



(10) **DE 11 2017 006 643 T5** 2019.09.26

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/123243**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 006 643.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/038867**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.10.2017**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.07.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **26.09.2019**

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

A61B 5/02 (2006.01)

A61B 5/0225 (2006.01)

A61B 5/0408 (2006.01)

A61B 5/0478 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-254767 **28.12.2016** **JP**

(71) Anmelder:
**OMRON CORPORATION, Kyoto, 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**

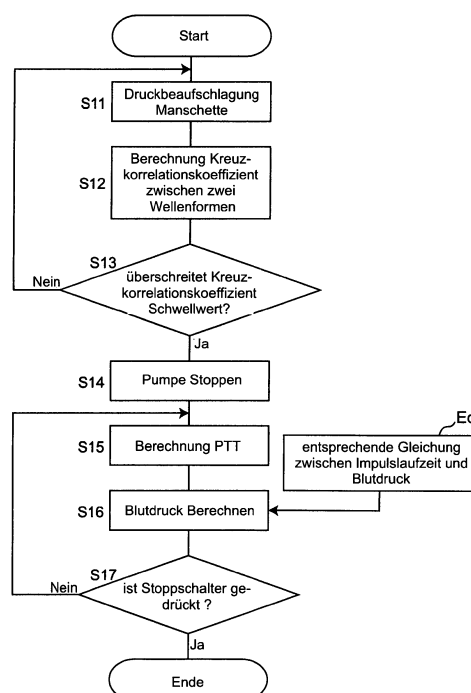
(72) Erfinder:
**Fujii, Kenji, Muko-shi, Kyoto, JP; Matsumoto,
Naoki, Muko-shi, Kyoto, JP; Mori, Kentaro, Muko-
shi, Kyoto, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **PULSWELLENMESSVORRICHTUNG, PULSWELLENMESSVERFAHREN UND
BLUTDRUCKMESSGERÄT**

(57) Zusammenfassung: Eine Pulswellenmessvorrichtung der vorliegenden Erfindung beinhaltet: einen Gurt, der um eine Messstelle herum angebracht werden soll; erste und zweite Pulswellensensoren, die in einem Zustand, in dem sie in einer Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstan- det sind, auf dem Gurt angebracht sind und Pulswellen an Abschnitten einer Arterie erfassen, die durch die Messstel- le verlaufen, wobei die Abschnitte einzeln den ersten und zweiten Pulswellensensoren zugewandt sind; und ein Dru- ckelement, das in der Lage ist, den ersten und zweiten Puls- wellensensor gegen die Messstelle zu drücken, während eine Druckkraft variiert wird. Erste und zweite Pulswellensi- gnale, die der erste und zweite Pulswellensensor jeweils in einer Zeitserie ausgeben, werden erfasst, und ein Kreuz- korrelationskoeffizient zwischen den Wellenformen des ers- ten und zweiten Pulswellensignals wird berechnet (S12). Die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft wird variiert und eingestellt, und es wird bestimmt, ob der Kreuzkorrelations- koeffizient einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet (S13). Die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft wird auf einen Wert eingestellt, bei dem der Kreuzkorrelationsko- effizient den Schwellenwert überschreitet, und eine Zeitdif- ferenz zwischen dem ersten und zweiten Pulswellensignal wird als Pulslaufzeit erfasst (S14, S15).



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Pulswellenmessvorrichtung und ein Pulswellenmessverfahren, insbesondere auf eine Pulswellenmessvorrichtung und ein Pulswellenmessverfahren, die nicht-invasiv eine Laufzeit einer Pulswelle (Pulslaufzeit: PTT) messen, die durch eine Arterie läuft.

[0002] Darüber hinaus bezieht sich diese Erfindung auf ein Blutdruckmessgerät, das mit der Pulswellenmessvorrichtung wie vorstehend beschrieben ausgestattet ist und einen Blutdruck über eine entsprechende Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck berechnet.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Bislang war, wie beispielsweise in der Patentliteratur 1 (Japanische Publikation der ungeprüften Patentanmeldung Nr. H2-213324) offenbart, eine Technologie bekannt, bei der ein kleiner Gummisack und ein mittlerer Gummisack in einem Stoffbeutel (einer Manschette) in einem Zustand befestigt und angeordnet werden, bei dem sie die in Bezug auf eine Breitenrichtung (entsprechend einer Längsrichtung des Oberarms) dieses Stoffsacks voneinander beabstandet sind und eine Zeitdifferenz (eine Pulslaufzeit) zwischen Pulswellensignalen messen, die individuell von dem kleinen Gummisack und dem mittleren Gummisack erfasst werden. In dem Stoffbeutel befindet sich zwischen dem kleinen Gummibeutel und dem mittleren Gummibeutel ein großer Gummibeutel zur Messung des Blutdrucks nach einem oszillometrischen Verfahren.

LITERATURVERZEICHNIS

PATENTLITERATUR

[0004] Patentliteratur 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung mit der Veröffentlichung Nr. H2-213324

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

TECHNISCHES PROBLEM

[0005] In der Patentliteratur 1 wird die Pulslaufzeit gemessen, während Druckbeaufschlagungs-/Druckabbauvorgänge für den kleinen Gummisack und den mittleren Gummisack durchgeführt werden, so dass der Druck in beiden Säcken der Gleiche wie ein Druck in dem großen Gummisack wird. Das heißt, die Pulslaufzeit wird gemessen, während die Drucke im kleinen Gummisack und im mittleren Gummisack geändert werden, mit anderen Worten während sich die Messbedingungen ändern. Daher gibt es ein Problem

dahingehend, dass die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit nicht gut ist.

[0006] Angenommen, es wird beispielsweise ein Modus einer Anbringung von zwei Pulswellensensoren an einem Gurt (oder einer Manschette) zum Befestigen eines tragbaren Instruments am Handgelenk in einem Zustand, bei dem die beiden Pulswellensensoren in Bezug auf eine Breitenrichtung (entsprechend einer Längsrichtung des Handgelenks) dieses Gurts voneinander beabstandet sind, und das Messen einer Zeitdifferenz (einer Pulslaufzeit) zwischen Pulswellensignalen, die einzeln von den beiden Pulswellensensoren erfasst werden, vorgenommen. In diesem Modus ist eine Gurtbreite begrenzt, um Unannehmlichkeiten beim Anbringen des Gurts bzw. Gürtels zu reduzieren, und somit wird ein Abstand zwischen den beiden Pulswellensensoren auf eine relativ kurze Länge begrenzt. Daher ist es insbesondere erforderlich, die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit zu verbessern.

[0007] Daher ist es die Aufgabe dieser Erfindung, eine Pulswellenmessvorrichtung und ein Pulswellenmessverfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit zu verbessern.

[0008] Eine weitere Aufgabe dieser Erfindung ist es, ein Blutdruckmessgerät bereitzustellen, das mit der Pulswellenmessvorrichtung wie vorstehend beschrieben ausgestattet ist und einen Blutdruck unter Verwendung einer entsprechenden Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und einem Blutdruck berechnet.

LÖSUNG DES PROBLEMS

[0009] Um das oben genannte Problem zu lösen, umfasst eine Pulswellenmessvorrichtung der vorliegenden Erfindung:

einen Gurt oder Riemen, der um eine Messstelle herum angebracht ist;

erste und zweite Pulswellensensoren, die in einem Zustand, bei dem sie in einer Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstandet sind, am Gurt montiert sind und Pulswellen an Abschnitten einer Arterie erfassen, die durch die Messstelle verlaufen, wobei die Abschnitte einzeln den ersten und zweiten Pulswellensensoren zugewandt sind;

ein Druckelement, das auf dem Gurt montiert ist und in der Lage ist, den ersten und zweiten Pulswellensensor gegen die Messstelle zu drücken, während eine Druckkraft variiert wird;

eine Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit, die erste und zweite Pulswellensignale erfasst, die der erste und zweite Pulswe-

lensensor jeweils in einer Zeitserie ausgeben, und einen Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen den Wellenformen des ersten und zweiten Pulswellensignals berechnet;

eine Suchbearbeitungseinheit, die die vom Druckelement erzeugte Druckkraft variiert einstellt und bestimmt, ob der Kreuzkorrelationskoeffizient, den die Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit berechnet, einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet; und

eine Messverarbeitungseinheit, die die vom Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert einstellt, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und eine Zeitdifferenz zwischen dem ersten und zweiten Pulswellensignal als Pulslaufzeit erfasst.

[0010] In dieser Beschreibung bezieht sich der Begriff „Messstelle“ auf einen Bereich, der durch eine Arterie verläuft. So kann die Messstelle beispielsweise ein Arm wie ein Handgelenk und ein Oberarm sein, oder kann ein Bein wie ein Knöchel bzw. Fußgelenk und ein Oberschenkel sein.

[0011] Darüber hinaus bezieht sich der Begriff „Gurt“ auf ein Element mit bandähnlicher Form, das um die Messstelle herum angebracht ist, unabhängig vom Namen. So kann der Name des Gurts anstelle des Gurts „Band“, „Manschette“ oder dergleichen lauten.

[0012] Darüber hinaus entspricht die „Breitenrichtung“ des Bandes einer Längsrichtung der Messstelle.

[0013] Darüber hinaus bedeutet der Begriff „Kreuzkorrelationskoeffizient“ einen Sample-Korrelationskoeffizienten (auch als Pearson-Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient (Pearson product-moment-Korrelationskoeffizient) bezeichnet). Wenn eine Datenkette $\{x_i\}$ und eine Datenkette $\{y_i\}$, die aus zwei Sätzen von numerischen Werten zusammengesetzt sind (mit $i = 1, 2, \dots, n$), gegeben sind, wird beispielsweise ein Kreuzkorrelationskoeffizient r zwischen der Datenkette $\{x_i\}$ und der Datenkette $\{y_i\}$ durch die in **Fig. 11** dargestellte Gleichung (Gl. 1) definiert. Dabei stellen x und y , zu denen obere Balken in Gleichung (Gl. 1) hinzugefügt wurden, Durchschnittswerte von x bzw. y dar.

[0014] In der Pulswellenmessvorrichtung dieser Erfindung sind der erste und der zweite Pulswellensensor auf dem Gurt in einem Zustand montiert, bei dem sie in Bezug auf die Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstandet sind. In einem Zustand, bei dem der Gurt beispielsweise um die Messstelle herum befestigt ist, drückt das Druckelement den ersten und zweiten Pulswellensensor mit einer bestimmten Andruckkraft gegen die Messstelle. In diesem Zustand erfassen der erste und zweite Pulswellensensor Puls-

wellen an Abschnitten einer Arterie, die durch die Messstelle verläuft, wobei die Abschnitte einzeln den ersten und zweiten Pulswellensensoren zugewandt sind. Die Berechnungseinheit für den Kreuzkorrelationskoeffizienten (Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit) erfasst erste und zweite Pulswellensignale, die der erste und zweite Pulswellensensor jeweils in einer Zeitserie ausgeben, und berechnet einen Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen den Wellenformen der Pulswellensignale. Dabei variiert die Suchbearbeitungseinheit die vom Druckelement erzeugte Druckkraft ein und stellt diese ein und bestimmt bezüglich der Druckkraft, ob der Kreuzkorrelationskoeffizient, den die Berechnungseinheit berechnet, einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet. Die Messverarbeitungseinheit setzt die vom Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und erfasst als Pulslaufzeit eine Zeitdifferenz zwischen dem ersten und zweiten Pulswellensignal. Auf diese Weise kann die Messgenauigkeit für die Impulslaufzeit verbessert werden.

[0015] In der Pulswellenmessvorrichtung einer Ausführungsform wird folgendes vorgenommen:

Die Suchbearbeitungseinheit erhöht allmählich die vom Druckelement erzeugte Druckkraft vom Zeitpunkt des Beginns eines Arbeitsgangs an, bis der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und

die Messverarbeitungseinheit setzt die vom Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert zu einem Zeitpunkt, zu dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und erfasst die Pulslaufzeit erfasst.

[0016] Um „allmählich“ zu erhöhen, beinhaltet die Druckkraft den Fall einer kontinuierlichen Veränderung und Erhöhung der Druckkraft und den Fall der schrittweisen Erhöhung der Druckkraft.

[0017] In der Pulswellenmessvorrichtung dieser Ausführungsform kann die Pulslaufzeit erfasst werden, ohne die Druckkraft zum Andrücken der Messstelle unnötig zu erhöhen. Auf diese Weise kann eine physische Belastung des Benutzers reduziert werden.

[0018] In der Pulswellenmessvorrichtung einer Ausführungsform stellt die Messverarbeitungseinheit die vom Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert ein, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient einen Maximalwert aufweist, und erfasst die Impulslaufzeit.

[0019] Gemäß einem Experiment des Erfinders der vorliegenden Erfindung wurde festgestellt, dass dann, wenn die Druckkräfte gegen die Messstelle am ersten und zweiten Pulswellensensor allmählich

von Null erhöht wurden, der Kreuzkorrelationskoeffizient nach Erhöhung der Druckkräfte allmählich erhöht wurde, einen Maximalwert aufzeigte und wurde dann allmählich verringert wurde. Dementsprechend stellt die Messverarbeitungseinheit in der Pulswellenmessvorrichtung dieser Ausführungsform die vom Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert ein, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Maximalwert aufzeigt, und erfasst die Impulslaufzeit. Auf diese Weise kann die Messgenauigkeit für die Impulslaufzeit weiter verbessert werden.

