



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2009 001 264.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2009/058341**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/145027**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.04.2009**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.12.2009**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **30.06.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.10.2023**

(51) Int Cl.: **A61B 5/02 (2006.01)**
A61B 5/0245 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2008-138385 **27.05.2008** **JP**

(73) Patentinhaber:
Omron Healthcare Co., Ltd., Kyoto-shi, Kyoto, JP

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

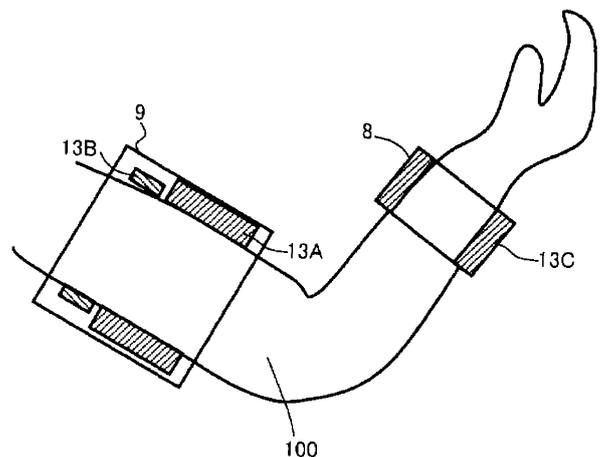
(72) Erfinder:
**Kobayashi, Tatsuya, Kyoto-shi, Kyoto, JP; Ogura,
Toshihiko, Kyoto-shi, Kyoto, JP; Sato, Hironori,
Kyoto, JP; Yoshida, Hideaki, Kyoto, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US **2004 / 0 064 055** **A1**

(54) Bezeichnung: **Blutdruckinformationsmessvorrichtung, die einen Index zum Bestimmen eines Arteriosklerosegrads ermitteln kann**

(57) Hauptanspruch: Blutdruckinformationsmessvorrichtung, aufweisend:
einen ersten Fluidbeutel (13B) und einen zweiten Fluidbeutel (13A),
einen dritten Fluidbeutel (13C);
einen ersten Sensor (23B) und einen zweiten Sensor (23A) zum Messen jeweiliger Innendrucke des ersten und zweiten Fluidbeutels,
eine erste Anpasseinheit (21A, 22A, 26A, 27A) zum Anpassen des Innendrucks des zweiten Fluidbeutels (13A), eine zweite Anpasseinheit (21C, 22C, 26C, 27C) zum Anpassen des Innendrucks des dritten Fluidbeutels (13C), und
eine Steuereinheit (40) zum Steuern von Rechenoperationen zum Berechnen eines Index zur Bestimmung eines Arteriosklerosegrads und der Anpassung durch die erste Anpasseinheit, wobei die Steuereinheit durchführt:
eine Rechenoperation zum Nachweisen einer ersten Puls-welle eines Messabschnitts auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks des ersten Fluidbeutels (13B) in einem ersten Zustand, in welchem der erste Fluidbeutel (13B) um den Messabschnitt angelegt ist, der zweite Fluidbeutel (13A) an einer bezüglich des ersten Fluidbeutels (13B) peripheren Seite angelegt ist und der zweite Fluidbeutel (13A) mit einem Innendruck, der höher als ein systolischer Blutdruck ist, auf die bezüglich des Messab-

schnitts, um den der erste Fluidbeutel (13B) angelegt ist, periphere Seite drückt,
eine Rechenoperation zum Nachweisen einer zweiten Puls-welle auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks des ersten Fluidbeutels (13B) in einem zweiten Zustand, in welchem der erste Fluidbeutel (13B) um den Messabschnitt angelegt ist, der zweite Fluidbeutel (13A) an einer bezüglich ...



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Blutdruckinformationsmessvorrichtung. Spezieller betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Messen von Blutdruckinformationen zum Ermitteln eines Index zur Bestimmung eines Arteriosklerosegrades unter Verwendung einer Manschette, die einen Fluidbeutel aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Zur Bestimmung eines Arteriosklerosegrades ist es nützlich, Blutdruckinformationen wie Blutdruck und Pulswelle zu messen.

[0003] Herkömmlich, als Vorrichtung zum Bestimmen des Arteriosklerosegrades, offenbart beispielsweise die ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2000/316821 A (Patentliteratur 1) eine Vorrichtung zum Bestimmen des Arteriosklerosegrades durch Ermitteln einer Geschwindigkeit, mit der sich eine vom Herzen ausgehende Pulswelle ausbreitet (im Weiteren: PWG, Pulswellengeschwindigkeit). Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Pulswelle steigt mit zunehmendem Arteriosklerosegrad. Daher dient die Pulswellengeschwindigkeit als Index zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads. Die Pulswellengeschwindigkeit wird berechnet, indem Manschetten oder dergleichen zum Messen von Pulswellen an mindestens zwei Stellen wie einem Oberarm und einer unteren Extremität angebracht werden und die Pulswellen zu einer Zeit gemessen werden, und die Berechnung der Pulswellengeschwindigkeit erfolgt ausgehend von der Differenz zwischen den Zeitpunkten, an denen die Pulswellen an den jeweiligen Stellen auftreten, und der Länge einer Arterie zwischen den beiden Punkten, an denen die Manschetten oder dergleichen zum Messen der Pulswellen angebracht sind. Die Pulswellengeschwindigkeit variiert je nach den gewählten Messstellen. Typische Beispiele für Pulswellengeschwindigkeiten sind unter anderem eine Pulswellengeschwindigkeit baPWG, die an den Messstellen Oberarm und Fußgelenk ermittelt wird, und eine Pulswellengeschwindigkeit cfPWG, die an Messstellen an einer Karotis und einer Femoralarterie ermittelt wird.

[0004] Als Technik zum Bestimmen des Arteriosklerosegrades aus einer Pulswelle an einem Oberarm offenbart die ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2007/044362 A (Patentliteratur 2) eine Technik mit einer Doppelkonstruktion, die eine Blutdruckmessmanschette und eine Pulswellenmessmanschette umfasst.

[0005] Die ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2004/113593 A (Patentliteratur 3) offenbart eine Technik zum Trennen einer Ausbreitungswelle, die von einem Herz ausgeht, und einer Reflexionswelle, die von einem verhärteten Abschnitt in einer Arterie und einem Bereich der Verzweigung der Arteria iliaca reflektiert wird, und zum Bestimmen des Arteriosklerosegrades aus Amplitudendifferenzen, Amplitudenverhältnissen und den Differenzen zwischen den Zeitpunkten des Auftretens der jeweiligen Wellen.

LITERATUR ZUM STAND DER TECHNIK

PATENTLITERATUR

Patentliteratur 1: ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2000/316821 A

Patentliteratur 2: ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2007/044362 A

Patentliteratur 3: ungeprüfte japanische Patentschrift JP 2004/113593 A

[0006] US 2004/0064055 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Bewertung des Grades der Arteriosklerose eines lebenden Subjekts. Die Vorrichtung umfasst eine Pulswellenerfassungsvorrichtung, welches am Körper des Subjekts getragen wird, eine Druckvorrichtung zum Begrenzen eines Blutflusses, die neben der Pulswellenerfassungsvorrichtung am Körper des Subjekts getragen wird, und eine Erfassungseinrichtung, welche basierend auf einem Spitzenpunkt einer Auftreffwellenkomponente und einem Spitzenpunkt einer Wiederauftreffwellenkomponente eines Pulses einer Pulswelle einen Grad der Arteriosklerose des Subjekts bestimmen kann.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

VON DER ERFINDUNG ZU LÖSENDE AUFGABEN

[0007] Um allerdings eine Pulswellengeschwindigkeit mit der von Patentliteratur 1 offenbarten Vorrichtung messen zu können, ist es erforderlich, wie oben beschrieben die Manschetten und dergleichen an mindestens zwei Stellen wie etwa einem Oberarm und einer unteren Extremität anzubringen. Daher ist es selbst bei Verwendung der in Patentliteratur 1 offenbarten Vorrichtung schwierig, eine Pulswellengeschwindigkeit zu Hause einfach zu messen.

[0008] Patentliteratur 2 dagegen offenbart eine Technik zum Bestimmen eines Arteriosklerosegrades aus einer Pulswelle an einem Oberarm. Die in Patentliteratur 2 offenbarte Vorrichtung weist die Doppelkonstruktion mit Blutdruckmessmanschette und Pulswellenmessmanschette auf. Jedoch wird allein mit der Pulswellenmessmanschette eine Reflexion von einer Peripherie überlappt. Demgemäß wird eine Reflexionswelle möglicherweise nicht korrekt

getrennt. Daher ist es schwierig, den Arteriosklerosegrad mit hoher Genauigkeit zu bestimmen.

[0009] Ferner besteht ein Problem darin, dass es je nach Patient schwierig sein kann, einen charakteristischen Punkt zum Bestimmen des Arteriosklerosegrades anhand einer Pulswelle zu finden, die durch Avaskularisation einer peripheren Seite ermittelt wird, die von der in Patentliteratur 3 offenbarten Vorrichtung gemessen wird.

[0010] Die vorliegende Erfindung entstand angesichts der vorgenannten Probleme, und ihr liegt als Aufgabe zugrunde, eine Blutdruckinformationsmessvorrichtung und ein Indexerfassungsverfahren zu schaffen, mit denen sich aus gemessenen Blutdruckinformationen ein Index zur exakten Bestimmung des Arteriosklerosegrades erhalten lässt.

MITTEL ZUM LÖSEN DER AUFGABEN

[0011] Um die oben genannte Aufgabe zu lösen, wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Blutdruckinformationsmessvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 bereitgestellt.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Blutdruckinformationsmessvorrichtung gemäß Patentanspruch 2 bereitgestellt.

WIRKUNG DER ERFINDUNG

[0013] Durch Benutzung der Blutdruckinformationsmessvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Index zum exakten Bestimmen des Arteriosklerosegrades auf der Grundlage der gemessenen Blutdruckinformationen zu ermitteln.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht, die ein spezifisches Beispiel für das äußere Erscheinungsbild einer Messvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 2A ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel für eine Körperhaltung beim Messen zeigt, wenn die Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zum Messen von Blutdruckinformationen benutzt wird.

Fig. 2B ist eine schematische Querschnittsansicht, die ein spezifisches Beispiel für eine Konfiguration eines Armbands gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einer Pulswellenform und einem Index zum Bestimmen eines Arteriosklerosegrades zeigt.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel für die Korrelation zwischen einer Pulswellengeschwindigkeit und einer Zeitdifferenz T_r zwischen einer Ausbreitungswelle und einer Reflexionswelle zeigt.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das eine Pulswelle zeigt, die gemessen wird, wenn eine periphere Seite avaskularisiert ist, und eine Pulswelle, die gemessen wird, wenn die periphere Seite nicht avaskularisiert ist.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das Funktionsblöcke der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm, das ein erstes spezifisches Beispiel für einen Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das die Druckänderung innerhalb jeder der Luftblasen während des von der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführten Messvorgangs zeigt.

Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm, das ein zweites spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 10 ist ein Ablaufdiagramm, das ein drittes spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 11 ist ein Ablaufdiagramm, das ein viertes spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 12 ist ein Diagramm, das Funktionsblöcke der Messvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

Fig. 13 ist ein Ablaufdiagramm, das ein erstes spezifisches Beispiel für einen Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 14 ist ein Diagramm, das die Druckänderung innerhalb jeder der Luftblasen während des von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführten Messvorgangs zeigt.

Fig. 15 ist ein Ablaufdiagramm, das ein zweites spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 16 ist ein Ablaufdiagramm, das eine Modifikation des zweiten spezifischen Beispiels für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 17 ist ein Diagramm, das die Druckänderung innerhalb jeder der Luftblasen während des von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführten Messvorgangs zeigt.

Fig. 18 ist ein Ablaufdiagramm, das ein drittes spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 19A ist ein Diagramm, das ein spezifisches Beispiel für eine Körperhaltung beim Messen zeigt, wenn eine Messvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform zum Messen von Blutdruckinformationen benutzt wird.

Fig. 19B ist eine schematische Querschnittsansicht, die ein spezifisches Beispiel für eine Konfiguration eines Armbands gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

Fig. 20 ist ein Diagramm, das Funktionsblöcke der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

Fig. 21 ist ein Ablaufdiagramm, das ein erstes spezifisches Beispiel für einen Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 22 ist ein Diagramm, das die Druckänderung innerhalb jeder der Luftblasen während des von der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführten Messvorgangs zeigt.

Fig. 23 ist ein Ablaufdiagramm, das ein zweites spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 24 ist ein Ablaufdiagramm, das ein drittes spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführt wird.

Fig. 25 ist ein Ablaufdiagramm, das ein viertes spezifisches Beispiel für den Messvorgang zeigt, der von der Messvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform durchgeführt wird.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0014] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. In der nachstehenden Beschreibung sind gleiche Komponenten und Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Ihre Bezeichnungen und Funktionen sind ebenfalls die gleichen.

[0015] Es sei angemerkt, dass „Blutdruckinformationen“ für Informationen stehen, die sich auf den während der Messung eines lebenden Körpers ermittelten Blutdruck beziehen. Insbesondere zählen zu den

„Blutdruckinformationen“ ein Blutdruckwert, eine Pulswellen-Wellenform, eine Herzfrequenz und dergleichen.

[Erste Ausführungsform]

[0016] Es wird auf **Fig. 1** Bezug genommen. Eine Blutdruckinformationsmessvorrichtung 1A gemäß einer ersten Ausführungsform (im Weiteren kurz als „Messvorrichtung“ bezeichnet) weist einen Basiskörper 2 und ein mit dem Basiskörper 2 verbundenes Armband 9 auf, das an einem Oberarm, d.h. einem Messabschnitt, angebracht ist. Der Basiskörper 2 und das Armband 9 sind über einen Luftschlauch 10 miteinander verbunden. Auf einer Vorderfläche des Basiskörpers 2 sind eine Anzeigeeinheit 4 und eine Bedieneinheit 3 angeordnet. Die Anzeigeeinheit 4 zeigt verschiedenen Arten von Informationen einschließlich eines Messergebnisses an. Die Bedieneinheit 3 wird bedient, um der Messvorrichtung 1A diverse Arten von Befehlen zu erteilen. Die Bedieneinheit 3 weist einen Schalter 31 auf, der bedient wird, um eine Stromversorgung ein- und auszuschalten, und einen Schalter 32, der bedient wird, um einen Befehl zum Starten eines Messvorgangs zu erteilen.

[0017] Wenn unter Verwendung des Messvorrichtung 1A eine Pulswelle gemessen wird, wird ein Armband 9 um einen Oberarm 100, d.h. den Messabschnitt, angelegt, wie in **Fig. 2A** gezeigt ist. Wenn der Schalter 32 in diesem Zustand niedergedrückt wird, werden Blutdruckinformationen gemessen.

[0018] Es wird auf **Fig. 2A** Bezug genommen. Das Armband 9 weist eine Luftblase, d.h. einen Fluidbeutel, auf, der dazu dient, auf einen lebenden Körper zu drücken. Die Luftblase weist eine Luftblase 13A, d.h. einen Fluidbeutel, auf, der dazu benutzt wird, den Blutdruck als Blutdruckinformation zu messen, und eine Luftblase 13B, d.h. einen Fluidbeutel, der dazu benutzt wird, eine Pulswelle als Blutdruckinformation zu messen. Die Größe der Luftblase 13B beträgt zum Beispiel, wie in **Fig. 2B** gezeigt, ca. 20 mm × 200 mm. Eine Luftkapazität der Luftblase 13B beträgt vorzugsweise maximal 1/5 einer Luftkapazität der Luftblase 13A, wie in **Fig. 2B** gezeigt ist.

[0019] Die Messvorrichtung 1A ermittelt einen Index zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads auf der Grundlage einer Pulswellen-Wellenform, d.h. Blutdruckinformationen, die von einem Messabschnitt ermittelt wurden. Beispiele für Indizes zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads sind u. a. TPP (was auch als ΔT_p notiert wird), Tr (Laufzeit bis zur reflektierten Welle) und AI (Augmentationsindex). Tpp ist ein Index, der ein Zeitintervall zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens eines Scheitels (Maximums) einer Ausbreitungswelle, d.h. einer laufenden Welle, und einem Zeitpunkt des Auftretens eines Scheitels

(Maximums) einer Reflexionswelle bezeichnet. Bei einer Wellenform aus **Fig. 3** bezeichnet TPP ein Zeitintervall zwischen einem Punkt A und einem Punkt B. Tr ist ein Index, der ein Zeitintervall zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens einer Ausbreitungswelle und einem Zeitpunkt des Auftretens einer Reflexionswelle bezeichnet, die an einem Verzweigungspunkt einer Arteria iliaca reflektiert und von diesem zurückgesendet wird, wenn eine sich ausbreitende Welle an dem Verzweigungspunkt reflektiert wird. Bei einer Wellenform aus **Fig. 3** bezeichnet Tr ein Zeitintervall zwischen einem Anstiegspunkt der Ausbreitungswelle und dem Zeitpunkt des Auftretens einer Reflexionswelle. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, stehen der Index Tr und eine Pulswellengeschwindigkeit miteinander in Beziehung. Die Seiten 10 bis 19 von „Hypertension“, 20. Juli 1992, Bd. 1, von London et al. (erschienen am 20. Juli 1992) beschreiben Folgendes: Wenn es sich bei einem Messabschnitt um einen Oberarm handelt und eine Reflexionswelle eine Reflexionswelle von einem Fußgelenk, d.h. einer Peripherie, ist, lassen sich an einer Korrelation zwischen einem Index Tr und baPWG, d.h. der Pulswellengeschwindigkeit, wenn die Messabschnitte der Oberarm und das Fußgelenk sind, individuelle Parameter wie Körperhöhe und Geschlecht ablesen. Daher kann die Auftretenszeitdifferenz Tr als Index zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads herangezogen werden. Dies gilt auch für Tpp. Al ist ein Index, der auf einer charakteristischen Größe basiert, die die Intensität der Reflexion einer Pulswelle widerspiegelt, welche hauptsächlich mit Arteriosklerose korrespondiert. Die Intensität der Reflexion einer Pulswelle ist ein Index, der ein Reflexionsphänomen der Pulswelle sowie den Leichtigkeitsgrad des Blutpumpens und den Leichtigkeitsgrad des Entgegennehmens eines Blutströmungsvolumens darstellt. Al ist ein Index, der ein Verhältnis einer Reflexionswelle am Maximum in Bezug zu einer Amplitude einer Ausbreitungswelle, d.h. laufenden Welle, am Maximum darstellt. Bei der Wellenform aus **Fig. 3** stellt Al ein Verhältnis einer Amplitude P2 am Punkt B in Bezug zu einer Amplitude P1 am Punkt A dar.

