messung von Niederfrequenzdaten, die eine lange Abtastzeit erfordern, und sind geeignet zum Messen von Daten, die sich auf den menschlichen Körper beziehen, wie z. B. die Zahl der Atemzüge, zusätzlich zur Pulszahl und zur Körperbewegungsschrittzahl, die oben beschrieben worden sind.

[0068] Es ist zu beachten, dass die Zahlen, wie z. B. die Auflösung, auf die in der obigen Erläuterung Bezug genommen werden, lediglich Beispiele sind und die Erfindung selbstverständlich nicht auf diese Zahlen beschränkt ist.

Gesamtkonfiguration des tragbaren elektronischen Geräts

[0069] Das obenerwähnte tragbare elektronische Gerät, das mit der Messfunktion gemäß der Erfindung ausgestattet ist, wird im Folgenden genauer erläutert.

[0070] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, ist die Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** über ein Kabel **20** mit dem Hauptkörper **10** des tragbaren elektronischen Gerätes **1** in dieser Ausführungsform, das eine Armbanduhrstruktur aufweist, verbunden. Ein Verbinderstück **80** ist an der spitzen Seite des Kabels **20** vorgesehen, wobei das Verbinderstück **80** abnehmbar im Verbinderbereich **70** installiert werden kann, er an der 6-Uhr-Seite des Vorrichtungshauptkörpers **10** vorgesehen ist. Die Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** wird an einem Bereich zwischen der Basis und dem ersten Gelenk des Zeigefingers angebracht und durch ein Sensorbefestigungsband **40** vor Licht abgeschirmt. Das Anbringen der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** an der Basis eines Fingers auf diese Weise hält das Kabel **20** kurz und verhindert, dass es während des Laufens stört. Ferner fällt bei Betrachtung der Temperaturverteilung zwischen dem Ballen und der Fingerspitze bei kaltem Wetter die Temperatur an der Fingerspitze wesentlich ab, während die Temperatur an der Basis des Fingers relativ wenig absinkt. Das Anbringen der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** an der Basis des Fingers ermöglicht somit, dass eine Pulszahl und dergleichen selbst während des Laufens im Freien an einem kal-

ten Tag genau gemessen werden.

[0071] **Fig.** 12 zeigt den Hauptkörper **10** des tragbaren elektronischen Gerätes dieser Ausführungsform mit abgenommenem Armband und Kabel; **Fig.** 13 zeigt eine Ansicht eines tragbaren elektronischen Gerätes, die aus der 3-Uhr-Richtung des Hauptkörpers erhalten wird.

[0072] Wie in **Fig.** 12 gezeigt ist, ist der Vorrichtungshauptkörper **10** dieser Ausführungsform mit einem Kunststoffuhrgehäuse **11** (Körpergehäuse) versehen, wobei die Oberseite dieses Uhrgehäuses **11** mit einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** (Anzeigevorrichtung) mit einem EL-Hintergrundlicht zum Anzeigen der Laufzeit, der Schrittzahl während des Gehens und der Pulswelleninformationen, wie z. B. der Pulszahl, zusätzlich zur aktuellen Zeit und zum Datum versehen ist. Die Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** ist mit einem ersten Segmentanzeigebereich **131** versehen, der an der oberen linken Seite der Anzeigeoberfläche angeordnet ist, einem zweiten Segmentanzeigebereich **132**, der an der oberen rechten Seite der Anzeigeoberfläche angeordnet ist, einem dritten Segmentanzeigebereich **133**, der an der unteren rechten Seite der Anzeigeoberfläche angeordnet ist, und einem Punktanzeigebereich **134**, der an der unteren linken Seite der Anzeige angeordnet ist. Der Punktanzeigebereich **134** kann verschiedene Typen von Informationen graphisch anzeigen.

[0073] Wie oben erläutert worden ist, ist innerhalb des Uhrgehäuses **11** ein Steuerbereich **5** vorgesehen, der verschiedene Typen von Steuer- und Datenverarbeitungen durchführt, um die Änderung der Pulszahl auf der Grundlage der Daten zu ermitteln, die von der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** erfasst werden, und um das Ergebnis auf der Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** anzuzeigen. Der Steuerbereich **5** ist ferner mit einer Zeitmessschaltung versehen, und kann somit die Normalzeit, die Rundenzeit, eine Zwischenzeit und dergleichen auf der Flüssigkristallanzeigevorrichtung **13** anzeigen.

[0074] Knopfschalter **111** bis **115**, die für externe Operationen, wie z. B. eine Zeiteinstellung und eine Anzeigemodusumschaltung verwendet werden, sind am Umfang des Uhrgehäuses **11** vorgesehen. Zusätzlich sind größere Knopfschalter **116** und **117** auf der Oberfläche des Uhrgehäuses vorgesehen. Ferner ist eine knopfförmige kleine Batterie **59**, die als Stromversorgung für das tragbare elektronische Gerät **1** dient, innerhalb des Uhrgehäuses **11** aufgenommen, wobei von der Batterie **59** elektrische Leistung der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** über das Kabel **20** zugeführt werden kann. Dieses Kabel **20** wird auch verwendet, um das Erfassungsergebnis der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** in den Steuerbereich **5** des Uhrgehäuses **11** einzugeben.

[0075] Da das tragbare elektronische Gerät **1** dieser Ausführungsform eine Multifunktionsvorrichtung ist, muss die Größe des Vorrichtungshauptkörpers **10** erhöht werden, wenn mehr Funktionen hinzugefügt werden. Es ist doch schwierig, den Vorrichtungshauptkörper **10** in den 6- oder 12-Uhr-Richtungen der Uhr zu erweitern, da er an einem Handgelenk getragen werden muss. In dieser Ausführungsform kann daher durch die Verwendung eines Uhrgehäuses **11**, das in den 3- und 9-Uhr-Richtungen länger ist als in den 6- und 12-Uhr-Richtungen, der Vorrichtungshauptkörper **10** einen Steuerbereich aufnehmen, der eine größere Anzahl von Funktionen oder andere funktionale Einheiten implementieren kann. Auch wenn das Uhrgehäuse **11** in den 3- und 9-Uhr-Richtungen erweitert ist, ist das Armband **12** exzentrisch in Richtung zur 3-Uhr-Seite angebracht, was einen großen erweiterten Bereich **109** in 9-Uhr-Richtung der Armbanduhr, vom Armband **12** aus betrachtet, belässt. Ein solcher erweiterter Bereich ist jedoch in 3-Uhr-Richtung nicht vorgesehen. Diese Struktur erlaubt folglich trotz der Verwendung eines langen Uhrgehäuses **11** eine freie Handgelenkbewegung, und eliminiert die Wahrscheinlichkeit, dass der Handrücken während eines Sturzes gegen das Uhrgehäuse **11** stößt.

[0076] Ein flaches piezoelektrisches Element **58** für einen Summer ist, von der Batterie **59** aus betrachtet, in 9-Uhr-Richtung innerhalb des Uhrgehäuses **11** angeordnet. Die Batterie **59**, die schwerer ist als das piezoelektrische Element **58**, ist exzentrisch in 3-Uhr-Richtung angeordnet, so dass der Schwerpunkt des Vorrichtungshauptkörpers **10** in 3-Uhr-Richtung verschoben ist. Da das Armband **12** an einem Punkt nahe dieses Schwerpunkts angebracht ist, kann der Vorrichtungshauptkörper **10** sicher am Handgelenk angebracht werden. Ferner erlaubt die Positionierung der Batterie **59** und des piezoelektrischen Elements **58** in der ebenen Richtung, dass der Vorrichtungshauptkörper **10** dünn ist, wobei eine Batterieabdeckung **118**, die auf der Rückseite installiert ist, wie in **Fig.** 13 gezeigt ist, dem Benutzer erlaubt, die Batterie **59** leicht auszuwechseln.

[0077] Wie in **Fig.** 13 gezeigt ist, ist ein Verbindungsbereich **105** zum Halten eines Anschlagstifts **121**, der am Ende des Armbands **12** installiert ist, in 12-Uhr-Richtung des Uhrgehäuses **11** ausgebildet. Der Aufnahmebereich **106** ist in 6-Uhr-Richtung des Uhrgehäuses **11** vorgesehen, wobei ein Befestigungselement **122**, das den Mittelpunkt des um das Handgelenk gewickelten und in Längsrichtung der Hand zurückgeschlagenen Armbandes in Stellung hält, am Aufnahmebereich **106** ausgebildet ist.