[0020] In der Pulswellenmessvorrichtung einer Ausführungsform beinhalten der erste und der zweite Pulswellensensor jeweils erste und zweite Paare von Detektionselektroden, die auf einer inneren Umfangsfläche des Gurts angeordnet sind und unter Verwendung der ersten und zweiten Paare von Detektionselektroden als erste und zweite Pulswellensignale Signale ausgeben, die Impedanzen von Abschnitten der Messstelle darstellen, wobei die Abschnitte dem ersten und dem zweiten Paar von Detektionselektroden zugewandt sind.

[0021] In dieser Beschreibung beinhaltet der Begriff „Signale, die Impedanzen darstellen“ neben Signalen, die direkt Impedanzen darstellen, auch Signale, die indirekt Impedanzen darstellen, wie z.B. Abfallspannungen, wenn ein Wechselstrom durch die Messstelle fließt.

[0022] In der Pulswellenmessvorrichtung dieser Ausführungsform beinhalten der erste und der zweite Pulswellensensor jeweils erste und zweite Paare von Detektionselektroden, die auf einer inneren Umfangsfläche des Gurts angeordnet sind, und unter Verwendung der ersten und zweiten Paare von Detektionselektroden Ausgangssignale, die Impedanzen von Abschnitten der Messstelle darstellen, wobei die Abschnitte den ersten und zweiten Paaren von Detektionselektroden zugewandt sind, als die ersten und zweiten Pulswellensignale ausgeben. Die oben beschriebenen Paare von Detektionselektroden können flach aufgebaut sein, z.B. durch plattenförmige oder schichtförmige Elektroden. Daher kann bei dieser Pulswellenmessvorrichtung der Gurt dünn aufgebaut sein.

[0023] In einem weiteren Aspekt umfasst ein Blutdruckmessgerät der vorliegenden Erfindung:

die vorstehend beschriebene Pulswellenmessvorrichtung; und

eine erste Blutdruckberechnungseinheit, die einen Blutdruck basierend auf der Pulslaufzeit berechnet, die von der Messverarbeitungseinheit erfasst wird, unter Verwendung einer vorbestimmten entsprechenden Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck.

[0024] In der Blutdruckmessvorrichtung dieser Ausführungsform wird die Pulslaufzeit mit Genauigkeit von (der Messverarbeitungseinheit) der Pulswellenmessvorrichtung erfasst. Unter Verwendung einer vorbestimmten entsprechenden Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck berechnet (schätzt) die erste Blutdruckberechnungseinheit einen Blutdruck auf der Grundlage der von der Messverarbeitungseinheit erfassten Pulslaufzeit. Somit kann die Messgenauigkeit für den Blutdruck verbessert werden.

[0025] Im Blutdruckmessgerät einer Ausführungsform, ist das Druckelement ein Fluidbeutel, der entlang des Gurts vorgesehen ist, ist ein Körper, der integral mit dem Gurt versehen ist, vorgesehen, und auf dem Gehäuse ist folgendes angebracht:

die Suchverarbeitungseinheit, die Messverarbeitungseinheit und die erste Blutdruckberechnungseinheit; und

für die Blutdruckmessung nach einem oszillometrischen Verfahren, eine Drucksteuereinheit, die den Fluidbeutel mit Luft versorgt und einen Luftdruck steuert, und eine zweite Blutdruckberechnungseinheit, die den Blutdruck basierend auf dem Druck der Luft im Fluidbeutel berechnet.

[0026] In dieser Beschreibung kann die Tatsache, dass der Körper „integral mit dem Gurt versehen“ ist, darin bestehen, dass der Gurt und der Körper beispielsweise einer integralen Formgebung (einem integralen Spritzguß) ausgesetzt werden können oder anstelle dessen darin, dass der Gurt und der Körper getrennt voneinander gebildet werden und der Körper integral mit dem Gurt über ein Eingriffselement (z.B. ein Scharnier oder dergleichen) verbunden wird.

[0027] In der Pulswellenmessvorrichtung dieser Ausführungsform kann die Blutdruckmessung (Schätzung) basierend auf der Pulslaufzeit und die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren durch eine integrierte Einrichtung durchgeführt werden. Dadurch wird der Komfort für den Anwender verbessert.

[0028] In einem weiteren Aspekt ist ein Pulswellenmessverfahren der vorliegenden Erfindung ein Pulswellenmessverfahren zum Messen einer Pulswelle einer Messstelle, indem folgendes enthalten ist:

ein Gurt, der um die Messstelle herum angebracht ist;

erste und zweite Pulswellensensoren, die auf dem Gurt in einem Zustand angebracht sind, bei dem sie in einer Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstandet sind; und

ein Druckelement, das auf dem Gurt montiert ist und in der Lage ist, den ersten und zweiten Pulswellensensor gegen die Messstelle zu drücken, während eine Druckkraft variiert wird, wobei das Pulswellenmessverfahren umfasst:

Erfassen von Pulswellen an Abschnitten einer Arterie, die durch die Messstelle verlaufen, von dem ersten und dem zweiten Pulswellensensor in einem Zustand, bei dem der Gurt um die Messstelle herum angebracht ist und das Druckelement den ersten und zweiten Pulswellensensor mit einer bestimmten Druckkraft gegen die Messstelle drückt, wobei die Abschnitte einzeln dem ersten und zweiten Pulswellensensor zugewandt sind;

Erfassen erster und zweiter Pulswellensignale, die der erste und zweite Pulswellensensor jeweils in einer Zeitserie ausgeben, und Berechnen eines Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen den Wellenformen der Pulswellensignale;

Variieren und Einstellen der vom Druckelement erzeugten Druckkraft und Bestimmen, ob der Kreuzkorrelationskoeffizient einen vorbestimmten Schwellenwert bezüglich der Druckkraft überschreitet; und

Einstellen der vom Druckelement erzeugten Druckkraft auf einen Wert, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und Erfassen einer Zeitdifferenz zwischen den ersten und zweiten Pulswellensignalen als Pulslaufzeit.

[0029] Gemäß dem Pulswellenmessverfahren dieser Erfindung kann die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit verbessert werden.

VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0030] Wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, kann in Übereinstimmung mit der Pulswellenmessvorrichtung und dem Pulswellenmessverfahren dieser Erfindung die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit verbessert werden.

[0031] Darüber hinaus kann in Übereinstimmung mit dem Blutdruckmessgerät dieser Erfindung die Messgenauigkeit für den Blutdruck verbessert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die ein äußeres Erscheinungsbild eines Handgelenk-Blutdruckmessgerätes einer Ausführungsform gemäß einer Blutdruckmessvorrichtung veranschaulicht, die mit einer Pulswellenmessvorrichtung dieser Erfindung ausgestattet ist.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Querschnitts senkrecht zu einer Längsrichtung

eines Handgelenks in einem Zustand, bei dem das Blutdruckmessgerät an einem linken Handgelenk als Handgelenk befestigt ist.

Fig. 3 ist eine Ansicht, die ein planares Layout von Impedanzmesselektroden veranschaulicht, die erste und zweite Pulswellensensoren bilden, und zwar in dem Zustand, bei dem das Blutdruckmessgerät am linken Handgelenk befestigt ist.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Blockkonfiguration eines Steuersystems des Blutdruckmessgerätes veranschaulicht.

Fig. 5A ist eine schematische Darstellung eines Querschnitts entlang einer Längsrichtung des Handgelenks in dem Zustand, bei dem das Blutdruckmessgerät am linken Handgelenk befestigt ist.

Fig. 5B ist eine Ansicht, die die Wellenformen der ersten und zweiten Pulswellensignale veranschaulicht, die von den ersten bzw. zweiten Pulswellensensoren ausgegeben werden.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das einen Betriebsablauf zu einem Zeitpunkt veranschaulicht, zu dem das Blutdruckmessgerät die Blutdruckmessung nach einem oszillometrischen Verfahren durchführt.

Fig. 7 ist ein Diagramm, das Änderungen eines Manschettendrucks und eines Pulswellensignals veranschaulicht, wobei die Änderungen durch den Betriebsfluss von **Fig. 6** verursacht werden.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das einen Betriebsablauf zu einem Zeitpunkt veranschaulicht, zu dem das Blutdruckmessgerät ein Pulswellenmessverfahren der Ausführungsform ausführt, eine Pulslaufzeit (PTT) erfasst und eine Blutdruckmessung (Schätzung) basierend auf der Pulslaufzeit durchführt.

Fig. 9 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einer Druckkraft gegen die Impedanzmesselektrode und einem Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen Wellenformen von ersten und zweiten Pulswellensignalen, die von den ersten bzw. zweiten Pulswellensensoren ausgegeben werden, veranschaulicht.

Fig. 10A ist ein Streudiagramm, das einen Zusammenhang zwischen der Pulslaufzeit (PTT), die unter einer Bedingung erworben wurde, bei der eine Druckkraft (ein Manschettendruck) durch das Blutdruckmessgerät für eine Vielzahl von Benutzern (Probanden) auf 40 mmHg eingestellt ist, und einem systolischen Blutdruck (SBP), der durch die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren für die Vielzahl von Benutzern erhalten wurde, veranschaulicht.

Fig. 10B ist ein Streudiagramm, das einen Zusammenhang zwischen der Pulslaufzeit (PTT), die unter einer Bedingung erfasst wurde, bei der die Druckkraft (der Manschettendruck) mit dem Blutdruckmessgerät für die Vielzahl der Benutzer auf 130 mmHg eingestellt ist, und dem systolischen Blutdruck (SBP), der durch die Blutdruckmessung mit dem oszillometrischen Verfahren für die Vielzahl der Benutzer erhalten wurde, veranschaulicht.

Fig. 11 ist ein Diagramm, das eine Gleichung veranschaulicht, die einen Kreuzkorrelationskoeffizienten r zwischen einer Datenkette $\{x_i\}$ und einer Datenkette $\{y_i\}$ darstellt.

Fig. 12 ist ein Diagramm, das ein anderes Beispiel für eine vorgegebene entsprechende Gleichung zwischen einer Pulslaufzeit und einem Blutdruck darstellt.

Fig. 13 ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel für die vorgegebene entsprechende Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck veranschaulicht.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das noch ein weiteres Beispiel für die vorgegebene entsprechende Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck darstellt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORM

[0032] Im Folgenden werden die Ausführungsformen dieser Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

(Konfiguration des Blutdruckmessgerätes)

[0033] **Fig. 1** veranschaulicht eine perspektivische Ansicht eines äußeren Erscheinungsbildes eines Handgelenk-Blutdruckmessgerätes (dessen Gesamtheit mit dem Bezugszeichen **1** bezeichnet ist) einer Ausführungsform gemäß einer Blutdruckmessvorrichtung, die mit einer Pulswellenmessvorrichtung dieser Erfindung ausgestattet ist. Darüber hinaus veranschaulicht **Fig. 2** schematisch einen Querschnitt des Blutdruckmessgerätes **1**, der senkrecht zu einer Längsrichtung eines linken Handgelenks **90** als Messstelle verläuft, in einem Zustand, bei dem das Blutdruckmessgerät **1** am linken Handgelenk **90** befestigt ist (im Folgenden wird dieser Zustand als „verbundener Zustand“ bezeichnet).

[0034] Wie in diesen Zeichnungen dargestellt, beinhaltet dieses Blutdruckmessgerät **1** grob: einen Gurt **20**, der um das linke Handgelenk **90** eines Benutzers zu befestigen ist; und einen Körper **10**, der integral an diesem Gurt **20** angebracht bzw. befestigt ist.

[0035] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, weist der Gurt **20** eine innere Umfangsfläche **20a** auf, die eine längliche bandartige Form aufweist, um das linke Handgelenk **90** entlang einer Umfangsrichtung des linken Handgelenks zu umgeben und mit dem linken Handgelenk **90** in Kontakt zu bringen; und eine äußere Umfangsfläche **20b** gegenüber dieser inneren Umfangsfläche **20a**. Ein Maß (Breitenmaß) in Breitenrichtung **Y** des Bandes **20** ist in diesem Beispiel auf ca. 30 mm eingestellt.

[0036] Der Körper **10** ist an einem Endabschnitt **20e** des Gurts **20e** in Bezug auf die Umfangsrichtung durch in diesem Beispiel integrales Spritzgießen integral bzw. einstückig vorgesehen. ES sei darauf hingewiesen, dass der Gurt **20** und der Körper **10** getrennt voneinander gebildet werden können, und dass der Körper **10** integral an dem Gurt **20** befestigt werden kann, wobei ein Eingriffselement (z.B. ein Scharnier oder dergleichen) dazwischen angeordnet ist. In diesem Beispiel soll ein Bereich, in dem der Körper **10** angeordnet ist, einer Rückseitenfläche (Rückhandseitigen Fläche) **90b** des linken Handgelenks **90** im angebrachten Zustand entsprechen (siehe **Fig. 2**). In **Fig. 2** ist eine Radialarterie **91** dargestellt, die durch eine Umgebung einer Handflächen-seitigen Oberfläche **90a** im linken Handgelenk **90** verläuft.

