



(10) **DE 11 2019 001 282 T5 2020.12.03**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/176499**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 001 282.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/006710**
(86) PCT-Anmeldetag: **22.02.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.09.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **03.12.2020**

(51) Int Cl.: **A61B 5/02 (2006.01)**
A61B 5/022 (2006.01)
A61B 5/0408 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2018-047031 14.03.2018 JP

(72) Erfinder:
**Kawabata, Yasuhiro, Muko-shi, Kyoto, JP; Fujii,
Kenji, Muko-shi, Kyoto, JP; Matsumura, Naomi,
Muko-shi, Kyoto, JP; Fujita, Reiji, Muko-shi,
Kyoto, JP; Ito, Akito, Muko-shi, Kyoto, JP**

(71) Anmelder:
**OMRON Corporation, Kyoto-shi, JP; OMRON
HEALTHCARE CO., LTD., Muko-shi, Kyoto, JP**

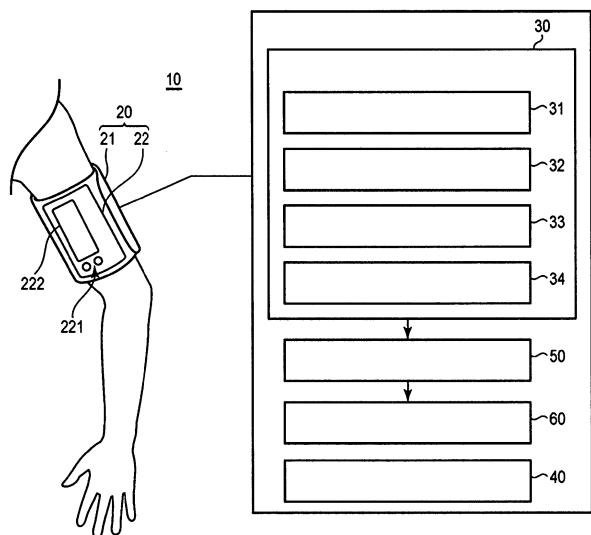
(74) Vertreter:
**isarpatent - Patent- und Rechtsanwälte Behnisch
Barth Charles Hassa Peckmann & Partner mbB,
80801 München, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **PULS-TRANSITZEIT-MESSGERÄT UND BLUTDRUCKMESSGERÄT**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Puls-Transitzeit-Messgerät bereitgestellt, welches leicht durch einen Benutzer zu tragen ist. Ein Puls-Transitzeit-Messgerät entsprechend einem Gesichtspunkt beinhaltet eine Gurteinheit, welche konfiguriert ist, rund um einen Messort eines Benutzer gewickelt zu werden, eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit, welche eine Vielzahl von Elektroden beinhaltet, welche an der Gurteinheit bereitgestellt ist, eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit, welche konfiguriert ist, ein Elektrokardiogramm des Benutzers durch Benutzen der Vielzahl der Elektroden zu erfassen, eine Pulswellensignal-Erfassungseinheit, welche einen Pulswellensensor beinhaltet, welcher an der Gurteinheit bereitgestellt ist, wobei die Pulswellensignal-Erfassungseinheit konfiguriert ist, ein Pulswellensignal, welches eine Pulswelle des Benutzers repräsentiert, durch Benutzen des Pulswellensensors zu erfassen, und eine Pulstransitzeit-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, eine Puls-Transitzeit zu berechnen, basierend auf einer Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals.



Beschreibung

BEREICH

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Puls-Transitzeit-Messgerät, welches nichtinvasiv eine Puls-Transitzeit misst, und ein Blutdruckmessgerät, welches das Puls-Transitzeit-Messgerät benutzt.

HINTERGRUND

[0002] Es ist bekannt, dass es eine Korrelation zwischen dem Blutdruck und einer Puls-Transitzeit (PTT) gibt, welche eine Zeit ist, welche für eine Pulswelle erforderlich ist, sich zwischen zwei Punkten einer Arterie auszubreiten.

[0003] Patentliteratur 1 offenbart ein Blutdruckmessgerät, welches den Blutdruck misst, wobei die oben beschriebene Korrelation benutzt wird. Dieses Blutdruckmessgerät berechnet eine Puls-Transitzeit basierend auf einem Ausgangssignal eines Elektrokardiogramm-(ECG-)Sensors und ein Ausgangssignal eines photoplethysmographischen (PPG-)Sensors und berechnet einen Blutdruckwert, wobei die berechnete Puls-Transitzeit und ein Bezugsausdruck, welcher die Korrelation repräsentiert, benutzt werden. Der ECGT-Sensor wird auf einem Torso eines Benutzers getragen, während der PPG-Sensor an dem Ohr eines Benutzers getragen wird.

ZITATLISTE

PATENTLITERATUR

[0004] [Patentliteratur 1] Japanisches Patent Nr. 5984088

ZUSAMMENFASSUNG

TECHNISCHES PROBLEM

[0005] In einem Blutdruckmessgerät, welches in Patentliteratur 1 offenbart ist, muss ein Benutzer zwei Einrichtungen tragen, was für den Benutzer mühsam ist.

[0006] Die vorliegende Erfindung wurde in Anbe tracht der obigen Umstände gemacht, und eine Aufgabe ist es, ein Puls-Transitzeit-Messgerät und ein Blutdruckmessgerät bereitzustellen, welche von einem Benutzer leicht getragen werden können.

LÖSUNG DES PROBLEMS

[0007] Um die Aufgabe zu lösen, nimmt die vorliegende Erfindung die folgenden Konfigurationen an.

[0008] Ein Puls-Transitzeit-Messgerät entsprechend zu einem Gesichtspunkt beinhaltet eine Gurteinheit,

welche konfiguriert ist, rund um einen Messort eines Benutzers gewickelt zu werden, eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit, welche eine Vielzahl von Elektroden beinhaltet, welche an der Gurteinheit bereitgestellt sind, wobei die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit konfiguriert ist, ein Elektrokardiogramm des Benutzers durch Benutzen der Vielzahl der Elektroden zu erfassen, eine Pulswellen-signal-Erfassungseinheit, welche einen Pulswellen-sensor beinhaltet, welcher an der Gurteinheit bereitgestellt ist, wobei die Pulswellen-signal-Erfassungseinheit konfiguriert ist, ein Pulswellen-signal zu erfassen, welches eine Pulswelle des Benutzers durch Benutzen des Pulswellensensors erfasst, und eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, eine Puls-Transitzeit zu berechnen, basierend auf einer Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals.

[0009] In der oben beschriebenen Konfiguration sind sowohl die Elektroden als auch der Pulswellensensor in der Gurteinheit bereitgestellt. Entsprechend können die Elektroden und der Pulswellensensor an dem Benutzer durch Umwickeln der Gurteinheit rund um den Benutzer befestigt werden. Demnach trägt der Benutzer leicht das Gerät. Außerdem wird die Puls-Transitzeit basierend auf der Zeitdifferenz zwischen dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals für den Messort berechnet. In diesem Fall entspricht die Puls-Transitzeit einer Zeit, welche für die Pulswelle erforderlich ist, sich entlang des Abstandes von dem Herzen zu dem Messort auszubreiten, und besitzt einen größeren Wert als der, wenn die Puls-Transitzeit zwischen zwei Punkten in dem Messort gemessen wird. Mit anderen Worten, ein langer Pulswellen-Ausbreitungs-abstand wird sichergestellt. Deshalb wird die Puls-Transitzeit weniger durch einen Fehler beeinträchtigt, welcher zu der Zeit des Berechnens der Zeitdifferenz zwischen dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und dem des Pulswellensignals verursacht ist, und die Puls-Transitzeit kann genau gemessen werden.

[0010] In einem Gesichtspunkt kann der Pulswellen-sensor an einem Teil in der Gurteinheit angeordnet werden, welcher auf einer peripheren Seite in einem Zustand platziert ist, bei welchem die Gurteinheit rund um den Messort des Benutzers gewickelt ist. Mit dieser Konfiguration wird ein längerer Pulswellen-Ausbreitungsabstand sichergestellt, und die Puls-Transitzeit kann genauer gemessen werden.

[0011] In einem Gesichtspunkt kann die Vielzahl der Elektroden an einem Teil in der Gurteinheit angeordnet sein, welcher auf einer zentralen Seite in einem Zustand platziert ist, bei welchem die Gurteinheit rund

um den Messort des Benutzers gewickelt ist. Mit dieser Konfiguration ist es möglich, ein Signal zu erfassen, welches die elektrische Aktivität des Herzens bei einem höheren Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SN-Verhältnis) erfasst, und es ist möglich, genauer eine Zeit des Wellenform-charakteristischen Punktes in dem Elektrokardiogramm zu detektieren. Als ein Ergebnis kann die Puls-Transitzeit genauer gemessen werden.

[0012] In einem Gesichtspunkt kann die Vielzahl der Elektroden wenigstens vier Elektroden sein, und die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit kann konfiguriert sein, eine erste Potenzialdifferenz zwischen zwei ersten Elektroden der Vielzahl von Elektroden zu erfassen, eine zweite Potenzialdifferenz zwischen zwei zweiten Elektroden der Vielzahl der Elektroden zu erfassen, wobei die zwei zweiten Elektroden unterschiedlich von den zwei ersten Elektroden sind, eine dritte Potenzialdifferenz zu erfassen, welche eine Differenz zwischen der ersten Potenzialdifferenz und der zweiten Potenzialdifferenz ist, und das Elektrokardiogramm zu erzeugen, basierend auf der dritten Potenzialdifferenz.

[0013] In der oben beschriebenen Konfiguration kann die erste Potenzialdifferenz durch ein Körperbewegungsrauschen beeinträchtigt sein, welches durch Körperbewegung des Benutzers verursacht ist. Da die zweite Potenzialdifferenz auch durch ein Körperbewegungsrauschen eines äquivalenten Pegels beeinträchtigt wird, kann das Körperbewegungsrauschen durch Berechnen der Differenz zwischen der ersten Potenzialdifferenz und der zweiten Potenzialdifferenz entfernt oder reduziert werden. Es ist möglich, ein Elektrokardiogramm zu erfassen, mit reduziertem Körperbewegungsrauschen oder von welchem ein Körperbewegungsrauschen entfernt worden ist, und es ist möglich, genauer eine Zeit des Wellenform-charakteristischen Punktes in dem Elektrokardiogramm zu detektieren. Als ein Ergebnis kann die Puls-Transitzeit genauer gemessen werden.

[0014] In einem Gesichtspunkt beinhaltet das Puls-Transitzeit-Messgerät ferner eine Bestimmungseinheit, welche konfiguriert ist, zu bestimmen, basierend auf der Puls-Transitzeit, ob eine Bedingung, in welcher die Messung des Blutdruckes des Benutzers empfohlen ist, erfüllt wird, und eine Instruktionseinheit, welche konfiguriert ist, Information auszugeben, welche eine Instruktion gibt, um die Blutdruckmessung in Antwort auf die Bestimmungseinheit auszuführen, welche bestimmt, dass die Bedingung erfüllt worden ist.

[0015] In der oben beschriebenen Konfiguration, wenn die Bedingung erfüllt ist, zum Beispiel, wird eine Nachricht, welche zu dem Ausführen der Blutdruckmessung auffordert, dem Benutzer präsentiert. Deshalb wird die Blutdruckmessung in einer Situation

ausgeführt, bei welcher die Blutdruckmessung empfohlen ist, zum Beispiel, wenn der Blutdruck schnell ansteigt.

[0016] In einem Gesichtspunkt kann der Messort ein Oberarm sein. Mit dieser Konfiguration kann das Puls-Transitzeit-Messgerät unter der Kleidung getragen werden, demnach kann es unsichtbar werden.

[0017] Ein Blutdruckmessgerät entsprechend zu einem Gesichtspunkt beinhaltet das oben beschriebene Puls-Transitzeit-Messgerät und eine Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen Blutdruckwert basierend auf der berechneten Puls-Transitzeit zu berechnen.

[0018] Entsprechend zu der oben beschriebenen Konfiguration ist es möglich, mit einer einzelnen Einrichtung die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit durchzuführen (kontinuierliche Blutdruckwertmessung für das Erhalten eines Blutdruckwertwertes für jeden Herzschlag).

[0019] Ein Blutdruckwertmessgerät entsprechend zu einem Gesichtspunkt beinhaltet das oben beschriebene Puls-Transitzeit-Messgerät, eine erste Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen ersten Blutdruckwertwert basierend auf der berechneten Puls-Transitzeit zu berechnen, und eine Blutdruckwert-Berechnungsformel, eine Druckmanschette, welche an der Gurteinheit bereitgestellt ist, eine Fluid-Liefereinheit, welche konfiguriert ist, Fluid an die Druckmanschette zu liefern, einen Drucksensor, welcher konfiguriert ist, einen Druck in der Druckmanschette zu detektieren, eine zweite Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen zweiten Blutdruckwert basierend auf einem Ausgangssignal des Drucksensors zu berechnen, und eine Kalibrierseinheit, welche konfiguriert ist, die Blutdruckwert-Berechnungsformel basierend auf der Puls-Transitzeit zu kalibrieren, welche durch das Puls-Transitzeit-Messgerät und den zweiten Druckwert, welcher durch die zweite Blutdruckwert-Berechnungseinheit berechnet ist, erhalten ist.

[0020] In der oben beschriebenen Konfiguration ist es möglich, durch eine einzelne Einrichtung eine Blutdruckwertmessung basierend auf der Puls-Transitzeit, der Manschettentyp-Blutdruckmessung, welche genauer ist, und dem Kalibrieren der Blutdruckwert-Berechnungsformel durchzuführen.

VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0021] Entsprechend zu der vorliegenden Erfindung ist es möglich, ein Puls-Transitzeit-Messgerät und ein Blutdruckmessgerät bereitzustellen, welche leicht durch einen Benutzer getragen werden.

Figurenliste

Fig. 1 stellt ein Blutdruckmessgerät entsprechend zu einer Ausführungsform dar;

Fig. 2 stellt das Erscheinungsbild des Blutdruckmessgerätes dar, welches in **Fig. 1** gezeigt wird;

Fig. 3 stellt ein Erscheinungsbild des Blutdruckmessgerätes dar, welches in **Fig. 1** gezeigt wird;

Fig. 4 stellt einen Querschnitt des Blutdruckmessgeräts dar, welches in **Fig. 1** gezeigt ist;

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm, welches eine Hardwarekonfiguration eines Steuersystems des Blutdruckmessgeräts zeigt, welches in **Fig. 1** gezeigt wird;

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, welches eine Softwarekonfiguration des Blutdruckmessgerätes zeigt, welches in **Fig. 1** gezeigt wird;

Fig. 7 ist eine Zeichnung, welche ein Verfahren des Berechnens einer Puls-Transitzeit durch eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit darstellt, welche in **Fig. 6** gezeigt ist;

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm, welches einen Betrieb darstellt, in welchem das Blutdruckmessgerät, welches in **Fig. 1** gezeigt ist, die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Tarnsitzzeit durchführt;

Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm, welches einen Ablauf zeigt, in welchem das Blutdruckmessgerät, welches in **Fig. 1** gezeigt ist, eine Instruktion gibt, um die Blutdruckmessung durch ein oszilometrisches Verfahren auszuführen;

Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm, welches einen Arbeitsablauf zeigt, in welchem das Blutdruckmessgerät, welches in **Fig. 1** gezeigt ist, die Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren ausführt;

Fig. 11 zeigt Änderungen in einem Manschettendruck und ein Pulswellensignal in der Blutdruckmessung durch das oszillometrische Verfahren; und

Fig. 12 ist ein Blockdiagramm, welches eine Hardwarekonfiguration einer Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit entsprechend zu einer Ausführungsform darstellt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0022] Hier nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

[Anwendungsbeispiel]

[0023] Mit Bezug auf **Fig. 1** wird ein Beispiel einer Szene beschrieben, in welcher die vorliegende Er-

findung angewendet wird. **Fig. 1** stellt ein Blutdruckmessgerät **10** entsprechend einer Ausführungsform dar. Das Blutdruckmessgerät **10** ist eine tragbare Einrichtung und ist konfiguriert, um an einem Oberarm eines Benutzers entsprechend zu einem Messort des Benutzers getragen zu werden. Das Blutdruckmessgerät **10** beinhaltet eine Gurteinheit **20**, eine erste Blutdruckmesseinheit **30**, eine zweite Blutdruckmesseinheit **40**, eine Bestimmungseinheit **50** und eine Instruktionseinheit **60**.