[0078] In 6-Uhr-Richtung des Vorrichtungshauptkörpers **10** ist der Bereich von der Bodenoberfläche **119** zum Aufnahmebereich **106** als ein integraler Teil des Uhrgehäuses **11** ausgebildet und bildet einen Rotati-

onsstoppbereich **108**, der bei etwa 115° der Bodenoberfläche **119** angeordnet ist. Das heißt, wenn das Armband **12** verwendet wird, um den Vorrichtungshauptkörper **10** am oberen Bereich L1 (Seite des Handrückens) des rechten Handgelenks L (Arm) anzubringen, kontaktiert die Bodenoberfläche **119** des Uhrgehäuses **11** fest den oberen Bereich L1 des Handgelenks L, während der Rotationsstoppbereich **108** den Seitenbereich L2 kontaktiert, wo die Speiche R angeordnet ist. In diesem Zustand sitzt die Bodenoberfläche **119** des Vorrichtungshauptkörpers **10** mehr oder weniger rittlings auf der Speiche R und der Elle U, während der Rotationsstoppbereich **108** und der Bereich zwischen dem gebogenen Bereich **109** der Bodenoberfläche **119** und dem Rotationsstoppbereich **108** die Speiche R berührt. Da der Rotationsstoppbereich **108** und die Bodenoberfläche **109** einen anatomisch idealen Winkel von etwa 115° bilden, wie oben erläutert worden ist, dreht sich der Vorrichtungshauptkörper **10** nicht um den Arm L, selbst wenn versucht wird, diesen in Richtung des Pfeils A oder B zu drehen. Da ferner die Rotation des Vorrichtungshauptkörpers **10** nur an zwei Stellen an der Seite des Arms durch die Bodenoberfläche **119** und den Rotationsstoppbereich **108** beschränkt ist, berühren die Bodenoberfläche **119** und der Rotationsstoppbereich **108** sicher den Arm, selbst wenn dieser dünn ist, und bieten einen sicheren Rotationsstoppeffekt und sitzen komfortabel, selbst wenn der Arm dick ist.

Konfiguration der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit

[0079] **Fig.** 14 zeigt einen Querschnitt der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit dieser Ausführungsform. In der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** dieser Ausführungsform wird ein Komponentenaufnahmeraum **300** gebildet, indem ein Rückseitendeckel **302** auf der Bodenseite des Sensorrahmens **36** platziert wird, der einen Gehäusekörper bildet. Eine Leiterplatte **35** ist innerhalb des Komponentenaufnahmeraums **300** angeordnet. Eine LED **31**, ein Phototransistor **32** und andere elektronische Komponenten sind auf der Leiterplatte **35** montiert. Ein Ende des Kabels **20** ist mittels einer Buchse **393** an der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** befestigt, während verschiedene Drähte des Kabels **20** mit verschiedenen Bahnen auf der Leiterplatte **35** verlötet sind. Wie in **Fig.** 1(b) gezeigt ist, ist die Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** am Finger so angebracht, dass das Kabel **20** von der Basis des Fingers zum Vorrichtungshauptkörper **10** verläuft. Die LED **31** und der Phototransistor **32** sind somit längs der Länge des Fingers angeordnet, wobei die LED **31** an der Seite der Fingerspitze angeordnet ist und der Phototransistor **32** an der Basis des Fingers angeordnet ist. Diese Konfiguration bewirkt, dass es für das Umgebungslicht schwierig ist, den Phototransistor **32** zu erreichen.

[0080] In der Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30** ist ein Lichtdurchlassfenster mittels einer durchscheinenden Platte **34** ausgebildet, die aus einer Glasplatte am oberen Bereich des Sensorrahmens **36** gebildet ist, wobei die lichtemittierende Oberfläche und die lichtempfangende Oberfläche der LED **31** bzw. des Phototransistors **32** in Richtung zur durchscheinenden Platte **34** orientiert sind. Aufgrund einer solchen Konfiguration emittiert dann, wenn eine Fingeroberfläche auf eine externe Oberfläche **341** der durchscheinenden Platte **34** gedrückt wird, die LED **31** Licht in Richtung zur Fingeroberfläche, wobei der Phototransistor **32** einen Teil des von der LED **31** emittierten Lichts, der vom Finger reflektiert wird, empfangen kann. Es ist zu beachten, dass die externe Oberfläche **341** der durchscheinenden Platte **34** weiter hervorsteht, als der umgebende Bereich **361**, um seinen Kontakt mit der Fingeroberfläche zu verbessern.

[0081] In dieser Ausführungsform wird eine blaue InGaN-(Indium-Gallium-Stickstoff)-LED als LED **31** verwendet, wobei deren Emissionsspektrum eine Spitze bei 450 nm aufweist und ihre Emissionswellenlängen von 350 bis 600 nm reichen. Passend zu der LED **31** mit solchen Eigenschaften wird ein GaAsP-(Galliumarsenid-Phosphor)-Phototransistor als Phototransistor **32** verwendet, wobei die Lichtempfangswellenlänge des Elements selbst von 300 bis 600 nm mit einigen empfindlichen Bereichen auch bei oder unterhalb von 300 nm reicht.

[0082] Wenn die Pulswellenerfassungs-Sensoreinheit **30**, die so konfiguriert ist, mittels eines Sensorbefestigungsbandes **40** an der Basis des Fingers angebracht wird und Licht von der LED **31** in Richtung zum Finger emittiert wird, erreicht das Licht die Blutgefäße, wobei ein Teil des Lichts vom Hämoglobin im Blut absorbiert wird, und ein Teil desselben reflektiert wird. Das vom Finger (Blut) reflektierte Licht wird vom Phototransistor **32** empfangen, wobei die Änderung der empfangenen Lichtmenge der Änderung des Blutvolumens (Pulswelle im Blut) entspricht. Das heißt, da das reflektierte Licht schwach wird, wenn das Blutvolumen hoch ist, und stark wird, wenn das Blutvolumen niedrig ist, können Daten, wie z. B. eine Pulszahl, durch optisches Erfassen der Intensität des reflektierten Lichts als Pulswellensignal gemessen werden.

[0083] Diese Ausführungsform verwendet eine LED **31** mit einem Emissionswellenlängenbereich zwischen 350 und 600 nm und einen Phototransistor **32** mit einem Lichtempfangswellenbereich zwischen 300 und 600 nm, wobei Vitalinformationen auf der Grundlage von Ergebnissen angezeigt werden, die im überlappenden Wellenlängenbereich zwischen etwa 300 und etwa 600 nm, d. h. Wellenlängen von etwa 700 nm oder kürzer, aufgenommen werden. Wenn eine solche Pulswellenerfassungs-Sensorein-

heit **30** verwendet wird, verwendet selbst dann, wenn das Umgebungslicht den freiliegenden Teil des Fingers erreicht, Licht mit Wellenlängen von 700 nm oder kürzer, das im Umgebungslicht enthalten ist, den Finger nicht als Lichtleiter, um den Phototransistor **32** (Lichtempfangsbereich) zu erreichen. Der Grund hierfür ist folgender. Da Licht mit Wellenlängen von 700 nm oder kürzer, das im Umgebungslicht enthalten ist, den Finger nicht leicht durchdringt, durchdringt das Umgebungslicht, das den Bereich des Fingers erreicht, der durch das Sensorbefestigungsband **40** nicht abgedeckt ist, nicht den Finger, um den Phototransistor **32** zu erreichen. Wenn im Gegensatz hierzu eine LED mit einer Emissionsspitze bei etwa 880 nm und ein Siliciumphototransistor verwendet werden, ergibt sich ein Lichtempfangswellenlängenbereich zwischen 350 und 1200 nm. In einem solchen Fall verursachen Änderungen des Umgebungslichtpegels tendenziell Messfehler, da Pulswellen unter Verwendung eines Lichts mit einer Wellenlänge von 1 μm erfasst werden, dass den Finger als Lichtleiter verwenden kann, um den Phototransistor **32** leicht zu erreichen.