[0037] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich, weist der Körper **10** eine dreidimensionale Form mit einer Dicke in einer Richtung senkrecht zur äußeren Umfangsfläche **20b** des Gurts **20** auf. Dieser Körper **10** ist kompakt und dünn geformt, um die täglichen Aktivitäten des Benutzers nicht zu stören. In diesem Beispiel hat der Körper **10** einen Umriss einer abgeschnittenen viereckigen Pyramidenform, die aus dem Gurt **20** nach außen ragt.

[0038] Eine Anzeige **50**, die einen Bildschirm bildet, ist auf einer Oberseite (weitest entfernten Oberfläche von der Messstelle) **10a** des Körpers **10** vorgesehen. Darüber hinaus ist entlang einer Seitenfläche (Seitenfläche auf einer linken Vorderseite in **Fig. 1**) **10f** des Körpers **10** ein Bedienabschnitt **52** zur Eingabe einer Anweisung des Benutzers vorgesehen.

[0039] In dem Band **20** ist in einem Bereich zwischen dem einen Endabschnitt **20e** und dem anderen Endabschnitt **20f** in Bezug auf die Umfangsrichtung ein Impedanzmessabschnitt **40** vorgesehen, der einen ersten und zweiten Pulswellensensor bildet. Im Band **20** sind auf der inneren Umfangsfläche **20a** in einem Bereich, in dem der Impedanzmessabschnitt **40** angeordnet ist, sechs plattenförmige (oder schichtförmige) Elektroden **41** bis **46** angeordnet, die in Bezug auf die Breitenrichtung **Y** des Bandes **20** voneinander beabstandet sind. Die Gesamtheit der Elektroden **41** bis **46** wird als „Elektrodengruppe“ bezeichnet, die mit dem Bezugszeichen **40E** bezeichnet ist und später im Detail beschrieben wird. In diesem Beispiel soll ein

Bereich, in dem die Elektrodengruppe **40E** angeordnet ist, der Radialarterie **91** des linken Handgelenks **90** im angeschlossenen Zustand entsprechen (siehe Fig. 2).

[0040] Wie in Fig. 1 dargestellt, sind eine Bodenfläche (eine Fläche, die der Messstelle am nächsten liegt) **10b** des Körpers **10** und der Endabschnitt **20f** des Gurts **20** durch einen dreifachen Verschluss **24** miteinander verbunden. Dieser Verschluss **24** beinhaltet: ein erstes plattenförmiges Element **25**, das auf einer Außenumfangsseite angeordnet ist, und ein zweites plattenförmiges Element **26**, das auf einer Innenumfangsseite angeordnet ist. Der eine Endabschnitt **25e** des ersten plattenförmigen Elements **25e** ist drehbar am Körper **10** befestigt, während dazwischen eine Kupplungsstange **27** angeordnet ist, die sich entlang der Breitenrichtung **Y** erstreckt. Der andere Endabschnitt **25f** des ersten plattenförmigen Elements **25** ist drehbar an einem Endabschnitt **26e** des zweiten plattenförmigen Elements **26** befestigt, während dazwischen eine Kupplungsstange **28** angeordnet ist, die sich entlang der Breitenrichtung **Y** erstreckt. Der andere Endabschnitt **26f** des zweiten plattenförmigen Elements **26** ist durch einen Befestigungsabschnitt **29** an einer Umgebung des Endabschnitts **20f** des Gurts **20** befestigt. Es sei darauf hingewiesen, dass eine angebrachte Position des Befestigungsabschnitts **29** in Bezug auf die Umfangsrichtung des Gurts **20** im Voraus variabel eingestellt wird, abgestimmt auf eine Umfangslänge des linken Handgelenks **90** des Benutzers. Auf diese Weise ist dieses Blutdruckmessgerät **1** (der Gurt **20**) insgesamt zu einer im Wesentlichen ringförmigen Form zusammengesetzt, und die Unterseite **10b** des Körpers **10** und der Endabschnitt **20f** des Gurts **20** können durch den Verschluss **24** in Pfeilrichtung B geöffnet werden.

[0041] Zum Zeitpunkt der Anbringung dieses Blutdruckmessgerätes **1** am linken Handgelenk **90**, in einem Zustand, bei dem der Verschluss **24** geöffnet ist, um den Durchmesser eines Ringes des Gurts **20** zu vergrößern, legt der Benutzer die linke Hand durch den Gurt **20** in einer durch Pfeil A in Fig. 1 angegebenen Ausrichtung. Anschließend stellt der Benutzer, wie in Fig. 2 dargestellt, eine Winkellage des Gurts **20** um das linke Handgelenk **90** ein und positioniert den Impedanzmessabschnitt **40** des Gurts **20** über der durch das linke Handgelenk **90** verlaufenden Radialarterie **91**. Auf diese Weise liegt die Elektrodengruppe **40E** des Impedanzmessabschnitts **40** an einen Abschnitt **90a1**, der der Radialarterie **91** in der Handflächen-seitigen Oberfläche **90a** des linken Handgelenks **90** entspricht, an. In diesem Zustand schließt und fixiert der Benutzer den Verschluss **24**. Auf diese Weise bringt der Benutzer das Blutdruckmessgerät **1** (den Gurt **20**) am linken Handgelenk **90** an.

[0042] Wie in Fig. 2 dargestellt, beinhaltet der Gurt **20** in diesem Beispiel: einen bandförmigen Körper **23**,

der die äußere Umfangsfläche **20b** bildet; und eine Druckmanschette **21** als Druckelement, die entlang einer inneren Umfangsfläche dieses bandförmigen Körpers **23** angebracht ist. In diesem Beispiel besteht der bandförmige Körper **23** aus einem Kunststoffmaterial, das in Bezug auf eine Dickenrichtung flexibel ist und im Wesentlichen in Bezug auf eine Umfangsrichtung (eine Längsrichtung) davon nicht dehnbar ist. In diesem Beispiel ist die Druckmanschette **21** als ein Fluidbeutel zusammengesetzt, der so geformt ist, dass zwei dehnbare Polyurethanschichten in einer Dickenrichtung einander zugewandt sind und umlaufende Randabschnitte der Polyurethanschichten miteinander verschweißt sind. In der inneren Umfangsfläche **20a** der Druckmanschette **21** (dem Band **20**), auf einem Bereich davon, der der Radialarterie **91** des linken Handgelenks **90** entspricht, ist die Elektrodengruppe **40E** des Impedanzmessabschnitts **40** wie bereits erwähnt angeordnet.

[0043] Wie in Fig. 3 dargestellt, ist die Elektrodengruppe **40E** des Impedanzmessabschnitts **40** im angebrachten Zustand entlang einer Längsrichtung des Handgelenks (die der Breitenrichtung **Y** des Gurts **20** entspricht) so angeordnet, dass sie der Radialarterie **91** des linken Handgelenks **90** entspricht. Die Elektrodengruppe **40E** beinhaltet: ein Paar Stromelektroden **41** und **46** zur Erregung bzw. Stromversorgung, die auf beiden Seiten in Breitenrichtung **Y** angeordnet sind; ein erstes Paar Detektionselektroden **42** und **43** zur Spannungserkennung, die zwischen dem Paar Stromelektroden **41** und **46** angeordnet sind und einen ersten Pulswellensensor **40-1** bilden; und ein zweites Paar Detektionselektroden **44** und **45** zur Spannungserkennung, die zwischen dem Paar Stromelektroden **41** und **46** angeordnet sind und einen zweiten Pulswellensensor **40-2** bilden. Das zweite Paar von Detektionselektroden **44** und **45** ist so angeordnet, dass sie einem stromabwärts gelegenen Abschnitt des ersten Paares von Detektionselektroden **42** und **43** in einem Blutstrom der Radialarterie **91** entsprechen. In Bezug auf die Breitenrichtung **Y** ist in diesem Beispiel ein Abstand **D** (siehe Fig. 5A) zwischen einer Mitte des ersten Paares von Erfassungselektroden **42** und **43** und einer Mitte des zweiten Paares von Erfassungselektroden **44** und **45** auf 20 mm eingestellt. Dieser Abstand **D** entspricht einem wesentlichen Abstand zwischen dem ersten Pulswellensensor **40-1** und dem zweiten Pulswellensensor **40-2**. Darüber hinaus ist in diesem Beispiel in Bezug auf die Breitenrichtung **Y** jeweils ein Abstand zwischen dem ersten Paar von Detektionselektroden **42** und **43** und ein Abstand zwischen dem zweiten Paar von Detektionselektroden **44** und **45** auf 2 mm eingestellt.

[0044] Die oben beschriebene Elektrodengruppe **40E** kann flach aufgebaut sein. Daher kann in diesem Blutdruckmessgerät **1** der Gurt **20** als Ganzes dünn aufgebaut werden.

[0045] Fig. 4 veranschaulicht eine Blockkonfiguration eines Steuerungssystems des Blutdruckmessgerätes 1. Am Gehäuse 10 (bzw. dem Körper 10) des Blutdruckmessgerätes 1 sind neben der bereits beschriebenen Anzeige 50 und dem Bedienteil 52 folgende Einheiten montiert: eine Zentralverarbeitungseinheit (CPU) 100 als Steuereinheit; ein Speicher 51 als Speichereinheit; eine Kommunikationseinheit 59; ein Drucksensor 31; eine Pumpe 32; ein Ventil 33; eine Oszillationsschaltung 310, der einen vom Drucksensor 31 gesendeten Ausgang in eine Frequenz umwandelt; eine Pumpenansteuerschaltung 320, die die Pumpe 32 ansteuert. Darüber hinaus ist auf dem Impedanzmessabschnitt 40 zusätzlich zur bereits beschriebenen Elektrodengruppe 40E eine Erregungs-(bzw. Stromversorgungs-) und Spannungserkennungsschaltung 49 montiert.

[0046] In diesem Beispiel besteht die Anzeige 50 aus einer organischen Elektrolumineszenz-Anzeige (EL) und zeigt Informationen zur Blutdruckmessung, wie beispielsweise ein Blutdruckmessergebnis, und andere Informationen gemäß einem von der CPU 100 gesendeten Steuersignal an. Es sei darauf hingewiesen, dass die Anzeige 50 nicht auf die organische EL-Anzeige beschränkt ist und beispielsweise aus einer Anzeige eines anderen Typs, wie beispielsweise einer Flüssigkristallanzeige (LCD), bestehen kann.

[0047] In diesem Beispiel besteht der Bedienabschnitt 52 aus einem Druckschalter und gibt der CPU 100 ein Betriebssignal ein, das der Anweisung eines Benutzers entspricht, um die Messung des Blutdrucks zu starten oder zu stoppen. Es sei darauf hingewiesen, dass der Bedienabschnitt 52 nicht auf den Druckschalter beschränkt ist und beispielsweise ein Touch-Panel-Schalter eines drucksensitiven Typs (Widerstands-Typ) oder eines Näherungsschalters (elektrostatischer Kapazitäts-Typ) sein kann. Darüber hinaus kann der Bedienabschnitt 52 mit einem Mikrofon ausgestattet sein (nicht dargestellt) und den Befehl zum Starten der Blutdruckmessung durch die Stimme des Benutzers eingeben.

[0048] Der Speicher 51 speichert nicht-flüchtig Daten eines Programms zum Steuern des Blutdruckmessgerätes 1, Daten zur Verwendung beim Steuern des Blutdruckmessgerätes 1, Einstelldaten zum Einstellen einer Vielzahl von Funktionen des Blutdruckmessgerätes 1, Daten eines Messergebnisses eines Blutdruckwertes und dergleichen. Darüber hinaus wird der Speicher 51 bei der Programmausführung als Arbeitsspeicher verwendet.

[0049] Als Steuereinheit führt die CPU 100 die vielfältigen Funktionen gemäß dem Programm zur Steuerung des Blutdruckmessgerätes 1 aus, wobei das Programm im Speicher 51 gespeichert ist. So führt die CPU 100 beispielsweise bei der Durchführung der Blutdruckmessung nach dem oszillometri-

schen Verfahren eine Steuerung durch, um die Pumpe 32 (und das Ventil 33) als Reaktion auf die Anweisung zum Starten der Blutdruckmessung, die aus dem Betriebsabschnitt 52 abgegeben wird, auf der Grundlage eines vom Drucksensor 31 gesendeten Signals anzusteuern. Darüber hinaus führt die CPU 100 in diesem Beispiel eine Steuerung durch, um den Blutdruckwert auf der Grundlage eines Signals des Drucksensors 31 zu berechnen.

[0050] Die Kommunikationseinheit 59 wird von der CPU 100 gesteuert, um vorbestimmte Informationen über ein Netzwerk 900 an eine externe Vorrichtung zu übertragen und über das Netzwerk 900 gesendete Informationen von der externen Vorrichtung zu empfangen und die empfangenen Informationen an die CPU 100 zu übertragen. Diese Kommunikation über das Netzwerk 900 kann entweder drahtlos oder drahtgebunden sein. In dieser Ausführungsform ist das Netzwerk 900 das Internet; es ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann eine andere Art von Netzwerk sein, wie beispielsweise ein lokales Netzwerk (LAN) in einem Krankenhaus oder eine Eins-zu-Eins-Kommunikation über ein USB-Kabel. Diese Kommunikationseinheit 59 kann einen Mikro-USB-Anschluss beinhalten.