[0020] Um diese Indizes aus der gemessenen Pulswelle ermitteln zu können, ist es notwendig, einen Scheitel der Ausbreitungswelle (Punkt A in **Fig. 3**) und einen Scheitel der Reflexionswelle (Punkt B in **Fig. 3**) aus der gemessenen Pulswelle zu extrahieren. Die Punkte A und B in **Fig. 3** sind Extrem- bzw. Wendepunkte der Pulswellen-Wellenform und werden im Folgenden als „charakteristische Punkte“ bezeichnet. Die Punkte A und B, d.h. die Extrem- bzw. Wendepunkte, werden durch mehrfache Ableitung der gemessenen Pulswellen-Wellenform (zum Beispiel, durch Ableitung vierter Ordnung) ermittelt.

[0021] Um die vorstehend beschriebenen charakteristischen Punkte, d.h. die Extrem- bzw. Wendepunkte, aus der durch Messung ermittelten Pulswel-

len-Wellenform ermitteln zu können, ist es erforderlich, die Pulswellen-Wellenform mit hoher Genauigkeit zu ermitteln. Dementsprechend weist die Luftblase zum Drücken auf einen lebenden Körper bei der ersten Ausführungsform eine Doppelkonstruktion auf, die zwei Luftblasen 13A, 13B umfasst, die nebeneinander in einer Richtung einer Arterie eines Messabschnitts angeordnet sind. Wenn das Armband 9 um den Oberarm 100 angelegt wird, wird die Luftblase 13A an einer peripheren Seite des Oberarms 100 (einer vom Herz weiter entfernten Seite) angeordnet. Wenn das Armband 9 um den Oberarm 100 angelegt wird, wird die Luftblase 13B an einer zentralen Seite (einer näher am Herz liegenden Seite) angeordnet. Nachdem der Oberarm 100 gedrückt und fixiert worden ist, werden die Luftblasen 13A, 13B aufgeblasen und entleert. Beim Aufblasen der Luftblase 13A wird diese auf den Oberarm 100 gedrückt. Eine Änderung des Arteriendrucks wird gemeinsam mit einem Innendruck der Luftblase 13A nachgewiesen. Ferner wird beim Aufblasen der Luftblase 13A die periphere Seite der Arterie avaskularisiert. Durch Aufblasen der Luftblase 13B in diesen Zustand wird im avaskularisierten Zustand eine innerhalb der Arterie erzeugte Arteriendruckpulswelle nachgewiesen. Das heißt, die Pulswelle kann gemessen werden, während die periphere Seite avaskularisiert ist. Daher kann die Pulswelle mit hoher Genauigkeit gemessen werden. Infolgedessen können charakteristische Punkte aus der gemessenen Pulswellenform genau ermittelt werden, und es lässt sich ein hochgradig genauer Index ermitteln.

[0022] Je nach Patient kann es jedoch schwierig sein, charakteristische Punkte in einer Pulswelle zu finden, die durch Avaskularisieren der peripheren Seite nachgewiesen wurde. Und zwar wird, wenn eine Pulswelle wie in **Fig. 5** gezeigt nachgewiesen wird, aus einer im avaskularisierten Zustand gemessenen „Pulswelle 1“ ein Scheitelpunkt A1 einer Ausbreitungswelle extrahiert. Im Gegensatz dazu ist es schwierig, einen Scheitelpunkt B1 einer Reflexionswelle zu finden, und der Scheitelpunkt B1 wird nicht extrahiert. Dagegen wirkt sich eine Reflexionswelle von der peripheren Seite bei einer in einem nicht avaskularisierten Zustand gemessenen „Pulswelle 2“ mehr aus als im avaskularisierten Zustand. Daher werden bei der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen „Pulswelle 2“ ein Scheitelpunkt A2 der Ausbreitungswelle sowie ein Scheitelpunkt B2 der Reflexionswelle extrahiert. Wenn diese Pulswellen wie in **Fig. 5** gezeigt übereinander gelegt werden, werden die Zeitpunkte des Auftretens der Punkte A1 und A2 als für denselben Patienten identisch betrachtet. Entsprechend werden die Zeitpunkte des Auftretens der Punkte B1 und B2 als im Wesentlichen identisch betrachtet.

[0023] Es wird auf **Fig. 6** Bezug genommen. Die Messvorrichtung 1A weist ein Luftsystem 20A, das

über den Luftschlauch 10 mit der Luftblase 13A verbunden ist, ein Luftsystem 20B, das über den Luftschlauch 10 mit der Luftblase 13B verbunden ist, und eine CPU (zentrale Verarbeitungseinheit) 40 auf.

[0024] Das Luftsystem 20A weist eine Luftpumpe 21A, ein Luftventil 22A und einen Drucksensor 23A auf. Das Luftsystem 20B weist ein Luftventil 22B und einen Drucksensor 23B auf.

[0025] Die Luftpumpe 21A wird von einer Ansteuerschaltung 26A angesteuert, die einen Befehl von der CPU 40 erhält, und pumpt Druckgas zur Luftblase 13A. Dadurch wird Druck in der Luftblase 13A aufgebaut.

[0026] Die Zustände „offen“/„geschlossen“ der Luftventile 22A, 22B werden von den Ansteuerschaltungen 27A, 27B gesteuert, die Befehle von der CPU 40 erhalten. Der Druck in den Luftblasen 13A, 13B wird jeweils durch Steuern der Zustände „offen“/„geschlossen“ der Luftventile 22A bzw. 22B gesteuert.

[0027] Die Drucksensoren 23A, 23B weisen die Drücke in den Luftblasen 13A, 13B nach und geben Signale an die Verstärker 28A, 28B aus, die den nachgewiesenen Werten entsprechen. Die Verstärker 28A, 28B verstärken die jeweiligen von den Drucksensoren 23A bzw. 23B ausgegebenen Signale und geben die verstärkten Signale an A/D-Wandler 29A, 29B aus. Die A/D-Wandler 29A, 29B digitalisieren die jeweiligen von den Verstärkern 28A, 28B ausgegebenen analogen Signale und geben die digitalen Signale an die CPU 40 aus.

[0028] Die Luftblase 13A und die Luftblase 13B sind durch ein Zweiwegeventil 51 miteinander verbunden. Das Zweiwegeventil 51 ist mit einer Ansteuerschaltung 53 verbunden, die das Öffnen und Schließen des Ventils steuert. Die Ansteuerschaltung 53 ist mit der CPU 40 verbunden und steuert das Öffnen und Schließen der vorgenannten beiden Ventile des Zweiwegeventils 51 gemäß einem von der CPU 40 gelieferten Steuersignal.

[0029] Die CPU 40 steuert die Luftsysteme 20A, 20B und die Ansteuerschaltung 53 auf der Grundlage von Anweisungen, die in die Bedieneinheit 3 am Basiskörper 2 der Messvorrichtung eingegeben werden. Die Messergebnisse werden an die Anzeigeeinheit 4 und einen Speicher 41 ausgegeben. Der Speicher 41 speichert die Messergebnisse. Der Speicher 41 speichert außerdem Programme, die von der CPU 40 ausgeführt werden.

[0030] Anhand von **Fig. 7** wird ein erstes spezifisches Beispiel für einen von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Vorgang beschrieben. Das erste spezifische Beispiel ist ein Beispiel für einen Messvorgang, bei dem die Berechnung gemäß einem ers-

ten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 7** gezeigte Vorgang wird gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen eine Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 6** gezeigt. In **Fig. 8** veranschaulicht (A) eine zeitliche Änderung eines Drucks P1 in der Luftblase 13B, und (B) veranschaulicht eine zeitliche Änderung eines Drucks P2 in der Luftblase 13A. Bei (A) und (B) in **Fig. 8** entsprechen die Beschriftungen S3 bis S17 an den zeitlichen Achsen jeweiligen Schritten des von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Messvorgangs.

[0031] Es wird auf **Fig. 7** Bezug genommen. Zu Beginn des Vorgangs führt die CPU 40 zunächst die Initialisierung der einzelnen Einheiten durch (Schritt S1). Anschließend beginnt die CPU 40 damit, den Druck in der Luftblase 13A aufzubauen, indem sie ein Steuersignal an das Luftsystem 20A ausgibt, und sie misst während des Druckaufbauvorgangs einen Blutdruck (Schritt S3). Die Messung des Blutdrucks in Schritt S3 kann gemäß einem Messverfahren erfolgen, das bei gewöhnlichen Blutdruckmessungen benutzt wird. Insbesondere misst die CPU 40 auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23A gelieferten Drucksignals einen systolischen Blutdruck (SYS) und einen diastolischen Blutdruck (DIA). Im Beispiel in (B) in **Fig. 8** steigt der Druck P2 in der Luftblase 13A während des Zeitraums von Schritt S3 auf einen Druck an, der höher als der systolische Blutdruck ist. Wie in (A) in **Fig. 8** gezeigt ist, wird während des genannten Zeitraums der Druck P1 in der Luftblase 13B auf einem anfänglichen Druckwert gehalten.

[0032] Wenn das Messen des Blutdrucks in Schritt S3 abgeschlossen ist, gibt die CPU 40 ein Steuersignal an die Ansteuerschaltung 53 aus, um beide Ventile des Zweiwegeventils 51 auf der Seite der Luftblase 13A und der Seite der Luftblase 13B zu öffnen (Schritt S5). Dadurch wird ein Teil der Luft in der Luftblase 13A in die Luftblase 13B verlagert, wodurch Druck in der Luftblase 13B aufgebaut wird.

[0033] Im Beispiel in (B) in **Fig. 8** werden die Ventile des Zweiwegeventils 51 in Schritt S5 geöffnet, wodurch ein Teil der Luft in der Luftblase 13A in die Luftblase 13B verlagert wird, und der Druck P2 fällt ab. Gleichzeitig steigt der Druck P1 in der Luftblase 13B, wie in (A) in **Fig. 8** gezeigt, rapide an. Wenn dann der Druck P1 und der Druck P2 gleich geworden, d.h., wenn die Innendrucke der Luftblasen 13A, 13B ausgeglichen sind, ist die Verlagerung von Luft aus der Luftblase 13A in die Luftblase 13B beendet. An diesem Punkt gibt die CPU 40 ein Steuersignal an die Ansteuerschaltung 53 aus und schließt die Ventile des Zweiwegeventils 51, die in Schritt S5 geöffnet

wurden (Schritt S7). In (A) und (B) in **Fig. 8** ist gezeigt, dass der Druck P1 und der Druck P2 bei Schritt S7 gleich sind.

[0034] Anschließend gibt die CPU 40 ein Steuersignal an die Ansteuerschaltung 27B aus, um den Druck P1 in der Luftblase 13B anzupassen und abzusenken (Schritt S9). Die Druckabsenkungsgeschwindigkeit beträgt zu diesem Zeitpunkt vorzugsweise ca. 5,5 mmHg/s. Alternativ hierzu wird vorzugsweise der Druck P1 auf einen Druck abgesenkt und angepasst, der sich für die Pulswellenmessung eignet, d.h. 50 bis 150 mmHg. Andererseits wird zu dieser Zeit der Druck P2 der Luftblase 13A auf einem Druck gehalten, der mindestens höher als der systolische Blutdruck ist, d.h. auf maximalem Druck. Dadurch avaskularisiert die Luftblase 13A die Arterie auf der peripheren Seite des Messabschnitts. Dieser Zustand wird „avaskularisierter Zustand“ genannt. Mit anderen Worten ist der avaskularisierte Zustand ein Zustand, in dem der Druck P2 in der Luftblase 13A mit einem Druck, der mindestens höher als der systolische Blutdruck ist, auf die periphere Seite des Messabschnitts drückt. Danach misst die CPU 40 im avaskularisierten Zustand auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B und misst dadurch die Pulswelle und extrahiert somit charakteristische Punkte (Schritt S 11). In dem Beispiel aus **Fig. 5** wird in Schritt S11 die Pulswelle 1, d.h. die Pulswelle während der Avaskularisation, gemessen, und auf der Grundlage der Pulswelle 1 werden charakteristische Punkte A1 und B1 extrahiert. In der nachstehenden Beschreibung wird die in Schritt S11 gemessene Pulswelle als Pulswelle 1 übernommen, und der extrahierte charakteristische Punkt wird als charakteristischer Punkt 1 übernommen.

[0035] Falls aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 kein charakteristischer Punkt 1 extrahiert wird (NEIN in Schritt S 13), führt die CPU 40 die folgende Steuerung durch. Hierbei besteht die vorstehend beschriebene Möglichkeit, dass insbesondere der Punkt B1, d.h. der Scheitel der Reflexionswelle, gegebenenfalls nicht extrahiert wird. Anschließend gibt die CPU 40 ein Steuersignal an die Ansteuerschaltung 27A aus, um den Druck P2 in der Luftblase 13A anzupassen und weiter abzusenken (Schritt S15). Alternativ hierzu kann das Luftventil 22A geöffnet werden. In Schritt S15 passt die CPU 40 den Druck P2 auf einen Druck an (senkt ihn), der mindestens niedriger als der systolische Blutdruck ist, d.h. beispielsweise ca. 55 mmHg. Dadurch erreicht die Luftblase 13A einen Zustand, in dem die Arterie nicht avaskularisiert ist, oder einen avaskularisierten Zustand mit einem Druck, der schwächer als der in Schritt S11 ist. Diese Zustände werden „nicht avaskularisierter Zustand“ genannt. Mit anderen Worten ist der nicht avaskularisierte Zustand ein Zustand, in

dem der Druck P2 in der Luftblase 13A mit einem Druck, der mindestens niedriger als der systolische Blutdruck ist, auf die periphere Seite des Messabschnitts drückt. In dem Beispiel (B) aus **Fig. 8** sinkt der Druck P2 in der Luftblase 13A während des Zeitraums von Schritt S15 auf einen Druck ab, der geringer als der systolische Blutdruck ist. Danach misst die CPU 40 im nicht avaskularisierten Zustand auf gleiche Weise wie in Schritt S 11 auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B und misst dadurch die Pulswelle und extrahiert somit charakteristische Punkte (Schritt S17). In dem Beispiel aus **Fig. 5** wird in Schritt S17 die Pulswelle 2, d.h. die Pulswelle während der Nicht-Avaskularisierung, gemessen, und auf der Grundlage der Pulswelle 2 werden charakteristische Punkte A2 und B2 extrahiert. In der nachstehenden Beschreibung wird die in Schritt S 17 gemessene Pulswelle als Pulswelle 2 übernommen, und der extrahierte charakteristische Punkt wird als charakteristischer Punkt 2 übernommen. Es sei angemerkt, dass die CPU 40 in Schritt S 17 aus der Pulswelle 2 auch lediglich diejenigen charakteristischen Punkte extrahieren kann, die in Schritt S11 nicht extrahiert wurden. In Schritt S11 besteht die Möglichkeit, dass der Punkt B 1 gegebenenfalls nicht aus der Pulswelle 1 extrahiert wird. In diesem Falle kann die CPU 40 in Schritt S 17 nur den Punkt B2 als charakteristischen Punkt 2 aus der Pulswelle 2 extrahieren. Die Schritte S 15, S 17 werden übersprungen, wenn in Schritt S11 alle charakteristischen Punkte 1 extrahiert worden sind (JA in Schritt S 13).

[0036] Wenn der charakteristische Punkt 1 in Schritt S 11 extrahiert wird, berechnet die CPU 40 den obigen Index aus dem charakteristischen Punkt 1. Wenn der charakteristische Punkt 1 in Schritt S11 nicht extrahiert wird und in Schritt S 17 der charakteristische Punkt 2 extrahiert wird, berechnet die CPU 40 den Index aus dem charakteristischen Punkt 2. Dann bestimmt die CPU auf der Grundlage des Index den Arteriosklerosegrad (Schritt S 19-1). Anschließend gibt die CPU 40 Steuersignale an die Ansteuerschaltungen 27A, 27B aus, um die Luftventile 22A, 20B zu öffnen und dadurch den Druck der Luftblasen 13A, 13B auf Umgebungsdruck abzusenken (Schritt S21). In den Beispielen (A) und (B) aus **Fig. 8** sinken die Drücke P1, P2 in den Luftblasen 13A, 13B während des Zeitraums von Schritt S21 rapide auf den Umgebungsdruck ab.

[0037] Anschließend zeigt die CPU 40 die Messergebnisse an, wozu sie Prozesse durchführt, die die Anzeigeeinheit 4 an dem Basiskörper 2 dazu veranlassen, den berechneten systolischen Blutdruck (SYS), den diastolischen Blutdruck (DIA), die Messergebnisse wie die gemessenen Pulswellen und das Ergebnis der Bestimmung des Arteriosklerosegrads anzuzeigen (Schritt S23).

[0038] Bei dem Messvorgang nach dem ersten spezifischen Beispiel kann der innere Druck P1 der Luftblase 13B angepasst oder abgesenkt werden, wenn der charakteristische Punkt 2 in Schritt 17 nicht extrahiert wird. D.h., der innere Druck P1 kann wiederholt angepasst und abgesenkt werden, bis alle charakteristischen Punkte extrahiert worden sind. Ferner kann zu diesem Zeitpunkt der Messvorgang beendet werden, wenn der innere Druck P1 einen vorbestimmten Druck erreicht hat, oder nachdem der innere Druck P1 eine vorbestimmte Anzahl von Malen abgesenkt und angepasst worden ist.

[0039] Die Messvorrichtung 1A implementiert den Messvorgang nach dem ersten spezifischen Beispiel, wie in **Fig. 7** gezeigt, und misst somit die Pulswelle im nicht avaskularisierten Zustand (Pulswelle 2), falls es schwierig ist, die charakteristischen Punkte zu finden und die charakteristischen Punkte aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 aus **Fig. 5** nicht extrahiert werden. Insbesondere wird, wenn die periphere Seite avaskularisiert ist, die Reflexionswelle von der peripheren Seite größtenteils abgeschirmt, was die Extraktion des dem Scheitel der Reflexionswelle entsprechenden charakteristischen Punktes (Punkt B1) verhindern kann. Jedoch misst die Messvorrichtung 1A in einem solchen Fall die Pulswelle an der peripheren Seite im nicht avaskularisierten Zustand, wodurch sie insbesondere den charakteristischen Punkt (Punkt B2), der dem Scheitel der Reflexionswelle entspricht, einfach extrahieren kann. Daher kann der Index genau berechnet werden, und es ergibt sich ein Index, der sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet.