[0024] Die Gurteinheit **20** beinhaltet einen Gurt **21** und ein Hauptteil **22**. Der Gurt **21** zeigt ein gurtähnliches Glied an, welches um einen Oberarm getragen wird, und kann mit einem weiteren Namen bezeichnet werden, wie zum Beispiel Band oder eine Manschette. Der Gurt **21** besitzt eine innere periphere Oberfläche und eine äußere periphere Oberfläche. Die innere periphere Oberfläche ist eine Oberfläche, welche in Berührung mit dem Oberarm des Benutzers in einem Zustand kommt, bei welchem das Blutdruckmessgerät **1** durch den Benutzer getragen wird (hier nachfolgend einfach als ein „getragener Zustand“ bezeichnet), und die äußere periphere Oberfläche ist eine Oberfläche auf der gegenüberliegenden Seite der inneren peripheren Oberfläche.

[0025] Das Hauptteil **22** ist an dem Gurt **21** befestigt. Das Hauptteil **22** nimmt die Komponenten auf, wie zum Beispiel eine Bedieneinheit **221** und einen Anzeigeeinheit **222** zusammen mit einem Steuerelement **501** (gezeigt in **Fig. 5**), welches später beschrieben wird. Die Bedieneinheit **221** ist eine Eingabeeinrichtung, welche einem Benutzer gestattet, eine Instruktion an das Blutdruckmessgerät **10** einzugeben. In dem Beispiel der **Fig. 1** beinhaltet die Bedieneinheit **221** eine Vielzahl von Drucktasten. Die Anzeigeeinheit **222** ist eine Anzeigeeinrichtung, welche Information anzeigt, wie zum Beispiel eine Nachricht, welche das Ausführen der Blutdruckmessung veranlasst, und ein Blutdruckmessergebnis. Als die Anzeigeeinrichtung kann zum Beispiel eine Flüssigkristallanzeige (LCD) oder eine Organische-Lichtausendende-Diode-0 (OLED)-Anzeige benutzt werden. Ein Berührungsschirm, welcher sowohl als Anzeigeeinrichtung als auch als Eingabeeinrichtung dient, kann benutzt werden. Das Hauptteil **22** kann mit einem, einen Ton aussendenden Hauptteil bereitgestellt sein, wie z. B. einem Lautsprecher oder einem piezoelektrischen Klangelement. Das Hauptteil **22** kann mit einem Mikrofon bereitgestellt sein, so dass der Benutzer Instruktionen mit der Stimme eingeben kann.

[0026] Die erste Blutdruckmesseinheit **30** misst nichtinvasiv eine Puls-Transitzeit des Benutzers und berechnet einen Blutdruckwert basierend auf der gemessenen Puls-Transitzeit. Die erste Blutdruckmesseinheit **30** kann eine kontinuierliche Blutdruckmessung für das Erhalten eines Blutdruckwertes für jeden

Herzschlag durchführen. Die zweite Blutdruckmessseinheit **40** führt die Blutdruckmessung mit einem Verfahren unterschiedlich von dem der ersten Blutdruckmessseinheit **30** durch. Die zweite Blutdruckmessseinheit **40** basiert auf, zum Beispiel, dem Oszillometrischen Verfahren oder dem Korotkoff-Verfahren und führt die Blutdruckmessung bei einem speziellen Zeitablauf durch, zum Beispiel in Antwort auf eine Bedienung durch den Benutzer. Die zweite Blutdruckmessseinheit **40** kann nicht die kontinuierliche Blutdruckmessung durchführen, jedoch kann sie die Blutdruckmessung genauer als die erste Blutdruckmessseinheit **30** durchführen.

[0027] Die erste Blutdruckmessseinheit **30** beinhaltet eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit **31**, eine Pulswellensignal-Erfassungseinheit **32**, eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **33** und eine Blutdruckwert-Berechnungseinheit **34**.

[0028] Die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit **31** beinhaltet eine Vielzahl von Elektroden und erfasst ein Elektrokardiogramm (ECG) des Benutzers, wobei diese Elektroden benutzt werden. Ein Elektrokardiogramm repräsentiert eine elektrische Aktivität eines Herzens. Die Elektroden sind an der Gurteinheit **20** bereitgestellt. Zum Beispiel sind die Elektroden auf der inneren peripheren Oberfläche des Gurtes **21** angeordnet, so dass die Elektroden in Berührung mit einer Haut des Oberarmes des Benutzers im getragenen Zustand kommen.

[0029] Die Pulswellensignal-Erfassungseinheit **32** beinhaltet einen Pulswellensensor und erfasst ein Pulswellensignal, welches eine Pulswelle eines Benutzers repräsentiert, durch Benutzen des Pulswellensensors. Der Pulswellensensor ist an der Gurteinheit **20** bereitgestellt. Zum Beispiel ist der Pulswellensensor auf der inneren peripheren Oberfläche des Gurtes **21** so angeordnet, dass der Pulswellensensor in Berührung mit der Haut des Oberarmes in dem getragenen Zustand kommt. Einige Typen bzw. Arten der Pulswellensensoren, wie z. B. ein Pulswellensensor basierend auf einem Funkwellenverfahren, welches später beschrieben ist, müssen nicht in Berührung mit der Haut des Oberarmes des Benutzers in dem getragenen Zustand sein.

[0030] Die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **33** berechnet eine Puls-Transitzeit basierend auf einer Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms, welches durch die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit **31** erfasst ist, und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals, welches durch die Pulswellensignal-Erfassungseinheit **32** erfasst ist. Zum Beispiel berechnet die Pulswelle-Transitzeit-Berechnungseinheit **33** die Zeitdifferenz zwischen dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und dem Wellenform-charakteristischen

Punkt des Pulswellensignals und gibt die berechnete Zeitdifferenz als die Puls-Transitzeit aus. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Puls-Transitzeit der Zeit, welche für die Pulswelle erforderlich ist, sich durch die Arterie von dem Herzen zu dem Oberarm auszubreiten (speziell eine Position, bei welcher der Pulswellensensor angeordnet ist).

[0031] Die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **34** berechnet einen Blutdruckwert basierend auf der Puls-Transitzeit, welche durch die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **33** und eine Blutdruck-Berechnungsformel berechnet ist. Die Blutdruck-Berechnungsformel ist ein Bezugsausdruck, welcher eine Korrelation zwischen der Puls-Transitzeit und dem Blutdruck repräsentiert. Ein Beispiel der Blutdruck-Berechnungsformel wird nachfolgend gezeigt.

$$SPB = \frac{A_1}{PTT^2} + A_2 \quad (1)$$

[0032] Hier repräsentiert SBP den systolischen Blutdruck, PTT repräsentiert die Puls-Transitzeit und A_1 und A_2 sind Parameter. Die oben beschriebene Korrelation ist unterschiedlich für jedes Individuum. Deshalb ist es notwendig, die Blutdruck-Berechnungsformel für den Benutzer zu kalibrieren. Die Kalibrierung der Blutdruck-Berechnungsformel (um genau zu sein, die Bestimmung der Parameter A_1 und A_2) wird basierend auf dem Blutdruckwert durch die zweite Blutdruckmessseinheit **40** erhalten. Das Kalibrieren der Blutdruck-Berechnungsformel wird später beschrieben.

[0033] Die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **33** kann Puls-Transitzeit für jeden Herzschlag berechnen, und deshalb kann die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **34** den Blutdruckwert für jeden Herzschlag berechnen.

[0034] Die Bestimmungseinheit **50** überwacht die Blutdruckwerte kontinuierlich, welche durch die erste Blutdruckmessseinheit **30** erhalten sind, und bestimmt, ob ein Zustand, in welchem die Messung des Blutdruckwertes des Benutzers empfohlen ist, erfüllt ist. Zum Beispiel, wenn ein schneller Blutdruckanstieg auftritt, ist es gewünscht, die genaue Blutdruckmessung durch die zweite Blutdruckmessseinheit **40** auszuführen. Demnach ist die Bedingung definiert, zum Beispiel das Auftreten eines schnellen Blutdruckanstiegs zu detektieren.

[0035] In Antwort auf das Bestimmen durch die Bestimmungseinheit **50**, dass die Bedingung erfüllt ist, gibt die Instruktionseinheit **60** Information aus, welche eine Instruktion bzw. Anweisung gibt, die Blutdruckmessung auszuführen, wobei die zweite Blutdruckmessseinheit **40** benutzt wird. Zum Beispiel gibt die Instruktionseinheit **60** durch das Klangausgabe-

Hauptteil einen Meldeklang aus (z. B. eine Melodie) und zeigt eine Nachricht „Bitte führe die Blutdruckmessung durch“ auf der Anzeigeeinheit **222** an. Wenn der Benutzer eine vorher festgelegte Taste in Antwort auf die Instruktion von der Instruktionseinheit **60** drückt, wird die Blutdruckmessung durch die zweite Blutdruckmesseinheit **40** ausgeführt. Die Blutdruckmessung durch die zweite Blutdruckmesseinheit **40** wird später beschrieben.

[0036] Wie oben beschrieben, ist in dem Blutdruckmessgerät **10** die Gurteinheit **20** sowohl mit der Vielzahl der Elektroden, welche benutzt werden, das Elektrokardiogramm zu erfassen, und dem Pulswellensensor ausgestattet, welcher benutzt wird, das Pulswellensignal zu erfassen. Demnach können die Elektroden und der Pulswellensensor an dem Benutzer durch einfaches Umdrehen der Gurteinheit **20** rund um den Oberarm befestigt werden. Deshalb kann der Benutzer leicht das Blutdruckmessgerät **10** tragen, und das Fühlen des Benutzers gegen das Tragen desselben kann reduziert werden.

[0037] Außerdem wird eine Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals für den Oberarm als eine Puls-Transitzeit berechnet. Die Puls-Transitzeit, welche durch das Blutdruckmessgerät **10** erhalten ist, besitzt einen größeren Wert als der, wenn die Puls-Transitzeit zwischen zwei Punkten in dem Oberarm gemessen wird. Mit anderen Worten, ein längerer Pulswellen-Ausbreitungsabstand wird sichergestellt. Deshalb wird die Puls-Transitzeit geringer durch einen Fehler beeinträchtigt, welcher zu der Zeit des Berechnens der Zeitdifferenz zwischen dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals verursacht ist, und die Puls-Transitzeit kann genau gemessen werden. Als ein Ergebnis wird die Zuverlässigkeit des Blutdruckwertes, welcher durch die Blutdruckmessung erhalten ist, basierend auf der Puls-Transitzeit verbessert.

[0038] Hier nachfolgend wird das Blutdruckmessgerät **10** in größerem Detail beschrieben.

[Konfigurationsbeispiel]

(Hardwarekonfiguration)

[0039] Mit Bezug auf **Fig. 2** bis **Fig. 6** wird eine Hardwarekonfiguration des Blutdruckmessgerätes **10** entsprechend zu der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0040] **Fig. 2** und **Fig. 3** sind Draufsichten, welche ein Erscheinungsbild des Blutdruckmessgerätes **10** darstellen. Speziell zeigt **Fig. 2** das Blutdruck-

messgerät **10**, welches von einer äußeren peripheren Oberfläche-**211**-Seite des Gurtes **21** in einem Zustand betrachtet wird, bei welchem der Gurt **21** entfaltet ist, während **Fig. 3** das Blutdruckmessgerät **10** zeigt, betrachtet von einer inneren peripheren Oberfläche-**212**-Seite des Gurtes **21** in einem Zustand, bei welchem der Gurt **21** entfaltet ist. **Fig. 4** zeigt einen Querschnitt des Blutdruckmessgerätes **10** in einem getragenen Zustand.

[0041] Der Gurt **21** beinhaltet ein Befestigungsglied, welches gestattet, dass der Gurt **21** an dem Oberarm befestigt ist und von ihm gelöst wird. In dem Beispiel, welches in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt wird, ist das Befestigungsglied ein Klettverschluss, wobei er eine Schleifenoberfläche **213** besitzt, welche eine große Anzahl von Schleifen besitzt, und eine Hakenoberfläche **214**, welche eine Vielzahl von Haken besitzt. Die Schleifenoberfläche **213** ist auf der äußeren peripheren Oberfläche **211** des Gurtes **21** an einem Ende **215A** in einer longitudinalen Richtung des Gurtes **21** angeordnet. Die Longitudinalrichtung entspricht einer Umfangsrichtung des Oberarmes in dem getragenen Zustand. Die Hakenoberfläche **214** ist auf der inneren peripheren Oberfläche **212** des Gurtes **21** an einem Ende **215B** in der longitudinalen Richtung des Gurtes **21** angeordnet. Der Endteilbereich **215B** liegt dem Endteilbereich **215A** in der longitudinalen Richtung des Gurtes **21** gegenüber. Wenn die Schleifenoberfläche **213** und die Hakenoberfläche **214** gegeneinander gedrückt werden, verbindet sich die Schleifenoberfläche **213** und die Hakenoberfläche **214**. Außerdem werden durch das Ziehen der Schleifenoberfläche **213** und der Hakenoberfläche **214** weg voneinander die Schleifenoberfläche **213** und die Hakenoberfläche **214** voneinander getrennt.

[0042] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, ist eine Elektrodengruppe **311** für das Messen eines Elektrokardiogramms auf der inneren peripheren Oberfläche **212** des Gurtes **21** angeordnet. In dem Beispiel der **Fig. 3** beinhaltet die Elektrodengruppe **311** sechs Elektroden **312**, welche in gleichmäßigen Abständen in der Longitudinalrichtung des Gurtes **21** ausgerichtet sind. Das Intervall zwischen den Elektroden **312** wird zum Beispiel auf ein Viertel eines Umfangs eines Oberarms eines Benutzers eingestellt, welcher einen denkbar dünnen Arm besitzt. In dieser Anordnung, wie in **Fig. 4** dargestellt, sind für den Benutzer, welcher den denkbar dünnen Arm besitzt, vier der sechs Elektroden **312** in Kontakt bzw. Berührung mit dem Oberarm **70** in dem getragenen Zustand und sind in gleichen Intervallen an dem Umfang des Oberarms platziert, während die verbleibenden zwei Elektroden **312** in Berührung mit der peripheren Oberfläche des Gurtes **111** sind. In **Fig. 4** werden ein Oberarmknochen **71** und eine Oberarmarterie **72** gezeigt. Für einen Benutzer mit einem denkbar dicksten Arm sind alle sechs Elektroden **312** in Berührung mit dem Oberarm **70** in dem getragenen Zustand.