[0084] Da ferner die Pulswelleninformationen unter Verwendung von Licht mit etwa 700 nm oder kürzeren Wellenlängen erhalten werden, ist der Störabstand des Pulswellensignals, das auf der Blutvolumenänderung beruht, hoch. Der Grund hierfür ist folgender. Der Absorptionskoeffizient von Hämoglobin im Blut für Licht mit Wellenlängen zwischen 300 und 700 nm ist um das Mehrfache bis etwa Hundertfache oder mehr größer als der Absorptionskoeffizient für Licht mit einer Wellenlänge von 800 nm, das herkömmlicherweise als Erfassungslicht verwendet wurde. Als Ergebnis verändert sich das Licht mit Wellenlängen zwischen 300 und 700 nm empfindlich gegenüber Blutvolumenänderungen, was eine höhere Pulswellenerfassungsrate (Störabstand) auf der Grundlage einer Blutvolumenänderung erzeugt. Durch Messen solcher Daten mit einer hohen Erfassungsrate unter Verwendung des obenerwähnten Messverfahrens können genaue Pulszahlen mit hohen Geschwindigkeiten ermittelt werden.

[0085] Wie oben erläutert worden ist, korrigieren die Messvorrichtung und das Messverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung Ausgangswerte, wie z. B. Pulszahlen, die die durch eine Frequenzanalyse erhaltene Spitze anzeigen, unter Verwendung der Nebenkeulenwerte, die auf beiden Seite der Spitze erscheinen, und können somit hochgenaue Ausgangswerte bereitstellen, ohne die Anzahl der Abtastpunkte zu erhöhen. Folglich kann die Erfindung hochgenaue Ausgangswerte bereitstellen, ohne die Datenholzeit zu verlängern oder die Spezifikation der Messvorrichtung zu verschärfen. Die Messvorrichtung oder das Messverfahren gemäß der Erfindung sind daher ideal für tragbare, kompakte, elektronische Multifunktionsgeräte, die digitale Messprozesse verwenden, und können auf eine große Vielfalt von Messungen in der Zukunft angewendet werden.

Industrielles Anwendungspotential

[0086] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Messvorrichtung und ein Messverfahren, die zyklisch veränderliche Daten wie z. B. eine Pulswelle messen und Ausgangswerte wie z. B. eine Pulszahl erzeugen. Da die Erfindung die Genauigkeit der Ausgangswerte verbessern kann, ohne die Abtastzahl zu erhöhen, ist sie ideal für tragbare, kompakte, elektronische Multifunktionsgeräte geeignet, die mit Funktionen, wie z. B. einer Pulszahlmessfunktion, ausgestattet sind.

Patentansprüche

1. Messvorrichtung mit einem Analysemittel, das die Frequenz von zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten analysiert, die von einem Sensor erhalten werden, und das Analyseergebnisse in Form digitaler Daten mit einer spezifizierten Auflösung erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner aufweist:
ein Ableitungsmittel, das einen Zyklus oder eine Frequenz als Ausgangswert aus dem Analyseergebnis ableitet, so dass
das Ableitungsmittel den Ausgangswert, der eine Spitze im Analyseergebnis anzeigt, unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der neben der Spitze und auf wenigstens einer Seite derselben erscheint, korrigieren kann und den Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit ableiten kann, die höher ist als die obenerwähnte Auflösung,
wobei das Ableitungsmittel versehen ist mit einem Korrekturrichtung-Bestimmungsmittel, das die für die Korrektur zu verwendende Nebenkeule identifiziert, indem es die Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze vergleicht, und
mit einem Korrekturgrößen-Berechnungsmittel, das die Korrekturgröße bestimmt, indem es die Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwendend identifiziert worden ist, vergleicht, und anschließend den die Spitze anzeigenden Ausgangswert korrigiert.

2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Korrekturgrößen-Berechnungsmittel einen digitalen Wert verwendet, der näher an der Mittelgröße der Auflösung liegt als das Maximum der Korrekturgröße, und anschließend die Korrekturgröße unter Verwendung einer spezifizierten Funktion berechnet, um das Verhältnis der Intensität der Nebenkeule, die als für die Korrektur der Spitzenintensität zu verwendend identifiziert worden ist, in einen digitalen Wert umzusetzen.

3. Tragbares elektronisches Gerät mit einem Sensor, der zyklisch veränderliche Daten erfassen

kann, einer Steuervorrichtung, die Signale vom Sensor verarbeiten kann, und einer Anzeigevorrichtung, die eine Ausgabe von der Steuervorrichtung anzeigen kann, wobei
die Steuervorrichtung eine Messvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2 umfasst.

4. Messverfahren mit einem Analyseprozess zum Analysieren der Frequenz von zyklisch veränderlichen Erfassungsdaten, die von einem Sensor erhalten werden, und zum Erzeugen des Analyseergebnisses in Form digitaler Daten mit einer spezifizierten Auflösung, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner aufweist:
einen Ableitungsprozess zum Ableiten eines Zyklus oder einer Frequenz als Ausgangswert aus dem Analyseergebnis, so dass
im Ableitungsprozess der Ausgangswert, der eine Spitze im Analyseergebnis anzeigt, unter Verwendung eines Nebenkeulenwertes, der neben der Spitze und auf wenigstens einer Seite derselben erscheint, korrigiert werden kann und der Ausgangswert der Erfassungsdaten mit einer Genauigkeit abgeleitet werden kann, die höher ist als die obenerwähnte Auflösung,
wobei der Ableitungsprozess versehen ist mit einem Korrekturrichtung-Bestimmungsprozess zum Identifizieren der für die Korrektur zu verwendenden Nebenkeule durch Vergleichen der Intensitäten der Nebenkeulen auf beiden Seiten der Spitze, und
mit einem Korrekturgrößen-Berechnungsprozess zum Bestimmen der Korrekturgröße durch Vergleichen der Intensität der Spitze mit derjenigen der Nebenkeule, die als für die Korrektur zu verwendend identifiziert worden ist, und zum Korrigieren des Ausgangswertes, der die Spitze anzeigt.

5. Messverfahren nach Anspruch 4, bei dem im Korrekturgrößen-Berechnungsprozess ein digitaler Wert nahe der Mittelgröße der Auflösung als Maximum der Korrekturgröße verwendet wird und anschließend die Korrekturgröße unter Verwendung einer spezifizierten Funktion berechnet wird, um das Verhältnis der Intensität der Nebenkeule, die als für die Korrektur der Spitzenintensität zu verwendend identifiziert worden ist, in einen digitalen Wert umzusetzen.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