[0040] Anhand von **Fig. 9** wird ein zweites spezifisches Beispiel für den von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Vorgang beschrieben. Das zweite spezifische Beispiel ist ein Beispiel für einen Messvorgang, bei dem die Berechnung gemäß einem zweiten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 9** gezeigte Vorgang wird auch gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 6** gezeigt. In **Fig. 9** tragen gleiche Messvorgänge wie bei dem im Ablaufdiagramm aus **Fig. 7** gezeigten ersten spezifischen Beispiel dieselbe Schrittnummer. Dementsprechend entsprechen die Beschriftungen S3 bis S17 an den zeitlichen Achsen von (A) und (B) in **Fig. 8** den jeweiligen Vorgängen des in **Fig. 9** gezeigten Messvorgangs.

[0041] Es wird auf **Fig. 9** Bezug genommen. Bei dem Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel wird die Pulswelle 1 in Schritt S11 im avas-

kularisierten Zustand gemessen, und aus der Pulswelle 1 wird der charakteristische Punkt 1 extrahiert. Anschließend wird der Vorgang von Schritt S15 durchgeführt, um den Druck P1 in der Luftblase 13B weiter abzusenken und anzupassen. Dann wird in Schritt S17 die Pulswelle 2 im nicht avaskularisierten Zustand gemessen, und aus der Pulswelle 2 wird der charakteristische Punkt 2 extrahiert. Anschließend berechnet die CPU 40 bei dem Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel, anders als bei dem Messvorgang gemäß dem ersten spezifischen Beispiel, einen Mittelwert zwischen dem in Schritt S11 extrahierten charakteristischen Punkt 1 und dem in Schritt S17 extrahierten charakteristischen Punkt 2 und berechnet den Index aus dem Mittelwert und bestimmt auf diese Weise den Arteriosklerosegrad (Schritt S 19-2). Mit anderen Worten berechnet die CPU 40, wenn Tpp als Index berechnet wird, einen Mittelwert zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 extrahierten Punkts A1 und einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 2 in Schritt S17 extrahierten Punkts A2 und einen Mittelwert zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 extrahierten Punkts B1 und einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 2 in Schritt S 17 extrahierten Punkts B2, und die CPU 40 ermittelt Tpp, indem sie eine Differenz dazwischen berechnet. Wenn AI als Index berechnet wird, berechnet die CPU 40 einen Mittelwert zwischen einer Amplitude des aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 extrahierten Punkts A1 und einer Amplitude des aus der Pulswelle 2 in Schritt S 17 extrahierten Punkts A2 und einen Mittelwert zwischen einer Amplitude des aus der Pulswelle 1 in Schritt S 11 extrahierten Punkts B1 und einer Amplitude des aus der Pulswelle 2 in Schritt S 17 extrahierten Punkts B2, und die CPU 40 ermittelt AI gemäß einem Verhältnis dazwischen. Anschließend werden die Vorgänge der Schritte S21, S23 durchgeführt.

[0042] Wenn die Messvorrichtung 1A den Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel wie in **Fig. 9** gezeigt implementiert, wird der Index unter Verwendung eines Mittelwerts zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 1) extrahierten charakteristischen Punkten (A1, B1) und den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 2) extrahierten charakteristischen Punkten (A2, B2) berechnet. Daher kann der Index genau berechnet werden, und es ergibt sich ein Index, der sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet.

[0043] Anhand von **Fig. 10** wird ein drittes spezifisches Beispiel für den von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Vorgang beschrieben. Das dritte spezifische Beispiel ist ein Beispiel für einen Messvorgang, bei dem die Berechnung gemäß einem dritten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 10**

gezeigte Vorgang wird auch gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in Fig. 6 gezeigt. In Fig. 10 tragen gleiche Messvorgänge wie bei dem im Ablaufdiagramm aus Fig. 7 gezeigten ersten spezifischen Beispiel und dem im Ablaufdiagramm aus Fig. 9 gezeigten zweiten spezifischen Beispiel dieselbe Schrittnummer. Dementsprechend entsprechen die Beschriftungen S3 bis S 17 an den zeitlichen Achsen von (A) und (B) in Fig. 8 den jeweiligen Vorgängen des in Fig. 10 gezeigten Messvorgangs.

[0044] Es wird auf Fig. 10 Bezug genommen. Bei dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel wird die Pulswelle 1 in Schritt S11 im avaskularisierten Zustand gemessen, und aus der Pulswelle 1 wird der charakteristische Punkt 1 extrahiert. Anschließend wird der Vorgang von Schritt S 15 durchgeführt, um den Druck P1 in der Luftblase 13B weiter abzusenken und anzupassen. Dann wird in Schritt S17 die Pulswelle 2 im nicht avaskularisierten Zustand gemessen, und aus der Pulswelle 2 wird der charakteristische Punkt 2 extrahiert. Anschließend vergleicht die CPU 40 bei dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel, anders als bei den Messvorgängen gemäß dem ersten und zweiten spezifischen Beispiel den in Schritt S11 extrahierten charakteristischen Punkt 1 und den in Schritt S17 extrahierten charakteristischen Punkt 2 und ermittelt, ob eine Differenz dazwischen größer oder gleich einem akzeptablen Wert ist (Schritt S 18A). Insbesondere werden eine Differenz zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 extrahierten Punkts A1 und einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 2 in Schritt S17 extrahierten Punkts A2 und/oder eine Differenz zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 1 in Schritt S11 extrahierten Punkts B1 und einem Zeitpunkt des Auftretens des aus der Pulswelle 2 in Schritt S17 extrahierten Punkts B2 berechnet, und es wird ermittelt, ob die Differenz größer oder gleich dem akzeptierten Wert ist. Ein akzeptabler Wert beträgt zum Beispiel ca. 10 ms und wird im Voraus in der CPU 40 gespeichert. Alternativ hierzu kann der akzeptierte Wert durch einen vorbestimmten Vorgang (zum Beispiel ein im Voraus spezifiziertes und einem Benutzer, wie einem Arzt, bekanntes Bedienungsverfahren) registriert und aktualisiert werden. Wie vorstehend beschrieben wurde, werden die Zeitpunkte des Auftretens der Punkte A1 und A2 als für denselben Patienten im Wesentlichen identisch betrachtet. Entsprechend werden die Zeitpunkte des Auftretens der Punkte B1 und B2 als im Wesentlichen identisch betrachtet. Wenn dementsprechend die Differenz zwischen diesen Zeitpunkten des Auftretens größer

oder gleich dem akzeptablen Wert ist, wird davon ausgegangen, dass eine der beiden Pulswellen nicht korrekt gemessen oder die charakteristischen Punkte nicht korrekt extrahiert wurden.

[0045] Dementsprechend führt die CPU 40, falls in Schritt S 18A eine Differenz zwischen dem charakteristischen Punkt 1 und dem charakteristischen Punkt 2 ermittelt wird, die größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist, oder einer der beiden charakteristischen Punkte 1 und 2 nicht extrahiert wird (NEIN in Schritt S 18A), einen Vorgang aus, der die Anzeigeeinheit 4 zu einer Bildschirmanzeige veranlasst, die eine erneute Messung ankündigt. Nachdem die CPU 40 die erneute Messung angekündigt hat (Schritt S18B) veranlasst sie den Messvorgang zur Rückkehr zu Schritt S5 und öffnet erneut das Zweivegeventil 51.

[0046] Falls in Schritt S11 der charakteristische Punkt 1 extrahiert wird, in Schritt S17 der zweite charakteristische Punkt 2 extrahiert wird und die Differenz den akzeptablen Wert nicht überschreitet (JA in Schritt S 18A), berechnet die CPU 40 einen Mittelwert zwischen dem in Schritt S11 extrahierten charakteristischen Punkt 1 und dem in Schritt S17 extrahierten charakteristischen Punkt 2, berechnet den Index aus dem Mittelwert und bestimmt dadurch den Arteriosklerosegrad (Schritt S 19-2) auf gleiche Weise wie der Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel. Alternativ hierzu kann der Index entweder nur aus dem in Schritt S 11 extrahierten charakteristischen Punkt 1 oder dem in Schritt S 17 extrahierten charakteristischen Punkt 2 berechnet werden, oder er kann unter Verwendung des aus der in Schritt S 11 im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 extrahierten charakteristischen Punkt 1 berechnet werden.

[0047] Die Messvorrichtung 1A führt den Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel wie in Fig. 10 gezeigt aus. Dementsprechend erfolgt eine erneute Messung, wenn eine Differenz zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 1) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A1, Punkt B1) und den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 2) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A2, Punkt B2) größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist. Daher kann der Index genau berechnet werden, und es ergibt sich ein Index, der sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet.

[0048] Anhand von Fig. 11 wird das vierte spezifische Beispiel für den von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Vorgang beschrieben. Das vierte spezifische Beispiel ist ein Beispiel für einen Messvorgang, bei dem die Berechnung gemäß einem vierten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in Fig. 11 gezeigte Vorgang wird auch gestartet, wenn ein Pati-

ent oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 6** gezeigt. In **Fig. 11** tragen gleiche Messvorgänge wie bei dem im Ablaufdiagramm aus **Fig. 7** gezeigten ersten spezifischen Beispiel und dem im Ablaufdiagramm aus **Fig. 9** gezeigten zweiten spezifischen Beispiel und dem im Ablaufdiagramm aus **Fig. 10** gezeigten dritten spezifischen Beispiel dieselbe Schrittnummer. Dementsprechend entsprechen die Beschriftungen S3 bis S17 an den zeitlichen Achsen von (A) und (B) in **Fig. 8** den jeweiligen Vorgängen des in **Fig. 11** gezeigten Messvorgangs.

[0049] Es wird auf **Fig. 11** Bezug genommen. Bei dem Messverfahren gemäß dem vierten spezifischen Beispiel führt die CPU 40, falls in Schritt S18A eine Differenz zwischen dem charakteristischen Punkt 1 und dem charakteristischen Punkt 2 ermittelt wird, die größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist, oder einer der beiden charakteristischen Punkte 1 und 2 nicht extrahiert wird (NEIN in Schritt S18A), eine Verarbeitung aus, die die Anzeigeeinheit 4 zu einer Bildschirmanzeige veranlasst, die meldet, dass die Zuverlässigkeit des Bestimmungsergebnisses gering ist. Nachdem sie dies gemeldet hat, führt die CPU 40 anschließend den Messvorgang durch (Schritt S18C). Auf dieselbe Weise wie bei dem Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel und dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel berechnet die CPU 40 einen Mittelwert zwischen dem in Schritt S11 extrahierten charakteristischen Punkt 1 und dem in Schritt S17 extrahierten charakteristischen Punkt 2 und berechnet den Index aus dem Mittelwert und bestimmt auf diese Weise den Arteriosklerosegrad (Schritt S19-2).

[0050] Die Messvorrichtung 1A realisiert den Messvorgang gemäß dem vierten spezifischen Beispiel wie in **Fig. 11** gezeigt. Dementsprechend berechnet die Messvorrichtung 1A, selbst wenn eine Differenz zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 1) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A1, Punkt B1) und den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 2) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A2, Punkt B2) größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist, den Index anhand dieser charakteristischen Punkte, nachdem sie gemeldet hat, dass die Zuverlässigkeit des Bestimmungsergebnisses gering ist. Somit erfolgt, obwohl der berechnete Index weniger zuverlässig ist als der aus dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel ermittelte Index, keine erneute Messung, und der Index wird anhand eines Messvorgangs berechnet, wodurch der Arteriosklerosegrad in kürzerer Zeit bestimmt werden kann.

[0051] Ferner sind, wie vorstehend beschrieben, bei der Messvorrichtung 1A die Luftblase 13A und die Luftblase 13B über das Zweiwegeventil 51 miteinander verbunden. Wenn die Blutdruckmessung in Schritt S3 abgeschlossen ist, wird anschließend das Zweiwegeventil 51 in Schritt S5 geöffnet, wodurch die Luft in der Luftblase 13A in die Luftblase 13B verlagert wird. Wenn das Zweiwegeventil 51 geöffnet wird, wird die Luft in der Luftblase 13A schnell in die Luftblase 13B geblasen, um den Druckunterschied zu eliminieren. Somit kann die zum Blasen von Luft in die Luftblase 13B mittels einer Pumpe benötigte Zeit stark reduziert werden, und die Gesamtmesszeit kann verkürzt werden. Dadurch kann sich die Belastung für den Patienten reduzieren. Im Allgemeinen wird, wenn eine Messung viel Zeit in Anspruch nimmt, eine Arterie lange Zeit gedrückt, was sympathische Nerven stimuliert und die Eigenschaften der Blutgefäße verschlechtern kann. Wenn dagegen die Messung in kürzerer Zeit erfolgt, wird die Arterie kürzere Zeit gedrückt. Im Allgemeinen werden Körperbewegungen wahrscheinlicher, wenn die Messzeit zunimmt. Wenn die Messung dagegen in kürzerer Zeit erfolgen kann, ist es weniger wahrscheinlich, dass es zu Körperbewegungen kommt. Daher können Blutdruckinformationen wie Pulswellen mit höherer Genauigkeit gemessen werden. Außerdem kann auch die Genauigkeit des aus dem Messergebnis erhaltenen Arterioskleroseindex verbessert werden.

[0052] Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, kann auf einen Mechanismus zum Blasen von Luft in die Luftblase 13B (Luftpumpe, Luftpumpen-Ansteuerschaltung) verzichtet werden. Das kann dazu beitragen, die Vorrichtung kleiner, leichter und kostengünstiger zu machen.

[0053] Der vorstehende Messvorgang kann jedoch nicht nur von der wie in **Fig. 6** gezeigt konfigurierten Messvorrichtung durchgeführt werden, sondern auch von der Messvorrichtung mit gewöhnlicher Konfiguration wie in **Fig. 12** gezeigt. Dementsprechend wird die zweite Ausführungsform beschrieben. Bei der zweiten Ausführungsform wird der Messvorgang von der Messvorrichtung 1B mit der in **Fig. 12** gezeigten Konfiguration durchgeführt.

[Zweite Ausführungsform]

[0054] Die Messvorrichtung 1B gleicht im Allgemeinen der in **Fig. 1** gezeigten Messvorrichtung 1A. Es wird auf **Fig. 12** Bezug genommen. Bei der Messvorrichtung 1B weist ein Luftsystem 20B eine Luftpumpe 21B auf, und die Messvorrichtung 1B weist, anstelle des Zweiwegeventils 51 und der Ansteuerschaltung 53 der in **Fig. 6** gezeigten Konfiguration der Messvorrichtung 1A, eine Ansteuerschaltung 26B zum Ansteuern der Luftpumpe 21B auf. Die Luftpumpe 21B wird von der Ansteuerschaltung 26B ange-

steuert, die einen Befehl von der CPU 40 erhält, und bläst Druckgas in die Luftblase 13B.

[0055] Anhand von **Fig. 13** wird ein erstes spezifisches Beispiel für einen Vorgang der Messvorrichtung 1B beschrieben. Das erste spezifische Beispiel stellt einen Messvorgang dar, bei dem die Berechnung gemäß dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen ersten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 13** gezeigte Vorgang wird gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 12** gezeigt. In **Fig. 14** steht ein Abschnitt (A) für eine zeitliche Änderung des Drucks P1 in der Luftblase 13B, und ein Abschnitt (B) steht für eine zeitliche Änderung des Drucks P2 in der Luftblase 13A. In den Abschnitten (A) und (B) aus **Fig. 14** entsprechen die Beschriftungen S103 bis S121 an den zeitlichen Achsen jeweiligen Schritten des von der Messvorrichtung 1B durchgeführten Messvorgangs.

[0056] Es wird auf **Fig. 13** Bezug genommen. Zu Beginn des Vorgangs führt die CPU 40 die Initialisierung der einzelnen Einheiten durch (Schritt S101). Anschließend gibt die CPU 40 ein Steuersignal an das Luftsystem 20B aus und baut in der Luftblase 13B einen vorbestimmten Druck auf (Schritt S103). In dem Beispiel (A) aus **Fig. 14** steigt der Druck P1 in der Luftblase 13B während des Zeitraums von Schritt S103 an. Danach wird der Druck P1 beibehalten. In Schritt S103 wird der Druck P1 auf einen Druck erhöht, der sich für die Pulswellenmessung eignet, d.h. 50 bis 150 mmHg. Wenn der Druck P1 den vorbestimmten Druck erreicht, gibt die CPU 40 ein Steuersignal an das Luftsystem 20A aus, erhöht den Druck P2 der Luftblase 13A auf einen vorbestimmten Druck und veranlasst die Luftblase 13A dazu, die periphere Seite des Messabschnitts unter Druck zu setzen (Schritt S105). In dem Beispiel (B) aus **Fig. 14** steigt der Druck P2 in der Luftblase 13A während des Zeitraums von Schritt S105 an. In Schritt S105 erhöht die CPU 40 den Druck P2 auf einen Druck, der höher als der allgemeine systolische Blutdruckwert ist. Vorzugsweise wird der Druck P2 auf ungefähr den systolischen Blutdruckwert plus 40 mmHg erhöht. Folglich avaskularisiert die Luftblase 13A eine Arterie. Danach gibt die CPU 40 ein Steuersignal an das Luftsystem 20A aus und beginnt, den Druck P2 in der Luftblase 13A abzusenken (Schritt S 107). Die Druckabsenkungsgeschwindigkeit beträgt in diesem Fall vorzugsweise ca. 4 mmHg/s, und der Druck P2 wird allmählich abgesenkt.

[0057] Während sich der Druck P2 in der Luftblase 13A im Laufe des Prozesses des Absenkens von

Druck P2 in der Luftblase 13A vom maximalen Druck auf den systolischen Blutdruck ändert (JA in Schritt S 111), und zwar im avaskularisierten Zustand, misst die CPU 40 eine Pulswelle, indem sie den Druck P1 in der Luftblase 13B auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals misst, und extrahiert dabei einen charakteristischen Punkt (Schritt S 109). In einem in Schritt S 109 bei (A) und (B) in **Fig. 14** gezeigten Zeitraum werden die Pulswelle gemessen und der charakteristische Punkt extrahiert. In dem Beispiel aus **Fig. 5** wird in Schritt S 109 die Pulswelle 1, d.h. die Pulswelle während der Avaskularisation, gemessen, und auf der Grundlage der Pulswelle 1 werden charakteristische Punkte A1 und B 1 extrahiert. Es sei angemerkt, dass für die nachstehende Beschreibung die in Schritt S 109 gemessene Pulswelle als Pulswelle 1 und der extrahierte charakteristische Punkt als charakteristischer Punkt 1 bezeichnet werden.