[0043] Die Anzahl der Elektroden **312** ist nicht auf sechs begrenzt und kann zwei bis fünf oder sieben oder mehr betragen. Wenn zwei oder drei Elektroden **312** in Berührung mit dem Oberarm sind, kann ein gutes Elektrokardiogramm nicht erhalten werden, abhängig von dem getragenen Zustand. Wenn ein gutes Elektrokardiogramm nicht erhalten werden kann, ist es notwendig, den Benutzer dazu zu bringen, dass er das Blutdruckmessgerät **10** wieder befestigt, durch das Anzeigen einer Nachricht auf der Anzeigeeinheit **222** etc. Um die Situation zu vermeiden, bei welcher ein Elektrokardiogramm nicht erhalten werden kann, ist es wünschenswert, dass wenigstens vier Elektroden **312** in Berührung mit dem Oberarm in dem getragenen Zustand sind.

[0044] Wenn die Elektroden **312** näher an dem Herzen in dem getragenen Zustand sind, besitzt das Signal, welches die elektrische Aktivität des Herzens repräsentiert, welches durch die Elektroden **312** erhalten wird, einen größeren Wert, d. h. ein Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SN-Verhältnis) wird höher. Vorzugsweise, wie in **Fig. 3** dargestellt, sind die Elektroden **312** auf einem Zentralseite-Teilbereich **217A** des Gurtes **21** angeordnet. Der Zentralseite-Teilbereich **217A** ist ein Teilbereich, welcher auf einer zentralen Seite (Schulterseite) bezüglich zu einer Zentralellipse **216** in dem getragenen Zustand platziert ist. Mehr vorzuziehen ist es, dass die Elektroden **312** auf einem Zentralseite-Endteilbereich **218A** des Gurtes **21** angeordnet sind. Der Zentralseite-Endteilbereich **218A** ist ein Endteilbereich, welcher auf der zentralen Seite in dem getragenen Zustand platziert ist, und der Zentralseite-Endteilbereich **218A** besitzt eine Breite von zum Beispiel einem Drittel der Gesamtbreite des Gurtes **21**.

[0045] Eine Sensoreinheit **322** eines Pulswellensensors **321** für das Messen einer Pulswelle ist ferner auf der inneren peripheren Oberfläche **212** des Gurtes **21** angeordnet. In dem Beispiel der **Fig. 3** beinhaltet die Sensoreinheit **322** ein Paar von Elektroden **323A** und **323D** für das Liefern eines Stromes an den Oberarm und ein Paar von Elektroden **323B** und **323C** für das Detektieren einer Spannung. Die Elektroden **323A**, **323B**, **323C** und **323D** sind in dieser Reihenfolge in der Breitenrichtung des Gurtes **111** angeordnet. Die Breitenrichtung des Gurtes **111** ist eine Richtung entlang der Oberarmarterie **72** in dem getragenen Zustand.

[0046] Ferner, da die Sensoreinheit **322** weiter von dem Herzen in dem getragenen Zustand platziert ist, wird der Pulswellen-Ausbreitungsabstand länger, und der gemessene Wert der Puls-Transitzeit wird größer. Deshalb wird ein Fehler, welcher zu der Zeit des Berechnens der Zeitdifferenz zwischen dem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und des Wellenform-charakteristischen Punktes des Pulswellensignals verhältnismäßig klein

bezüglich zu der Puls-Transitzeit, und die Puls-Transitzeit kann genau gemessen werden. Vorzugsweise ist die Sensoreinheit **322** auf einem peripheren Seitenteilbereich **217B** des Gurtes **21** angeordnet. Der peripheren Seitenteilbereich **217B** ist ein Teilbereich, welcher auf einer peripheren Seite (Ellbogenseite) bezüglich zu der Zentralellipse **216** in dem getragenen Zustand platziert ist. Mehr bevorzugt ist die Sensoreinheit **322** auf einem peripheren Seiten-Endteilbereich **218C** des Gurtes **21** angeordnet. Der peripheren Seiten-Endteilbereich **218C** ist ein Endteilbereich, welcher auf der peripheren Seite in dem getragenen Zustand platziert ist, und der peripheren Seiten-Endteilbereich **218C** besitzt eine Breite von z. B. einem Drittel der gesamten Breite des Gurtes **21**. Ein Teilbereich **218B** zwischen dem zentralen Seiten-Endteilbereich **218A** und dem peripheren Seiten-Endteilbereich **218C** wird als ein dazwischenliegender Teilbereich bezeichnet.

[0047] Wie in **Fig. 4** gezeigt, beinhaltet der Gurt **21** ein inneres Gewebe **210A**, ein äußeres Gewebe **210B** und eine Druckmanschette **401**, welche zwischen dem inneren Gewebe **210A** und dem äußeren Gewebe **210B** bereitgestellt ist. Die Druckmanschette **401** ist ein gurtförmiges Hauptteil, welches sich in der longitudinalen Richtung des Gurtes **21** so erstreckt, dass es in der Lage ist, den Oberarm zu umgeben. Zum Beispiel ist die Druckmanschette **401** als ein Fluidbalg durch das Gegenüberliegen von zwei dehn-baren Polyurethanfolien in der Dickenrichtung und das Verschweißen der peripheren Teile davon konfiguriert. Die Elektrodengruppe **311** und die Sensoreinheit **322** sind in dem inneren Gewebe **210A** bereitgestellt, um zwischen der Druckmanschette **401** und dem Oberarm **70** in dem getragenen Zustand positioniert zu sein.

[0048] **Fig. 5** stellt ein Beispiel einer Hardwarekonfiguration eines Steuersystems des Blutdruckmessgerätes **10** entsprechend der vorliegenden Ausführungsform dar. In dem Beispiel der **Fig. 5**, zusätzlich zu der Bedieneinheit **221** und der Anzeigeeinheit **222**, welche oben beschrieben ist, sind auf dem Hauptteil **22** befestigt: ein Steuerelement **501**, eine Speichereinrichtung **505**, eine Batterie **506**, ein schaltender Schaltkreis **313**, eine Subtrahierschaltung **314**, ein analoges vorderes Ende (AFE) **315**, ein Drucksensor **402**, eine Pumpe **403**, ein Ventil **404**, eine Oszillationsschaltung **405** und eine Pumpentreiberschaltung **306**. Der Pulswellensensor **321** beinhaltet eine Stromliefer- und Spannungsdetektierschaltung **324** zusätzlich zu der oben beschriebenen Sensoreinheit **322**. In diesem Beispiel ist die Stromliefer- und Spannungsdetektierschaltung **324** auf dem Gurt **21** befestigt.

[0049] Das Steuerelement **501** beinhaltet eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) **502**, einen Zugriffsspeicher (RAM) **503** und einen Nur-Lese-Speicher

(ROM) **504** und steuert jede Komponente entsprechend zu der Informationsverarbeitung. Die Spannungseinrichtung **505** ist zum Beispiel eine Hilfspeichereinrichtung, wie z. B. ein Festplattenlaufwerk (HDD) oder ein Halbleiterspeicher (zum Beispiel ein Flash-Speicher), und speichert in nichtflüchtiger Weise Programme (z. B. das Beihalten eines Puls-Transitzeit-Messprogrammes und eines Blutdruckmessprogrammes), welche durch das Steuerelement **501** ausgeführt werden, Einstelldaten, welche für das Ausführen der Programme notwendig sind, Blutdruckmessergebnisse und Ähnliches. Ein Speichermedium, welches in der Speichereinrichtung **505** beinhaltet ist, ist ein Medium, welches Information von Programmen speichert, welche darauf in einer elektronischen, magnetischen, optischen, mechanischen oder chemischen Weise aufgezeichnet sind, so dass die Information der Programme von einem Computer, einer Einrichtung oder einer Maschine lesbar ist. Einige oder alle der Programme können in dem ROM **504** gespeichert sein.

[0050] Eine Batterie **506** liefert Leistung an die Komponenten, wie z. B. das Steuerelement **501**. Die Batterie **506** ist zum Beispiel eine aufladbare Batterie.

[0051] Jede der Elektroden **312**, welche in der Elektrodengruppe **311** beinhaltet sind, ist an einem Eingangsanschluss des schaltenden Schaltkreises **313** angeschlossen. Zwei Ausgangsanschlüsse des schaltenden Schaltkreises **313** sind an zwei Eingangsanschlüsse des Subtrahierschaltkreises **314** jeweils angeschlossen. Der schaltende Schaltkreis **313** empfängt ein Schaltignal von dem Steuerelement **501** und verbindet zwei Elektroden **312**, welche durch das Schaltignal vorgesehen sind, an den Subtrahierschaltkreis **314**. Der Subtrahierschaltkreis **314** subtrahiert das potenzielle Eingangssignal von einem Eingangsanschluss von dem potenziellen Eingangssignal von dem anderen Eingangsanschluss. Der Subtrahierschaltkreis **314** gibt ein potenzielles Differenzsignal aus, welches eine potenzielle Differenz zwischen den zwei angeschlossenen Elektroden **312** repräsentiert, an die AFE **135**. Der Subtrahierschaltkreis **314** ist zum Beispiel ein Mess- bzw. Regelverstärker. Der AFE **135** beinhaltet zum Beispiel ein Tiefpassfilter (LPF), einen Verstärker und einen Analog-/Digitalwandler. Das potenzielle Differenzsignal wird durch das LPF gefiltert, durch den Verstärker verstärkt und in ein digitales Signal durch den Analog-/Digitalwandler gewandelt. Das potenzielle Differenzsignal, welches in das Digitalsignal gewandelt ist, wird an das Steuerelement **501** geliefert. Das Steuerelement **501** erfasst, als ein Elektrokardiogramm, die potenziellen Differenzsignale, welche von der AFE **135** ausgegeben sind, in einer Zeitreihen-Weise.

[0052] Die Stromliefer- und Spannungsdetektorschaltung **324** liefert einen Hochfrequenz-Konstant-

strom zwischen den Elektroden **323A** und **323D**. Zum Beispiel ist die Frequenz des Stromes 50 kHz, und der Stromwert ist 1 mA. Die Stromliefer- und Spannungsdetektorschaltung **324** detektiert eine Spannung zwischen den Elektroden **323B** und **323C** in einem Zustand, bei welchem die Elektroden **323A** und **323D** mit dem Strom beliefert sind, und erzeugt ein Detektiersignal. Das Detektiersignal repräsentiert eine Änderung in einer elektrischen Impedanz durch die Pulswellen, welche sich durch einen Arterienbereich ausbreiten, welcher den Elektroden **323B** und **323C** gegenüberliegt. Die Stromliefer- und Spannungsdetektorschaltung **324** führt die Signalverarbeitung durch, wobei das Gleichrichten, das Verstärken, das Filtern und die Analog-/Digitalwandlung an dem Detektiersignal beinhaltet sind, und liefert das Detektiersignal an das Steuerelement **501**. Das Steuerelement **501** erfasst ein Detektiersignal, welches in einer Zeitreihen-Weise von der Stromliefer- und Spannungsdetektorschaltung **324** ausgegeben ist, als ein Pulswellensignal.

[0053] Der Drucksensor **402** ist an die Druckmanschette **401** über einen Schlauch **407** angeschlossen, während eine Pumpe **403** und ein Ventil **404** an die Druckmanschette **401** über einen Schlauch **408** angeschlossen sind. Die Schläuche **407** und **408** können ein einzelner gewöhnlicher Schlauch sein. Die Pumpe **403** ist zum Beispiel eine piezoelektrische Pumpe und liefert Luft als ein Fluid an die Druckmanschette **401** durch den Schlauch **408** mit dem Auftrag, den Druck in der Druckmanschette **401** zu erhöhen. Das Ventil **404** ist auf der Pumpe **403** befestigt und ist konfiguriert, um gesteuert zu werden, um zu öffnen und zu schließen, entsprechend zu einem Bedienzustand (ein/aus) der Pumpe **403**. Speziell, wenn die Pumpe **403** eingeschaltet ist, ist das Ventil **404** geschlossen, und wenn die Pumpe **403** ausgeschaltet ist, ist das Ventil **404** geöffnet. Wenn das Ventil **404** in einem offenen Zustand ist, ist die Druckmanschette **401** mit der Atmosphäre in Verbindung, und die Luft in der Druckmanschette **401** wird an die Atmosphäre ausgelassen. Das Ventil **404** besitzt eine Funktion eines Prüfventils, und Luft fließt nicht zurück. Die Pumpentreiberschaltung **406** treibt die Pumpe **403** basierend auf dem Steuersignal, welches von dem Steuerelement **501** empfangen ist.

[0054] Der Drucksensor **402** detektiert einen Druck in der Druckmanschette **401** (auch als ein Manschettendruck bezeichnet) und erzeugt ein elektrisches Signal, welches den Manschettendruck repräsentiert. Der Manschettendruck ist zum Beispiel ein Druck basierend auf einem atmosphärischen Druck. Der Drucksensor **402** ist zum Beispiel ein Piezowiderstand-Drucksensor. Der Oszillationsschaltkreis **405** oszilliert basierend auf dem elektrischen Signal von dem Drucksensor **402** und gibt das Frequenzsignal, welches eine Frequenz entsprechend zu dem elektrischen Signal besitzt, an das Steuerelement **501**.

aus. In diesem Beispiel wird das Ausgangssignal des Drucksensor **402** benutzt, um den Druck der Druckmanschette **401** zu steuern und um die Blutdruckwerte (wobei der systolische Blutdruck und der diastolische Blutdruck beinhaltet sind) durch ein oszillometrisches Verfahren zu berechnen.

[0055] Die Druckmanschette **401** kann dafür benutzt werden, um einen Berührzustand zwischen den Elektroden **312** oder der Sensoreinheit **322** des Pulswellensensor **321** und dem Oberarm zu justieren. Zum Beispiel, wenn die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit ausgeführt wird, wird die Druckmanschette **401** in einem Zustand beibehalten, in welchem eine bestimmte Menge an Luft gespeichert ist. Demnach sind die Elektrode **312** und die Sensoreinheit **322** des Pulswellensensors **321** zuverlässig in Berührung mit dem Oberarm gebracht.

[0056] In den Beispielen, welche in **Fig. 2** bis **Fig. 5** dargestellt sind, entsprechen die Elektrodengruppe **311**, der schaltende Schaltkreis **313**, die Subtrahierschaltung **314** und die AFE **315** der Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit **31** der ersten Blutdruckmesseinheit **30**, welche in **Fig. 1** gezeigt ist, und der Pulswellensensor **321** (die Elektroden **323** und die Stromliefer- und Spannungsdetektorschaltung **324**) entsprechen der Pulsstellensignal-Erfassungseinheit **32** der ersten Blutdruckmesseinheit **30**. Die Druckmanschette **401**, der Drucksensor **402**, die Pumpe **403**, das Ventil **404**, der Oszillationsschaltkreis **405**, die Pumpentreiberschaltung **406** und die Schläuche **407** und **408** entsprechen der zweiten Blutdruckmesseinheit **40**.

[0057] Bezuglich einer speziellen Hardwarekonfiguration des Blutdruckmessgerätes **10** können Komponenten weggelassen, ersetzt oder hinzugefügt werden, wenn dies entsprechend für eine Ausführungsform geeignet ist. Zum Beispiel kann das Steuerelement **501** eine Vielzahl von Prozessoren beinhalten. Das Blutdruckmessgerät **10** kann eine Kommunikationseinheit **507** für das Kommunizieren mit einer externen Einrichtung beinhalten, wie zum Beispiel einem mobilen Endgerät (zum Beispiel ein Smartphone) eines Benutzers. Die Kommunikationseinheit **507** beinhaltet ein verdrahtetes Kommunikationsmodul und/oder ein Funk-Kommunikationsmodul. Als das Funk-Kommunikationsverfahren können zum Beispiel Bluetooth (registrierte Handelsmarke), Bluetooth mit niedriger Energie (BLE) oder Ähnliche angewendet werden.