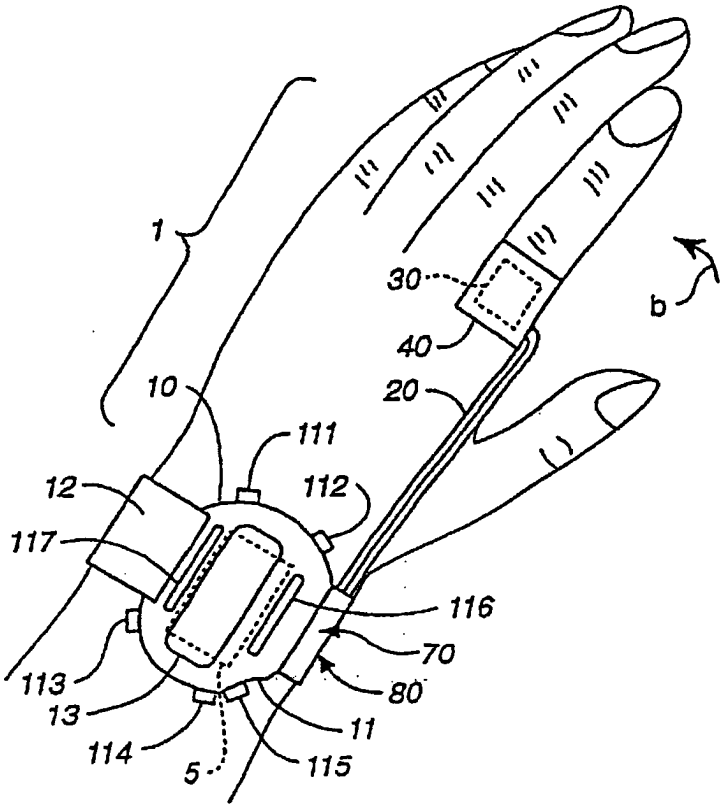

FIG. 1A

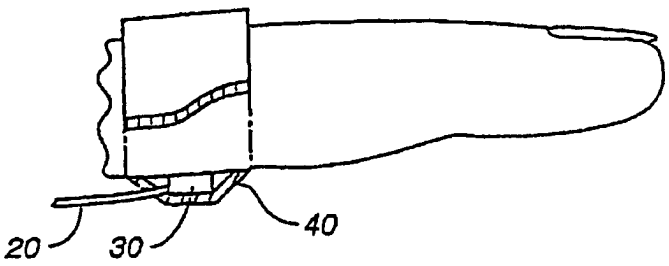

FIG. 1B

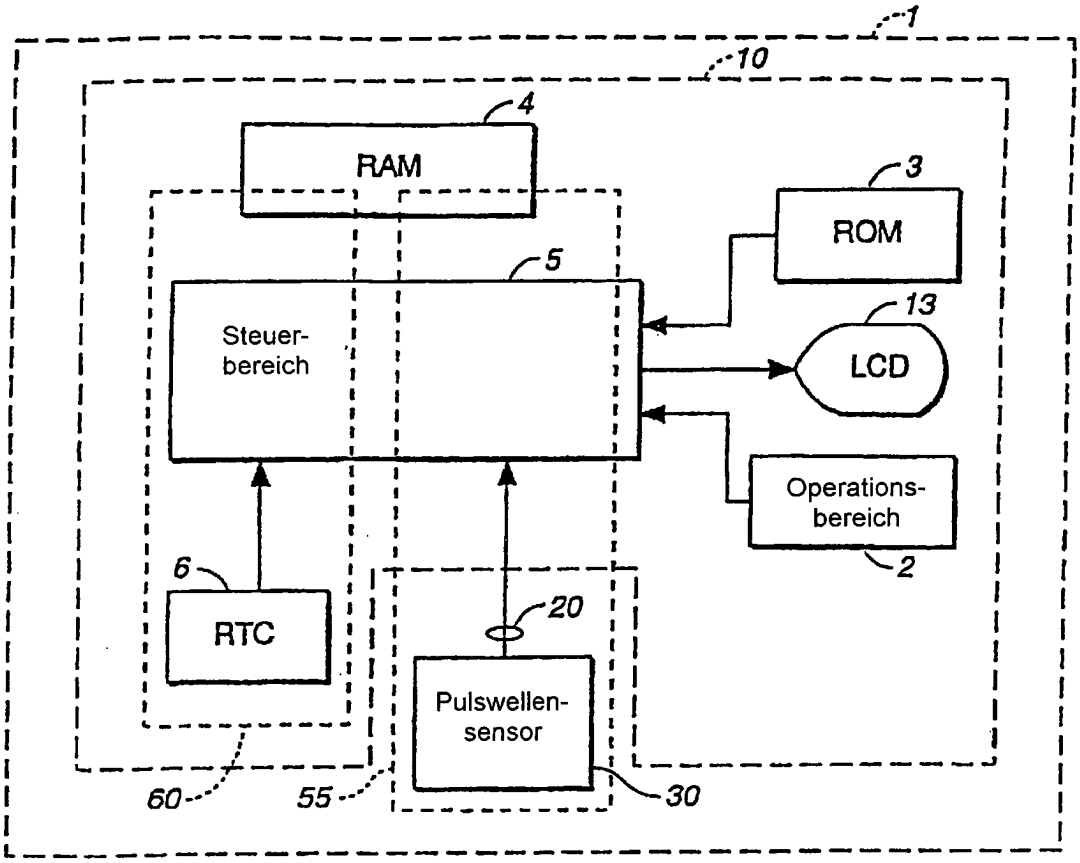
1
10
4
RAM
3
ROM
5
Steuer-
bereich
13
LCD
Operations-
bereich
2
6
RTC
20
Pulswellen-
sensor
60
55
30

FIG. 2

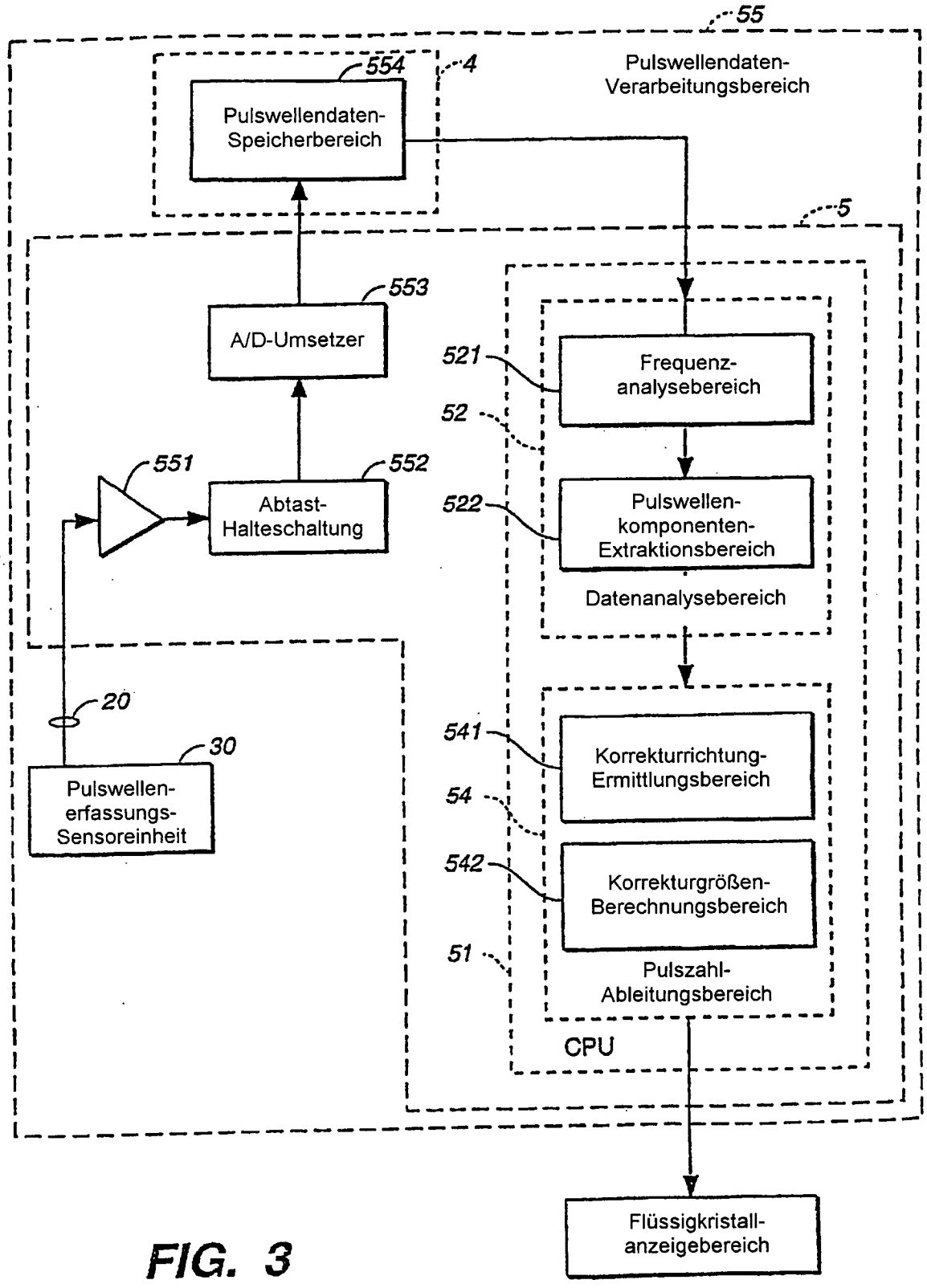
55
4
554
Pulswellendaten-
Speicherbereich
Pulswellendaten-
Verarbeitungsbereich
5
553
A/D-Umsetzer
521
Frequenz-
analysebereich
52
551
552
Abtast-
Halteschaltung
522
Pulswellen-
komponenten-
Extraktionsbereich
Datenanalysebereich
20
30
Pulswellen-
erfassungs-
Sensoreinheit
541
Korrekturrichtung-
Ermittlungsbereich
54
542
Korrekturgrößen-
Berechnungsbereich
51
Pulszahl-
Ableitungsbereich
CPU
Flüssigkristall-
anzeigebereich