[0051] Die Pumpe 32 und das Ventil 33 sind über ein Luftrohr 39 mit der Druckmanschette 21 verbunden, und der Drucksensor 31 ist über ein Luftrohr 38 mit der Druckmanschette 21 verbunden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Luftleitungen 39 und 38 ein gemeinsames einzelnes Rohr sein können. Der Drucksensor 31 erfasst über das Luftrohr 38 einen Druck in der Druckmanschette 21. In diesem Beispiel besteht die Pumpe 32 aus einer piezoelektrischen Pumpe, und um einen Druck (einen Manschettendruck) in der Druckmanschette 21 zu erhöhen, führt sie Luft als Fluid zur Druckbeaufschlagung der Druckmanschette 21 durch das Luftrohr 39 zu. Das Ventil 33 ist an der Pumpe 32 montiert und so konfiguriert, dass es einer Öffnungs-/Schließsteuerung nach dem Ein-/Aus-schalten der Pumpe 32 unterzogen wird. Das heißt, wenn die Pumpe 32 eingeschaltet ist, wird das Ventil 33 geschlossen, um Luft in die Druckmanschette 21 einzuschließen, und wenn die Pumpe 32 ausgeschaltet wird, wird das Ventil 33 geöffnet, um die Luft in der Druckmanschette 21 durch das Luftrohr 39 an die Atmosphäre abzugeben. Es sei darauf hingewiesen, dass das Ventil 33 eine Funktion eines Rückschlagventils hat und die abgegebene Luft nicht zurück strömen lässt. Die Pumpenansteuerschaltung 320 steuert die Pumpe 32 auf der Grundlage des Steuersignals der CPU 100 an.

[0052] In diesem Beispiel ist der Drucksensor 31 ein Drucksensor des Piezowiderstands-Typs und erfasst durch die Luftleitung 38 einen Druck des Gurts 20 (der Druckmanschette 21), in diesem Beispiel einen Druck, der den Atmosphärendruck als Referenz

renz (Null) nimmt, und gibt den erfassten Druck als Zeitseriensignal aus. Die Oszillationsschaltung **310** oszilliert auf der Grundlage eines elektrischen Signalwertes auf der Grundlage einer Änderung eines elektrischen Widerstands, wobei die Änderung durch einen vom Drucksensor **31** gesendeten Piezowiderstandseffekt verursacht wird, und gibt an die CPU **100** ein Frequenzsignal mit einer Frequenz aus, die dem elektrischen Signalwert des Drucksensors **31** entspricht. In diesem Beispiel wird der Ausgang des Drucksensors **31** verwendet, um den Druck der Druckmanschette **21** zu steuern und den Blutdruckwert (einschließlich eines systolischen Blutdrucks (SBP) und eines diastolischen Blutdrucks (DBP) nach dem oszillometrischen Verfahren zu berechnen.

[0053] Eine Batterie **53** versorgt die am Gehäuse **10** montierten Elemente, in diesem Beispiel die jeweiligen Elemente, die die CPU **100**, den Drucksensor **31**, die Pumpe **32**, das Ventil **33**, die Anzeige **50**, den Speicher **51**, die Kommunikationseinheit **59**, die Oszillationsschaltung **310** und den Pumpenantrieb **320** sind, mit elektrischer Energie. Darüber hinaus versorgt die Batterie **53** auch die Erregungs- und Spannungserfassungsschaltung **49** des Impedanzmessabschnitts **40** über einen Draht **71** mit elektrischer Energie. Dieser Draht **71** ist vorgesehen, um sich entlang der Umfangsrichtung des Bandes **20** zwischen dem Körper **10** und dem Impedanzmessabschnitt **40** in einem Zustand zu erstrecken, bei dem er zwischen dem bandförmigen Körper **23** des Bandes **20** und der Druckmanschette **21** zusammen mit Drähten **72** für ein Signal eingebettet ist.

[0054] Die Erregungs- und Spannungserfassungsschaltung **49** des Impedanzmessabschnitts **40** wird von der CPU **100** gesteuert und lässt an einem Betriebszeitpunkt, wie in **Fig. 5A** dargestellt, einen hochfrequenten Konstantstrom i , in diesem Beispiel mit einer Frequenz von 50 kHz und einem Stromwert von 1 mA, zwischen dem auf beiden Seiten in Bezug auf die Längsrichtung (entsprechend der Breitenrichtung Y des Gurts **20**) des Handgelenks angeordneten Stromelektrodenpaar **41** und **46** des Handgelenks fließen. In diesem Zustand erfasst die Erregungs- und Spannungserfassungsschaltung **49** ein Spannungssignal v_1 zwischen dem ersten Paar von Erfassungselektroden **42** und **43**, die den ersten Pulswellensensor **40-1** bilden, und ein Spannungssignal v_2 zwischen dem zweiten Paar von Erfassungselektroden **44** und **45**, die den zweiten Pulswellensensor **40-2** bilden. Diese Spannungssignale v_1 und v_2 stellen Veränderungen der elektrischen Impedanzen dar, die durch eine Pulswelle eines Blutflusses in der Radialarterie **91** in Abschnitten verursacht werden, an denen der erste Pulswellensensor **40-1** und der zweite Pulswellensensor **40-2** sich gegenüberstehen, wobei die Abschnitte zur Handflächen-seitigen Oberfläche **90a** des linken Handgelenks **90a** gehören (Impedanzsystem). Die Erregungs- und Spannungserken-

nungsschaltung **49** gleichrichtet, verstärkt und filtert diese Spannungssignale v_1 und v_2 und gibt in einer Zeitserie ein erstes Pulswellensignal **PS1** und ein zweites Pulswellensignal **PS2** aus, die eine Gebirgeförmige Wellenform gemäß **Fig. 5B** aufweisen. In diesem Beispiel betragen die Spannungssignale v_1 und v_2 etwa 1 mV. Darüber hinaus betragen die Spitzen **A1** und **A2** des ersten Pulswellensignals **PS1** und des zweiten Pulswellensignals **PS2** in diesem Beispiel etwa 1 V.

[0055] Es sei darauf hingewiesen, dass, wenn eine Pulswellengeschwindigkeit (PWV) des Blutflusses der Radialarterie **91** in einem Bereich von 1000 cm/s bis 2000 cm/s liegt, eine Zeitdifferenz Δt zwischen dem ersten Pulswellensignal **PS1** und dem zweiten Pulswellensignal **PS2** in einem Bereich von 1,0 ms bis 2,0 ms bleibt, da der wesentliche Abstand **D** zwischen dem ersten Pulswellensensor **40-1** und dem zweiten Pulswellensensor **40-2** 20 mm ($D = 20$ mm) beträgt.

(Durchführung der Blutdruckmessung
nach dem oszillometrischen Verfahren)

[0056] **Fig. 6** veranschaulicht einen Betriebsablauf zu einem Zeitpunkt, zu dem das Blutdruckmessgerät **1** die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren durchführt.

[0057] Wenn der Benutzer eine Anweisung, die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren durchzuführen, unter Verwendung des Drucktastenschalters als Bedienabschnitt **52** im Gehäuse **10** abgibt (Schritt **S1**), startet die CPU **100** einen Vorgang und initialisiert einen Speicherbereich zur Verarbeitung (Schritt **S2**). Darüber hinaus schaltet die CPU **100** die Pumpe **32** über die Pumpenansteuerschaltung **320** ab, öffnet das Ventil **33** und saugt die Luft in der Druckmanschette **21** ab. Anschließend führt die CPU **100** eine Steuerung durch, um einen Ausgangswert des Drucksensors **31** zum aktuellen Zeitpunkt als Wert entsprechend dem Atmosphärendruck (0 mmHg-Einstellung) einzustellen.

[0058] Anschließend arbeitet die CPU **100** als Drucksteuereinheit, schließt das Ventil **33** und steuert danach die Pumpe **32** über die Pumpenansteuerschaltung **320** an und steuert die Luftführung zur Druckmanschette **21**. Auf diese Weise füllt die CPU **100** die Druckmanschette **21** auf und erhöht allmählich den Manschettendruck P_c (siehe **Fig. 7**) (Schritt **S3** in **Fig. 6**).

[0059] In diesem Druckaufbauprozess überwacht die CPU **100** den Manschettendruck P_c durch den Drucksensor **31** zur Berechnung des Blutdruckwertes und erfasst als Pulswellensignal P_m , wie in **Fig. 7** dargestellt, eine variable Komponente eines Arterienvo-

lumen, die in der Radialarterie **91** des linken Handgelenks **90** als Messstelle auftritt.

[0060] Anschließend arbeitet die CPU **100** in Schritt **S4** in **Fig. 6** als zweite Blutdruckberechnungseinheit und versucht auf der Grundlage des zu diesem Zeitpunkt erfassten Pulswellensignals P_m , den Blutdruckwert (den systolischen Blutdruck SBP und den diastolischen Blutdruck (DBP) durch Anwendung eines bekannten Algorithmus nach dem oszillometrischen Verfahren zu berechnen.

[0061] Wenn der Blutdruckwert zu diesem Zeitpunkt aus Datenmangel noch nicht berechnet werden kann (NEIN in Schritt **S5**), wiederholt die CPU **100** die Verarbeitung der Schritte **S3** bis **S5**, solange der Manschettendruck P_c keinen oberen Grenzdruck erreicht (der aus Sicherheitsgründen vorgegeben ist, z.B. bei 300 mmHg).

[0062] Wenn der Blutdruckwert wie vorstehend beschrieben berechnet werden kann (JA in Schritt **S5**), stoppt die CPU **100** die Pumpe **32**, öffnet das Ventil **33** und führt die Steuerung durch, um die Luft in der Druckmanschette **21** abzuführen bzw. abzulassen (Schritt **S6**). Und schließlich zeigt die CPU **100** das Messergebnis des Blutdruckwertes auf der Anzeige **50** an und zeichnet das Messergebnis im Speicher **51** auf (Schritt **S7**).

[0063] Es sei darauf hingewiesen, dass die Berechnung des Blutdruckwertes nicht nur im Druckaufbauprozess, sondern auch in einem Dekompressionsprozess durchgeführt werden kann.

(Durchführung der Blutdruckmessung
basierend auf der Pulslaufzeit)

[0064] **Fig. 8** veranschaulicht einen Betriebsablauf zu einem Zeitpunkt, zu dem das Blutdruckmessgerät **1** ein Pulswellenmessverfahren der Ausführungsform ausführt, die Pulslaufzeit (PTT) erfasst und die Blutdruckmessung (Schätzung) basierend auf der Pulslaufzeit durchführt.

[0065] Dieser Betriebsablauf entstand auf der Grundlage eines Experiments, das von den Erfindern der vorliegenden Erfindung durchgeführt wurde. Das heißt, in Übereinstimmung mit dem Experiment der Erfinder der vorliegenden Erfindung wurde festgestellt, dass dann, wenn die Druckkräfte (die gleich zu dem Manschettendruck P_c durch die Druckmanschette **21** sind) gegen das linke Handgelenk **90** als Messstelle am ersten Pulswellensensor **40-1** (der das erste Paar von Detektionselektroden **42** und **43** beinhaltet) und am zweiten Pulswellensensor **40-2** (der das zweite Paar von Detektionselektroden **44** und **45** beinhaltet) schrittweise von Null erhöht wurden, wie in **Fig. 9**, der Kreuzkorrelationskoeffizient r zwischen den Pulswellensignalen **PS1** und **PS2** nach der Erhö-

hung der Druckkräfte allmählich erhöht wurde, einen Maximalwert r_{max} aufzeigte und dann allmählich verringert wurde. Dieser Betriebsablauf basiert auf dem Gedanken, dass ein Bereich, in dem der Kreuzkorrelationskoeffizient r einen vorgegebenen Schwellenwert Th ($Th = 0,99$ in diesem Beispiel) überschreitet, ein geeigneter Bereich der Druckkraft ist (dies wird als „geeigneter Druckbereich“ bezeichnet). In diesem Beispiel ist der geeignete Druckbereich ein Bereich, in dem die Druckkraft (der Manschettendruck P_c) von einem unteren Grenzwert $P1 = 72$ mmHg bis zu einem oberen Grenzwert $P2 \approx 135$ mmHg beträgt.

[0066] Wenn der Benutzer eine Anweisung, die Blutdruckmessung basierend auf der PTT auszuführen, mit dem Druckschalter als Bedienteil **52** im Gehäuse **10** (Schritt **S11** in **Fig. 8**) erteilt, startet die CPU **100** einen Betrieb. Das heißt, die CPU **100** arbeitet als Suchverarbeitungseinheit, schließt das Ventil **33** und steuert zusätzlich die Pumpe **32** über die Pumpenantriebsschaltung **320** an und steuert die Luftführung zur Druckmanschette **21**. Auf diese Weise bläst die CPU **100** die Druckmanschette **21** auf und erhöht allmählich den Manschettendruck P_c (siehe **Fig. 5A**). In diesem Beispiel erhöht die CPU **100** kontinuierlich den Manschettendruck P_c bei konstanter Geschwindigkeit ($= 5$ mmHg/s). Es sei darauf hingewiesen, dass die CPU **100** den Manschettendruck P_c Schritt für Schritt erhöhen kann, so dass eine Zeit für die nachstehend angegebene Berechnung des Kreuzkorrelationskoeffizienten r problemlos gewährleistet werden kann.