(Softwarekonfiguration)

[0058] Mit Bezug auf **Fig. 6** wird ein Beispiel einer Softwarekonfiguration des Blutdruckmessgerätes **10** entsprechend zu der vorliegenden Ausführungsform beschrieben. **Fig. 6** stellt ein Beispiel einer Softwarekonfiguration des Blutdruckmessgerätes **10**

entsprechend zu der vorliegenden Ausführungsform dar. In dem Beispiel, welches in **Fig. 6** dargestellt ist, beinhaltet das Blutdruckmessgerät **10** ein Elektrokardiogramm-Messsteuerelement **601**, eine Elektrokardiogramm-Speichereinheit **602**, ein Pulswellen-Messsteuerelement **603**, eine Pulswellen-Signal-speichereinheit **604**, eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605**, eine Blutdruckwert-Berechnungseinheit **606**, eine Blutdruckwert-Speichereinheit **607**, eine Bestimmungseinheit **608**, eine Instruktionseinheit **609**, ein Blutdruckmessung-Steuerelement **610**, eine Blutdruckwert-Speichereinheit **611**, ein Anzeigesteuerelement **612**, eine Instruktion-Eingabeeinheit **613** und eine Kalibrierseinheit **614**. Das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601**, das Pulswellen-Messung-Steuerelement **603**, die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605**, die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **606**, die Bestimmungseinheit **608**, die Instruktionseinheit **609**, das Blutdruckmessung-Steuerelement **610**, das Anzeigesteuerelement **612**, die Instruktion-Eingabeeinheit **613** und die Kalibrierseinheit **614** führen die folgende Verarbeitung durch das Steuerelement **501** des Blutdruckmessgerätes **10** durch, wobei ein Programm ausgeführt wird, welches in der Speichereinrichtung **505** gespeichert ist. Wenn das Steuerelement **501** das Programm ausführt, lädt das Steuerelement **501** das Programm auf das RAM **503**. Dann interpretiert das Steuerelement **501** das Programm und führt es aus, welches auf das RAM **503** geladen ist, durch die CPU **502**, um jede Komponente zu steuern. Die Elektrokardiogramm-Speichereinheit **602**, die Pulsstellensignal-Speichereinheit **604**, die Blutdruckwert-Speichereinheit **607** und die Blutdruckwert-Speichereinheit **611** sind durch die Speichereinrichtung **505** implementiert.

[0059] Das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** steuert den schaltenden Schaltkreis **313**, um ein Elektrokardiogramm zu erfassen. Speziell erzeugt das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** ein Schaltsignal für das Auswählen von zwei Elektroden **312** innerhalb der sechs Elektroden **312** und liefert das Schaltsignal an den schaltenden Schaltkreis **313**. Das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** erfasst ein Potenzialdifferenzsignal, welches durch das Benutzen der ausgewählten zwei Elektroden **312** erhalten ist, und speichert Zeitreihendaten des erfassten potenziellen Differenzsignals in der Elektrokardiogramm-Speicherseinheit **602** als ein Elektrokardiogramm.

[0060] Wenn der Benutzer das Blutdruckmessgerät **10** an dem Oberarm trägt, bestimmt das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** ein Elektrodenpaar, welches optimal ist, ein Elektrokardiogramm zu erfassen. Zum Beispiel erfassst das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** ein Elektrokardiogramm für jedes von allen Elektrodenpaaren und bestimmt ein Elektrodenpaar, welches ein Elektrokardiogramm liefert, welches die größte R-Wel-

le-Amplitude besitzt, als ein optimales Elektrodenpaar. Danach misst das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** das Elektrokardiogramm, wobei das optimale Elektrodenpaar benutzt wird.

[0061] Das Pulswelle-Messung-Steuerelement **603** steuert den Stromliefer- und Spannungsdetektierschaltkreis **324**, um ein Pulswellensignal zu erfassen. Speziell instruiert das Pulswellen-Messung-Steuerelement **603** den Stromliefer- und Spannungsdetektierschaltkreis **324**, um einen Strom zwischen den Elektroden **323A** und **323D** anzulegen, und erfasst ein Detektiersignal, welches eine Spannung zwischen den Elektroden **323B** und **323C** anzeigt, welche in einem Zustand detektiert ist, bei welchem der Strom zwischen den Elektroden **323A** und **323D** fließt. Das Pulswellen-Messung-Steuerelement **603** speichert Zeitreihendaten des Detektiersignals als ein Pulswellensignal in der Pulswellensignal-Speichereinheit **604**.

[0062] Die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** liest ein Elektrokardiogramm aus der Elektrokardiogramm-Speichereinheit **602**, liest ein Pulswellensignal von der Pulswellensignal-Speichereinheit **604** und berechnet eine Puls-Transitzeit basierend auf einer Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals. Zum Beispiel, wie in **Fig. 7** gezeigt wird, detektiert die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** eine Zeit (einen Zeitpunkt) eines Spitzenpunktes entsprechend zu einer R-Welle von dem Elektrokardiogramm, detektiert eine Zeit (einen Zeitpunkt) eines Anstiegspunktes von dem Pulswellensignal und berechnet eine Differenz, welche durch Subtrahieren der Zeit des Spitzenpunktes von der Zeit des Anstiegspunktes erhalten wird, als eine Puls-Transitzeit.

[0063] Die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** kann die Zeitdifferenz basierend auf einer vorher ausgestoßenen Periode (PEP) und des Ausgangssignals der korrigierten Zeitdifferenz als die Puls-Transitzeit korrigieren. Zum Beispiel, indem angenommen wird, dass die vorher ausgestoßene Periode konstant ist, kann die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** die Puls-Transitzeit durch das Subtrahieren eines vorher festgelegten Wertes von der Zeitdifferenz korrigieren.

[0064] Der Spitzenpunkt entsprechend zu der R-Welle ist ein Beispiel des Wellenform-charakteristischen Punktes des Elektrokardiogramms. Der Wellenform-charakteristische Punkt des Elektrokardiogramms kann ein Spitzenpunkt entsprechend zu einer Q-Welle oder ein Spitzenpunkt entsprechend zu einer S-Welle sein. Da die R-Welle als eine ausgeprägte Spalte erscheint, verglichen zu der Q-Welle oder der S-Welle, kann der R-Welle-Spitzenpunkt ge-

nauer spezifiziert werden. Deshalb wird vorzugsweise der R-Welle-Spitzenpunkt als der Wellenform-charakteristische Punkt des Elektrokardiogramms benutzt. Der Anstiegspunkt ist ein Beispiel des Wellenform-charakteristischen Punktes des Pulswellensignals. Der Wellenform-charakteristische Punkt des Pulswellensignals kann ein Spitzenpunkt sein. Da sich das Pulswellensignal mit der Zeit geringfügig ändert, ist es wahrscheinlich, dass ein Fehler auftritt, wenn die Zeit des Wellenform-charakteristischen Punktes in dem Pulswellensignal spezifiziert wird.

[0065] Mit Bezug auf **Fig. 6** berechnet die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **606** einen Blutdruckwert basierend auf der Puls-Transitzeit, welche durch die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** und die Blutdruckberechnungsformel berechnet ist. Die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **606** benutzt zum Beispiel die oben beschriebene Formel (1) als eine Blutdruck-Berechnungsformel. Die Blutdruckwert-Berechnungseinheit **606** speichert den berechneten Blutdruckwert in der Blutdruckwert-Speichereinheit **607** zusammen mit der Zeitinformation.

[0066] Die Blutdruck-Berechnungsformel ist nicht auf die obige Formel (1) begrenzt. Die Blutdruckberechnungsformel kann zum Beispiel die folgende Formel sein.

$$SBP = \frac{B_1}{PTT^2} + \frac{B_2}{PTT} + B_3 \times PTT + B_4 \quad (2)$$

wobei B_1 , B_2 , B_3 und B_4 Parameter sind.

[0067] Die Bestimmungseinheit **608** entspricht der Bestimmungseinheit **50**, welche in **Fig. 1** gezeigt ist. Basierend auf der Puls-Transitzeit, welche durch die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** berechnet ist, bestimmt die Bestimmungseinheit **608**, ob eine Bedingung erfüllt ist, in welcher die Messung des Blutdrucks des Benutzers empfohlen ist. In einem Beispiel bestimmt die Bestimmungseinheit **608**, ob eine Blutdruckänderungsrate bzw. -geschwindigkeit einen Schwellwert übersteigt. Die Blutdruckänderungsgeschwindigkeit ist zum Beispiel eine Größe der Änderung des Blutdruckwertes in einer Zeiteinheit. Speziell bestimmt die Bestimmungseinheit **608**, ob eine Differenz, welche durch das Subtrahieren des Blutdruckwertes vor der Zeiteinheit des letzten Blutdruckwertes einen Schwellwert übersteigt. Wenn der letzte systolische Blutdruckwert gleich SBP_0 ist, der Wert des systolischen Blutdrucks vor der Zeiteinheit SBP_1 ist und der Schwellwert V_{th} ist, bestimmt die Bestimmungseinheit **608**, ob die konditionelle Formel von $SBP_0 - SBP_1, A > V_{th}$ erfüllt wird. Die Zeiteinheit ist zum Beispiel 30 Sekunden, und der Schwellwert ist zum Beispiel 20 [mmHg]. Wenn der letzte Puls-Transitzeitwert PTT_0 und der Wert der Puls-Transitzeit vor der Zeiteinheit PTT_1 ist, wenn die obige konditionel-

le Formel modifiziert wird, indem die Formel (1) benutzt wird, ist

$$A_1 \left(\frac{1}{PTT_0^2} - \frac{1}{PTT_1^2} \right) > V_{th}.$$

Das heißt, die Bestimmungseinheit **608** kann die Puls-Transitzeit selbst nutzen oder kann den Blutdruckwert nutzen, welcher basierend auf der Puls-Transitzeit berechnet ist. Die Bestimmungseinheit **608** kann bestimmen, ob eine Differenz, welche durch das Subtrahieren eines Blutdruckwertes vor einer vorher festgelegten Herzrate (zum Beispiel vor 30 Schlägen) von dem letzten Blutdruckwert erhalten ist, einen Schwellwert übersteigt. In einem anderen Beispiel bestimmt die Bestimmungseinheit **608**, ob der letzte systolische Blutdruckwert einen Schwellwert (zum Beispiel 150 [mmHg]) übersteigt. Der Schwellwert kann festgelegt oder variabel sein. Zum Beispiel je höher der Durchschnittsblutdruck des Benutzers ist, desto höher wird der Schwellwert eingestellt.

[0068] Die Instruktionseinheit **609** entspricht der Instruktionseinheit **60**, welche in **Fig. 1** gezeigt ist. In Antwort auf die Bestimmung durch die Bestimmungseinheit **608**, dass die Bedingung erfüllt ist, gibt die Instruktionseinheit **609** Information aus, wobei eine Instruktion gegeben wird, um die Blutdruckmessung auszuführen. Beispielsweise gibt die Instruktionseinheit **609** ein Instruktionssignal an ein Anzeige-Steuerelement **612** aus, um eine Nachricht anzuzeigen, welche das Ausführen der Blutdruckmessung auf der Anzeigeeinheit **222** fordert. Ferner gibt die Instruktionseinheit **609** ein Steuersignal für das Steuern eines Treiberschaltkreises aus, welcher das Klang-Ausgangsbahauptteil treibt, um einen Meldeklang zu erzeugen. Die Instruktionseinheit **609** kann ein Instruktionssignal an das mobile Endgerät des Benutzers über die Kommunikationseinheit **507** senden, wodurch der Benutzer aufgefordert wird, die Blutdruckmessung über das mobile Endgerät durchzuführen.

[0069] Die Instruktioneingabeeinheit **613** empfängt eine Instruktion, die vom Benutzer mit Hilfe der Bedieneinheit **221** eingegeben wird. Wenn zum Beispiel ein Arbeitsablauf durchgeführt wird, um eine Instruktion zur Durchführung einer Blutdruckmessung zu geben, gibt die Instruktioneingabeeinheit **613** eine Instruktion an den Blutdruckmesscontroller **610** für das Starten der Blutdruckmessung.

[0070] Das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** steuert den Pumpen-Treiberschaltkreis **406**, um die Blutdruckmessung auszuführen. Beim Empfangen der Instruktion für das Starten der Blutdruckmessung von der Instruktion-Eingabeeinheit **613** treibt das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** die Pumpe **403** über die PumpenTreiberschaltung **406**. Dadurch wird das Liefern der Luft an die Druckmanschette **401** gestartet. Die Druckmanschette **401** bläst sich auf, wobei dadurch der Oberarm des Benutzers komprimiert wird. Das Blutdruckmessung-Steuerelement

610 überwacht den Manschettendruck, wobei der Drucksensor **402** benutzt wird. Das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** berechnet einen Blutdruckwert durch das oszillometrische Verfahren basierend auf einem Drucksignal, welches von dem Drucksensor **402** ausgegeben wird, in einem Druckaufbauprozess des Liefers von Luft an die Druckmanschette **401**. Ein Blutdruckwert beinhaltet, jedoch ist er nicht darauf begrenzt, den systolischen Blutdruck (SBP) und den diastolischen Blutdruck (DBP). Das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** speichert den berechneten Blutdruckwert in der Blutdruckwert-Speichereinheit **611** in Verbindung mit der Zeitinformation. Das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** kann die Pulsrate simultan mit dem Blutdruckwert berechnen. Wenn die Berechnung des Blutdruckwertes vollendet ist, stoppt das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** die Pumpe **403** über die Pumpentreiberschaltung **406**. Damit wird Luft aus der Druckmanschette **401** über das Ventil **404** ausgelassen.

[0071] Das Anzeige-Steuerelement **612** steuert die Anzeigeeinheit **222**. Zum Beispiel empfängt das Anzeige-Steuerelement **612** ein Instruktionssignal von der Instruktionseinheit **609** und zeigt eine Nachricht, welche in dem Instruktionssignal beinhaltet ist, auf der Anzeigeeinheit **222** an. Das Anzeige-Steuerelement **612** zeigt auch das Blutdruckmessergebnis auf der Anzeigeeinheit **222** an, nachdem die Blutdruckmessung durch das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** vollendet ist.

[0072] Die Kalibriereinheit **614** kalibriert die Blutdruck-Berechnungsformel basierend auf der Puls-Transitzeit, welche durch die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** erhalten ist, und den Blutdruckwert, welcher durch das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** erhalten ist. Die Korrelation zwischen der Pulstransitzeit und dem Blutdruckwert variiert für jede davon individuell. Außerdem ändert sich die Korrelation entsprechend zu dem Zustand, in welchem das Blutdruckmessgerät **10** an dem Oberarm des Benutzers getragen wird. Zum Beispiel ändert sich sogar für den gleichen Benutzer die Korrelation, wenn das Blutdruckmessgerät **10** dichter an der Schulter angeordnet ist und wenn das Blutdruckmessgerät **10** dichter an dem Ellbogen angeordnet ist. Um eine derartige Änderung in der Korrelation zu reflektieren, wird die Blutdruck-Berechnungsformel kalibriert. Das Kalibrieren der Blutdruck-Berechnungsformel wird zum Beispiel ausgeführt, wenn der Benutzer das Blutdruckmessgerät **10** trägt. Zum Beispiel erhält die Kalibriereinheit **614** eine Vielzahl von Einstellungen der Puls-Transitzeit-Messergebnisse und der Blutdruckmessergebnisse und bestimmt die Parameter A_1 und A_2 basierend auf der Vielzahl der Einstellungen der Puls-Transitzeit-Messergebnisse und der Blutdruckmessergebnisse. Für das Bestimmen der Parameter A_1 und A_2 benutzt die Kalibriereinheit **614** zum Beispiel ein Anpassungsverfahren, wie z. B.

ein Verfahren der kleinsten Quadrate oder ein Verfahren der maximalen Wahrscheinlichkeit.