FIG. 3

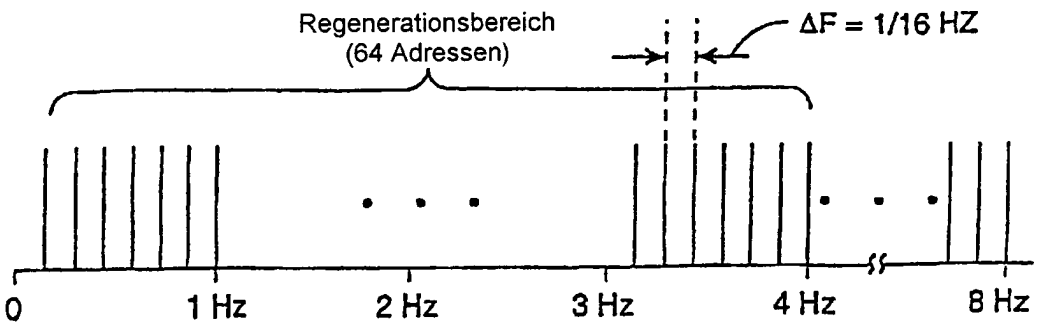

FIG. 4A

FIG. 4B

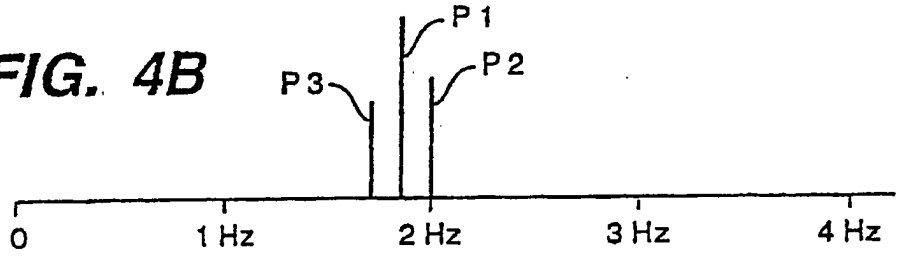

FIG. 5A

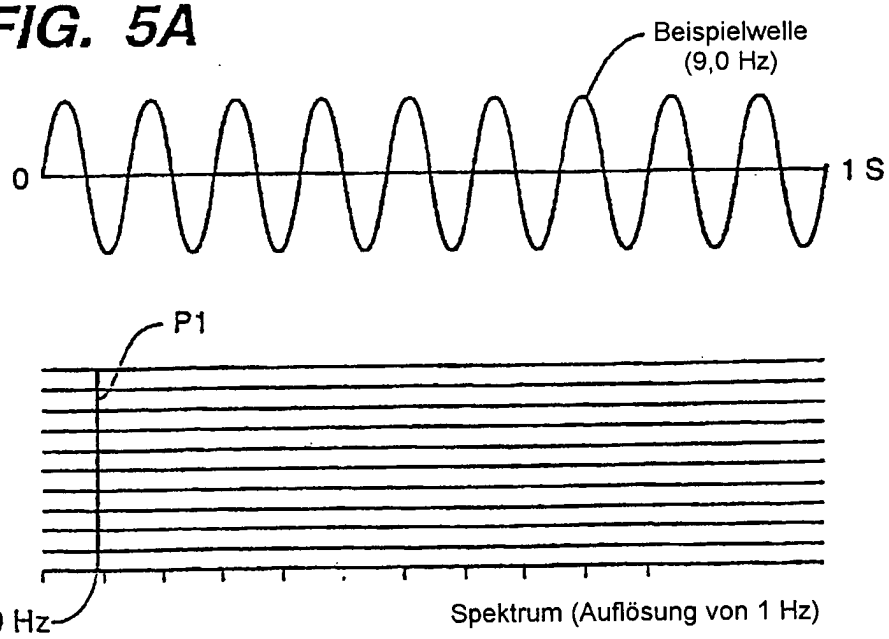

FIG. 5B

FIG. 6A

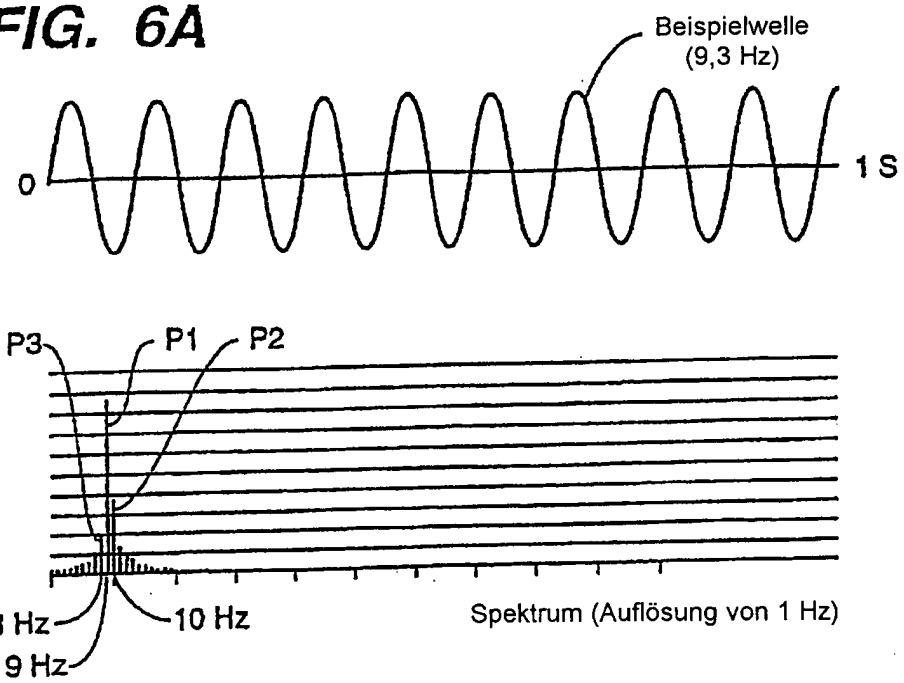

FIG. 6B

FIG. 7A

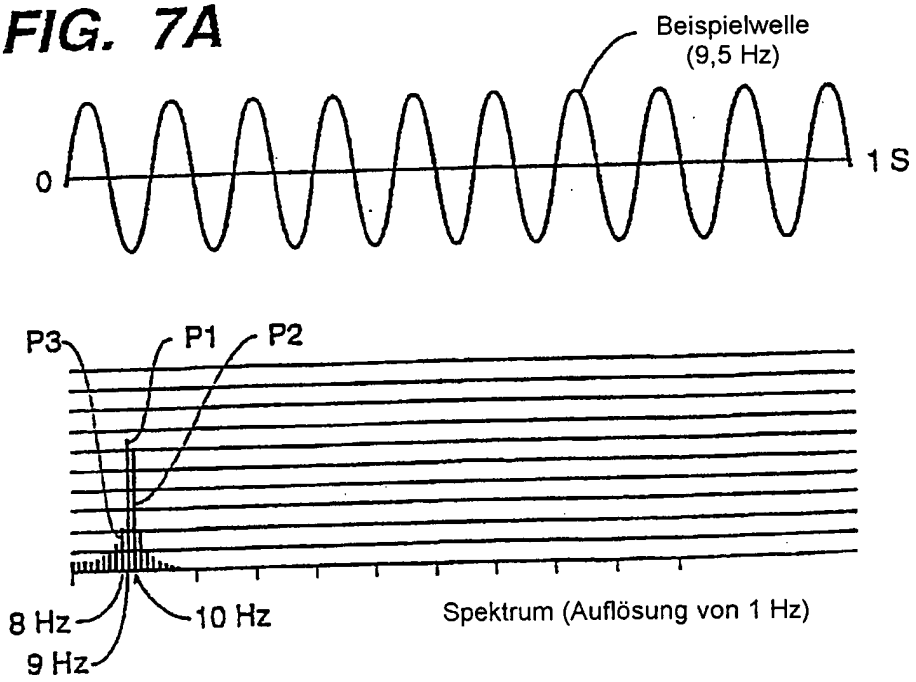

FIG. 7B

FIG. 8A

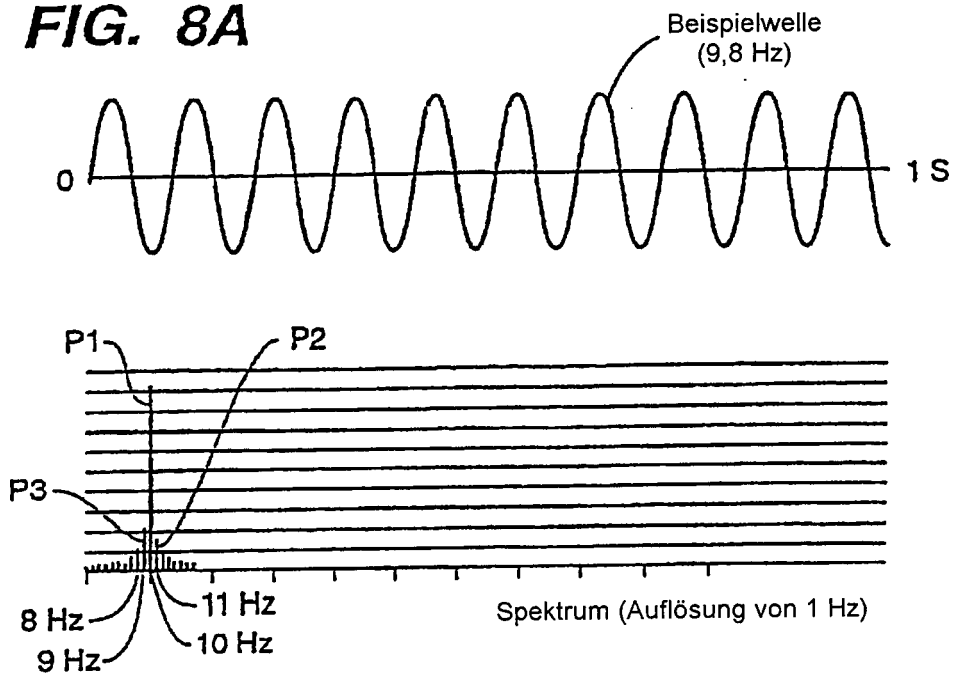

FIG. 8B

FIG. 9A