[0058] Falls der charakteristische Punkt 1 nicht aus der Pulswelle 1 extrahiert wird (NEIN in Schritt S 113), während sich der Druck P2 in der Luftblase 13A im Laufe des Prozesses des Absenkens von Druck P2 in der Luftblase 13A auf den systolischen Blutdruckwert ändert, misst die CPU 40 eine Pulswelle, indem sie auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B misst, und extrahiert dabei einen charakteristischen Punkt, während der Druck P2 in der Luftblase 13A im Laufe des Prozesses des Absenkens von Druck P2 in der Luftblase 13A geringer als der systolische Blutdruck ist (also im nicht avaskularisierten Zustand) (Schritt S115). In einem in Schritt S115 bei (A) und (B) in **Fig. 14** gezeigten Zeitraum werden die Pulswelle gemessen und der charakteristische Punkt extrahiert. In dem Beispiel aus **Fig. 5** wird in Schritt S115 die Pulswelle 2, d.h. die Pulswelle während der Nicht-Avaskularisation, gemessen, und auf der Grundlage der Pulswelle 2 werden charakteristische Punkte A2 und B2 extrahiert. Für die nachstehende Beschreibung werden die in Schritt S 115 gemessene Pulswelle als Pulswelle 2 und der extrahierte charakteristische Punkt als charakteristischer Punkt 2 bezeichnet. Der Schritt S115 wird übersprungen, wenn in Schritt S 109 alle charakteristischen Punkte 1 extrahiert worden sind (JA in Schritt S 113).

[0059] Bei dem Prozess des Druckabsenkens misst die CPU 40 ungefähr ab einem Zeitpunkt, zu dem der innere Druck der Luftblase 13A nach Schritt S109 den systolischen Blutdruckwert erreicht, die obige Pulswelle sowie den Blutdruck. Die Messung des Blutdrucks kann gemäß einem Messverfahren erfolgen, das bei gewöhnlichen Blutdruckmessern benutzt wird. Insbesondere berechnet die CPU 40 auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23A gelieferten Drucksignals einen systolischen Blutdruck (SYS) und einen diastolischen Blutdruck

(DIA). Die CPU 40 beendet das Messen des Blutdrucks, wenn der systolische Blutdruckwert und der diastolische Blutdruckwert berechnet worden sind oder der innere Druck der Luftblase 13A unter den diastolischen Blutdruckwert sinkt (Schritt S117).

[0060] Wenn der charakteristische Punkt 1 in Schritt S 109 extrahiert wird, berechnet die CPU 40 den Index aus dem charakteristischen Punkt 1. Wenn der charakteristische Punkt 1 in Schritt S109 nicht extrahiert wird und in Schritt S115 der charakteristische Punkt 2 extrahiert wird, berechnet die CPU 40 den Index aus dem charakteristischen Punkt 2. Dann bestimmt die CPU auf der Grundlage des Index den Arteriosklerosegrad (Schritt S 119). Anschließend gibt die CPU 40 Steuersignale an die Ansteuerschaltungen 27A, 27B aus, um die Luftventile 22A, 20B zu öffnen und dadurch den Druck in den Luftblasen 13A, 13B auf den Umgebungsdruck abzusinken (Schritt S121). In den Beispielen (A) und (B) aus **Fig. 14** sinken die Drücke P1, P2 in den Luftblasen 13A, 13B während des Zeitraums von Schritt S 121 rapide auf den Umgebungsdruck ab.

[0061] Anschließend zeigt die CPU 40 die Messergebnisse an, wozu sie Prozesse durchführt, die die Anzeigeeinheit 4 an dem Basiskörper 2 dazu veranlassen, den berechneten systolischen Blutdruck (SYS), den diastolischen Blutdruck (DIA), die Messergebnisse wie die gemessenen Pulswellen und das Ergebnis der Bestimmung des Arteriosklerosegrads anzuzeigen (Schritt S 123).

[0062] Die Messvorrichtung 1B implementiert den Messvorgang nach dem ersten spezifischen Beispiel, wie in **Fig. 13** gezeigt, und misst somit die Pulswelle im nicht avaskularisierten Zustand (Pulswelle 2), falls es schwierig ist, die charakteristischen Punkte zu finden und die charakteristischen Punkte aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 aus **Fig. 5** nicht extrahiert werden. Insbesondere wird, wenn die periphere Seite avaskularisiert ist, die Reflexionswelle von der peripheren Seite größtenteils abgeschirmt, was die Extraktion des dem Scheitel der Reflexionswelle entsprechenden charakteristischen Punktes (Punkt B1) verhindern kann. Jedoch misst die Messvorrichtung 1B in einem solchen Fall die Pulswelle an der peripheren Seite im nicht avaskularisierten Zustand, wodurch sie insbesondere den charakteristischen Punkt (Punkt B2), der dem Scheitel der Reflexionswelle entspricht, einfach extrahieren kann. Daher kann der Index genau berechnet werden, und es ergibt sich ein Index, der sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet.

[0063] Anhand von **Fig. 15** wird ein zweites spezifisches Beispiel für den von der Messvorrichtung 1B durchgeführten Vorgang beschrieben. Das zweite spezifische Beispiel stellt einen Messvorgang dar,

bei dem die Berechnung gemäß dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen zweiten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 15** gezeigte Vorgang wird auch gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 12** gezeigt. In **Fig. 15** tragen gleiche Messvorgänge wie bei dem im Ablaufdiagramm aus **Fig. 13** gezeigten ersten spezifischen Beispiel dieselbe Schrittnummer.

[0064] Es wird auf **Fig. 15** Bezug genommen. Der Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel ist wie folgt: Wenn der Druck P2 in der Luftblase 13A in Schritt S107 abzusinken beginnt, misst die CPU 40 eine Pulswelle, indem sie auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B bei dem Prozess des Druckabsenkens gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B misst (Schritt S108). Zu diesem Zeitpunkt misst die CPU 40 auf der Grundlage eines Drucksignals, das von dem Drucksensor 23A geliefert wird, den Druck P2 in der Luftblase 13A und speichert die gemessene Pulswelle und den Druck P2 in der Luftblase 13A während des Messvorgangs in einem vorbestimmten Bereich des Speichers 41. In dem Beispiel (A), (B) aus **Fig. 14** entspricht der Schritt S108 Zeiträumen der Schritte S109, S115.

[0065] Wenn die Messung der Pulswelle in Schritt S108 abgeschlossen ist, ermittelt die CPU 40 den systolischen Blutdruck (SYS). Der systolische Blutdruck (SYS) kann ermittelt werden, indem eine Berechnung auf der Grundlage des von dem Drucksensor 23A gelieferten Drucksignals durchgeführt wird. Alternativ hierzu kann der systolische Blutdruck (SYS) ermittelt werden, indem über vorbestimmte Tasten und dergleichen an der Bedieneinheit 3 eine Eingabe entgegengenommen wird. Alternativ hierzu kann der systolische Blutdruck (SYS) im Voraus als allgemeiner Wert im Speicher 41 gespeichert und von dort abgefragt werden. Die CPU 40 vergleicht den Druck P2 in der Luftblase 13A während des Messprozesses, der zusammen mit der gemessenen Pulswelle abgespeichert ist, und den ermittelten systolischen Blutdruckwert, und bestimmt dadurch, ob die gemessene Pulswelle im avaskularisierten Zustand oder im nicht avaskularisierten Zustand gemessen wurde. Mit anderen Worten wird der systolische Blutdruck als Schwellwert benutzt, um zu bestimmen, ob er im avaskularisierten Zustand oder im nicht avaskularisierten Zustand gemessen worden ist. Es sei angemerkt, dass als der nicht avaskularisierte Zustand der Fall genommen werden kann, in dem der Druck P2 in der Luftblase 13A niedriger ist als der diastolische Blutdruck (DIA), welcher niedriger ist als der systolische Blutdruck (SYS). In diesem

Falle wird als Schwellwert auch der diastolische Blutdruck benutzt, um durch Vergleich mit dem diastolischen Blutdruck festzustellen, dass die gemessene Pulswelle im nicht avaskularisierten Zustand gemessen wurde.

[0066] Dann extrahiert die CPU 40 den charakteristischen Punkt aus der gemessenen Pulswelle (Schritt S 118), berechnet aus dem charakteristischen Punkt den Index und bestimmt dadurch den Arteriosklerosegrad (Schritt S 119). Falls die Punkte A1 und B 1, d.h. die charakteristischen Punkte, aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 gewonnen wurden, können sie dafür benutzt werden, den Index auf gleiche Weise wie bei der vorstehend beschriebenen Berechnung gemäß dem ersten arithmetischen Algorithmus zu berechnen. Alternativ hierzu kann der Index auf gleiche Weise wie bei der gemäß dem zweiten arithmetischen Algorithmus durchgeführten Berechnung unter Verwendung von jeweiligen Mittelwerten zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 extrahierten Punkten A1 und B1, d.h. den charakteristischen Punkten, und zwischen den Punkten A2 und B2, d.h. den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 2 extrahierten charakteristischen Punkten, berechnet werden. Alternativ hierzu kann der Index auf gleiche Weise wie bei der gemäß dem dritten arithmetischen Algorithmus durchgeführten Berechnung unter Verwendung eines der charakteristischen Punkte oder des Mittelwerts davon berechnet werden, wenn die jeweiligen Differenzen zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 1 extrahierten Punkten A1 und B1, d.h. den charakteristischen Punkten, und zwischen den Punkten A2 und B2, d.h. den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle 2 extrahierten charakteristischen Punkten, den akzeptablen Wert nicht überschreiten. Im Anschluss werden die Vorgänge der Schritte S121, S123 durchgeführt.

[0067] Die Messvorrichtung 1B realisiert den Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel wie in **Fig. 15** gezeigt. Dementsprechend ist es nicht notwendig, den Druck P2 in der Luftblase 13A auf einen vorbestimmten Druck anzupassen, so dass sich die periphere Seite des Messabschnitts im avaskularisierten oder im nicht avaskularisierten Zustand befindet. Mit anderen Worten wird zum Beispiel der Druck P2 mit einer konstanten Druckabsenkungsgeschwindigkeit von ca. 4 mmHg/s abgesenkt, und es kann bestimmt werden, ob die während des Prozesses des Druckabsenkens gemessene Pulswelle die Pulswelle im avaskularisierten Zustand (Pulswelle 1) oder die Pulswelle im nicht avaskularisierten Zustand (Pulswelle 2) ist, indem der Druck P2 während der Messung mit dem Blutdruckwert verglichen wird. Daher kann der Index ohne komplizierte Steuerung genau berechnet werden, und es ergibt

sich ein Index, der sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet. Da es ferner nicht notwendig ist, den Druck P2 anzupassen, kann der Messvorgang in kürzerer Zeit erfolgen.

[0068] Als Modifikation des Messvorgangs gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel kann die Messvorrichtung 1B einen Messvorgang wie in **Fig. 16** gezeigt durchführen. Die Modifikation des Messvorgangs gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel stellt eine Modifikation des Messvorgangs dar, bei der die Berechnung gemäß dem in der zweiten Ausführungsform beschriebenen ersten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 16** gezeigte Vorgang wird auch gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 12** gezeigt. In **Fig. 17** veranschaulicht ein Abschnitt (A) eine zeitliche Änderung des Drucks P1 in der Luftblase 13B, und ein Abschnitt (B) veranschaulicht eine zeitliche Änderung des Drucks P2 in der Luftblase 13A. In den Abschnitten (A) und (B) aus **Fig. 17** entsprechen die Beschriftungen S 103 bis S 121 an den zeitlichen Achsen jeweiligen Schritten des von der Messvorrichtung 1B durchgeführten Messvorgangs.

[0069] Es wird auf **Fig. 16** Bezug genommen. Bei der Modifikation des Messvorgangs gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel misst die CPU 40 eine Pulswelle, indem sie den Druck P1 in der Luftblase 13B auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals misst (Schritt S104), wenn sich die Luftblase 13B in einem unter Druck gesetzten Zustand befindet und der Druck P1 in Schritt S103 einen Druck erreicht hat, der sich zur Pulswellenmessung eignet, d.h. einen Bereich von 50 bis 150 mmHg, jedoch bevor die Luftblase 13A im anschließenden Schritt S105 die periphere Seite des Messabschnitts unter Druck setzt, d.h. vor dem nicht avaskularisierten Zustand. Die in Schritt S105 gemessene Pulswelle ist eine Pulswelle im nicht avaskularisierten Zustand, wie sie vorstehend beschrieben wurde. In der Beschreibung wird die gemessene Pulswelle als Pulswelle 2 bezeichnet. In dem Beispiel (A) und (B) aus **Fig. 17** wird die Pulswelle 2 während des Zeitraums von Schritt S104 gemessen. Wie bei (B) in **Fig. 17** gezeigt ist, wird während des Zeitraums von Schritt S104 der Druck P2 in der Luftblase 13A nicht aufgebaut, sondern auf einem anfänglichen Druckwert gehalten.

[0070] Anschließend gibt die CPU 40 ein Steuersignal an das Luftsystem 20A aus und erhöht den Druck P2 in der Luftblase 13A auf einen vorbestimmten Druck, wodurch die Luftblase 13A die periphere Seite des Messabschnitts unter Druck zu setzt

(Schritt S105). Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Druck, wie vorstehend beschrieben, ungefähr den systolischen Blutdruckwert plus 40 mmHg. Nachdem der Druck P2 den vorbestimmten Druck erreicht hat, gibt die CPU 40 ein Steuersignal an das Luftsystem 20A aus und beginnt, den Druck P2 in der Luftblase 13A abzusenken (Schritt S107). Die Druckabsenkungsanpassungsgeschwindigkeit beträgt zu diesem Zeitpunkt vorzugsweise ca. 4 mmHg/s.

[0071] Während des Prozesses des Absenkens des Drucks P2 in der Luftblase 13A misst die CPU 40 eine Pulswelle, indem sie auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B misst und dabei einen charakteristischen Punkt extrahiert (Schritt S 108'). Zu diesem Zeitpunkt misst die CPU 40 auf der Grundlage eines Drucksignals, das von dem Drucksensor 23A geliefert wird, den Druck P2 in der Luftblase 13A und speichert die gemessene Pulswelle und den Druck P2 in der Luftblase 13A während des Messvorgangs in einem vorbestimmten Bereich des Speichers 41. Es sei angemerkt, dass der Messvorgang in Schritt S108' hauptsächlich durchgeführt wird, um die Pulswelle 1 im avaskularisierten Zustand zu messen, da die Pulswelle 2 im nicht avaskularisierten Zustand in Schritt S104 gemessen wird. Dementsprechend erfolgt der Messvorgang in Schritt S 108' in einer im Vergleich zu Schritt S 108 sehr kurzen Zeit. Vorzugsweise wird der Messvorgang in Schritt S 108' durchgeführt, während sich der Druck P2 in der Luftblase 13A vom Maximaldruck an den systolischen Blutdruck anpasst. In dem Beispiel (A) und (B) aus **Fig. 17** wird die Pulswelle während des Zeitraums von Schritt S108' gemessen. Der Zeitraum von Schritt S 108' entspricht einem Zeitraum von Schritt S 109 in dem Beispiel (A), (B) aus **Fig. 14**. Andererseits entspricht Schritt S108, wie vorstehend beschrieben wurde, den Zeiträumen der Schritte S 109, S 115 im Beispiel (A), (B) aus **Fig. 14**. Das heißt, dass, wie in **Fig. 14** und **Fig. 17** gezeigt ist, der Messvorgang von Schritt S 108' in kürzerer Zeit erfolgt als der Messvorgang von Schritt S 108.

[0072] Anschließend führt die CPU 40 während des Prozesses des Druckabsenkens, während dessen der Druck P2 in der Luftblase 13A den diastolischen Blutdruck erreicht, lediglich die Blutdruckmessung durch. Dementsprechend steigert die CPU 40 bei dem Prozess des Druckabsenkens nach Schritt S 108' die Geschwindigkeit der Druckabsenkungsanpassung. Die Druckabsenkungsanpassungsgeschwindigkeit beträgt vorzugsweise 4 mmHg/s oder mehr. Wenn die Blutdruckmessung abgeschlossen ist (Schritt S 117), vergleicht die CPU 40 den Druck P2 in der Luftblase 13A während des Messprozesses, der gemeinsam mit der in Schritt S 108' gemessenen Pulswelle gespeichert wurde, mit dem erhalte-

nen systolischen Blutdruck (SYS) und dem diastolischen Blutdruck (DIA) und bestimmt dadurch, ob die gemessene Pulswelle im avaskularisierten Zustand oder im nicht avaskularisierten Zustand gemessen wurde (Schritt S 118'). Dann extrahiert die CPU 40 den charakteristischen Punkt aus der gemessenen Pulswelle (Schritt S 118'), berechnet aus dem charakteristischen Punkt den Index und bestimmt dadurch den Arteriosklerosegrad (Schritt S 119). Wie vorstehend beschrieben wird in Schritt S 104 die Pulswelle 2 im nicht avaskularisierten Zustand gemessen. Somit extrahiert in Schritt S 118' die CPU 40 aus den in Schritt S 108' gemessenen Pulswellen die im avaskularisierten Zustand gemessene Pulswelle 1. Im Anschluss werden die Messvorgänge der Schritte S 119, S 121, S 123 durchgeführt.

[0073] Die Messvorrichtung 1B realisiert den Messvorgang gemäß der Modifikation des zweiten spezifischen Beispiels wie in **Fig. 16** gezeigt. Demgemäß kann nach Abschluss der Messung der Pulswelle in Schritt S108' die Druckabsenkungsgeschwindigkeit des Drucks P2 in der Luftblase 13A weiter gesteigert werden. Daher kann der Messvorgang in kürzerer Zeit erfolgen.