[0073] Die vorliegende Ausführungsform beschreibt ein Beispiel, in welchem all die Funktionen des Blutdruckmessgerätes durch einen Prozessor für einen allgemeinen Zweck realisiert sind. Jedoch einige oder alle der Funktionen können durch einen oder mehrere dedizierte Prozessoren implementiert werden.

[Beispiel des Arbeitsablaufs]

(Auswahl des Elektrodenpaars, welches für das Erfassen des Elektrokardiogramms benutzt wird)

[0074] Wenn der Benutzer das Blutdruckmessgerät **10** trägt, wird zuerst ein Prozess des Auswählens eines Elektrodenpaars ausgeführt, welches für das Erfassen eines Elektrokardiogramms zu benutzen ist. In diesem Prozess arbeitet das Steuerelement **501** als das Pulswellenmessung-Steuerelement **603**. Hier wird angenommen, dass die Elektrodengruppe **311** vier Elektroden **312** beinhaltet, welche als die Elektroden **312-1**, **312-2**, **312-3** und **312-4** bezeichnet sind, um sie voneinander zu unterscheiden. Das Steuerelement **501** liefert ein Schaltsignal für das Auswählen der Elektroden **312-1** und **312-2** an den schaltenden Schaltkreis **313** und erfasst ein Elektrokardiogramm, wobei ein Paar von Elektroden **312-1** und **312-2** benutzt wird. Als Nächstes liefert das Steuerelement **501** ein Schaltsignal für das Auswählen der Elektroden **312-1** und **312-3** an den schaltenden Schaltkreis **313** und erfasst ein Elektrokardiogramm, wobei ein Paar von Elektroden **312-1** und **312-3** benutzt wird. In ähnlicher Weise erfasst das Steuerelement **501** Elektrokardiogramme, wobei ein Paar von Elektroden **312-1** und **312-4**, ein Paar von Elektroden **312-2** und **312-3**, ein Paar von Elektroden **312-2** und **312-4** und ein Paar von Elektroden **312-3** und **312-4** benutzt wird. Das Steuerelement **501** bestimmt ein Elektrodenpaar, von welchem ein Elektrokardiogramm erhalten wird, welches die größte R-Welle-Amplitude besitzt, als ein Elektrodenpaar, welches für das Erfassen eines Elektrokardiogramms benutzt wird.

(Kalibrierung der Blutdruck-Berechnungsformel, welche für die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit benutzt wird)

[0075] Als Nächstes wird die Blutdruck-Berechnungsformel kalibriert. In diesem Prozess arbeitet das Steuerelement **501** als die Kalibrierseinheit **614**. Wenn die Anzahl der Parameter, welche in der Blutdruck-Berechnungsformel beinhaltet sind, N ist, sind N oder mehr Einstellungen der Puls-Transitzeit-Messwerte und der Blutdruckmesswerte erforderlich. Die obige Blutdruck-Berechnungsformel (1) besitzt zwei Parameter A_1 und A_2 . In diesem Fall zum Beispiel erfasst das Steuerelement **501** einen Satz

des Puls-Transitzeit-Messwertes und des Blutdruckwertes, wenn der Benutzer in Ruhe ist, veranlasst dann den Benutzer, eine Übung durchzuführen, und erfasst einen Satz des Puls-Transitzeit-Messwertes und des Blutdruckmesswertes nach der Übung. Auf diese Weise werden zwei Sätze der Puls-Transitzeit-Messwerte und der Blutdruckmesswerte erfasst. Das Steuerelement **501** bestimmt die Parameter A_1 und A_2 basierend auf den erfassten zwei Sätzen der Puls-Transitzeit-Messwerte und der Blutdruckwerte. Nachdem die Kalibrierung vollendet ist, kann die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit ausgeführt werden.

(Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit)

[0076] **Fig. 8** zeigt einen Arbeitsablauf, wenn das Blutdruck-Messgerät **10** die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit durchführt.

[0077] Im Schritt **S11** der **Fig. 8** startet das Steuerelement **501** die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit. Zum Beispiel empfängt das Steuerelement **501** von der Bedieneinheit **221** ein Arbeits- bzw. Bediensignal, welches anzeigen, dass der Benutzer eine Instruktion für das Starten der Blutdruckmessung gegeben hat, basierend auf der Puls-Transitzeit, und in Antwort darauf startet die Blutdruckmessung. Alternativ kann das Steuerelement **501** die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit in Antwort auf das Vollenden der Kalibrierung der Blutdruck-Berechnungsformel starten.

[0078] Im Schritt **S12** arbeitet das Steuerelement **501** als das Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement **601** und erfasst ein Elektrokardiogramm, wobei die zwei Elektroden **312** benutzt werden, welche in dem oben beschriebenen Prozess bestimmt sind. Im Schritt **S13** arbeitet das Steuerelement **501** als das Pulswellen-Messung-Steuerelement **603** und erfasst ein Pulswellensignal, wobei der Pulswellensor **321** benutzt wird. Die Verarbeitung des Schrittes **S11** und die des Schrittes **S12** werden parallel ausgeführt.

[0079] Im Schritt **S14** arbeitet das Steuerelement **501** als die Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **605** und berechnet die Zeitdifferenz zwischen dem R-Welle-Spitzenpunkt des Elektrokardiogramms und des Anstiegspunktes des Pulswellensignals als die Puls-Transitzeit. Im Schritt **S15** arbeitet das Steuerelement **501** als die Blutdruck-Berechnungseinheit **606** und berechnet den Blutdruckwert aus der Puls-Transitzeit, welche im Schritt **S14** berechnet ist, indem die oben beschriebene Blutdruck-Berechnungsformel (1) benutzt wird. Das Steuerelement **501** zeichnet den berechneten Blutdruckwert in der Speicheranrichtung **505** in Verbindung mit der Zeitinformation auf.

[0080] Im Schritt **S16** bestimmt das Steuerelement **501**, ob ein Bediensignal, welches anzeigt, dass der Benutzer eine Instruktion gegeben hat, um die Blutdruckmessung zu beenden, basierend auf der Puls-Transitzeit von der Bedieneinheit **221** empfangen worden ist. Die Prozesse bzw. Arbeitsvorgänge der Schritte **S12** bis **S15** werden wiederholt, bis das Steuerelement **501** das Bedien- bzw. Arbeitssignal empfängt. Dadurch wird der Blutdruckwert für jeden Herzschlag aufgezeichnet. Bei dem Empfangen des Arbeitssignals beendet das Steuerelement **501** die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit.

[0081] Entsprechend zu der Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit kann der Blutdruck kontinuierlich über eine lange Zeitperiode in einem Zustand gemessen werden, in welchem die körperliche Belastung für den Benutzer reduziert ist.

(Instruktion des Ausführens der Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren)

[0082] **Fig. 9** zeigt einen Arbeitsablauf, wenn das Blutdruckmessgerät **10** eine Instruktion für das Durchführen der Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren gibt. Der Arbeitsvorgang, welcher in **Fig. 9** gezeigt ist, wird während einer Periode durchgeführt, in welcher die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit ausgeführt wird.

[0083] Im Schritt **S21** der **Fig. 9** erfasst das Steuerelement **501** den Messwert des Blutdruckes mit der Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit, welche mit Bezug auf **Fig. 8** beschrieben ist.

[0084] Im Schritt **S22** arbeitet das Steuerelement **501** als die Bestimmungseinheit **608** und bestimmt, ob eine Bedingung, in welcher die Messung des Blutdruckes des Benutzers empfohlen wird, erfüllt ist, basierend auf dem letzten Messwert, welcher im Schritt **S21** erfasst ist. Zum Beispiel bestimmt das Steuerelement **501**, ob die Blutdruckwertdifferenz, welche durch das Subtrahieren des Blutdruckwertes vor der Zeiteinheit von dem letzten Blutdruckwert erhalten ist, den Schwellwert übersteigt. Wenn die Blutdruckwertdifferenz gleich zu oder geringer als der Schwellwert ist, kehrt der Prozess zum Schritt **S21** zurück, und das Steuerelement **501** erfasst einen nächsten Messwert. Wenn die Blutdruckwertdifferenz den Schwellwert übersteigt, schreitet der Prozess zum Schritt **S23** fort.

[0085] Im Schritt **S23** arbeitet das Steuerelement **501** als die Instruktionseinheit **609** und gibt eine Instruktion aus, um die Blutdruckmessung auszuführen. Zum Beispiel erzeugt das Steuerelement **501** einen Meldeklange, wobei das Klang-Sendehauptteil benutzt wird, und zeigt eine Nachricht, welche das Ausführen der Blutdruckmessung fordert, auf der Anzeigeeinheit **222** an.

[0086] Auf diese Weise instruiert das Steuerelement **501** den Benutzer, die Blutdruckmessung durch das oszillometrische Verfahren auszuführen, wenn eine Situation auftritt, in welcher eine genaue Blutdruckmessung empfohlen ist.

(Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren)

[0087] **Fig. 10** stellt einen Arbeitsablauf dar, wenn das Blutdruckmessgerät **10** die Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren durchführt. In der oszillometrischen Blutdruckmessung wird die Druckmanschette **401** allmählich mit Druck beaufschlagt und dann druckentlastet. In einem derartigen Druckaufbau oder Druckverminderungsprozess kann die Puls-Transitzeit nicht genau gemessen werden. Deshalb kann während der Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit, welche in **Fig. 8** gezeigt ist, zeitweise gestoppt werden.

[0088] Im Schritt **S31** der **Fig. 10** startet das Steuerelement **501** die Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren. Zum Beispiel empfängt das Steuerelement **501** von der Bedieneinheit **221** ein Arbeits- bzw. Bediensignal, welches anzeigt, dass der Benutzer eine Instruktion gegeben hat, die Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren auszuführen, und in Antwort darauf startet die Blutdruckmessung.

[0089] Im Schritt **S32** arbeitet das Steuerelement **501** als das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** und führt das Initialisieren für die Blutdruckmessung durch. Zum Beispiel initialisiert das Steuerelement **501** die Verarbeitungsspeicherfläche. Dann stoppt das Steuerelement **501** die Pumpe **403** über die Pumpentreiberschaltung **406**. Entsprechend wird das Ventil **404** geöffnet, und Luft wird in die Druckmanschette **401** entladen bzw. ausgelassen. Das Steuerelement **501** stellt einen Stromausgangswert des Drucksensors **402** als einen Referenzwert ein.

[0090] Im Schritt **S33** arbeitet das Steuerelement **501** als das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** und führt das Steuern durch, um die Druckmanschette **401** im Druck aufzubauen. Zum Beispiel treibt das Steuerelement **501** die Pumpe **403** über die Pumpentreiberschaltung **406**. Entsprechend wird das Ventil **404** geschlossen, und Luft wird an die Druckmanschette **401** geliefert. Dadurch wird die Druckmanschette **401** aufgeblasen, und der Manschetten-Druck P_c nimmt allmählich zu, wie in **Fig. 11** gezeigt ist. Das Steuerelement **501** überwacht den Manschettendruck P_c , wobei der Drucksensor **402** benutzt wird, und erfasst das Pulswellensignal P_m , welches eine Fluktuationskomponente eines arteriellen Volumens repräsentiert.

[0091] Im Schritt **S34** arbeitet das Steuerelement **501** als das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** und versucht, einen Blutdruckwert zu berechnen (wobei SBP und DBP beinhaltet sind), basierend auf dem Pulswellensignal Pm, welches zu dieser Zeit erfasst ist. Zu dieser Zeit, wenn der Blutdruckwert aufgrund von unzureichenden Daten nicht berechnet werden kann (Nein im Schritt **S35**), werden die Prozesse bzw. Vorgänge der Schritte **S33** und **S34** wiederholt, es sei denn, der Manschettendruck Pc erreicht den oberen Grenzdruck. Der obere Grenzdruck wird zuvor unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit bestimmt. Der obere Grenzdruck ist zum Beispiel 300 mmHg.

[0092] Wenn der Blutdruckwert berechnet worden ist (Ja im Schritt **S35**), fährt der Prozess bzw. Vorgang zu dem Schritt **S36** fort. Im Schritt **S36** arbeitet das Steuerelement **501** als das Blutdruckmessung-Steuerelement **610** und stoppt die Pumpe **403** durch die Pumpentreiberschaltung **406**. Entsprechend wird das Ventil **404** geöffnet, und Luft wird in die Druckmanschette **401** ausgelassen.

[0093] Im Schritt **S37** zeigt das Steuerelement **501** das Blutdruckmessergebnis auf der Anzeigeeinheit **222** an und zeichnet das Ergebnis in der Speicherseinrichtung **505** auf.

[0094] Die Verarbeitungsprozedur, welche in **Fig. 8**, **Fig. 9** oder **Fig. 10** gezeigt ist, ist ein Beispiel, und die Verarbeitungsreihenfolge oder der Inhalt jedes Verarbeitens kann, wenn geeignet, verändert werden. Zum Beispiel kann in der Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren die Berechnung des Blutdruckwertes in einem Druckverminderungsprozess ausgeführt werden, in welchem Luft aus der Druckmanschette **401** ausgelassen wird.

[Vorteilhafte Wirkung]

[0095] Wie oben beschrieben, werden in dem Blutdruckmessgerät **10** entsprechend zu der vorliegenden Ausführungsform sowohl die Elektrodengruppe **311** als auch die Sensoreinheit **322** des Pulswellensensors **321** an dem Gurt **21** bereitgestellt. Deshalb werden durch einfaches Umdrehen des Gurtes **21** rund um den Oberarm sowohl die Elektrodengruppe **311** als auch der Pulswellensensor **321** an dem Benutzer befestigt. Deshalb kann der Benutzer das Blutdruckmessgerät **10** leicht tragen. Da der Benutzer nur eine Einrichtung tragen muss, ist das Gefühl des Benutzers gegenüber dem Tragen des Blutdruckmessgerätes **10** reduziert.

[0096] Ferner, da die Puls-Transitzeit basierend auf dem Elektrokardiogramm und dem Pulswellensignal, welches für den Oberarm erhalten wird, berechnet wird, kann die Puls-Transitzeit für einen langen Abstand von dem Herzen zu dem Oberarm erhalten werden. Als ein Ergebnis wird die Robustheit gegen-

über einem Fehler, welcher zu der Zeit des Berechnens der Zeitdifferenz zwischen dem Wellenformcharakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und des Wellenformcharakteristischen Punktes des Pulswellensignals verursacht ist, verbessert. Außerdem ist die Elektrodengruppe **311** in dem zentralen Seitenteilbereich **217A** des Gurtes **21** angeordnet, und die Sensoreinheit **322** des Pulswellensensors **321** ist in dem peripheren Seitenteilbereich **217B** des Gurtes **21** angeordnet. In dieser Anordnung wird ein längerer Pulswellen-Ausbreitungsabstand sichergestellt, und ein Elektrokardiogramm, welches ein hohes SN-Verhältnis besitzt, wird erfasst. Dies verbessert ferner die Robustheit. Als ein Ergebnis kann die Puls-Transitzeit genau gemessen werden, und die Zuverlässigkeit des Blutdruckwertes, welcher basierend auf der Puls-Transitzeit berechnet ist, wird verbessert.