[0067] In diesem Druckaufbauprozess arbeitet die CPU **100** als Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit, erfasst die ersten und zweiten Pulswellensignale **PS1** und **PS2**, die der erste Pulswellensensor **40-1** und der zweite Pulswellensensor **40-2** jeweils in einer Zeitserie ausgeben, und berechnet den Kreuzkorrelationskoeffizienten r zwischen den Wellenformen der ersten und zweiten Pulswellensignale **PS1** und **PS2** in Echtzeit (Schritt **S12** von **Fig. 8**).

[0068] Darüber hinaus arbeitet die CPU **100** als Suchverarbeitungseinheit und bestimmt, ob der berechnete Kreuzkorrelationskoeffizient r den vorgegebenen Schwellenwert Th ($= 0,99$) überschreitet (Schritt **S13** aus **Fig. 8**). Wenn der Kreuzkorrelationskoeffizient r gleich oder kleiner als der Schwellenwert Th ist (NEIN in Schritt **S13** von **Fig. 8**), dann wiederholt die CPU **100** die Verarbeitung der Schritte **S11** bis **S13**, bis der Kreuzkorrelationskoeffizient r den Schwellenwert Th überschreitet. Wenn dann der Kreuzkorrelationskoeffizient r den Schwellenwert Th überschreitet (JA in Schritt **S13** von **Fig. 8**), stoppt die CPU **100** die Pumpe **32** (Schritt **S14** von **Fig. 8**) und setzt den Manschettendruck P_c auf einen Wert zu diesem Zeitpunkt, d.h. zu dem Zeitpunkt, zu dem der Kreuzkorrelationskoeffizient r den Schwellenwert Th überschreitet. In diesem Beispiel wird der Manschet-

tendruck **Pc** auf den Wert zu dem Zeitpunkt eingestellt, zu dem der Kreuzkorrelationskoeffizient **r** den Schwellenwert **Th** überschreitet, d.h. auf **P1** (= 72 mmHg), wie in **Fig. 9** dargestellt.

[0069] In diesem Zustand arbeitet die CPU **100** als Messverarbeitungseinheit und erfasst als Pulslaufzeit (PTT), die Zeitdifferenz **Δt** (siehe **Fig. 5B**) zwischen den ersten und zweiten Pulswellensignalen **PS1** und **PS2** (Schritt **S15** von **Fig. 8**). Genauer gesagt, erfasst die CPU **100** in diesem Beispiel als Pulslaufzeit (PTT) die **Zeitdifferenz Δt** zwischen der Spitze **A1** des ersten Pulswellensignals **PS1** und der Spitze **A2** des zweiten Pulswellensignals **PS2**.

[0070] Im Falle einer solchen Vorgehensweise kann die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit verbessert werden. Da der Manschettendruck **Pc** auf den Wert zum Zeitpunkt der Überschreitung des Schwellenwerts **Th** durch den Kreuzkorrelationskoeffizienten **r** eingestellt ist, kann die Impulslaufzeit erfasst werden, ohne den Manschettendruck **Pc** unnötig zu erhöhen. Auf diese Weise kann eine physische Belastung des Benutzers reduziert werden.

[0071] Anschließend arbeitet die CPU **100** als erste Blutdruckberechnungseinheit und berechnet (schätzt) einen Blutdruck auf der Grundlage der Pulslaufzeit (PTT), die in Schritt **S15** erfasst wird, unter Verwendung einer vorgegebenen entsprechenden Gleichung **G1** zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck (Schritt **S16** von **Fig. 8**). Wenn dabei die Pulslaufzeit mit **DT** dargestellt wird und der Blutdruck als EBP dargestellt wird, dann wird die vorbestimmte entsprechende Gleichung **G1** zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck als bekannte Bruchfunktion bereitgestellt, die beispielsweise einen Term von $1/DT^2$ beinhaltet, wie in Gleichung (Gl. 2) von **Fig. 12** dargestellt (siehe z.B. Japanische Veröffentlichung zur ungeprüften Patentanmeldung Nr. H10-201724). In Gleichung (Gl. 2) stellt jedes von α und β einen bekannten Koeffizienten oder eine bekannte Konstante dar.

[0072] Bei der Berechnung (Schätzung) des Blutdrucks wie vorstehend beschrieben, wird die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit wie bereits beschrieben verbessert, und entsprechend kann die Messgenauigkeit für den Blutdruck verbessert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass das Messergebnis des Blutdruckwertes auf der Anzeige **50** angezeigt wird und im Speicher **51** gespeichert wird.

[0073] Wenn in diesem Beispiel der Befehl zum Stoppen der Messung nicht vom Drucktaster als Bedienteil **52** in Schritt **S17** von **Fig. 8** (NEIN in Schritt **S17** von **Fig. 8**) erteilt wird, wiederholt die CPU **100** periodisch die Berechnung der Pulslaufzeit (PTT) (Schritt **S15** von **Fig. 8**) und die Berechnung (Schätzung) des Blutdrucks (Schritt **S16** von **Fig. 8**) jedes

Mal, wenn die ersten und zweiten Pulswellensignale **PS1** und **PS2** als Reaktion auf die Pulswelle eingegeben werden. Die CPU **100** aktualisiert und zeigt das Messergebnis des Blutdruckwertes auf der Anzeige **50** an und speichert und zeichnet das Messergebnis im Speicher **51** auf. Wenn dann in Schritt **S17** von **Fig. 8** der Befehl zum Stoppen der Messung erteilt wird (JA in Schritt **S17** von **Fig. 8**), beendet die CPU **100** den Messvorgang.

[0074] Gemäß diesem Blutdruckmessgerät **1** kann mit dieser Blutdruckmessung basierend auf der Pulslaufzeit (PTT) in einem Zustand, in dem die physische Belastung des Benutzers gering ist, der Blutdruck über einen langen Zeitraum hinweg kontinuierlich gemessen werden.

[0075] Darüber hinaus kann gemäß diesem Blutdruckmessgerät **1** die Blutdruckmessung (Schätzung) basierend auf der Pulslaufzeit und die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren mit einer integrierten Vorrichtung durchgeführt werden. Dadurch kann der Komfort für den Anwender verbessert werden.

(Überprüfung der Wirkung
durch Einstellen der Druckkraft)

[0076] Ein Streudiagramm von **Fig. 10A** veranschaulicht einen Zusammenhang zwischen der Pulslaufzeit (PTT), die unter einer Bedingung erworben wurde, bei der die Druckkraft (der Manschettendruck **Pc**) auf 40 mmHg (der geringer ist als der untere Grenzwert **P1**, der in **Fig. 9** dargestellt ist) durch das Blutdruckmessgerät **1** für eine Vielzahl von Anwendern (Probanden) eingestellt wird, und dem systolischen Blutdruck (SBP), der durch die Blutdruckmessung (Schritt **S5** in **Fig. 6**) durch das oszillometrische Verfahren für die Vielzahl von Anwendern erhalten wurde. Der Kreuzkorrelationskoeffizient **r** zwischen den Wellenformen des ersten und zweiten Pulswellensignals **PS1** und **PS2** bei einer derartigen Bedingung, bei der die Druckkraft eingestellt wird, war gleich zu 0,971 ($r = 0,971$), der unter den Schwellenwert **Th** (= 0,99) fiel. Wie aus **Fig. 10A** ersichtlich, gibt es kaum eine Korrelation zwischen der Pulslaufzeit (PTT) und dem systolischen Blutdruck (SBP). Als der Korrelationskoeffizient berechnet wurde, indem eine Anpassung unter Verwendung der Gleichung (Gl. 2) von **Fig. 12** durchgeführt wurde, betrug der Korrelationskoeffizient -0,07.

[0077] Im Gegensatz dazu veranschaulicht ein Streudiagramm aus **Fig. 10B** einen Zusammenhang zwischen der Pulslaufzeit (PTT), die unter einer Bedingung erfasst wurde, bei der die Druckkraft (der Manschettendruck **Pc**) auf 130 mmHg (d.h. innerhalb des geeigneten Druckbereichs zwischen dem unteren Grenzwert **P1** und dem oberen Grenzwert **P2**, die in **Fig. 9** dargestellt sind) durch das Blutdruck-

messgerät **1** für die oben genannte Vielfalt von Benutzern eingestellt wird, und dem systolischen Blutdruck (SBP), der durch die Blutdruckmessung (Schritt **S5** in **Fig. 6**) nach dem oszillometrischen Verfahren für die Vielfalt der Anwender erhalten wurde. Der Kreuzkorrelationskoeffizient r zwischen den Wellenformen des ersten und zweiten Pulswellensignals **PS1** und **PS2** unter einer solchen Bedingung, bei der die Druckkraft eingestellt wird, war gleich zu 0,9901 ($r = 0,9901$), was den Schwellenwert $Th (= 0,99)$ überschritt. Wie aus **Fig. 10B** ersichtlich, ist die Korrelation zwischen der Pulslaufzeit (PTT) und dem systolischen Blutdruck (SBP) stark. Als der Korrelationskoeffizient berechnet wurde, indem die Anpassung unter Verwendung der Gleichung (Gl. 2) von **Fig. 12** durchgeführt wurde, betrug der Korrelationskoeffizient -0,90.

[0078] Aus diesen Ergebnissen von **Fig. 10A** und **Fig. 10B** konnte nachgewiesen werden, dass die Korrelation zwischen der Pulslaufzeit (PTT) und dem systolischen Blutdruck (SBP) verbessert werden konnte, indem die Druckkraft (der Manschettendruck P_c) auf den Wert eingestellt wird, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient r den Schwellenwert $Th (= 0,99)$ überschreitet, und indem die Pulslaufzeit (PTT) erfasst wird. Als Grund, warum die Korrelation zwischen der Pulslaufzeit (PTT) und dem systolischen Blutdruck (SBP) wie oben beschrieben verbessert werden konnte, wird angenommen, dass die Messgenauigkeit für die Pulslaufzeit (PTT) durch die Einstellung der Druckkraft gemäß der vorliegenden Erfindung verbessert wurde. Auf diese Weise kann die Messgenauigkeit für den Blutdruck verbessert werden.

(Modifiziertes Beispiel)

[0079] In dem obigen Beispiel wurde in den Schritten **S13** und **S14** von **Fig. 8** die Druckkraft (der Manschettendruck P_c) auf den Wert (den unteren Grenzwert **P1** des in **Fig. 9** dargestellten geeigneten Druckbereichs) zu dem Zeitpunkt eingestellt, zu dem der Kreuzkorrelationskoeffizient r zwischen den Wellenformen der ersten und zweiten Pulswellensignale **PS1** und **PS2** den Schwellenwert Th überschritten hat. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die CPU **100** kann die Suche weiter durchführen und die Druckkraft (den Manschettendruck P_c) auf einen Wert (**P3** dargestellt in **Fig. 9**) einstellen, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient r den Maximalwert r_{max} aufweist. In dem Beispiel von **Fig. 9** ist dieser Wert **P3** fast gleich zu 106 mmHg ($P3 \approx 106$ mmHg). Auf diese Weise kann die Messgenauigkeit für die Impulslaufzeit weiter verbessert werden.

[0080] Darüber hinaus wurde im obigen Beispiel in Schritt **S16** von **Fig. 8** die Gleichung (Gl. 2) von **Fig. 12** als entsprechende Gleichung Gl zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck verwendet, um den Blutdruck auf der Grundlage der Pulslaufzeit (PTT)

zu berechnen (schätzen). Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Als entsprechende Gleichung Gl zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck kann eine Gleichung verwendet werden, die neben dem $1/DT^2$ auch einen Term von $1/DT$ und einen Term von DT enthält, wie beispielsweise in Gleichung (Gl. 3) von **Fig. 13** dargestellt, wenn die Pulslaufzeit als DT dargestellt wird und der Blutdruck als EBP dargestellt wird. In Gleichung (Gl. 3) stellt jede der Gruppen α , β , γ und δ einen bekannten Koeffizienten oder eine bekannte Konstante dar.

[0081] Darüber hinaus kann beispielsweise, wie in Gleichung (Gl. 4) von **Fig. 14** dargestellt, eine Gleichung verwendet werden, die den Term von $1/DT$, den Term eines Herzzyklus RR und einen Term eines Volumen/Pulswellenflächenverhältnisses VR beinhaltet (siehe z.B. die Veröffentlichung der japanischen ungeprüften Patentanmeldung Nr. 2000-33078). In Gleichung (Gl. 4) stellt jeder der Koeffizienten α , β , γ und δ einen bekannten Koeffizienten oder eine bekannte Konstante dar. Es sei darauf hingewiesen, dass die CPU **100** in diesem Fall den Herzzyklus RR und das Volumen/Pulswellenflächenverhältnis VR auf Basis der Pulswellensignale **PS1** und **PS2** berechnet.

[0082] Auch bei der Verwendung von Gleichung (Gl. 3) und Gleichung (Gl. 4) als entsprechende Gleichung Gl zwischen Pulslaufzeit und Blutdruck kann die Messgenauigkeit für den Blutdruck wie bei der Verwendung von Gleichung (Gl. 2) verbessert werden. Natürlich können auch andere entsprechende Gleichungen als die Gleichungen (Gl. 2), (Gl. 3) und (Gl. 4) verwendet werden.