[0074] Anhand von **Fig. 18** wird ein drittes spezifisches Beispiel für den mit der Messvorrichtung 1B durchgeführten Vorgang beschrieben. Das dritte spezifische Beispiel stellt einen Messvorgang dar, bei dem die Berechnung gemäß dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen vierten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 18** gezeigte Vorgang wird ebenfalls gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 12** gezeigt. In **Fig. 18** tragen gleiche Messvorgänge wie bei dem Messvorgang des im Ablaufdiagramm aus **Fig. 13** gezeigten ersten spezifischen Beispiels und bei dem Messvorgang des im Ablaufdiagramm aus **Fig. 15** gezeigten zweiten spezifischen Beispiels dieselbe Schrittnummer.

[0075] Es wird auf **Fig. 18** Bezug genommen. Bei dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel misst die CPU 40 die Pulswelle während des Vorgangs des Druckabsenkens des Drucks P2 in der Luftblase 13A und speichert die gemessene Pulswelle und den Druck P2 in der Luftblase 13A während des Messvorgangs auf gleiche Weise wie bei Schritt S 108 in einem vorbestimmten Bereich des Speichers 41. Die CPU 40 vergleicht dann den Druck P2 während des Messprozesses mit dem erhaltenen systolischen Blutdruck (SYS) und dem diastolischen Blutdruck (DIA) und bestimmt dadurch auf gleiche Weise wie bei Schritt S109, ob die

gemessene Pulswelle im avaskularisierten Zustand oder im nicht avaskularisierten Zustand gemessen wurde. Dann wird der charakteristische Punkt aus der gemessenen Pulswelle extrahiert (Schritt S 118). Ferner vergleicht die CPU 40 bei dem Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle extrahierten charakteristischen Punkt 1 und den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle extrahierten charakteristischen Punkt 2 und ermittelt auf gleiche Weise wie Schritt S 18A, ob eine Differenz dazwischen größer oder gleich einem akzeptablen Wert ist (Schritt S118-1). Dementsprechend führt die CPU 40, falls in Schritt S 118-1 eine Differenz zwischen dem charakteristischen Punkt 1 und dem charakteristischen Punkt 2 ermittelt wird, die größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist (NEIN in Schritt S 118-1), eine Verarbeitung aus, die auf gleiche Weise wie bei Schritt S 18C die Anzeigeeinheit 4 zu einer Bildschirmanzeige veranlasst, die meldet, dass die Zuverlässigkeit des Bestimmungsergebnisses gering ist (Schritt S118-2). Nachdem sie dies gemeldet hat, führt die CPU 40 anschließend den Messvorgang durch (Schritt S 119). Daraufhin berechnet die CPU 40 aus dem extrahierten charakteristischen Punkt den Index und bestimmt dadurch den Arteriosklerosegrad auf gleiche Weise wie der Messvorgang gemäß dem zweiten spezifischen Beispiel.

[0076] Die Messvorrichtung 1B realisiert den Messvorgang gemäß dem dritten spezifischen Beispiel wie in **Fig. 18** gezeigt. Dementsprechend berechnet die Messvorrichtung 1B selbst, wenn eine Differenz zwischen den aus der im avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 1) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A1, Punkt B 1) und den aus der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle (Pulswelle 2) extrahierten charakteristischen Punkten (Punkt A2, Punkt B2) größer oder gleich dem akzeptablen Wert ist, den Index anhand dieser charakteristischen Punkte, nachdem sie gemeldet hat, dass die Zuverlässigkeit des Bestimmungsergebnisses gering ist. Daher erfolgt keine erneute Messung und der Index wird aus einem Messvorgang berechnet, wodurch der Arteriosklerosegrad in kürzerer Zeit bestimmt werden kann.

[0077] Es sei angemerkt, dass bei der Messvorrichtung 1A und der Messvorrichtung 1B die Luftblase 13A nicht nur dem Zweck der Avaskularisation dient, sondern auch dem Zweck der Berechnung des Blutdruckwerts. Der Blutdruckwert wird dann auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks der Luftblase 13A berechnet, und die Pulswelle wird auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks der Luftblase 13B gemessen. Die Luftblase 13A kann jedoch auch nur zum Avaskularisieren benutzt werden, und der Blutdruckwert kann auf der Grundlage

einer Änderung des Innendrucks der Luftblase 13B berechnet werden.

[Dritte Ausführungsform]

[0078] In einigen Fällen kann es schwierig sein, einen charakteristischen Punkt zu extrahieren, und zwar insbesondere dann, wenn er aus einer Reflexionswelle der Pulswelle (Pulswelle 1) abgeleitet wird, die gemessen wird, während die periphere Seite des Messabschnitts avaskularisiert ist, um die Wirkung der Reflexionswelle zu unterdrücken. Demgemäß wird bei der ersten Ausführungsform und der zweiten Ausführungsform die Pulswelle (Pulswelle 2) im nicht avaskularisierten Zustand gemessen, in dem die periphere Seite nicht avaskularisiert ist, und der charakteristische Punkt wird im nicht avaskularisierten Zustand aus der Pulswelle extrahiert. In diesem Falle wird eine Pulswellen-Wellenform gemessen, bei der es sich um eine zusammengesetzte Wellenform handelt, die sich aus einer Ausbreitungswelle, die vom Herz ausgesendet wird, und einer Reflexionswelle, die von einer Peripherie wie etwa einem Handtellerabschnitt ausgesendet wird, zusammensetzt. Jedoch ist die Länge von einem Oberarm, d.h. dem Messabschnitt, zu einem Handteller für jeden Patienten anders. Die Länge von dem Oberarm, d.h. dem Messabschnitt, bis zu dem Handteller wirkt sich auf eine Anordnung zwischen Ausbreitungswelle und Reflexionswelle aus, und zwar auf die Wellenform der gemessenen Pulswelle, d.h. der zusammengesetzten Welle. Daher wird die Genauigkeit des erhaltenen Index beeinträchtigt, und die Bestimmung des Arteriosklerosegrads wird ebenfalls beeinträchtigt.

[0079] Ein Verfahren zum Unterdrücken dieses Effekts ist wie folgt: Die Bedieneinheit 3 und dergleichen wird benutzt, um im Voraus eine Länge zwischen dem Oberarm, d.h. dem Messabschnitt, und einer Stelle, an der eine große Reflexion auftritt, d.h. dem Handteller, einzugeben, und die gemessene Pulswelle wird unter Verwendung der Länge korrigiert. Ein weiteres Verfahren besteht darin, die Länge zwischen dem Messabschnitt und der Reflexionsstelle auf eine bestimmte Länge zu fixieren.

[0080] Bei einer Messvorrichtung 1C gemäß einer dritten Ausführungsform wird dementsprechend die Länge zwischen dem Messabschnitt und der Reflexionsstelle auf eine bestimmte Länge fixiert, und zusätzlich zu der Luftblase, die für den Messprozess an dem Messabschnitt angebracht ist, ist eine weitere Manschette zur Anbringung an einer Peripherie vorgesehen, um eine Ausbreitungswelle mit einer Reflexionswelle zu kombinieren, die von der Peripherie ausgesendet wird, die von der Messstelle um die definierte Länge entfernt ist.

[0081] Es wird auf **Fig. 19A** Bezug genommen. Die Messvorrichtung 1C weist zum Beispiel ein Armband 8 auf, das um ein Handgelenk, d.h. eine periphere Seite in Bezug zu dem Messabschnitt, angelegt wird. Das Armband 8 weist eine Luftblase 13C auf, wie in **Fig. 19B** gezeigt ist. Wie vorstehend beschrieben wurde, ist das Armband 8 an einem Handgelenk angebracht, das von der peripheren Seite des Armbands 9 mit der Luftblase 13A und der Luftblase 13B um die vorbestimmte Länge entfernt ist; diese Stelle kann von einer Person festgelegt werden, die die Messung ausführt. Bevorzugt ist ein Element zum Identifizieren der Anbringungsstelle des Armbands 8 vorgesehen, wie etwa ein Gurt mit der vorbestimmten Länge, der das Armband 8 mit dem Armband 9 verbindet. Die Luftblase 13C wird aufgeblasen und setzt das Handgelenk unter Druck.

[0082] Es wird auf **Fig. 20** Bezug genommen. Die Messvorrichtung 1C weist über die Konfiguration der in **Fig. 5** gezeigten Messvorrichtung 1A hinaus ein Luftsystem 20C auf, das über einen Luftschlauch mit der Luftblase 13C verbunden ist.

[0083] Das Luftsystem 20C weist eine Luftpumpe 21C, ein Luftventil 22C und einen Drucksensor 23C auf. Die Luftpumpe 21C wird von der Ansteuerschaltung 26C angesteuert, die einen Befehl von der CPU 40 erhält, und bläst Druckgas in die Luftblase 13C. Dadurch wird Druck in der Luftblase 13C aufgebaut.

[0084] Der Zustand „offen“/„geschlossen“ des Luftventils 22C wird von der Ansteuerschaltung 27C gesteuert, die Befehle von der CPU 40 erhält. Der Druck in der Luftblase 13C wird durch Steuern des Zustands „offen“/„geschlossen“ der Luftventile 22C gesteuert.

[0085] Der Drucksensor 23C weist den Druck in der Luftblase 13C nach und gibt ein Signal an einen Verstärker 28C aus, das den nachgewiesenen Werten des Drucks entspricht. Der Verstärker 28C verstärkt das von dem Drucksensor 23C ausgegebene Signal und gibt das verstärkte Signal an einen Wandler 29C aus. Der Wandler 29C digitalisiert die von dem Verstärker 28C ausgegebenen analogen Signale und gibt das digitale Signal an die CPU 40 aus.

[0086] Die CPU 40 steuert die Luftsysteme 20A, 20B, 20C und die Ansteuerschaltung 53 auf der Grundlage von Anweisungen, die in die Bedieneinheit 3 am Basiskörper 2 der Messvorrichtung eingegeben werden.

[0087] Ferner weist die Messvorrichtung 1C bevorzugt eine Vorrichtung zum Eingeben einer Länge einer Arterie von der Luftblase 13B bis zu der Luftblase 13C auf. Bei der Länge der Arterie von der Luftblase 13B zu der Luftblase 13C kann es sich einfach um eine Länge eines Arms von der Luftblase 13B bis

zu der Luftblase 13C, d.h., eine Länge des Arms zwischen dem Armband 8 und dem Armband 9 handeln. Die Vorrichtung zum Eingeben der Länge ist nicht speziell eingeschränkt. Bei der Vorrichtung kann es sich um einen Schalter zum Eingeben der Länge handeln, der in die Bedieneinheit 3 aufgenommen ist. Die Länge wird eingegeben, wenn eine die Messung ausführende Person die Länge mithilfe des Schalters eingibt. Alternativ hierzu können zum Beispiel das Armband 8 und das Armband 9 durch einen Gurt verbunden werden, und die Vorrichtung kann ein Mechanismus zum Nachweisen der Länge sein, der auf dem Gurt angeordnet ist. Die Länge des Arms zwischen dem Armband 8 und dem Armband 9 wird durch Anpassen der Länge dergestalt, dass der Gurt entlang des Arms nicht lose ist, nachdem das Armband 8 und das Armband 9 angebracht worden sind, mit dem obigen Mechanismus eingegeben.

[0088] Anhand von **Fig. 21** wird ein erstes spezifisches Beispiel für einen mit der Messvorrichtung 1C durchgeführten Messvorgang beschrieben. Das erste spezifische Beispiel stellt einen Messvorgang dar, bei dem die Berechnung gemäß dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen ersten arithmetischen Algorithmus erfolgt. Der in **Fig. 21** gezeigte Vorgang wird gestartet, wenn ein Patient oder dergleichen die Messtaste an der Bedieneinheit 3 des Basiskörpers 2 niederdrückt. Dieser Vorgang wird durch die CPU 40 implementiert. Die CPU 40 liest ein Programm ein, das in dem Speicher 41 abgelegt ist, und steuert die einzelnen Einheiten, wie in **Fig. 20** gezeigt. In **Fig. 22** steht ein Abschnitt (A) für eine zeitliche Änderung des Drucks P3 in der Luftblase 13C, ein Abschnitt (B) steht für eine zeitliche Änderung des Drucks P1 in der Luftblase 13B, und ein Abschnitt (C) steht für eine zeitliche Änderung des Drucks P2 in der Luftblase 13A. In den Abschnitten (A), (B) und (C) aus **Fig. 22** entsprechen die Beschriftungen S3 bis S21 an den zeitlichen Achsen jeweiligen Schritten des von der Messvorrichtung 1C durchgeführten Messvorgangs.

[0089] Es wird auf **Fig. 21** Bezug genommen. Die Messvorrichtung 1C führt denselben Vorgang wie die Schritte S1 bis S13 des ersten spezifischen Beispiels des von der Messvorrichtung 1A durchgeführten Messvorgangs durch. Wie bei (A) in **Fig. 22** gezeigt ist, wird der Druck P3 in der Luftblase 13C bei der Messvorrichtung 1C während des Prozesses auf einem anfänglichen Druckwert gehalten.

[0090] Wenn der charakteristische Punkt 1 während der Avaskularisation in Schritt S11 nicht aus der Pulsquelle 1 extrahiert wird (NEIN in Schritt S13), reduziert die CPU 40 den Druck P2 der Luftblase 13A und passt ihn in Schritt S15 dergestalt an, dass er mindestens niedriger als der systolische Blutdruck, beispielsweise ca. 55 mmHg wird, und gibt ein Steuerungssignal an das Luftsystem 20C aus und erhöht

dadurch den Druck P3 in der Luftblase 13C dergestalt, dass der Druck P3 einen vorbestimmten Druckwert erreicht (Schritt S 16). In Schritt S 16 erhöht die CPU 40 den Druck P3 beispielsweise auf etwa den systolischen Blutdruck plus 40 mmHg, so dass der Druck P3 mindestens höher als der systolische Blutdruck wird. Zu diesem Zeitpunkt avaskularisiert die Luftblase 13A eine Arterie an der peripheren Seite nahe bei der Messstelle nicht, aber die Luftblase 13C avaskularisiert die Arterie an der Stelle des Armbands 8, das an der zu dem Messabschnitt um die vorbestimmte Länge entfernten Stelle angebracht ist. Danach ist die vorbestimmte Länge an der peripheren Seite bezüglich des Messabschnitts nicht avaskularisiert. In diesem Zustand misst die CPU 40 auf der Grundlage eines von dem Drucksensor 23B gelieferten Drucksignals den Druck P1 in der Luftblase 13B und misst dadurch die Pulswelle und extrahiert somit in Schritt S 17 charakteristische Punkte. Anschließend wird derselbe Messvorgang wie bei der Messvorrichtung 1A durchgeführt.

[0091] Der Messvorgang der Messvorrichtung 1C kann auch dann auf gleiche Weise durchgeführt werden, wenn der zweite, dritte oder vierte arithmetische Algorithmus angewendet werden, die bei der ersten Ausführungsform beschrieben wurden.

[0092] Anhand von **Fig. 23** bis **Fig. 25** werden das zweite, dritte und vierte spezifische Beispiel für den von der Messvorrichtung 1C durchgeführten Messvorgang beschrieben. Die in diesen Ablaufdiagrammen gezeigten Messvorgänge sind fast die gleichen wie die in **Fig. 9** bis **Fig. 11** gezeigten Messvorgänge gemäß dem zweiten, dritten bzw. vierten spezifischen Beispiel, die von der Messvorrichtung 1A durchgeführt werden. In jedem Fall wird, wenn in Schritt S 17 die Pulswelle 2 in dem nicht avaskularisierten Zustand gemessen wird, der Druck P3 in der Luftblase 13C in Schritt S16 auf einen Druck erhöht, der mindestens höher als der systolische Blutdruck ist, wodurch die Luftblase 13A die Arterie an der peripheren Seite nahe bei dem Messabschnitt nicht avaskularisiert, jedoch avaskularisiert die Luftblase 13C die Arterie an der Stelle des an der von dem Messabschnitt um die vorbestimmte Länge entfernten Stelle angebrachten Armbands 8.

[0093] Die Messvorrichtung 1C realisiert die in **Fig. 21** und **Fig. 23** bis **Fig. 25** gezeigten Messvorgänge. Wenn demgemäß die Pulswelle (Pulswelle 2) im nicht avaskularisierten Zustand gemessen wird, kann die Stelle, an der die Ausbreitungswelle reflektiert wird, angepasst werden. Daher wird die Wellenform der im nicht avaskularisierten Zustand gemessenen Pulswelle weniger von der Länge von dem Messabschnitt bis zu der Stelle beeinflusst, an der die Ausbreitungswelle reflektiert wird, die für jeden Patienten anders ist. Daher kann der Index genauer berechnet werden, und es ergibt sich ein Index, der

sich zum Bestimmen des Arteriosklerosegrads eignet.

[0094] Bei dem vorstehenden Beispiel ist ein Oberarm der Messabschnitt, und an dem Oberarm ist das Armband einschließlich der Luftblase zum Avaskularisieren lediglich des Handgelenks angebracht; das Handgelenk entspricht der von dem Oberarm um die vorbestimmte Länge entfernten Stelle. Alternativ hierzu können, wenn beispielsweise aufgrund anderer Messabschnitte mehrere Reflexionsstellen auf der peripheren Seite erwartet werden, mehrere Armbänder einschließlich jeweilige Luftblasen zur Avaskularisation angebracht werden. Auf diese Weise kann der Index genauer berechnet werden.

[0095] In dem vorstehenden Beispiel weist die Messvorrichtung 1C über die Konfiguration der in **Fig. 5** gezeigten Messvorrichtung 1A hinaus die Luftblase 13C auf. Die Messvorrichtung 1C kann jedoch auch über die Konfiguration der Messvorrichtung 1B hinaus die Luftblase 13C aufweisen. In diesem Fall wird, wenn der Druck P2 in der Luftblase 13A niedriger als der systolische Blutdruck wird (NEIN in Schritt S 111) oder wenn die Pulswelle während des Prozesses des Druckerhöhens in Schritt S104 gemessen wird, der Druck P3 in der Luftblase 13C auf einen Druck erhöht, der mindestens höher als der systolische Blutdruck ist, wodurch die von dem Messabschnitt um die vorbestimmte Länge entfernte Stelle avaskularisiert wird.

[0096] Es versteht sich, dass die vorliegend offenbarten Ausführungsformen in jeder Hinsicht nicht einschränkende Beispiele sind. Es versteht sich, dass der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung nicht von den vorstehenden Beschreibungen, sondern von den Ansprüchen definiert wird und Bedeutungen umfasst, die den Ansprüchen und allen Modifikationen und Variationen innerhalb des Schutzzumfangs gleichwertig sind.