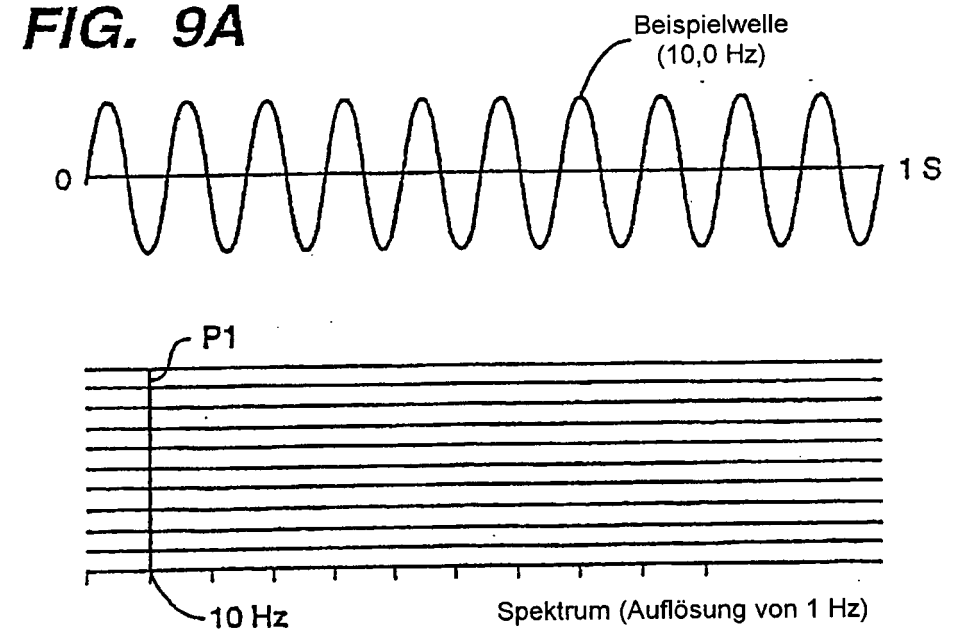

FIG. 9B

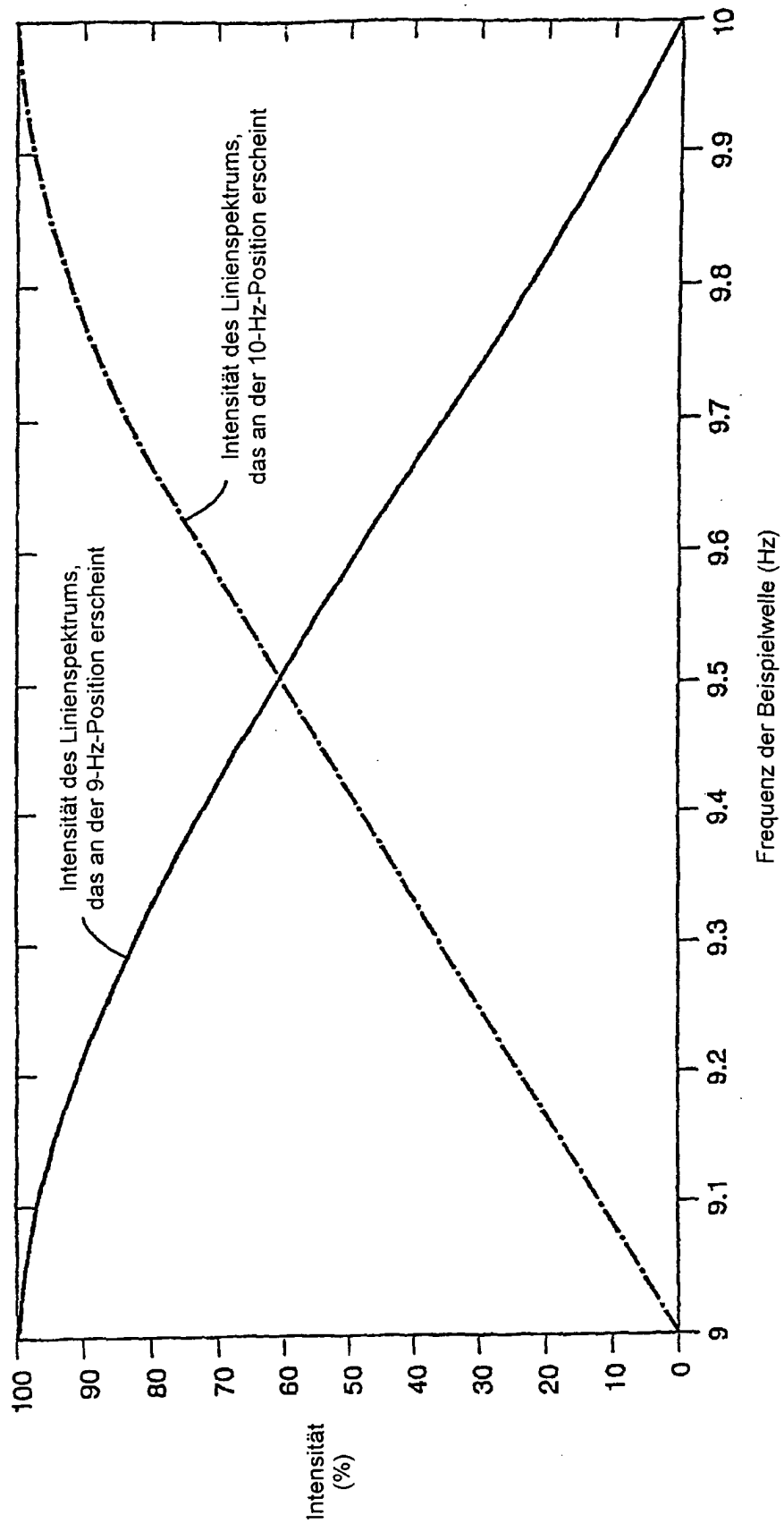
Intensität des Linienspektrums, das an der 9-Hz-Position erscheint
Intensität des Linienspektrums, das an der 10-Hz-Position erscheint
Intensität (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
9
9.1
9.2
9.3
9.4
9.5
9.6
9.7
9.8
9.9
10
Frequenz der Beispielwelle (Hz)