[0097] Die Blutdruck-Berechnungsformel, welche in der ersten Blutdruckmesseinheit **30** benutzt wird, wird basierend auf dem Blutdruckwert, welcher durch die zweite Blutdruckmesseinheit **40** erhalten ist, kalibriert. Es ist notwendig, die Kalibrierung basierend auf einem Blutdruckwert durchzuführen, welcher durch ein Messsystem erhalten ist, welches unterschiedlich von der ersten Blutdruckmesseinheit **30** ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist die zweite Blutdruckmesseinheit **40** mit der ersten Blutdruckmesseinheit **30** integriert, und die Blutdruck-Berechnungsformel wird basierend auf dem Blutdruckwert, welcher durch die zweite Blutdruckmesseinheit **40** erhalten ist, kalibriert. Damit kann die Blutdruck-Berechnungsformel durch das Blutdruckmessgerät **10** alleine kalibriert werden. Deshalb kann die Blutdruck-Berechnungsformel leicht kalibriert werden.

[0098] Zusätzlich wird basierend auf dem Ergebnis der kontinuierlichen Blutdruckmessung durch die erste Blutdruckmesseinheit **30** bestimmt, ob eine Bedingung, in welcher die Messung des Blutdruckes des Benutzers empfohlen ist, erfüllt wird. Wenn die Bedingung erfüllt ist, wird der Benutzer in Kenntnis gesetzt, dass die Blutdruckmessung durch die zweite Blutdruckmesseinheit **40** durchgeführt werden sollte. Deshalb ist es möglich, den Benutzer zu veranlassen, die genaue Blutdruckmessung in einer Situation durchzuführen, in welcher die Blutdruckmessung empfohlen ist.

[0099] Da die Blutdruckmessung basierend auf der Puls-Transitzeit und der Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren durch eine einzelne Einrichtung durchgeführt werden kann, nimmt die Annahmlichkeit für den Benutzer zu.

[0100] Da das Blutdruckmessgerät **10** an dem Oberarm getragen wird, wird der Blutdruck bei im Wesentlichen der gleichen Höhe wie das Herz gemessen. Demnach ist es nicht notwendig, eine Höhenkorrektur

an dem erhaltenen Blutdruckmessergebnis durchzuführen. Zusätzlich, wenn das Blutdruckmessgerät **10** ein Oberarmtyp ist, kann das Blutdruckmessgerät **10** durch Ärmel an der Kleidung verdeckt werden, und es ist möglich, das Tragen des Blutdruckmessgerätes **10** unauffällig zu machen.

(Modifikationen)

[0101] Wenn eine Elektrodengruppe für das Messen eines Elektrokardiogramms vier oder mehr Elektroden beinhaltet, können zwei der Elektroden, anders als die zwei Elektroden, welche für das Messen eines normalen Elektrokardiogramms benutzt werden, benutzt werden, um das Körperbewegung-Rauschen aus dem Elektrokardiogramm zu entfernen. Das Körperbewegung-Rauschen ist Rauschen, welches durch eine Körperbewegung des Benutzers verursacht wird. Es ist schwierig, effektiv das Körperbewegungsrauschen mit einem Filter, wie z. B. einem Tiefpassfilter, zu reduzieren.

[0102] Fig. 12 stellt ein Beispiel einer Hardwarekonfiguration einer Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit in einem Blutdruckmessgerät entsprechend zu einer Ausführungsform dar. In Fig. 12 werden die gleichen Komponenten wie jene, welche in Fig. 5 gezeigt sind, mit den gleichen Bezeichnungen bezeichnet, und eine Beschreibung davon wird weggelassen. In dem Beispiel der Fig. 12 sind Elektroden **312** an jeweiligen Eingangsanschlüssen eines schaltenden Schaltkreises **316** angeschlossen. Der schaltende Schaltkreis **316** wird durch das Steuerelement **501** gesteuert. Das Steuerelement **501** stellt dem schaltenden Schaltkreis **316** ein erstes Schaltsignal für das Auswählen von zwei Elektroden bereit, welche für die Elektrokardiogramm-Messung zu benutzen sind, und ein zweites Schaltsignal für das Auswählen von zwei Elektroden, welche für das Reduzieren des Körperbewegung-Rauschens zu benutzen sind. Die ersten und zweiten Ausgangssignale des schaltenden Schaltkreises **316** sind an eine Subtrahierschaltung **314** angeschlossen, und die Subtrahierschaltung **314** gibt ein erstes Potenzialdifferenz-Signal, welches eine Potenzialdifferenz repräsentiert, zwischen zwei Elektroden, welche durch das erste Schaltsignal bezeichnet sind, an eine Subtrahierschaltung **318** aus. Die dritten und vierten Ausgabeanschlüsse des schaltenden Schaltkreises **316** sind an eine Subtrahierschaltung **317** angeschlossen, und die Subtrahierschaltung **317** gibt ein zweites Potenzialdifferenz-Signal, welches eine Potenzialdifferenz zwischen zwei Elektroden repräsentiert, welche durch das zweite Schaltsignal bezeichnet sind, an die Subtrahierschaltung **318** aus. Die Subtrahierschaltung **318** erzeugt ein drittes Potenzialdifferenzsignal durch Subtrahieren des zweiten Potenzialdifferenzsignals von dem ersten Potenzialdifferenz-Signal, und gibt das dritte Potenzialdifferenzsignal an die AFE **135** aus. Das das erste Potenzialdifferenzsi-

gnal und das zweite Potenzialdifferenzsignal im Wesentlichen den gleichen Grad an Körperbewegungsrauschen besitzen, kann das Körperbewegungsrauschen entfernt oder reduziert werden.

[0103] In der oben beschriebenen Ausführungsform wendet der Pulswellensensor ein Impedanzverfahren für das Detektieren einer Änderung in der Impedanz an, welche zu einer Änderung in dem Volumen einer Arterie gehört. Der Pulswellensensor kann ein weiteres Messverfahren anwenden, wie z. B. ein photoelektrisches Verfahren, ein piezoelektrisches Verfahren oder ein Funkwellenverfahren. In einer Ausführungsform, welche das photoelektrische Verfahren anwendet, beinhaltet der Pulswellensensor ein lichtemittierendes Element, welches konfiguriert ist, Licht in Richtung einer Arterie auszusenden, welche durch einen Messort läuft, und einen Photodetektor, welcher konfiguriert ist, reflektiertes Licht oder gesendetes Licht des Lichtes zu detektieren, und detektiert eine Änderung in der Lichtintensität, welche zu einer Änderung in dem Volumen der Arterie gehört. In einer Ausführungsform des Anwenders des piezoelektrischen Verfahrens beinhaltet der Pulswellensensor ein piezoelektrisches Element, welches in dem Gurt so bereitgestellt ist, dass es in Berührung mit dem Messort ist, und detektiert eine Änderung in einem Druck, welcher zu einer Änderung in dem Volumen der Arterie gehört. In einer Ausführungsform, welche das Funkwellenverfahren anwendet, beinhaltet der Pulswellensensor ein Sendeelement, welches konfiguriert ist, eine Funkwelle in Richtung einer Arterie zu senden, welche durch einen Messort führt, und ein Empfangselement, welches konfiguriert ist, eine reflektierte Welle der Funkwelle zu empfangen, und detektiert eine Phasenverschiebung zwischen der gesendeten Welle und der reflektierten Welle, welche mit einer Volumenänderung der Arterie verbunden ist.

[0104] Das Blutdruckmessgerät **10** kann ferner beinhalten: eine Druckmanschette für das Justieren eines Berührungsstands zwischen den Elektroden **312** und dem Oberarm, eine Pumpe für das Liefern von Luft an die Druckmanschette, eine Pumpentreiberschaltung für das Treiben der Pumpe und einen Drucksensor für das Detektieren des Drucks in der Druckmanschette. Die Druckmanschette wird in dem zentralen Seitenendteilbereich **218A** des Gurtes **21** bereitgestellt. In diesem wird die Druckmanschette **401** zum Beispiel an einem dazwischenliegenden Teilbereich **218B** des Gurtes **21** bereitgestellt.

[0105] Das Blutdruckmessgerät **10** kann ferner beinhalten: eine Druckmanschette für das Justieren eines Berührungsstands zwischen der Sensoreinheit **322** des Pulswellensensors **321** und dem Oberarm, eine Pumpe für das Liefern von Luft an die Druckmanschette, eine Pumpentreiberschaltung für das Treiben der Pumpe und einen Drucksensor für

das Detektieren eines Drucks in der Druckmanschette. Die Druckmanschette wird an den peripheren Seitenende-Teilbereich **218C** des Gurtes **21** bereitgestellt. In diesem Fall wird die Druckmanschette **401** zum Beispiel an dem dazwischenliegenden Teilbereich **218B** des Gurtes **21** bereitgestellt.

[0106] Ein Teil, welches in der Messung der Puls-Transitzeit involviert ist, kann als eine einzelne Einrichtung realisiert werden. In einer Ausführungsform wird ein Puls-Transitzeit-Messgerät bereitgestellt, wobei beinhaltet ist: eine Gurteinheit **20**, eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit **31**, eine Pulswellensignal-Erfassungseinheit **32** und eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit **33**. Das Puls-Transitzeit-Messgerät kann ferner eine Bestimmungseinheit **50** und eine Instruktionseinheit **60** beinhalten. Das Puls-Transitzeit-Messgerät kann ferner eine Druckmanschette, eine Pumpe und eine Pumpentreiberschaltung beinhalten, um die Elektroden **312** und den Pulswellensor **321** gegen den Oberarm zu drücken.

[0107] Das Blutdruckmessgerät **10** darf nicht die zweite Blutdruckmesseinheit **40** beinhalten. In einer Ausführungsform, in welcher das Blutdruckmessgerät **10** nicht die zweite Blutdruckmesseinheit **40** beinhaltet, um die Blutdruck-Berechnungsformel zu kalibrieren, ist es notwendig, einen Blutdruckwert an das Blutdruckmessgerät **10** einzugeben, welcher durch Messen mit einem anderen Blutdruck-Überwachungselement erhalten ist.

[0108] Der Messort ist nicht auf den Oberarm begrenzt und kann ein anderer Ort sein, wie zum Beispiel ein Handgelenk, ein Oberschenkel oder ein Knöchel.

[0109] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen, wie sie sind, begrenzt, und sie können durch Modifizieren der Komponenten ausgestattet sein, ohne von dem Umfang der Erfindung bei der Implementierungsstufe abzuweichen. Ferner können verschiedene Erfindungen durch geeignetes Kombinieren einer Vielzahl von Komponenten gebildet werden, welche in den obigen Ausführungsformen offenbart sind. Zum Beispiel können einige der Komponenten aus jeder der Ausführungsformen entfernt werden. Zusätzlich können Komponenten zwischen unterschiedlichen Ausführungsformen, wenn geeignet, kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

10	Blutdruckmessgerät	31	Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit
20	Gurteinheit	32	Pulswellensignal-Erfassungseinheit
12	Gurt	33	Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit
22	Hauptteil	34	Blutdruckwert-Berechnungseinheit
30	Erste Blutdruckmesseinheit	40	Zweite Blutdruckmesseinheit
		50	Bestimmungseinheit
		60	Instruktionseinheit
		210A	Inneres Gewebe
		210B	Äußeres Gewebe
		213	Schleifenoberfläche
		214	Hakenoberfläche
		221	Bedieneinheit
		222	Anzeigeeinheit
		311	Elektrodengruppe
		312	Elektrode
		313	Schaltender Schaltkreis
		314	Subtraktionsschaltung
		315	Analoges Vorderende
		321	Pulswellensor
		322	Sensoreinheit
		323A-323D	Elektrode
		324	Stromliefer- und Spannung-Dektierschaltung
		401	Druckmanschette
		402	Drucksensor
		403	Pumpe
		404	Ventil
		405	Oszillationsschaltung
		406	Pumpentreiberschaltung
		407, 408	Schlauch
		501	Steuerelement
		502	CPU
		503	RAM
		504	ROM
		505	Speichereinrichtung
		506	Batterie
		507	Kommunikationseinheit

601	Elektrokardiogramm-Messung-Steuerelement
602	Elektrokardiogramm-Speicher-einheit
603	Pulswellenmessung-Steuerele-ment
604^	Pulswellensignal-Speicherein-heit
605	Puls-Transitzeit-Berechnungs-einheit
606	Blutdruckwert-Berechnungsein-heit
607	Blutdruckwert-Speichereinheit
608	Bestimmungseinheit
609	Instruktionseinheit
610	Blutdruckmessung-Steuerele-ment
611	Blutdruckwert-Speichereinheit
612	Anzeige-Steuerelement
613	Instruktion-Eingabeeinheit
614	Kalibriereinheit

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 5984088 [0004]

Patentansprüche

1. Puls-Transitzeit-Messgerät, welches aufweist:
 eine Gurteinheit, welche konfiguriert ist, um rund um einen Messort eines Benutzers gewickelt zu werden;
 eine Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit, welche eine Vielzahl von Elektroden beinhaltet, welche an der Gurteinheit bereitgestellt sind, wobei die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit konfiguriert ist, ein Elektrokardiogramm eines Benutzers durch das Benutzen der Vielzahl von Elektroden zu erfassen;
 eine Pulswellensignal-Erfassungseinheit, welcher ein Pulswellensensor beinhaltet, welcher an der Gurteinheit bereitgestellt ist, wobei die Pulswellensignal-Erfassungseinheit konfiguriert ist, ein Pulswellensignal, welches eine Pulswelle des Benutzers repräsentiert, durch Benutzen des Pulswellensensors zu erfassen; und

eine Puls-Transitzeit-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, eine Puls-Transitzeit basierend auf einer Zeitdifferenz zwischen einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Elektrokardiogramms und einem Wellenform-charakteristischen Punkt des Pulswellensignals zu berechnen.

2. Puls-Transitzeit-Messgerät nach Anspruch 1, wobei der Pulswellensensor an einem Teil in der Gurteinheit angeordnet ist, welches auf einer peripheren Seite in einem Zustand platziert ist, bei welchem die Gurteinheit rund um den Messort des Benutzers gewickelt ist.

3. Puls-Transitzeit-Messgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Vielzahl der Elektroden an einem Teil in der Gurteinheit angeordnet ist, welche auf einer zentralen Seite in einem Zustand platziert ist, bei welchem die Gurteinheit rund um den Messort des Benutzers gewickelt ist.

4. Puls-Transitzeit-Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
 die Vielzahl der Elektroden wenigstens vier Elektroden sind, und
 die Elektrokardiogramm-Erfassungseinheit konfiguriert ist, eine erste Potenzialdifferenz zwischen zwei ersten Elektroden der Vielzahl der Elektroden zu erfassen, eine zweite Potenzialdifferenz zwischen zwei zweiten Elektroden der Vielzahl der Elektroden zu erfassen, wobei die zwei zweiten Elektroden unterschiedlich von den zwei ersten Elektroden sind, eine dritte Potenzialdifferenz zu erfassen, welche eine Differenz zwischen der ersten Potenzialdifferenz und der zweiten Potenzialdifferenz ist, und das Elektrokardiogramm basierend auf der dritten Potenzialdifferenz zu erzeugen.

5. Puls-Transitzeit-Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welches ferner aufweist:
 eine Bestimmungseinheit, welche konfiguriert ist, basierend auf der Puls-Transitzeit zu bestimmen, ob

eine Bedingung, in welcher die Messung des Blutdrucks des Benutzers empfohlen wird, erfüllt ist; und eine Instruktionseinheit, welche konfiguriert ist, Information auszugeben, welche eine Instruktion gibt, die Blutdruckmessung in Antwort auf die Bestimmungseinheit auszugeben, welche bestimmt, dass die Bedingung erfüllt worden ist.

6. Puls-Transitzeit-Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Messort ein Oberarm ist.

7. Blutdruckmessgerät, welches aufweist:
 das Puls-Transitzeit-Messgerät entsprechend zu einem der Ansprüche 1 bis 6; und
 ^ eine Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen Blutdruckwert basierend auf der berechneten Puls-Transitzeit zu berechnen.