BESCHREIBUNG DER BEZUGSZEICHEN

1A, 1B, 1C	Messvorrichtung
2	Basiskörper
3	Bedieneinheit
4	Anzeigeeinheit
8, 9	Armband
10	Luftschlauch
13A, 13B, 13C	Luftblase
20A, 20B, 20C	Luftsystem
21A, 21B, 21C	Luftpumpe
22A, 22B, 22C	Luftventil
23A, 23B, 23C	Drucksensor

26A, 26B, 26C, 27A, 27B, 27C, 53	Ansteuerschaltung
28A, 28B, 28C	Verstärker
29A, 29B, 29C	A/D-Wandler
31,32	Schalter
40	CPU
41	Speicher
51	Zweiwegeventil
100	Oberarm

Patentansprüche

1. Blutdruckinformationsmessvorrichtung, aufweisend:

einen ersten Fluidbeutel (13B) und einen zweiten Fluidbeutel (13A),

einen dritten Fluidbeutel (13C);

einen ersten Sensor (23B) und einen zweiten Sensor (23A) zum Messen jeweiliger Innendrucke des ersten und zweiten Fluidbeutels,

eine erste Anpasseinheit (21A, 22A, 26A, 27A) zum Anpassen des Innendrucks des zweiten Fluidbeutels (13A), eine zweite Anpasseinheit (21C, 22C, 26C, 27C) zum Anpassen des Innendrucks des dritten Fluidbeutels (13C), und

eine Steuereinheit (40) zum Steuern von Rechenoperationen zum Berechnen eines Index zur Bestimmung eines Arteriosklerosegrads und der Anpassung durch die erste Anpasseinheit, wobei die Steuereinheit durchführt:

eine Rechenoperation zum Nachweisen einer ersten Pulswelle eines Messabschnitts auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks des ersten Fluidbeutels (13B) in einem ersten Zustand, in welchem der erste Fluidbeutel (13B) um den Messabschnitt angelegt ist, der zweite Fluidbeutel (13A) an einer bezüglich des ersten Fluidbeutels (13B) peripheren Seite angelegt ist und der zweite Fluidbeutel (13A) mit einem Innendruck, der höher als ein systolischer Blutdruck ist, auf die bezüglich des Messabschnitts, um den der erste Fluidbeutel (13B) angelegt ist, periphere Seite drückt,

eine Rechenoperation zum Nachweisen einer zweiten Pulswelle auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks des ersten Fluidbeutels (13B) in einem zweiten Zustand, in welchem der erste Fluidbeutel (13B) um den Messabschnitt angelegt ist, der zweite Fluidbeutel (13A) an einer bezüglich des ersten Fluidbeutels (13B) peripheren Seite angelegt ist und der zweite Fluidbeutel (13B) mit einem Innendruck, der mindestens niedriger als der systolische Blutdruck ist, auf die bezüglich des Messabschnitts, um den der erste Fluidbeutel (13B) angelegt ist, periphere Seite drückt, und

eine Rechenoperation zum Berechnen des Index unter Verwendung mindestens eines von einem aus der ersten Pulswelle extrahierten ersten charak-

teristischen Punkt und einem aus der zweiten Pulswelle extrahierten zweiten charakteristischen Punkt, wobei die Steuereinheit (40) die zweite Anpasseinheit (21C, 22C, 26C, 27C) dergestalt steuert, dass im zweiten Zustand der innere Druck des dritten Fluidbeutels (13C), der um eine zu dem Messabschnitt um eine vorbestimmte Länge in Richtung der peripheren Seite entfernte Stelle angelegt ist, einen Druck erreicht, der mindestens höher als der systolische Blutdruck ist, und die um zu dem Messabschnitt um die vorbestimmte Länge in Richtung der peripheren Seite entfernte Stelle unter Druck gesetzt wird.

2. Blutdruckinformationsmessvorrichtung, aufweisend:

einen ersten Fluidbeutel (13B) und einen zweiten Fluidbeutel (13A),

einen ersten Sensor (23B) und einen zweiten Sensor (23A) zum Messen jeweiliger Innendrucke des ersten und zweiten Fluidbeutels, einen dritten Fluidbeutel (13C),

eine erste Anpasseinheit (21A, 22A, 26A, 27A) zum Anpassen des Innendrucks des zweiten Fluidbeutels, eine zweite Anpasseinheit (21C, 22C, 26C, 27C) zum Anpassen des Innendrucks des dritten Fluidbeutels (13C), und

eine Steuereinheit (40) zum Steuern von Rechenoperationen zum Berechnen eines Index zur Bestimmung eines Arteriosklerosegrads und der Anpassung der ersten Anpasseinheit, wobei die Steuereinheit durchführt:

eine Rechenoperation zum Nachweisen einer Pulswelle eines Messabschnitts auf der Grundlage einer Änderung des Innendrucks des ersten Fluidbeutels (13B), wobei der erste Fluidbeutel (13B) um den Messabschnitt angelegt ist, der zweite Fluidbeutel (13A) an einer bezüglich des ersten Fluidbeutels (13B) peripheren Seite angelegt ist und der zweite Fluidbeutel (13A) auf die bezüglich des Messabschnitts, um den der erste Fluidbeutel (13B) angelegt ist, periphere Seite drückt,

eine Rechenoperation zum Vergleichen eines systolischen Blutdrucks mit dem Innendruck des zweiten Fluidbeutels (13A), wenn die Pulswelle nachgewiesen wird, und Bestimmen, ob die nachgewiesene Pulswelle eine erste Pulswelle, die in einem ersten Zustand nachgewiesen wird, in dem auf die periphere Seite des Messabschnitts gedrückt wird, während der innere Druck des zweiten Fluidbeutels (13A) höher als der systolische Blutdruck ist, oder eine zweite Pulswelle ist, die in einem zweiten Zustand nachgewiesen wird, in dem auf die periphere Seite des Messabschnitts gedrückt wird, während der innere Druck des zweiten Fluidbeutels (13A) mindestens niedriger als der systolische Blutdruck ist, und

eine Rechenoperation zum Berechnen des Index unter Verwendung mindestens eines von einem aus der ersten Pulswelle extrahierten ersten charak-

teristischen Punkt und einem aus der zweiten Puls-
welle extrahierten zweiten charakteristischen Punkt,
wobei die Steuereinheit (40) die zweite Anpassein-
heit (21C, 22C, 26C, 27C) dergestalt steuert, dass
im zweiten Zustand der innere Druck des dritten
Fluidbeutels (13C), der um eine zu dem Messab-
schnitt um eine vorbestimmte Länge in Richtung
der peripheren Seite entfernte Stelle angelegt ist,
einen Druck erreicht, der mindestens höher als der
systolische Blutdruck ist, und die um zu dem Mess-
abschnitt um die vorbestimmte Länge in Richtung
der peripheren Seite entfernte Stelle unter Druck
gesetzt wird.

3. Blutdruckinformationsmessvorrichtung nach
Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinheit (40)
durchführt:

eine Steuerung (26A) der ersten Anpasseinheit
(21A, 22A, 26A, 27A), um den ersten Zustand zu
erreichen, indem der innere Druck des zweiten
Fluidbeutels (13A) auf einen Druck angehoben
wird, der mindestens höher als der systolische Blut-
druck ist,

eine Steuerung (27A) der ersten Anpasseinheit
(21A, 22A, 26A, 27A) zum Absenken des Innen-
drucks des zweiten Fluidbeutels (13A), nachdem
der innere Druck angehoben worden ist und

eine Rechenoperation zum Extrahieren des zweiten
charakteristischen Punkts aus der zweiten Puls-
welle, die in dem zweiten Zustand während des
Druckabsenkens nachgewiesen wurde, und Berechnen
des Index unter Verwendung des zweiten cha-
rakteristischen Punktes in einem Fall, in dem der
erste charakteristische Punkt nicht aus der im ersten
Zustand nachgewiesenen ersten Pulswelle extra-
hiert wurde.

4. Blutdruckinformationsmessvorrichtung nach
Anspruch 1 oder 2, wobei der Index mindestens
einen der folgenden Werte umfasst:

Tr (Laufzeit bis zur reflektierten Welle) - eine Zeitdif-
ferenz zwischen einem Zeitpunkt des Auftretens
eines Anstiegs einer Ausbreitungswelle und einem
Zeitpunkt des Auftretens eines Anstiegs einer Refle-
xionswelle,

TPP - eine Zeitdifferenz zwischen einem Zeitpunkt
des Auftretens eines Scheitels der Ausbreitungswelle
und einem Zeitpunkt des Auftretens eines
Scheitels der Reflexionswelle und

AI (Augmentationsindex) - ein Verhältnis zwischen
einer Amplitude des Scheitels der Ausbreitungswelle
und einer Amplitude des Scheitels der Refle-
xionswelle.

5. Blutdruckinformationsmessvorrichtung nach
Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend eine Eingabe-
einheit (3) zum Eingeben einer Länge eines leben-
den Körpers entlang dem Messabschnitt von dem
um den Messabschnitt angelegten ersten Fluidbeu-
tel (13B) bis zu dem um die bezüglich des Messab-

schnitts periphere Seite angelegten dritten Fluidbeu-
tel (13C).

6. Blutdruckinformationsmessvorrichtung nach
Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend eine Eingabe-
einheit (3) zum Eingeben einer Länge von einem
Oberarm, der als der Messabschnitt dient, zu einer
Handfläche, die als reflektierende Position einer
Ausbreitungswelle dient.