FIG. 10

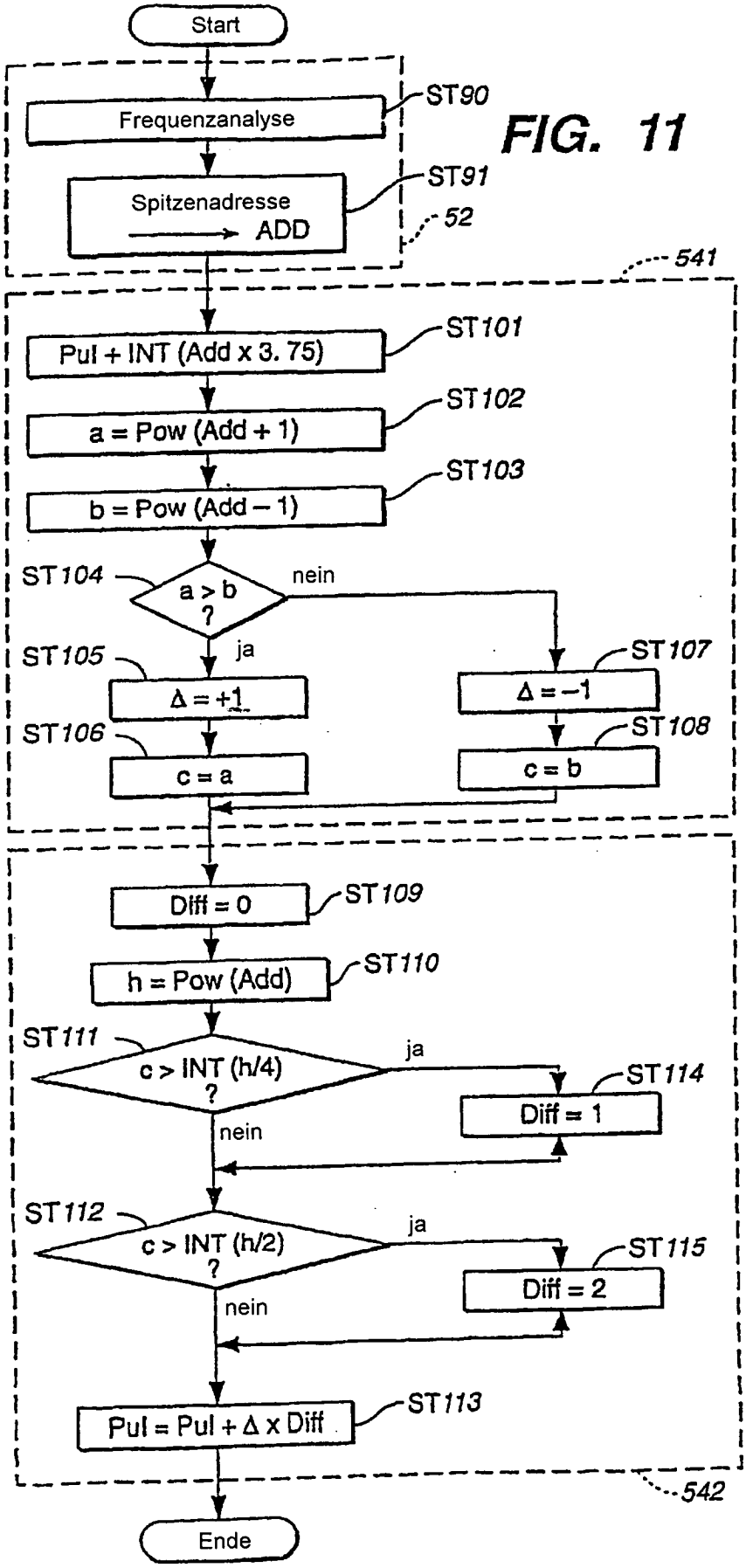
Start
Frequenzanalyse
ST90
Spitzenadresse
ADD
ST91
52
541
Pul + INT (Add x 3. 75)
ST101
a = Pow (Add + 1)
ST102
b = Pow (Add – 1)
ST103
ST104
a > b ?
nein
ja
ST105
Δ = +1
ST106
c = a
ST107
Δ = –1
ST108
c = b
Diff = 0
ST109
h = Pow (Add)
ST110
ST111
c > INT (h/4) ?
ja
ST114
Diff = 1
nein
ST112
c > INT (h/2) ?
ja
ST115
Diff = 2
nein
Pul = Pul + Δ x Diff
ST113
542
Ende

FIG. 11

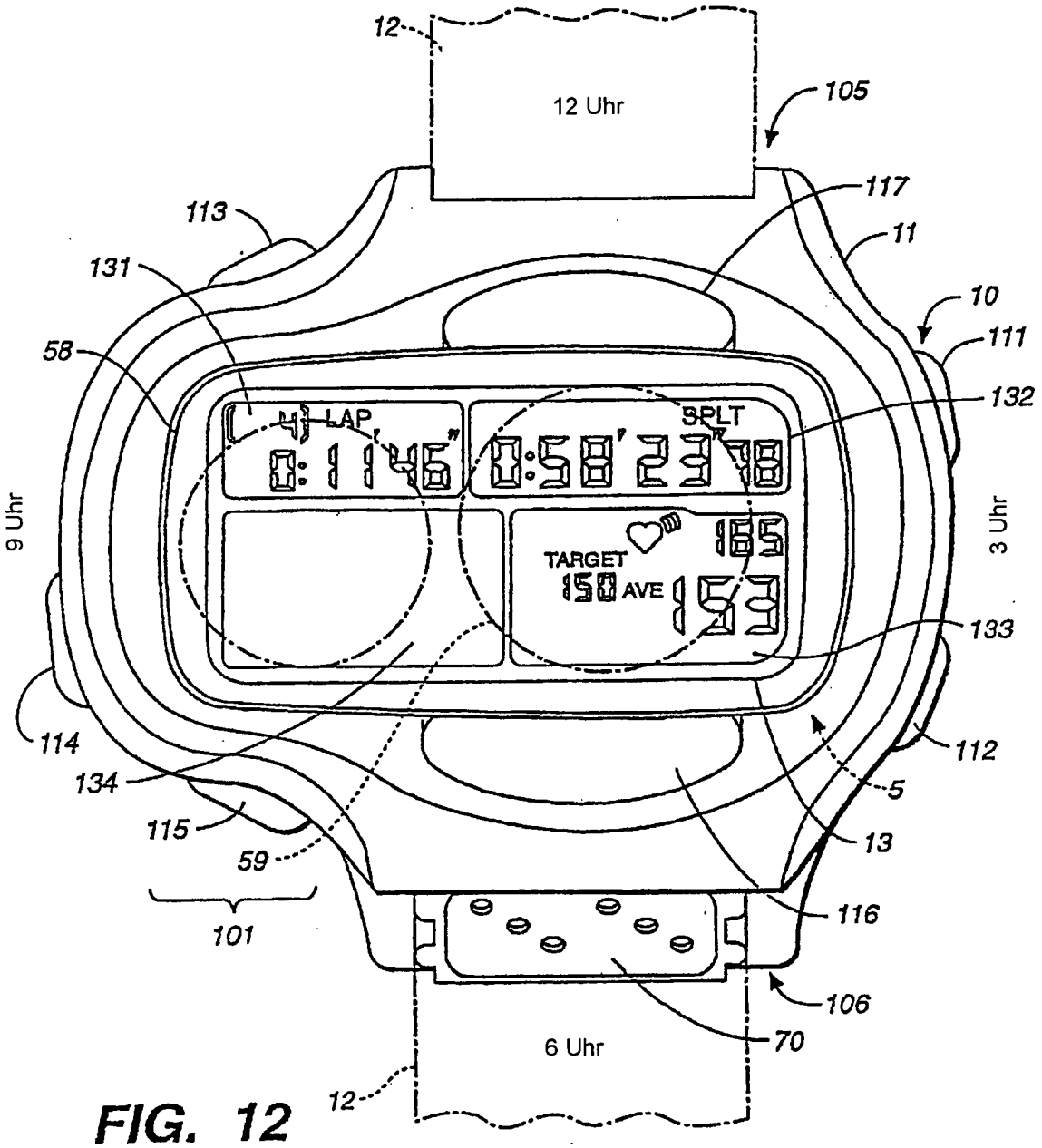
12
12 Uhr
105
117
113
11
131
10
111
58
132
LAP
SPLT
9 Uhr
3 Uhr
TARGET
165
150 AVE
133
114
112
134
5
115
13
59
116
101
106
70
6 Uhr
12