8. Blutdruckmessgerät, welches aufweist:
 das Puls-Transitzeit-Messgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6;
 eine erste Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen ersten Blutdruckwert basierend auf der berechneten Puls-Transitzeit und einer Blutdruck-Berechnungsformel zu berechnen;
 eine Druckmanschette, welche an der Gurteinheit bereitgestellt ist;
 eine Fluid-Liefereinrichtung, welche konfiguriert ist, Fluid an die Druckmanschette zu liefern;
 einen Drucksensor, welcher konfiguriert ist, einen Druck in der Druckmanschette zu detektieren;
 eine zweite Blutdruckwert-Berechnungseinheit, welche konfiguriert ist, einen zweiten Blutdruckwert basierend auf einem Ausgangssignal des Drucksensors zu berechnen; und
 eine Kalibrierseinheit, welche konfiguriert ist, die Blutdruck-Berechnungsformel zu kalibrieren, basierend auf der Puls-Transitzeit, welche durch das Puls-Transitzeit-Messgerät erhalten ist, und dem zweiten Blutdruckwert, welcher durch die zweite Blutdruckwert-Berechnungseinheit berechnet ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

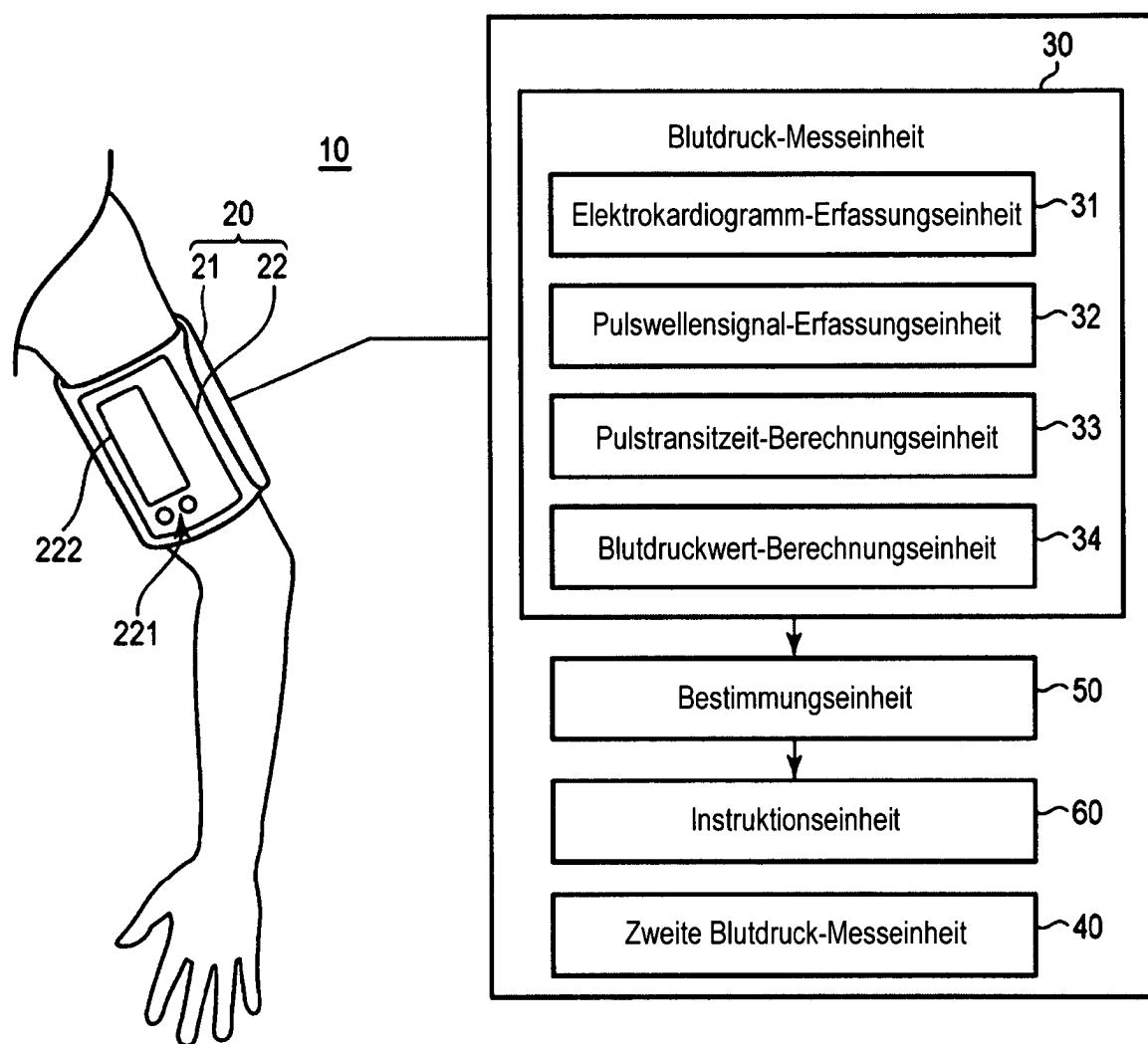


FIG. 1

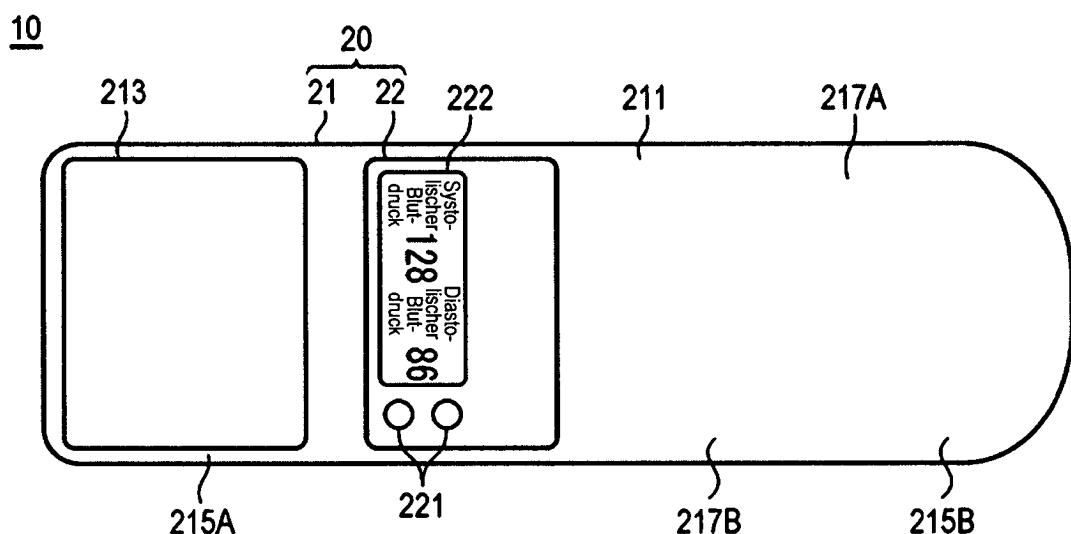


FIG. 2

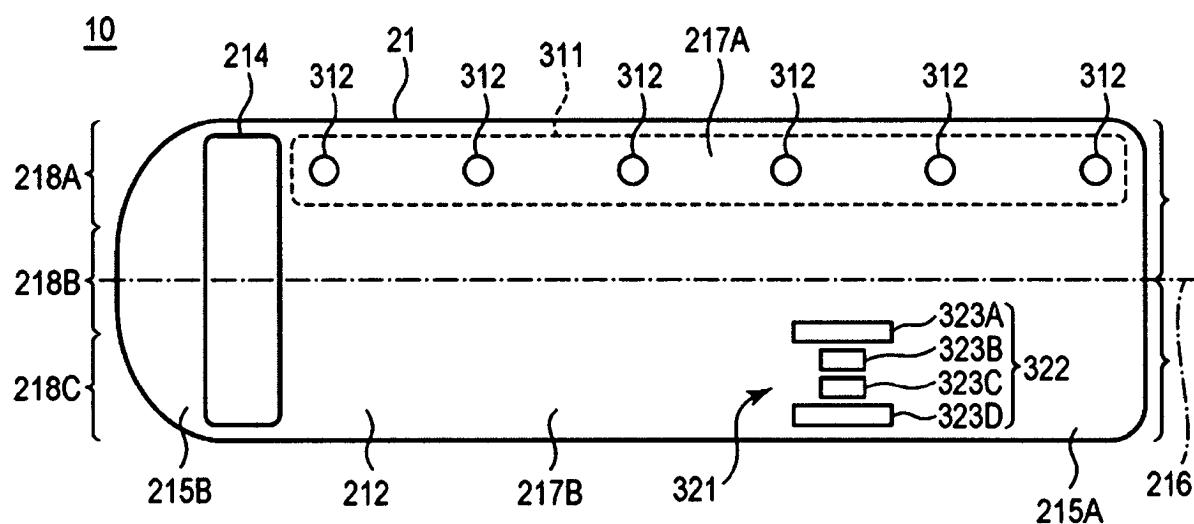


FIG. 3

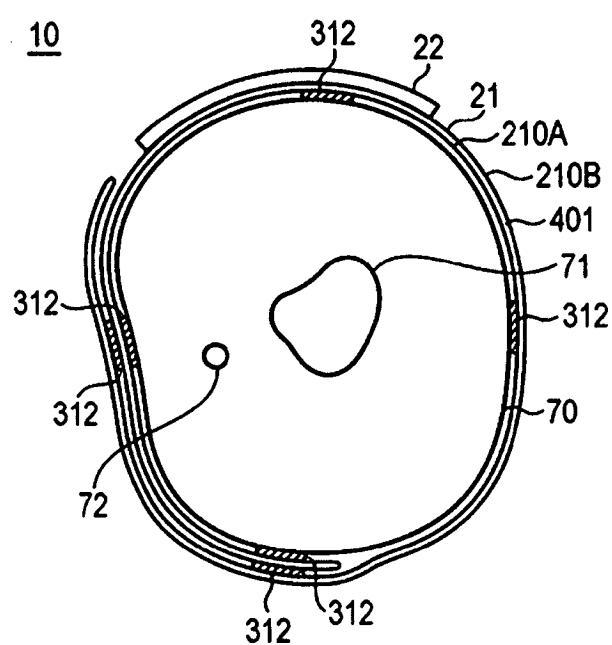


FIG. 4

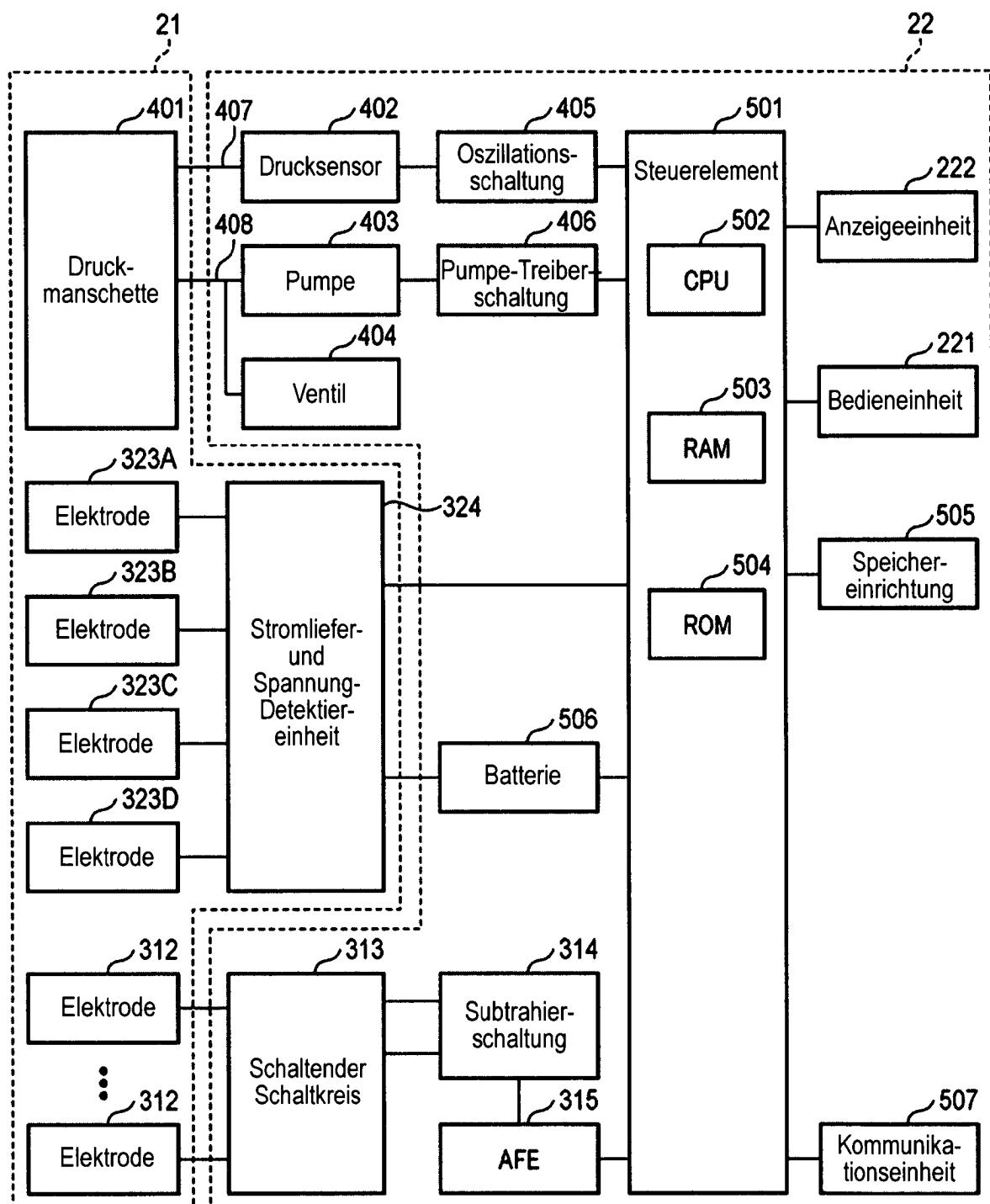


FIG. 5

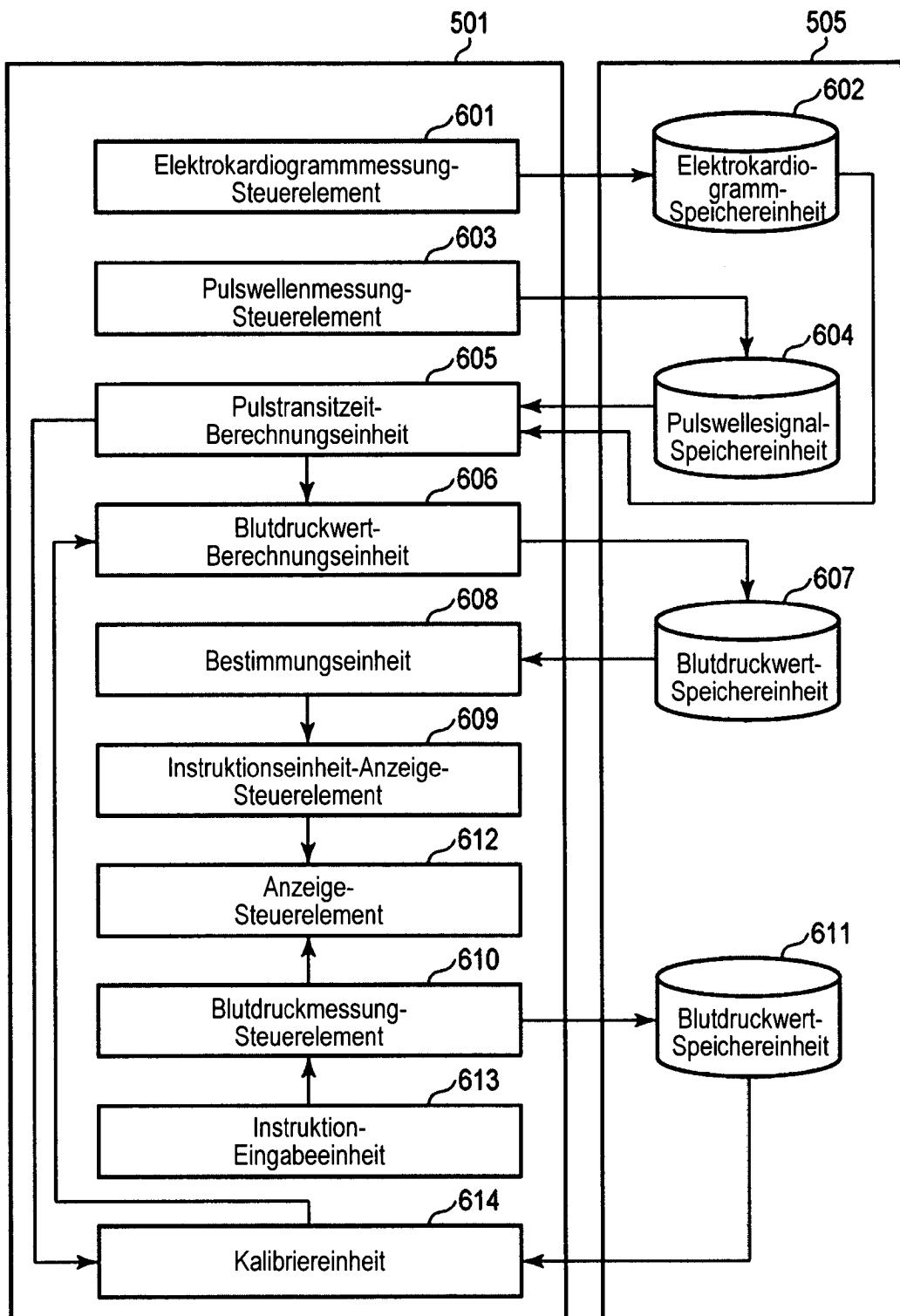


FIG. 6

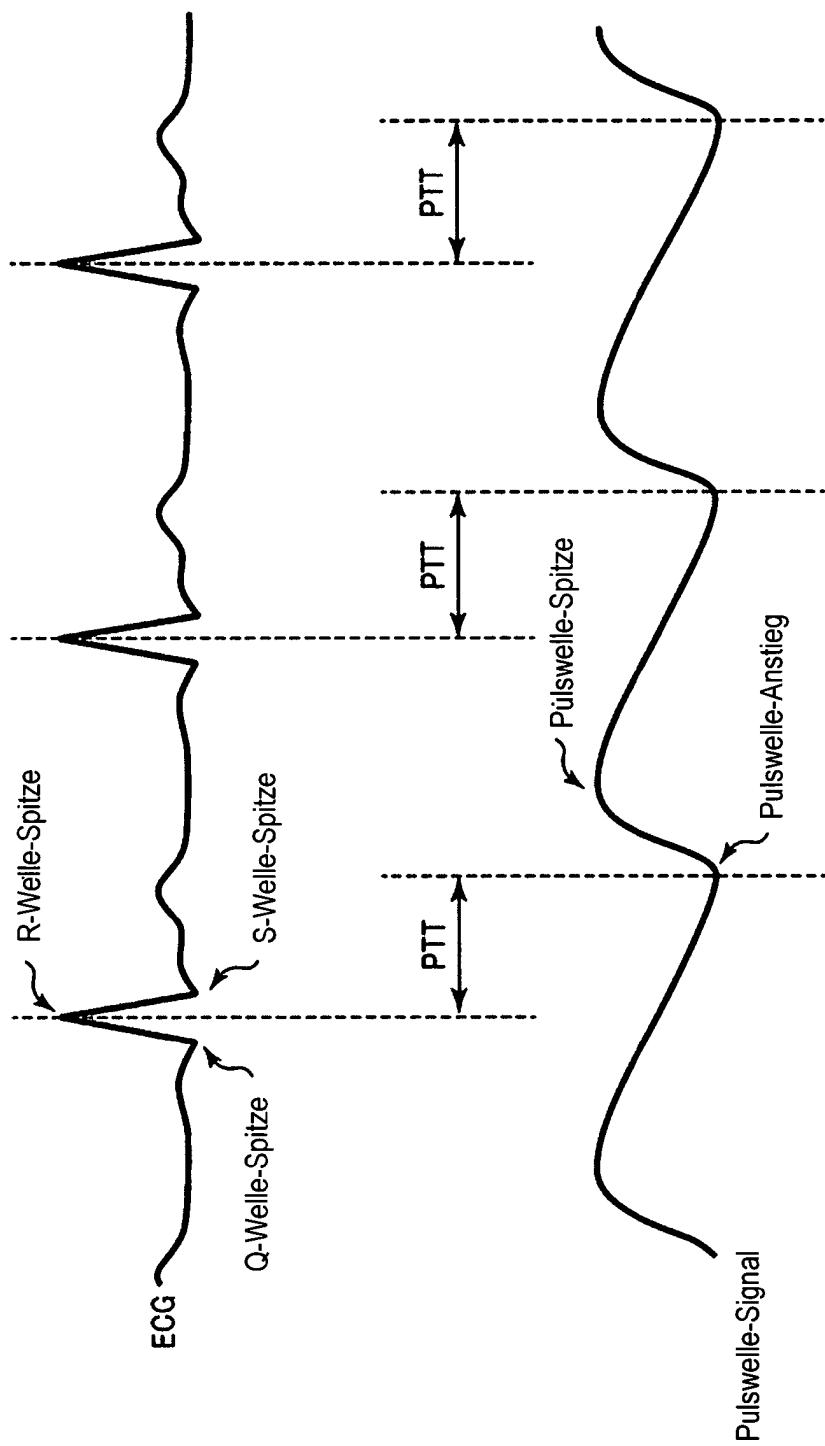


FIG. 7

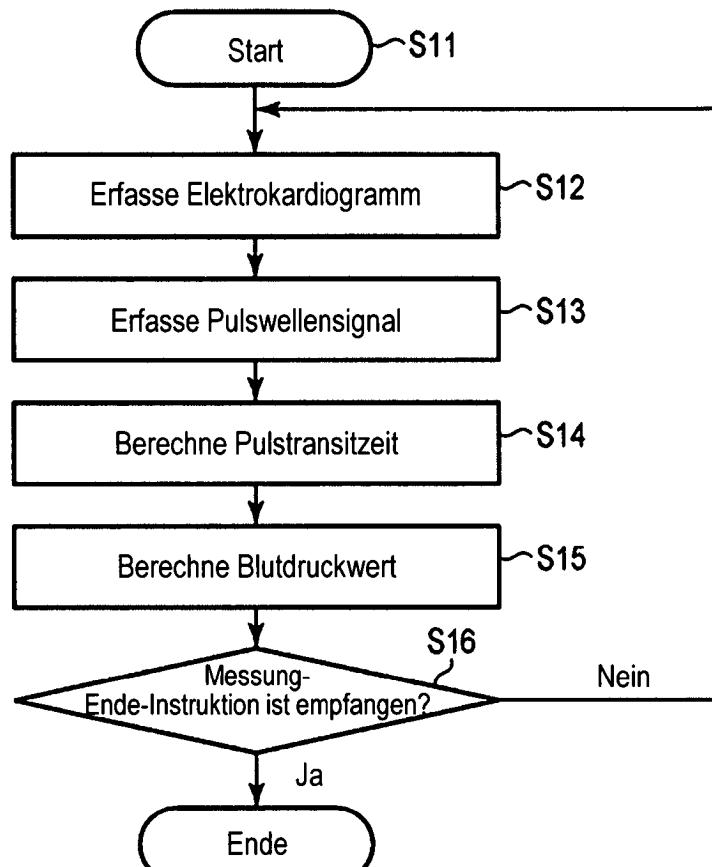


FIG. 8

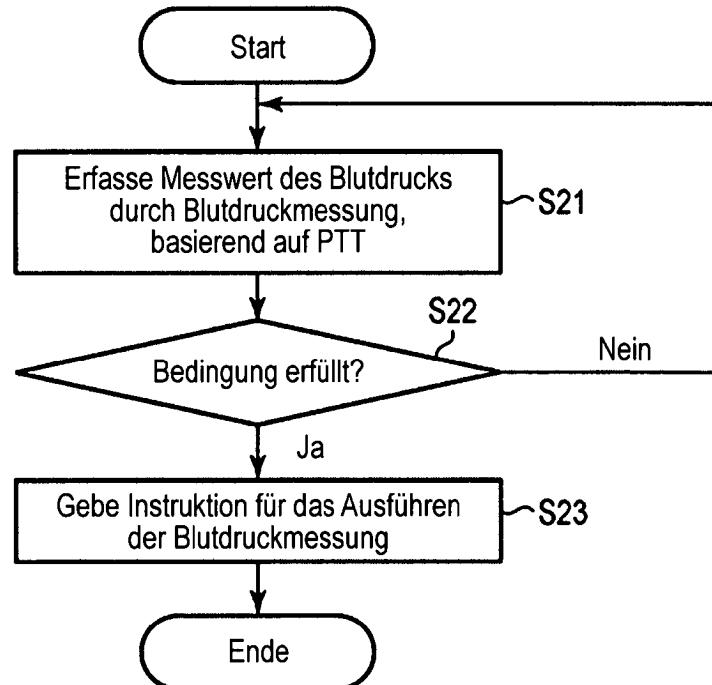


FIG. 9

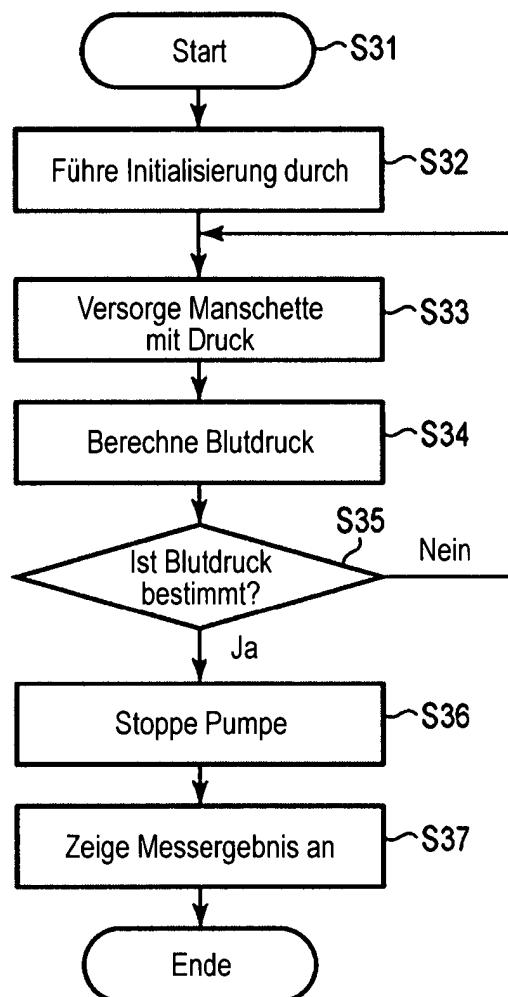


FIG. 10

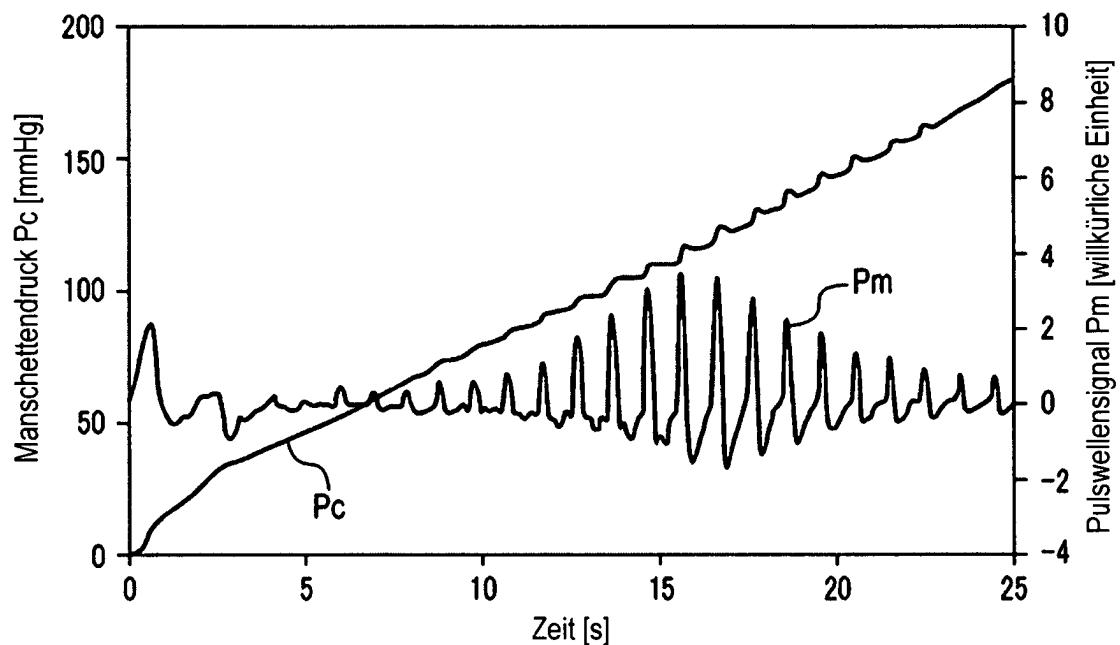


FIG. 11

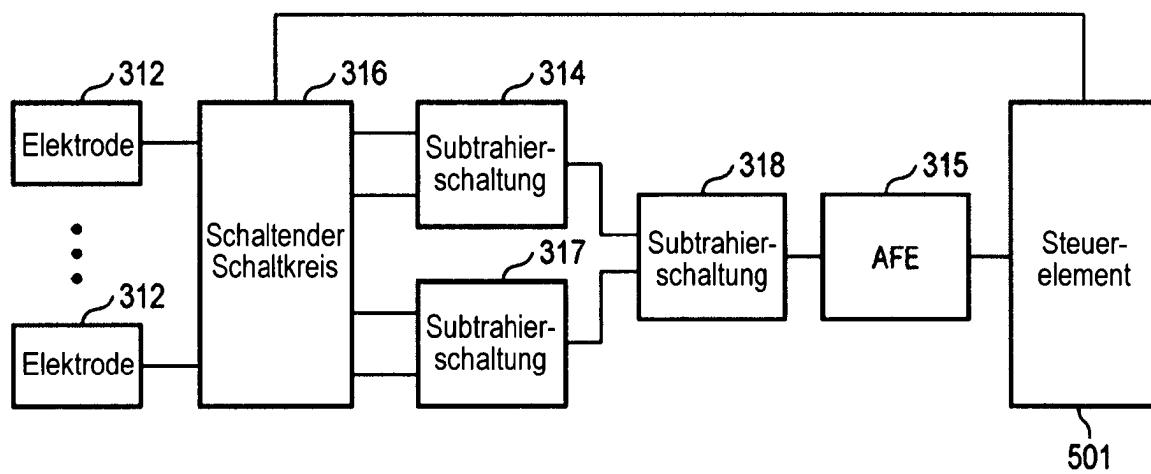


FIG. 12