Es folgen 24 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

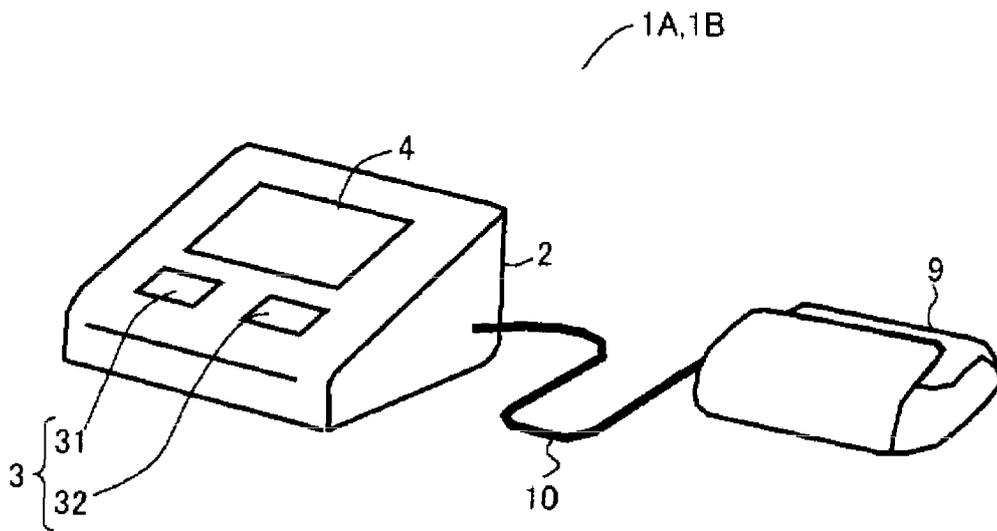


Fig. 2A

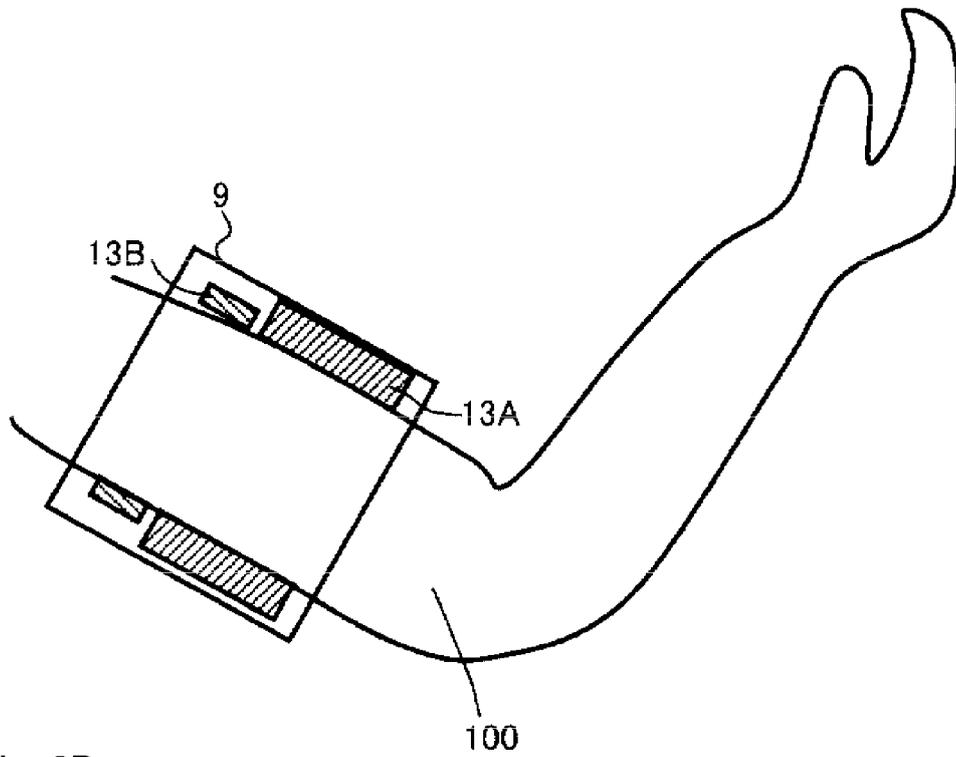


Fig. 2B

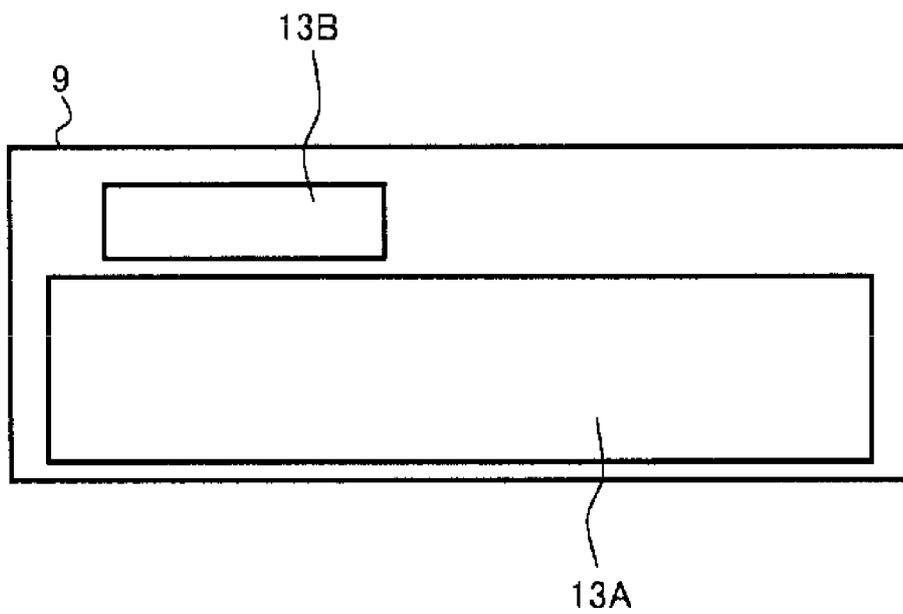


Fig. 3

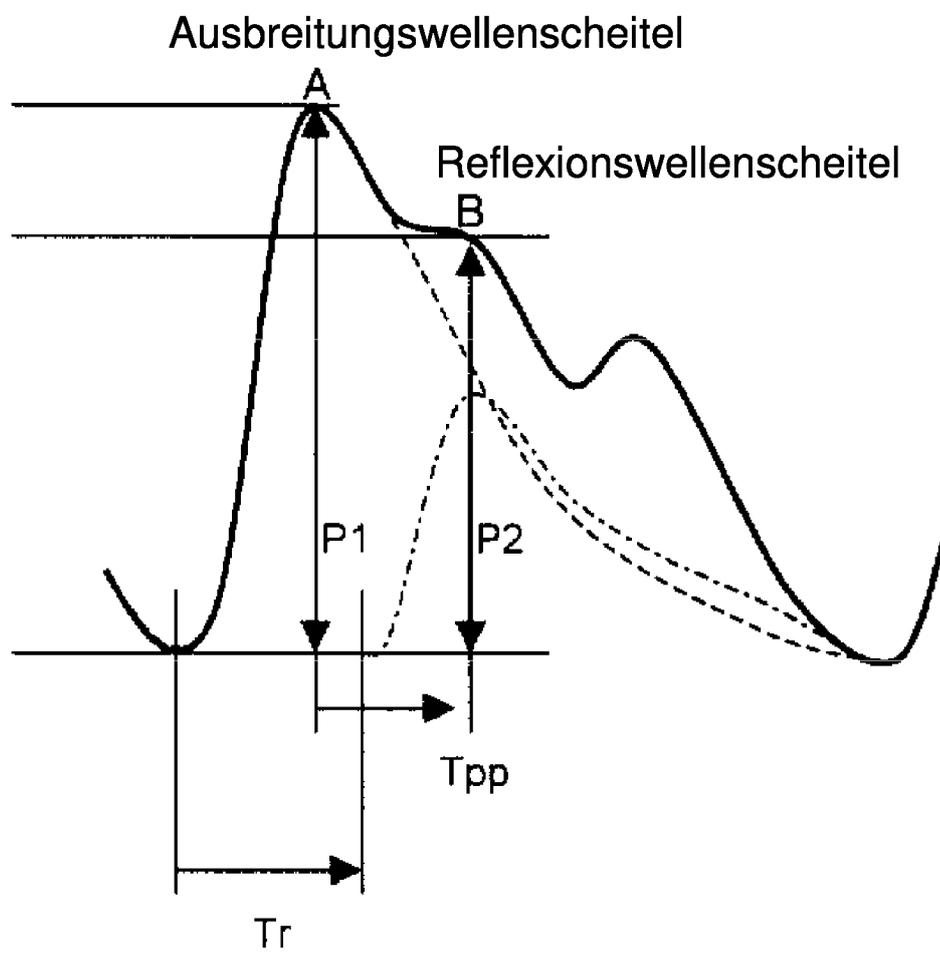


Fig. 4

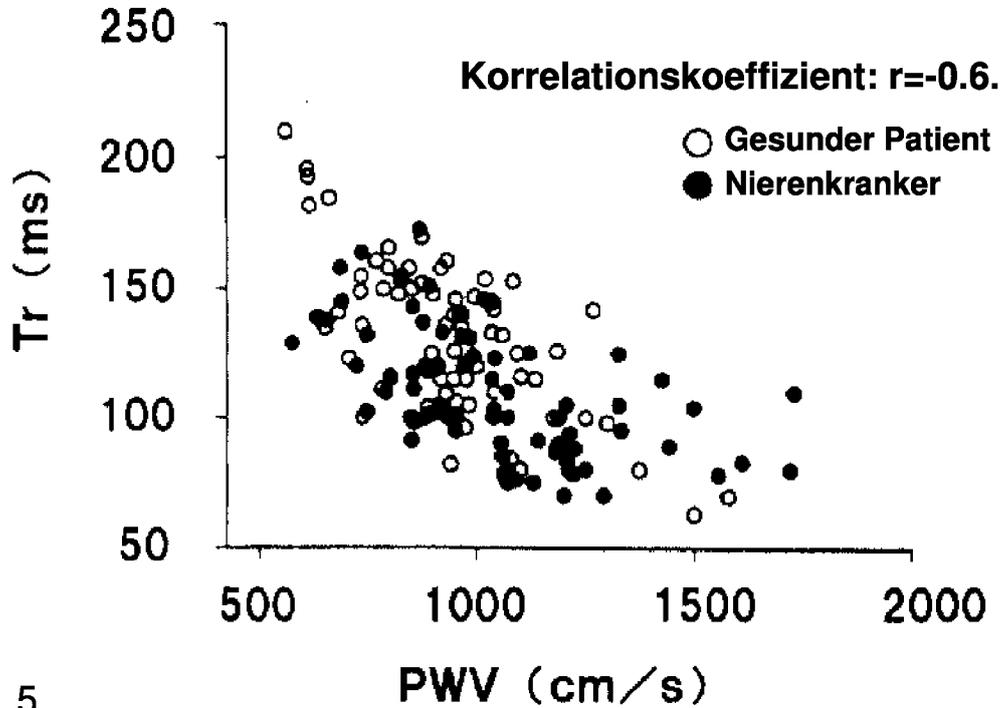
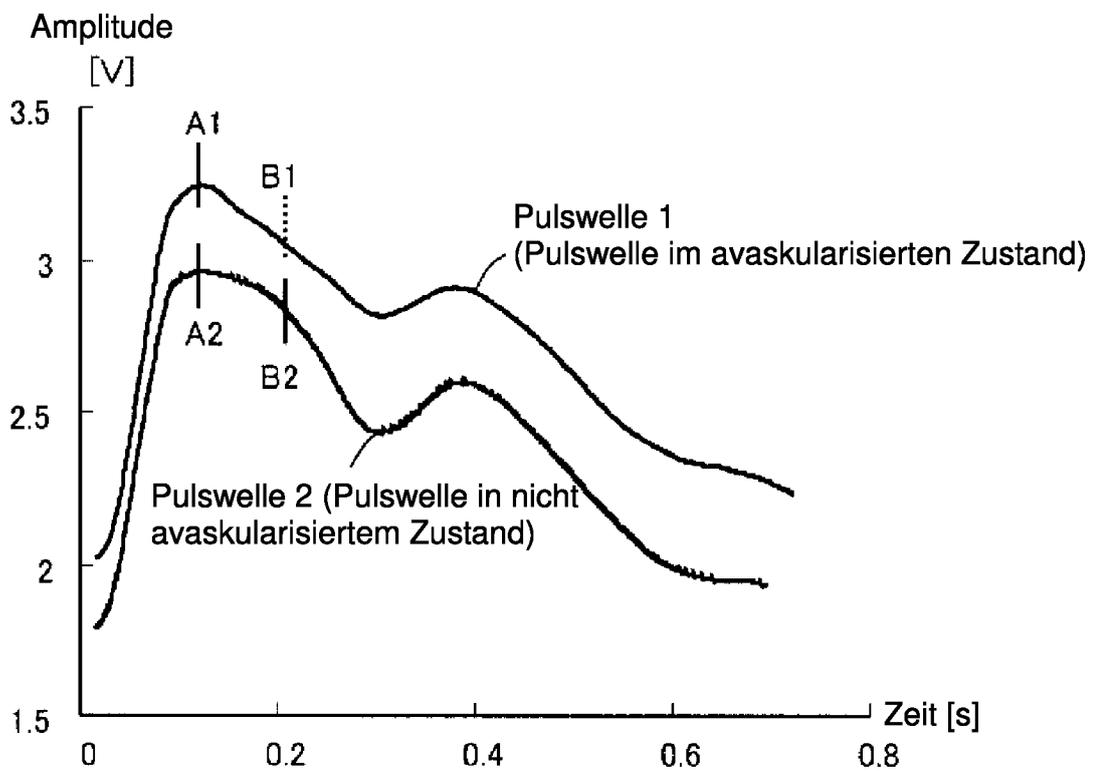