FIG. 12

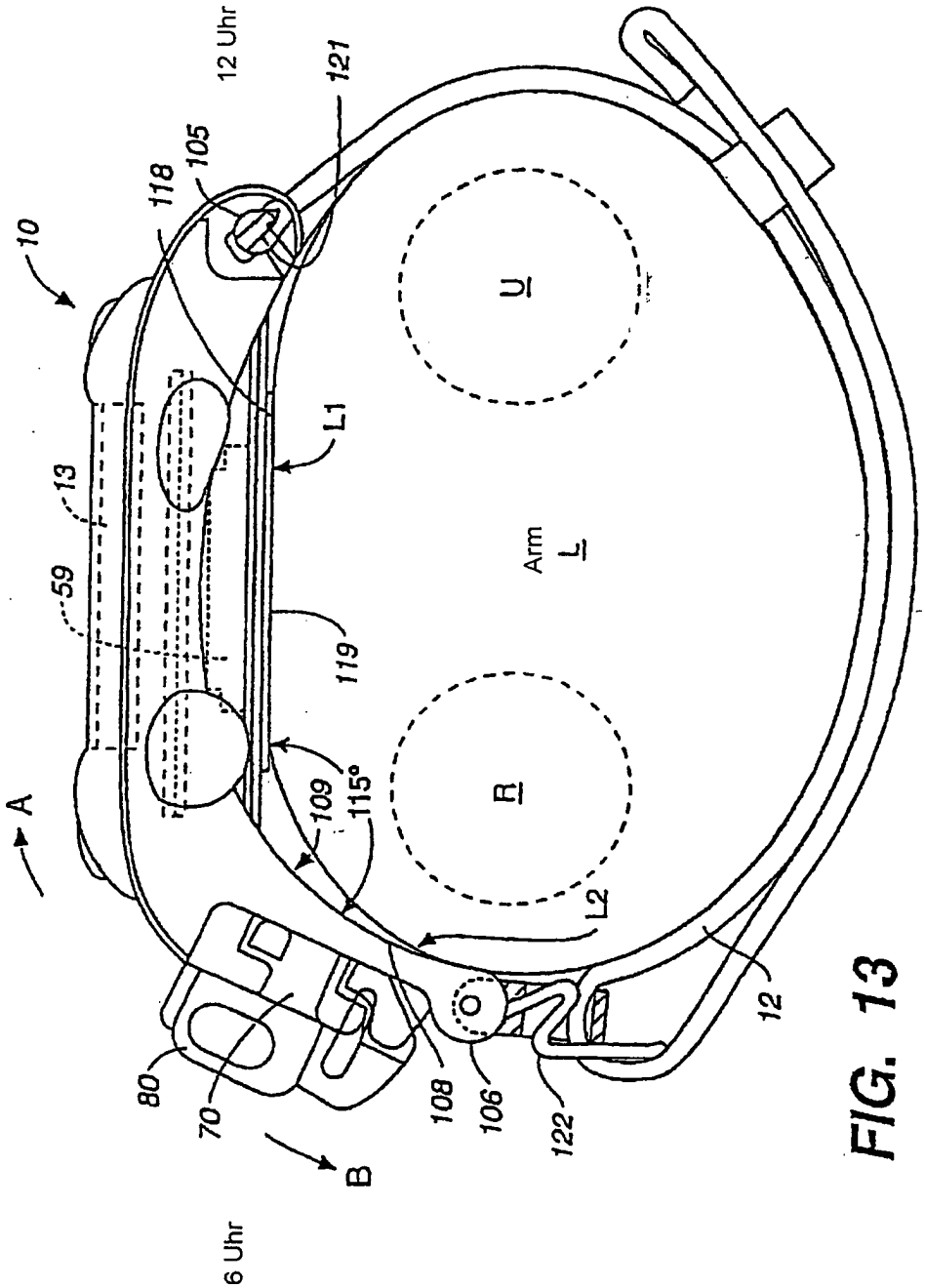
12 Uhr
121
105
118
10
U
L1
13
59
Arm
L
119
A
109
115°
R
L2
12
80
70
108
106
122
B
6 Uhr

FIG. 13

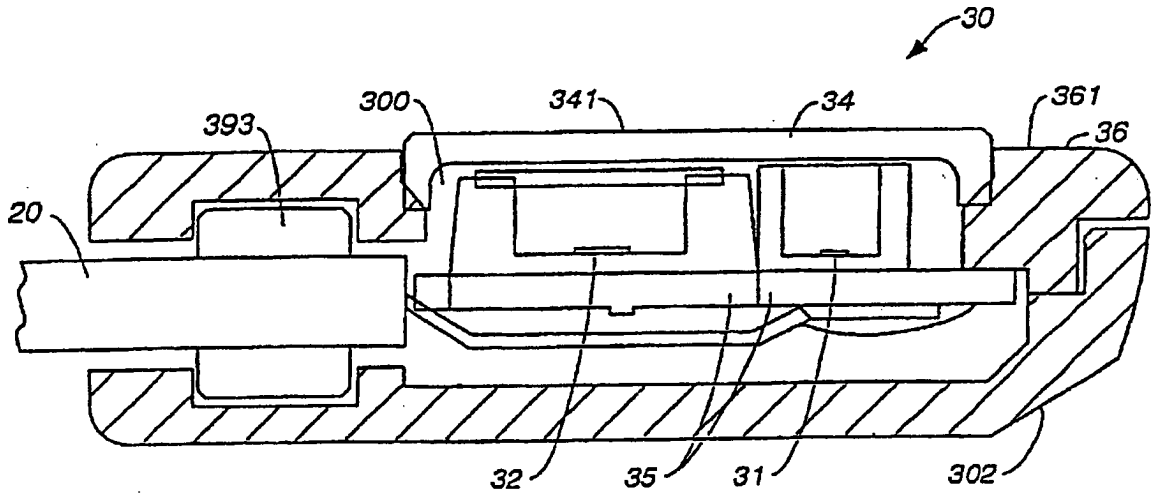
30
393
300
341
34
361
36
20
32
35
31
302

FIG. 14

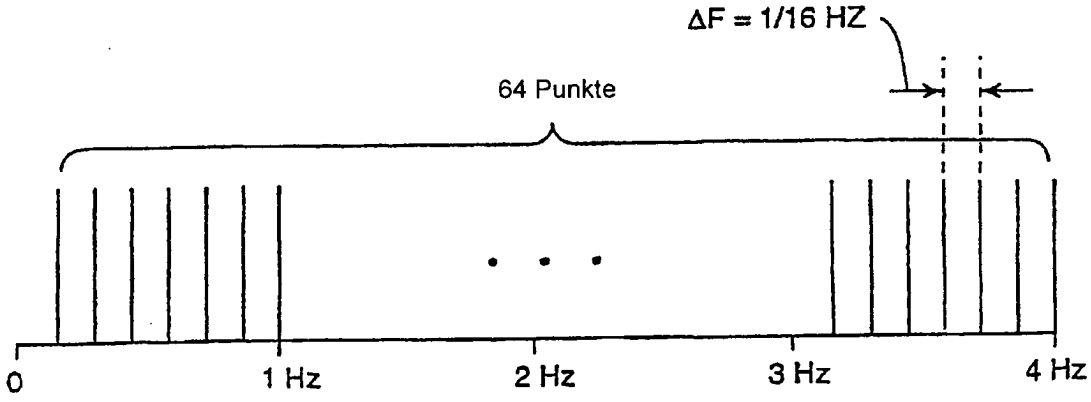
ΔF = 1/16 HZ
64 Punkte
0
1 Hz
2 Hz
3 Hz
4 Hz

FIG. 15