[0083] In der oben erwähnten Ausführungsform erfassen der erste Pulswellensensor **40-1** und der zweite Pulswellensensor **40-2** als Änderung der Impedanz die Pulswelle der Arterie (die Radialarterie **91**), die durch die Messstelle (das linke Handgelenk **90**) verläuft (Impedanzsystem). Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Jeder der ersten und zweiten Pulswellensensoren kann mit einem lichtemittierenden Element versehen sein, das Licht auf eine Arterie aufbringt, die durch einen entsprechenden Abschnitt der Messstelle verläuft, und mit einem lichtempfindlichen Element, das reflektiertes Licht (oder transmittiertes Licht) des eingesetzten bzw. angewendeten Lichts empfängt, und kann die Pulswelle der Arterie als Volumenänderung erfassen (photoelektrisches System). Darüber hinaus kann jeder der ersten und zweiten Pulswellensensoren mit einem piezoelektrischen Sensor ausgestattet sein, der veranlasst wird, an der Messstelle anzuliegen, und kann als Änderung des elektrischen Widerstands eine druckbedingte Verformung der Arterie, die durch den entsprechenden Abschnitt der Messstelle (piezoelektrisches System) verläuft, erfassen. Darüber hinaus kann jeder der ersten und zweiten

Pulswellensensoren mit einem Sendeelement versehen sein, das eine Funkwelle (Übertragungswelle) in Richtung der Arterie sendet, die durch den entsprechenden Abschnitt der Messstelle verläuft, und mit einem Empfangselement, das eine reflektierte Welle der Radio- bzw. Funkwelle empfängt, und kann eine Abstandsänderung zwischen der Arterie und dem Sensor, die durch die Pulswellen der Arterie verursacht wird, als eine Phasenverschiebung zwischen der Sendewelle und der reflektierten Welle erfassen (Funkwellenanwendungssystem).

[0084] Darüber hinaus ist in der oben genannten Ausführungsform das Blutdruckmessgerät **1** am linken Handgelenk **90** als Messstelle anzubringen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die Messstelle muss nur ein Abschnitt sein, durch den die Arterie verläuft, und kann ein Arm wie ein Oberarm, der ein anderer als das Handgelenk ist, oder ein Bein wie ein Fußgelenk und ein Oberschenkel sein.

[0085] Darüber hinaus arbeitet die an dem Blutdruckmessgerät **1** montierte CPU **100** in der oben genannten Ausführungsform als die Suchverarbeitungseinheit, die Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit, die Messverarbeitungseinheit sowie die erste und zweite Blutdruckberechnungseinheiten, und führt die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren (Betriebsablauf von **Fig. 6**) und die Blutdruckmessung (Schätzung) basierend auf der PTT (Betriebsablauf von **Fig. 8**) durch. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. So kann beispielsweise eine umfangreiche Computervorrichtung wie ein Smartphone, das außerhalb des Blutdruckmessgerätes **1** bereitgestellt wird, als Suchverarbeitungseinheit, als Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit, als Messverarbeitungseinheit und als erste und zweite Blutdruckberechnungseinheit arbeiten, und über das Netzwerk **900** das Blutdruckmessgerät **1** veranlassen, die Blutdruckmessung nach dem oszillometrischen Verfahren (Betriebsablauf von **Fig. 6**) und die Blutdruckmessung (Schätzung) auf Grundlage der PTT (Betriebsablauf von **Fig. 8**) auszuführen.

[0086] Die obigen Ausführungsformen sind veranschaulichend und auf verschiedene Weise modifizierbar, ohne vom Umfang dieser Erfindung abzuweichen. Es sei darauf hingewiesen, dass die verschiedenen oben beschriebenen Ausführungsformen innerhalb jeder Ausführungsform einzeln betrachtet werden können, die Ausführungsformen jedoch miteinander kombiniert werden können. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Merkmale in verschiedenen Ausführungsformen einzeln betrachtet werden können, die Merkmale in anderen Ausführungsformen aber kombiniert werden können.

Bezugszeichenliste

1	Blutdruckmessgerät
10	Körper bzw. Gehäuse
20	Gurt
21	Druckmanschette
23	bandförmiger Körper
40	Impedanzmessabschnitt
40E	Elektrodengruppe
49	Energie- und Spannungserkennungsschaltung
100	CPU

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 H2213324 [0003]
- JP 200033078 [0081]

Patentansprüche

1. Pulswellenmessvorrichtung, umfassend:
 einen Gurt, der um eine Messstelle herum angebracht werden soll;
 erste und zweite Pulswellensensoren, die in einem Zustand, in dem sie in einer Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstandet sind, am Gurt angebracht sind und Pulswellen an Abschnitten einer Arterie erfassen, die durch die Messstelle verlaufen, wobei die Abschnitte einzeln den ersten und zweiten Pulswellensensoren zugewandt sind;
 ein Druckelement, das auf dem Gurt angebracht ist und in der Lage ist, den ersten und zweiten Pulswellensensor gegen die Messstelle zu drücken, während eine Druckkraft variiert wird;
 eine Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit, die erste und zweite Pulswellensignale erfasst, die der erste und zweite Pulswellensensor jeweils in einer Zeitserie ausgeben, und einen Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen Wellenformen des ersten und zweiten Pulswellensignals berechnet;
 eine Suchverarbeitungseinheit, die die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft variiert und einstellt und bestimmt, ob der Kreuzkorrelationskoeffizient, den die Kreuzkorrelationskoeffizienten-Berechnungseinheit berechnet, einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet; und
 eine Messverarbeitungseinheit, die die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert einstellt, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und eine Zeitdifferenz zwischen dem ersten und zweiten Pulswellensignal als eine Pulslaufzeit erfasst.

2. Pulswellenmessvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
 die Suchbearbeitungseinheit die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft vom Zeitpunkt des Beginns eines Arbeitsgangs an allmählich erhöht, bis der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und
 die Messverarbeitungseinheit die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert zu einem Zeitpunkt setzt, zu dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und die Pulslaufzeit erfasst.

3. Pulswellenmessvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
 die Messverarbeitungseinheit die von dem Druckelement erzeugte Druckkraft auf einen Wert einstellt, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient einen Maximalwert aufweist, und die Pulslaufzeit erfasst.

4. Pulswellenmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
 die ersten und zweiten Pulswellensensoren jeweils erste und zweite Paare von Detektionselektroden be-

inhalten, die auf einer inneren Umfangsfläche des Gurts angeordnet sind, und unter Verwendung der ersten und zweiten Paare von Detektionselektroden als erste und zweite Pulswellensignale Signale ausgeben, die Impedanzen von Abschnitten der Messstelle darstellen, wobei die Abschnitte auf die ersten und zweiten Paaren von Detektionselektroden zugekehrt sind.

5. Blutdruckmessvorrichtung, umfassend:
 die Pulswellenmessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4; und
 eine erste Blutdruckberechnungseinheit, die einen Blutdruck basierend auf der Pulslaufzeit berechnet, die von der Messverarbeitungseinheit erfasst wird, unter Verwendung einer vorbestimmten entsprechenden Gleichung zwischen der Pulslaufzeit und dem Blutdruck.

6. Blutdruckmessvorrichtung nach Anspruch 5, wobei
 das Druckelement ein Fluidbeutel ist, der entlang des Gurts vorgesehen ist,
 ein Körper, der integral mit dem Gurt versehen ist, vorgesehen ist, und
 auf dem Körper folgendes montiert ist:
 die Suchverarbeitungseinheit, die Messverarbeitungseinheit und die erste Blutdruckberechnungseinheit; und
 für die Blutdruckmessung nach einem oszillometrischen Verfahren, eine Drucksteuereinheit, die den Fluidbeutel mit Luft versorgt und einen Luftdruck steuert, und eine zweite Blutdruckberechnungseinheit, die den Blutdruck basierend auf dem Druck der Luft im Fluidbeutel berechnet.

7. Pulswellenmessverfahren zum Messen einer Pulswelle einer Messstelle mit:
 einem Gurt, der um die Messstelle herum angebracht werden soll;
 einem ersten und einem zweiten Pulswellensensor, die auf dem Gurt in einem Zustand angebracht sind, in dem sie in einer Breitenrichtung des Gurts voneinander beabstandet; und
 einem Druckelement, das auf dem Gurt angebracht ist und in der Lage ist, den ersten und zweiten Pulswellensensor gegen die Messstelle zu drücken, während eine Druckkraft variiert wird, wobei das Pulswellenmessverfahren umfasst:
 Erfassen von Pulswellen an Abschnitten einer Arterie, die durch die Messstelle verlaufen, durch den ersten und zweiten Pulswellensensor in einem Zustand, in dem der Gurt um die Messstelle herum angebracht ist und das Druckelement den ersten und zweiten Pulswellensensor mit einer bestimmten Druckkraft gegen die Messstelle drückt, wobei die Abschnitte einzeln dem ersten und zweiten Pulswellensensor zugewandt sind;
 Erfassen erster und zweiter Pulswellensignale, die der erste und zweite Pulswellensensor jeweils in ei-

ner Zeitserie ausgeben, und Berechnen eines Kreuzkorrelationskoeffizienten zwischen Wellenformen der Pulswellensignale;

Variieren und Einstellen der von dem Druckelement erzeugten Druckkraft und Bestimmen, ob der Kreuzkorrelationskoeffizient einen vorbestimmten Schwellenwert bezüglich der Druckkraft überschreitet; und Einstellen der vom Druckelement erzeugten Druckkraft auf einen Wert, bei dem der Kreuzkorrelationskoeffizient den Schwellenwert überschreitet, und Erfassen einer Zeitdifferenz zwischen dem ersten und zweiten Pulswellensignal als eine Pulslaufzeit.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

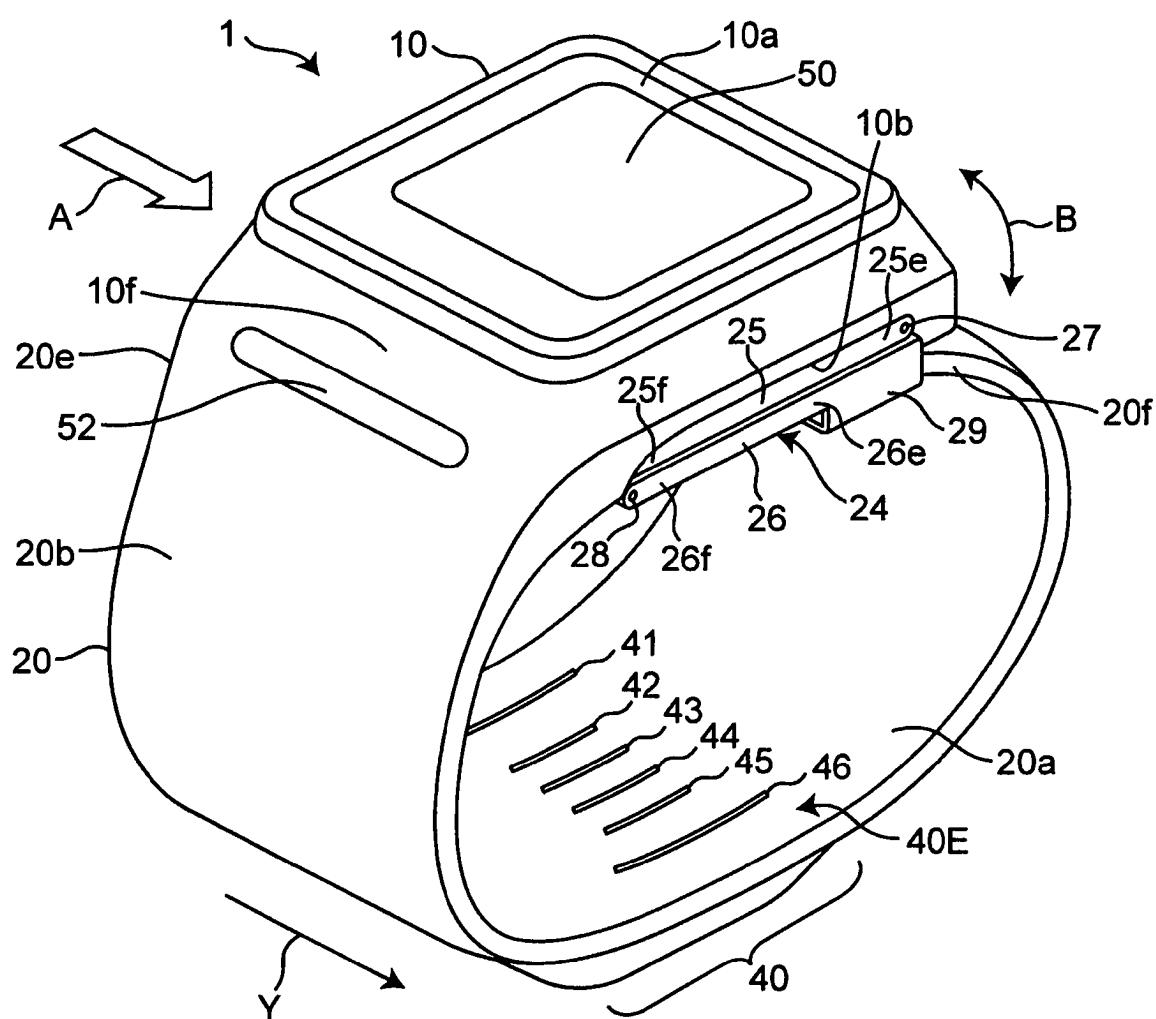


Fig.2

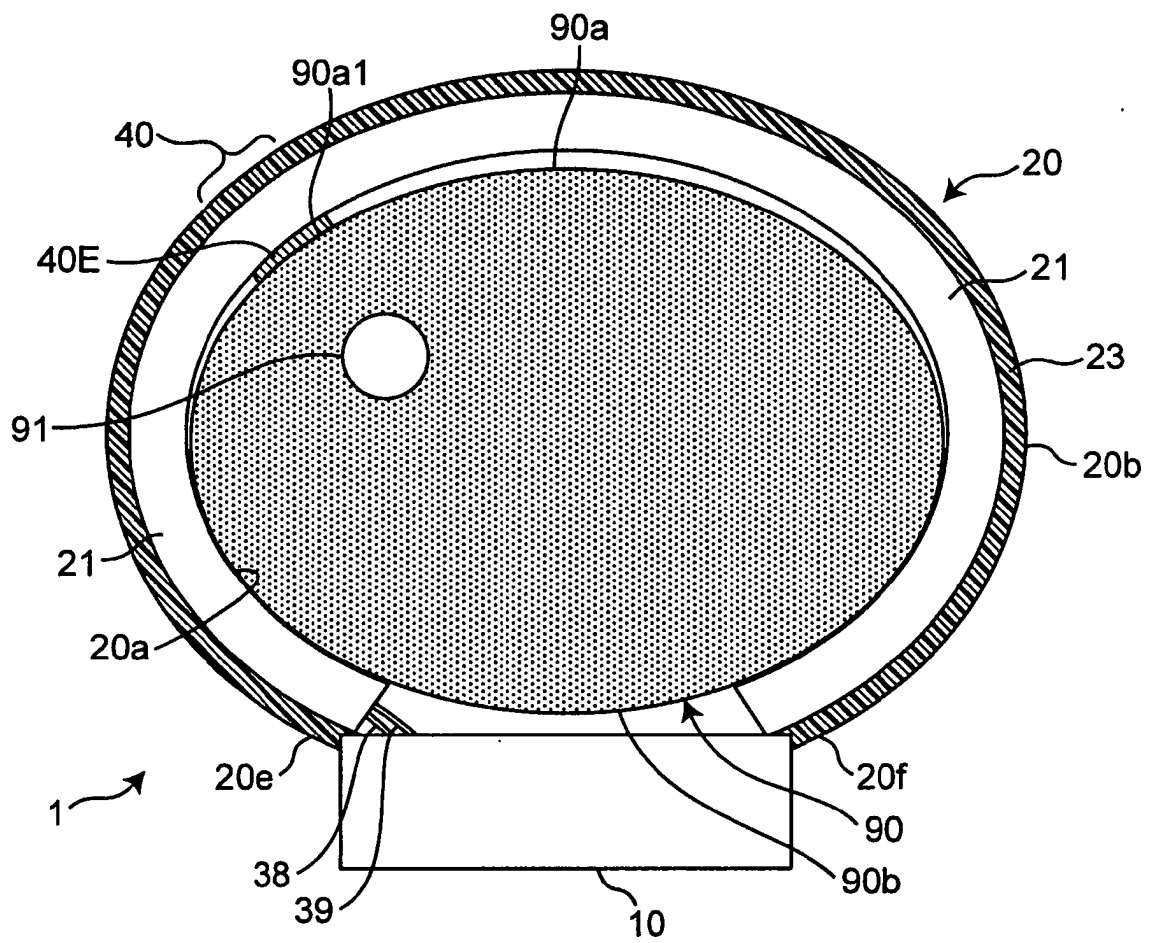


Fig.3

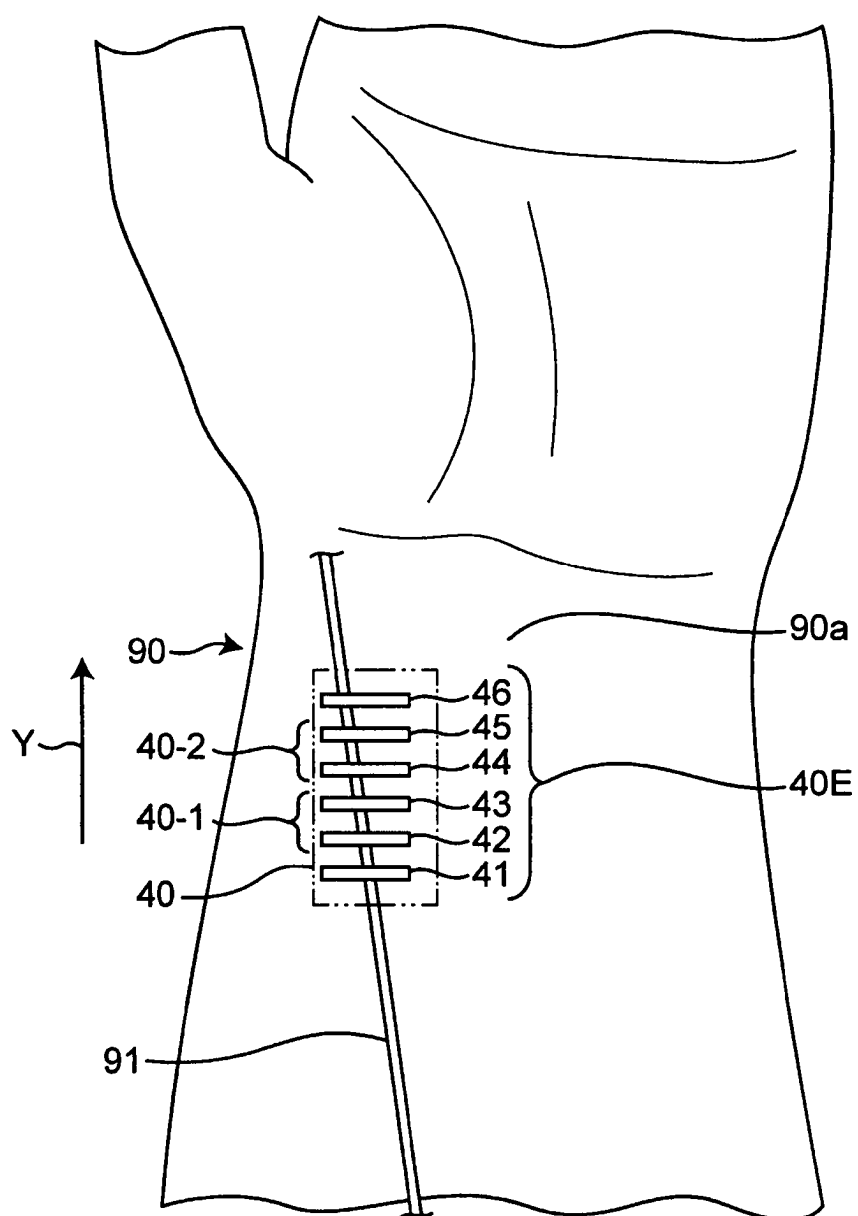


Fig. 4

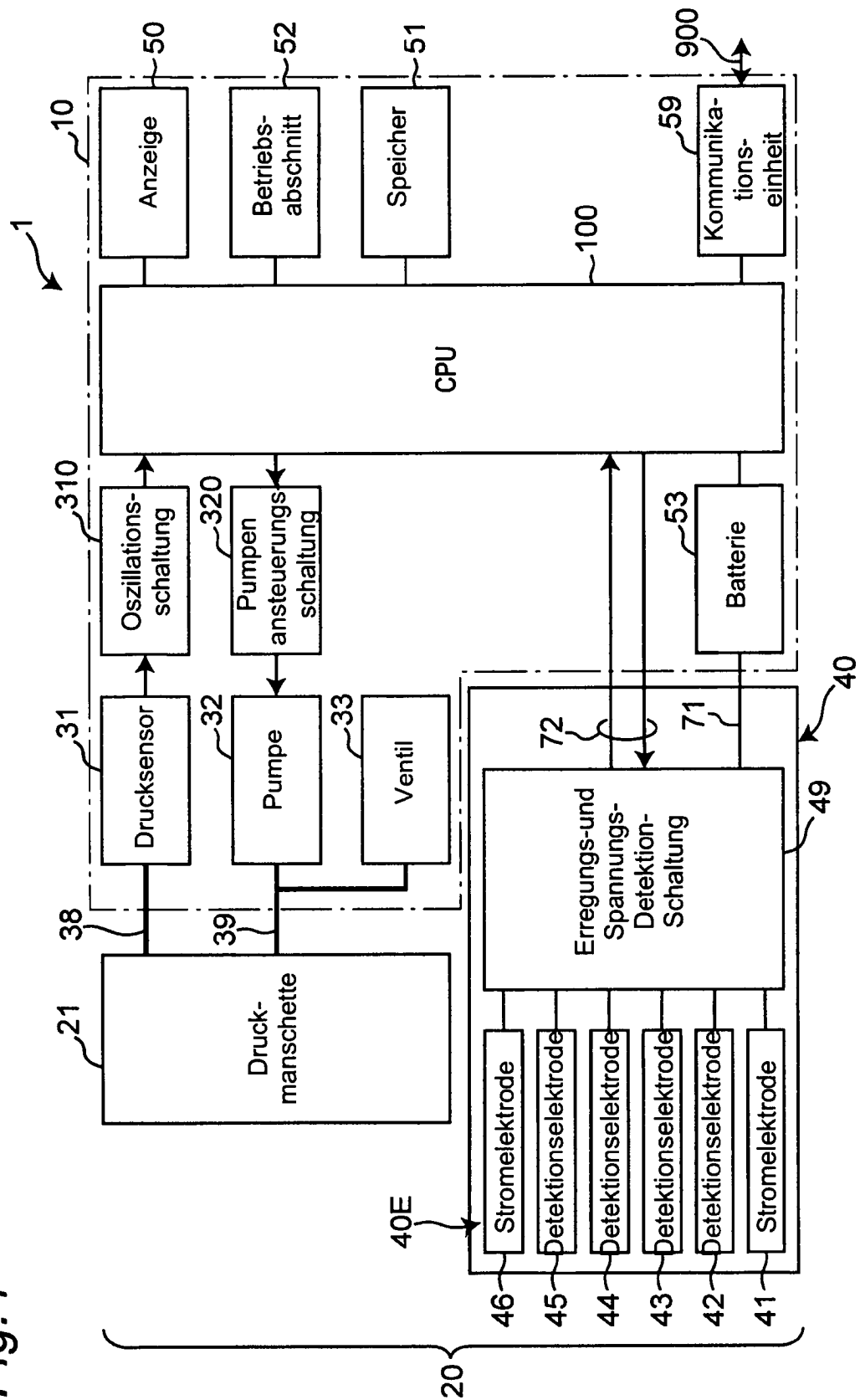


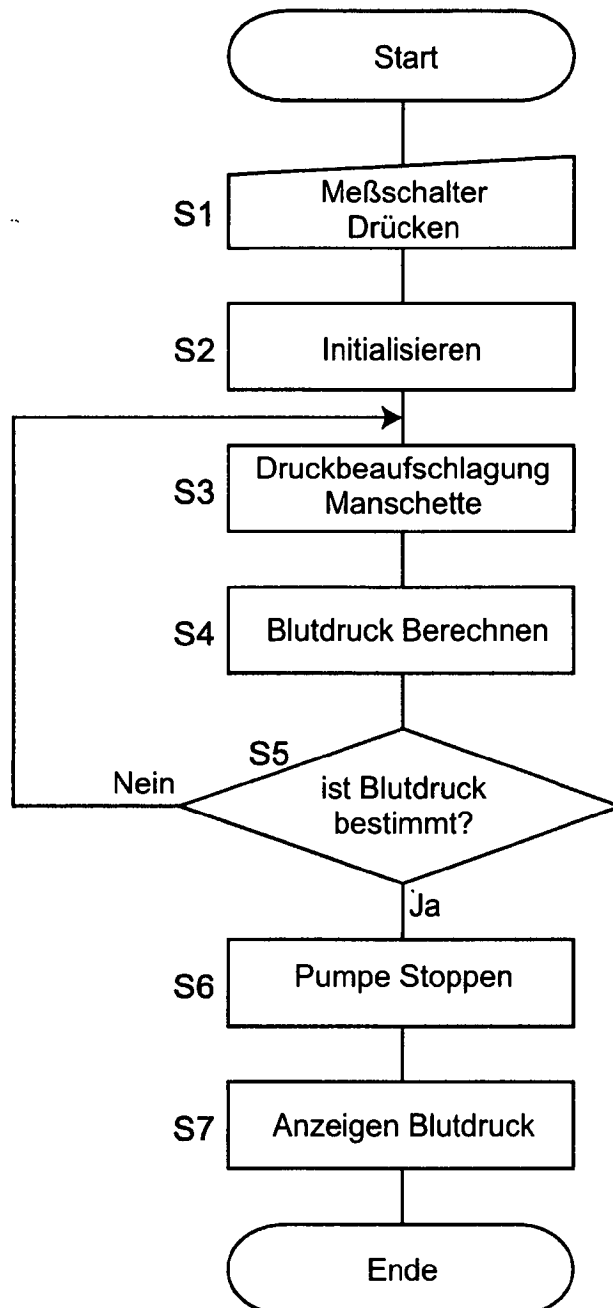
Fig.6

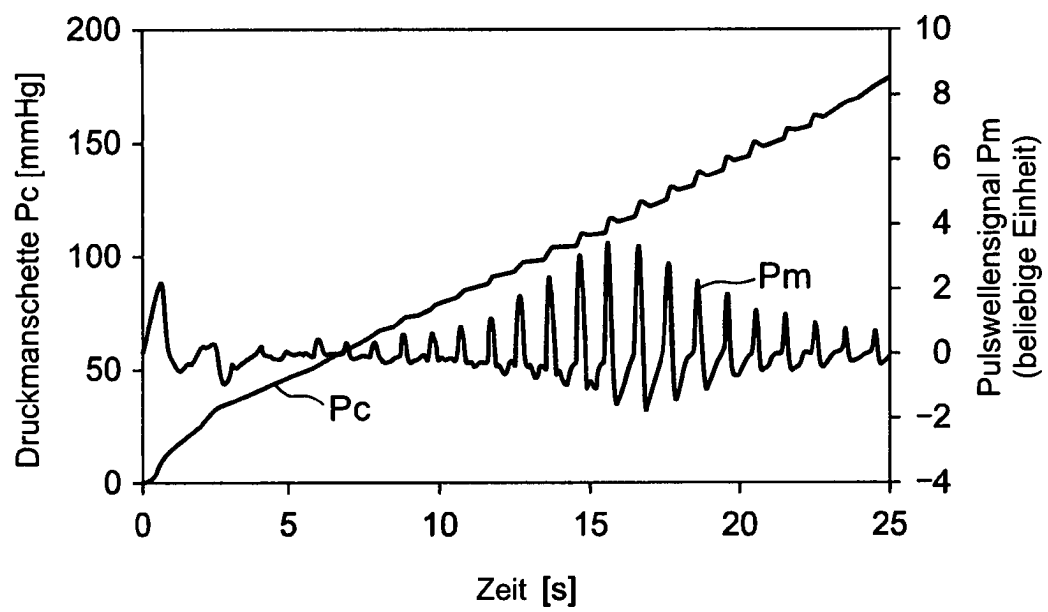
Fig.7

Fig.8

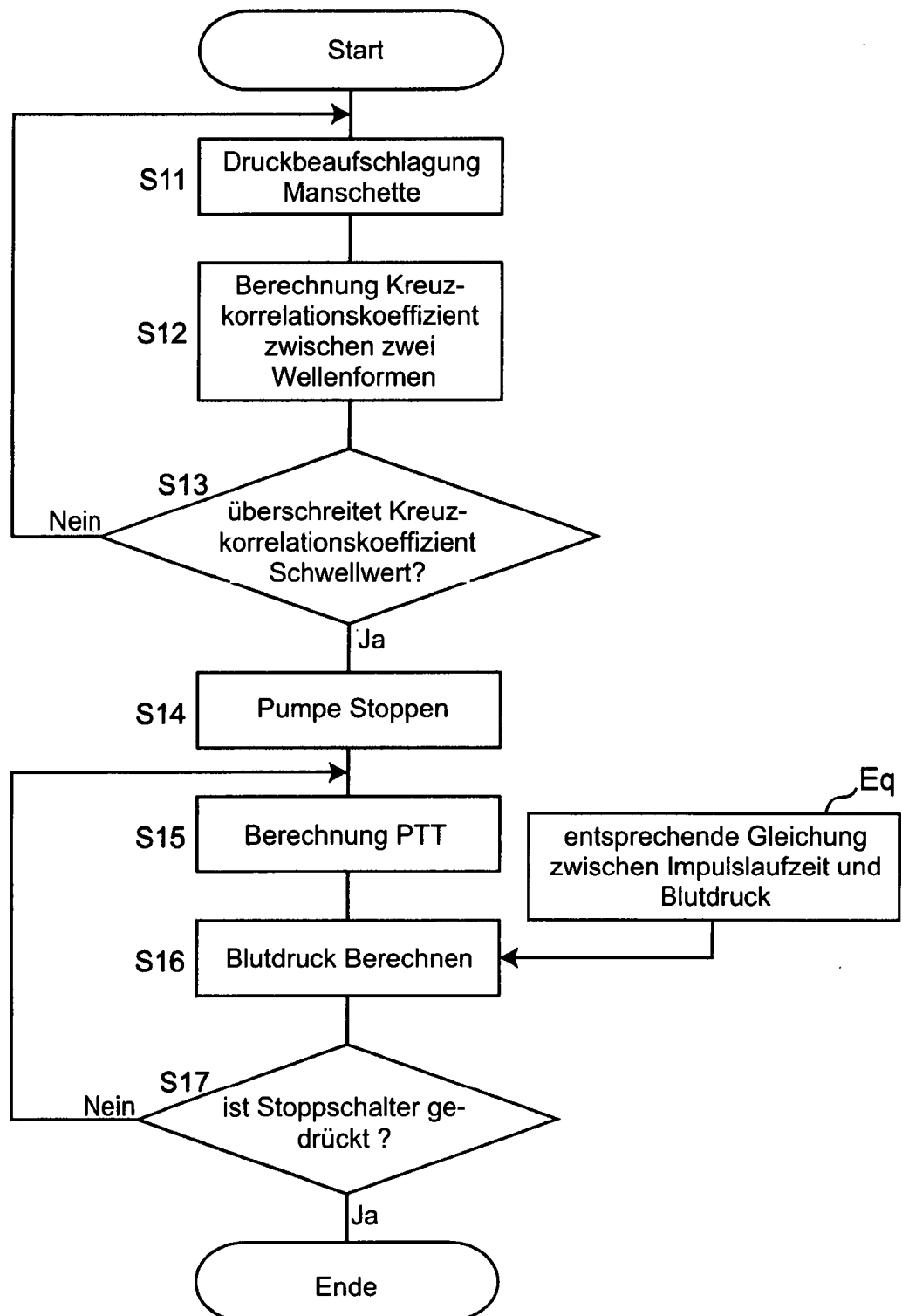


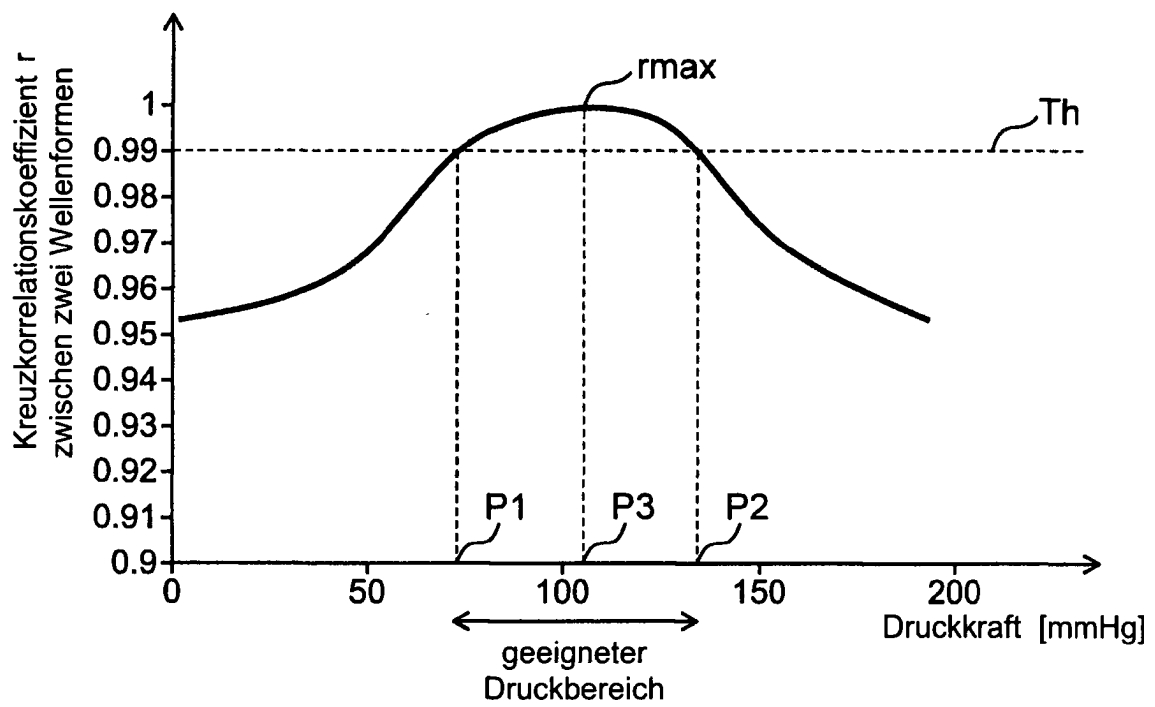
Fig.9

Fig.10A

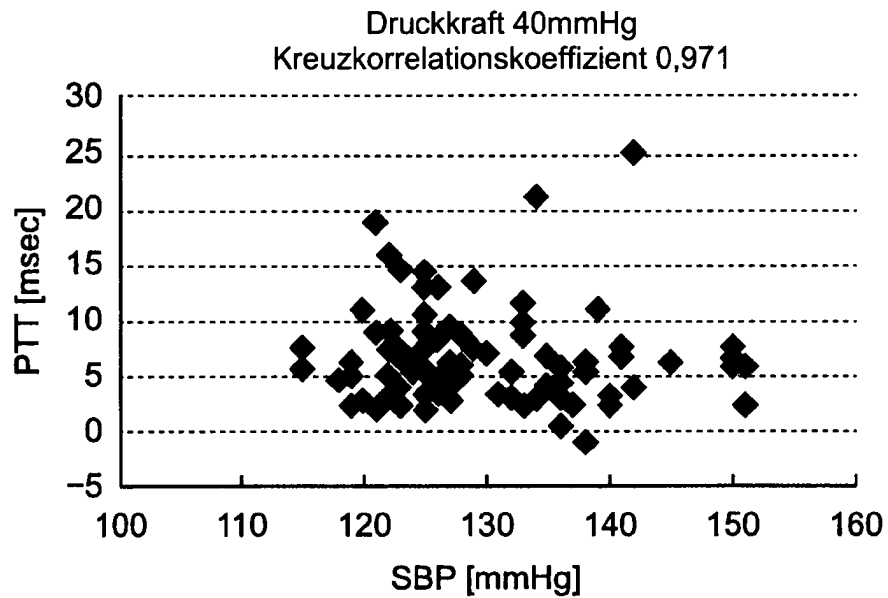


Fig.10B

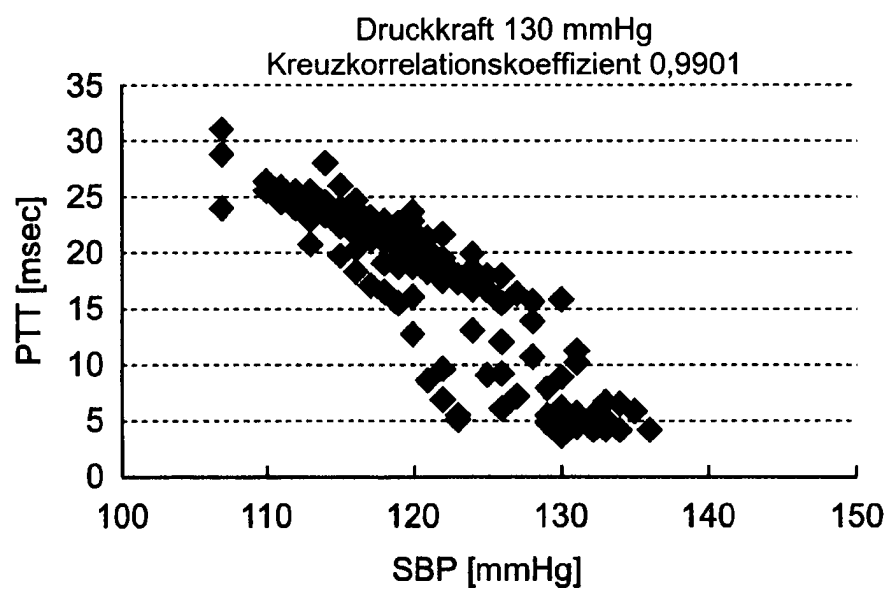


Fig.11

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)\}^{1/2}} \quad \cdot \cdot \cdot \text{ (Eq.1)}$$

Fig.12

$$\text{EBP} = \frac{\alpha}{DT^2} + \beta \quad \cdot \cdot \cdot \text{ (Eq.2)}$$

Fig.13

$$\text{EBP} = \frac{\alpha}{DT^2} + \frac{\beta}{DT} + \gamma DT + \delta \quad \cdot \cdot \cdot \text{ (Eq.3)}$$

Fig.14

$$\text{EBP} = \frac{\alpha}{DT} + \beta RR + \gamma VR + \delta \quad \cdot \cdot \cdot \text{ (Eq.4)}$$