Fig. 5



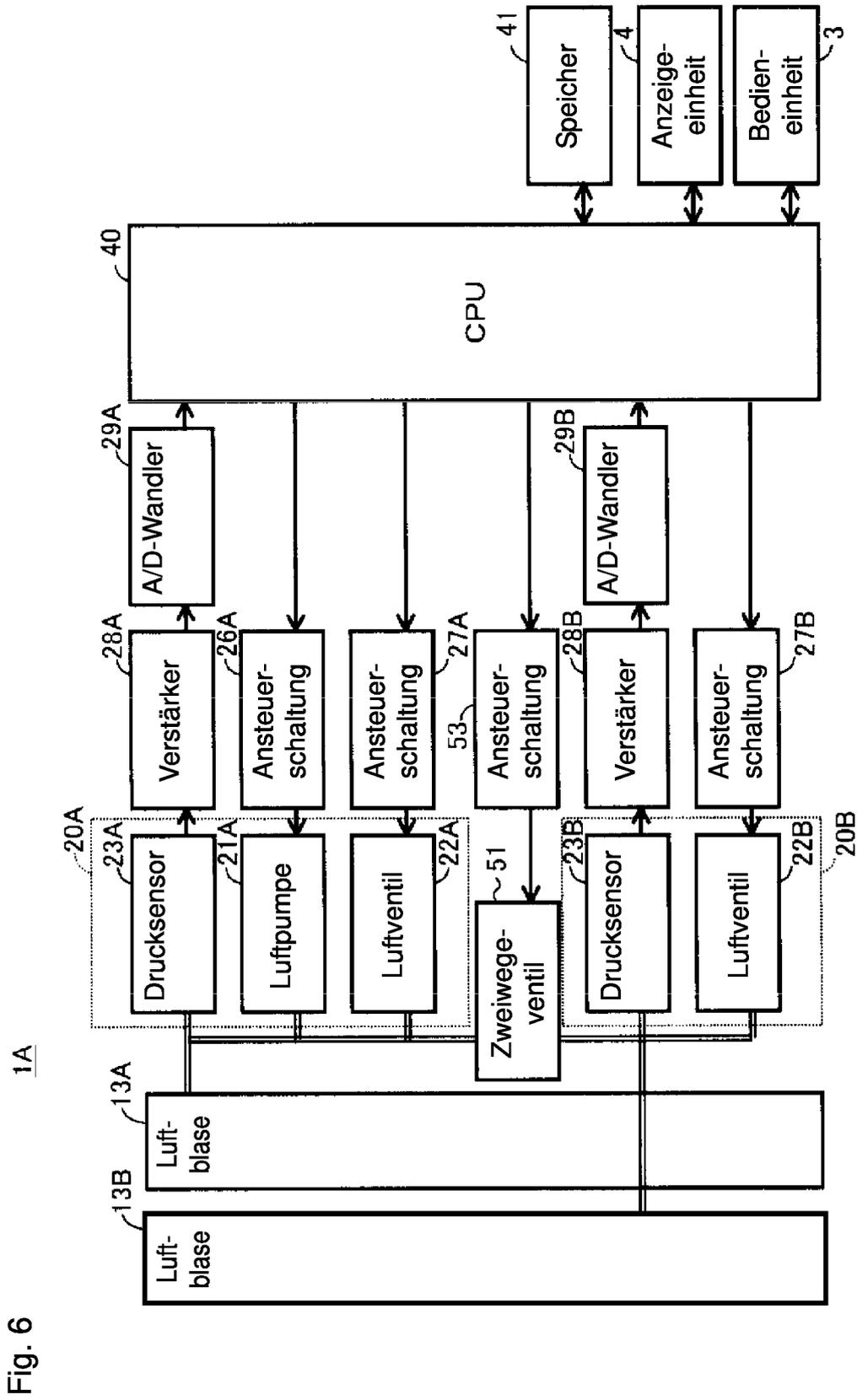


Fig. 6

Fig. 7

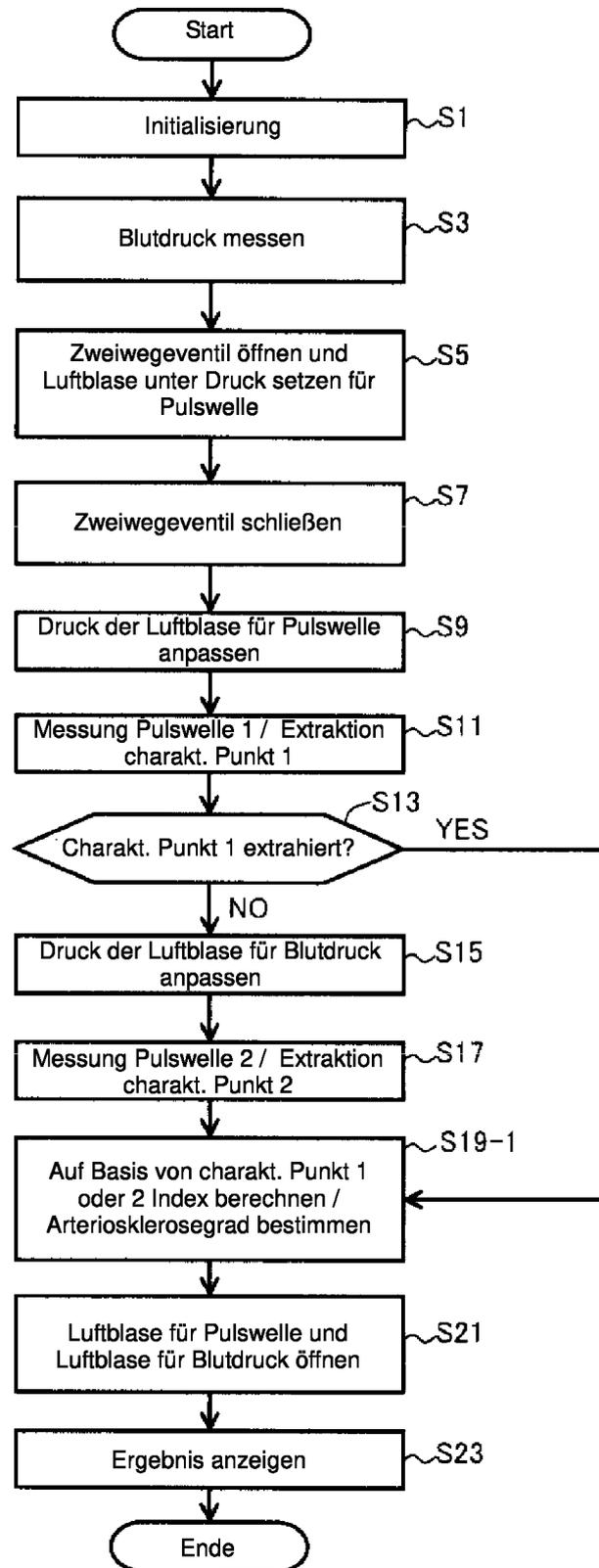


Fig. 8

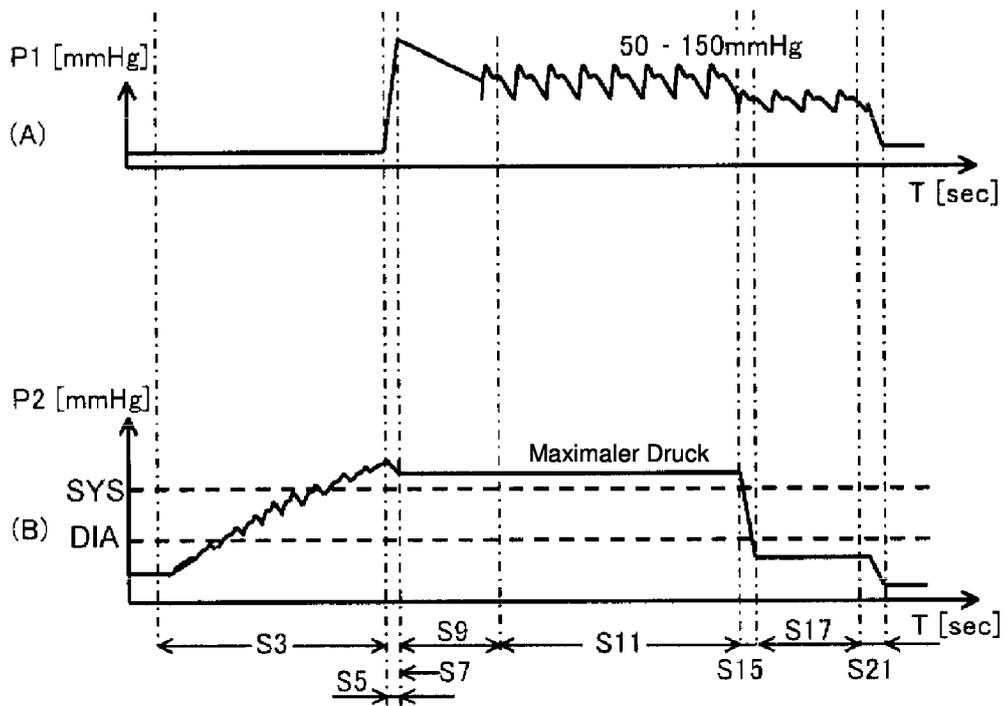


Fig. 9

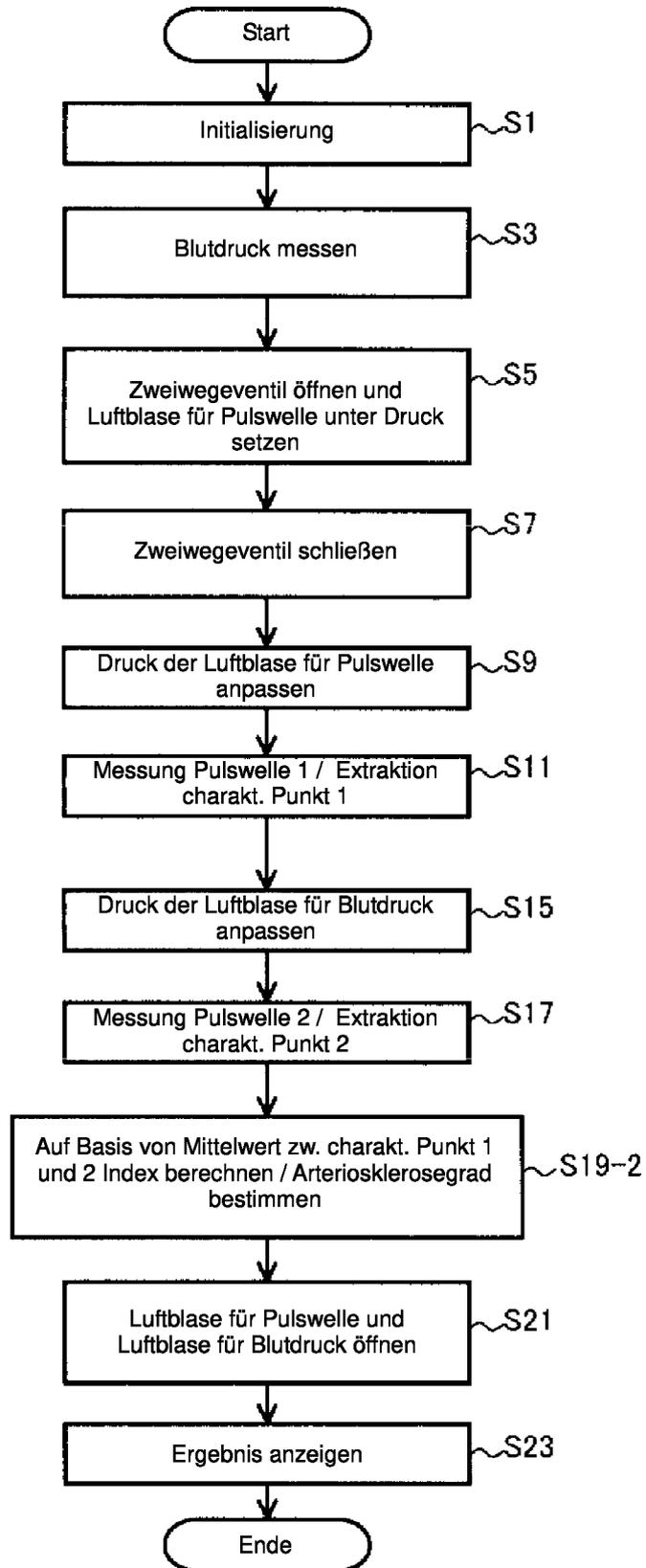


Fig. 10

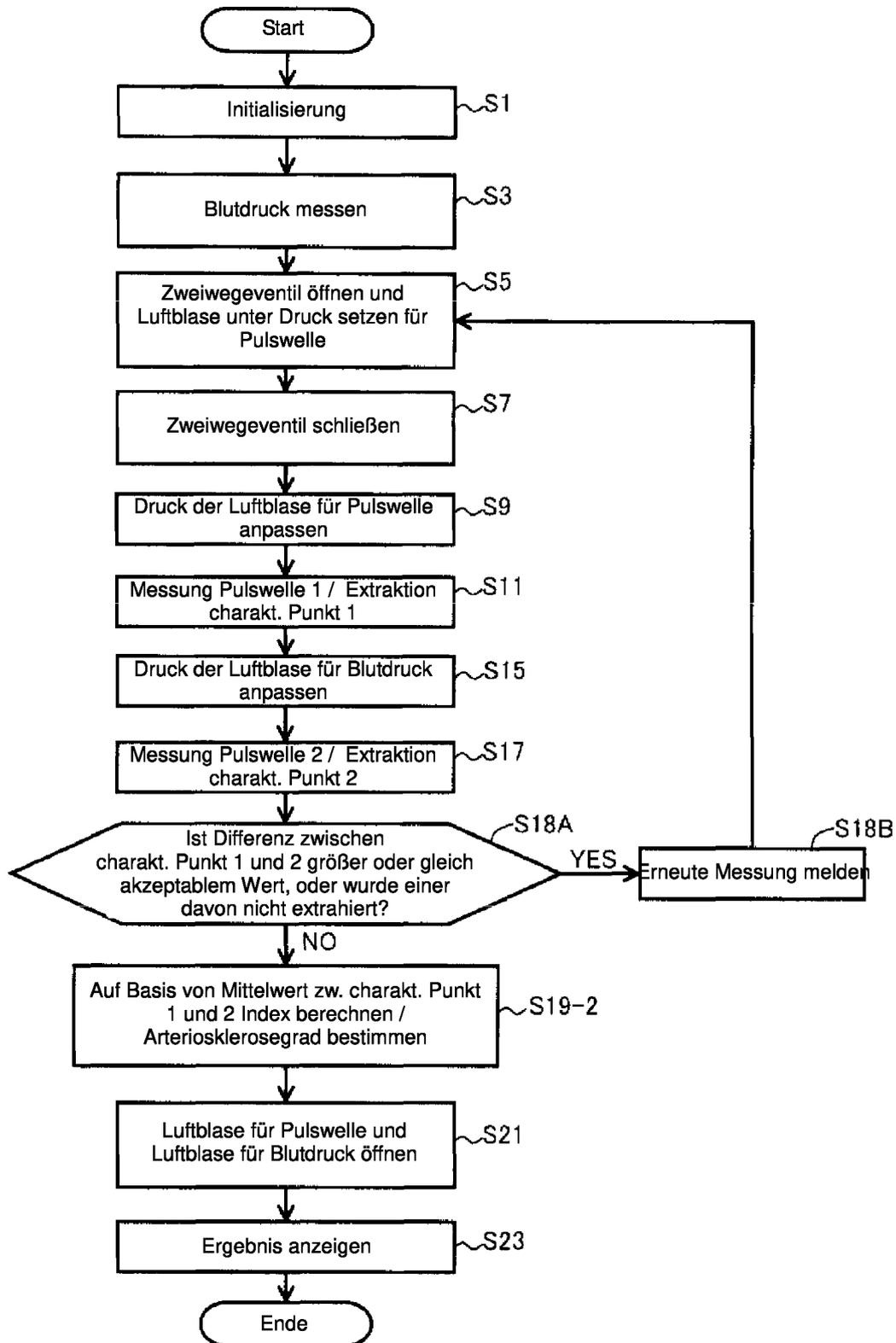
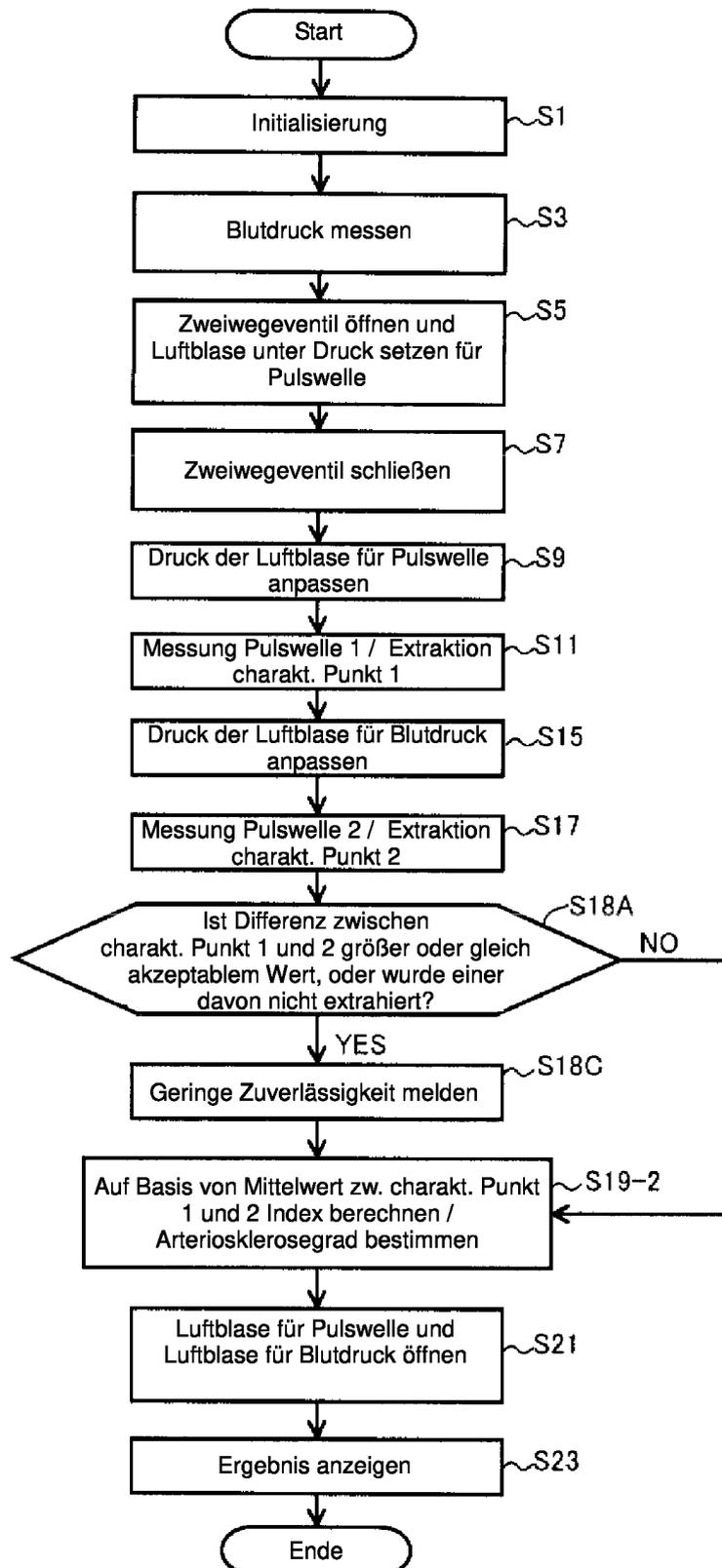


Fig. 11



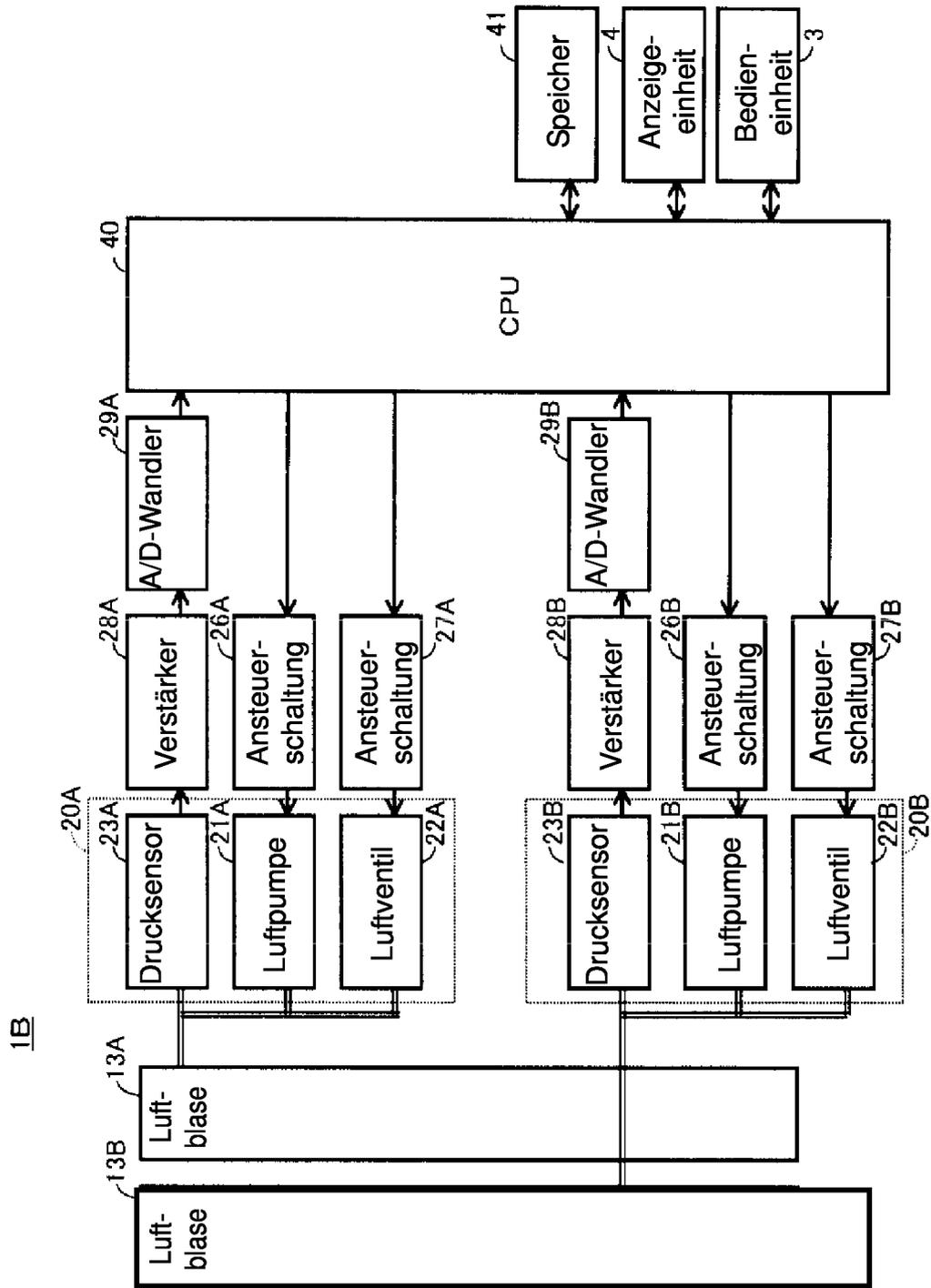


Fig. 12

Fig. 13

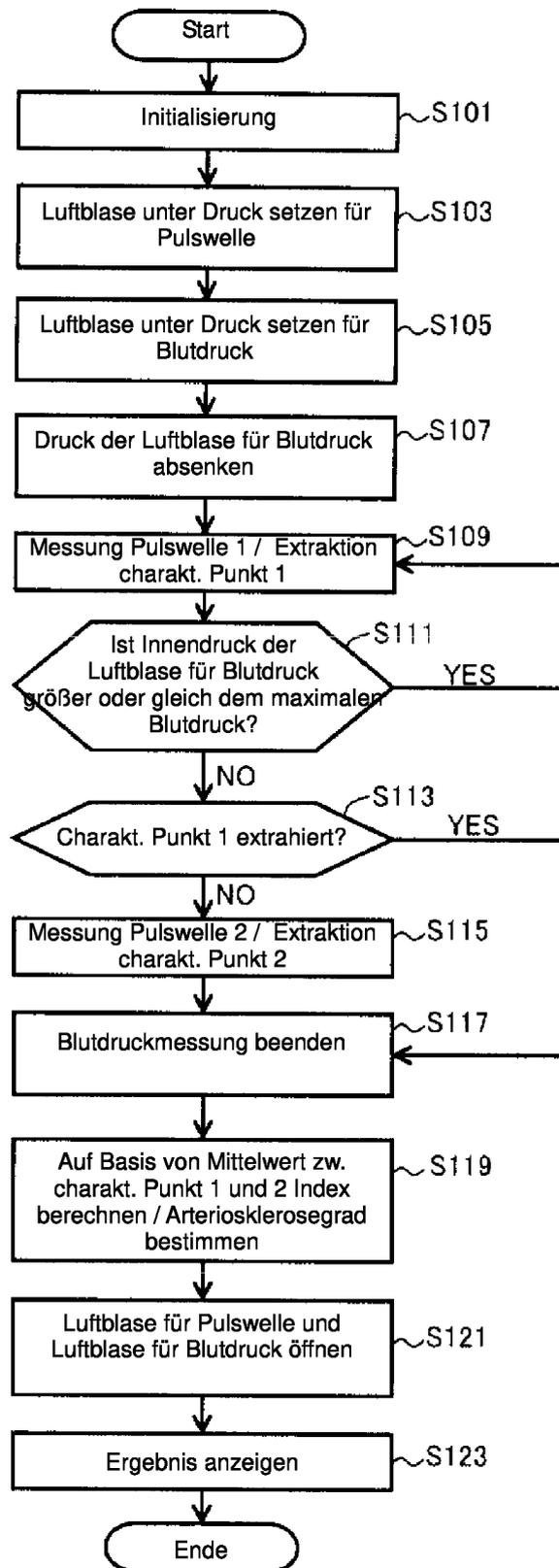


Fig. 14

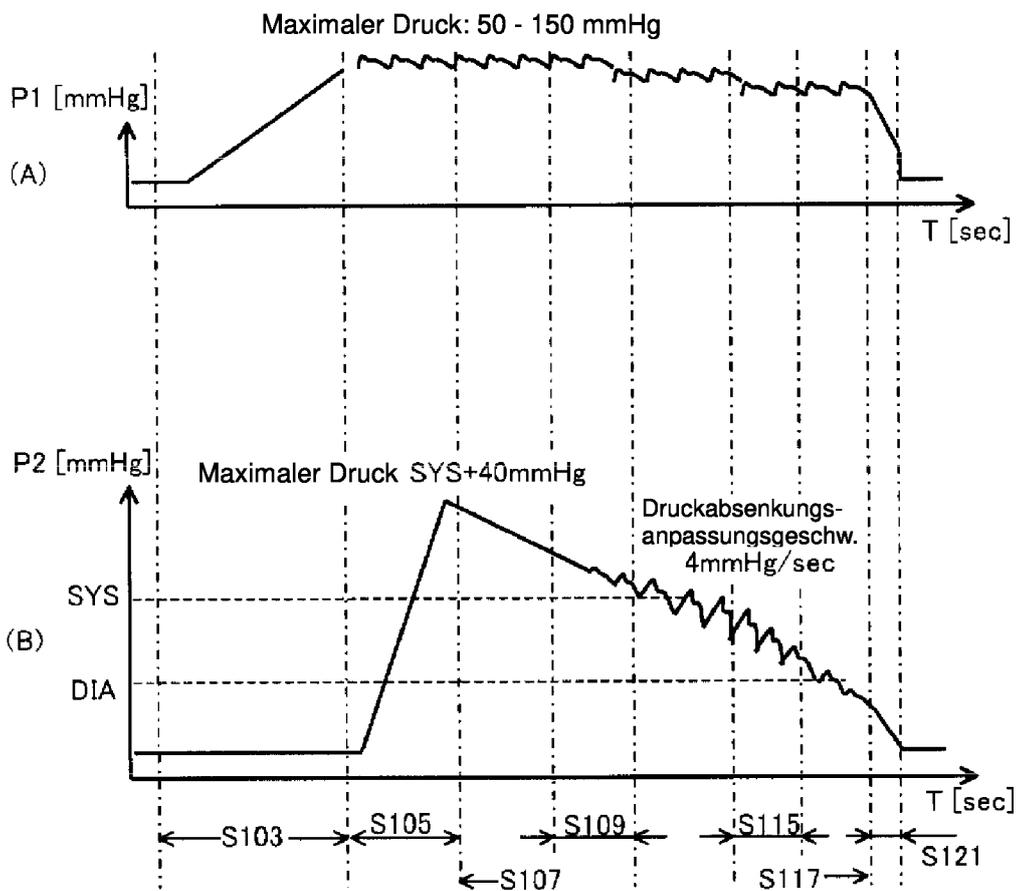


Fig. 15

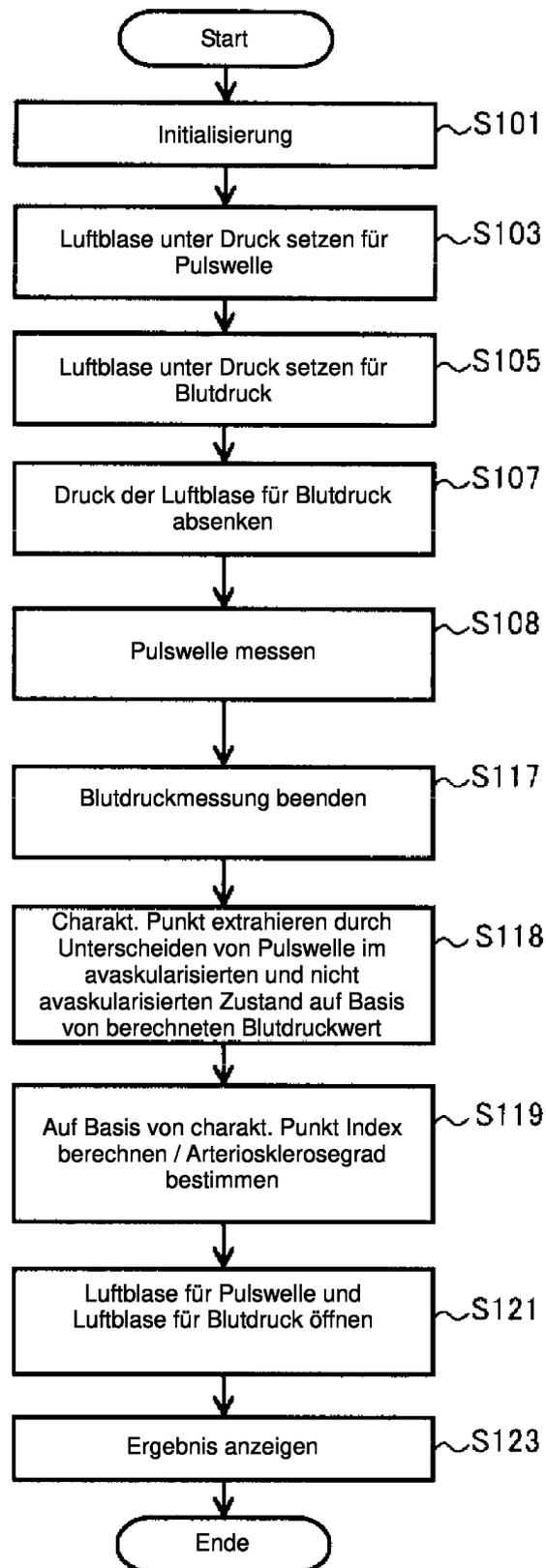


Fig. 16

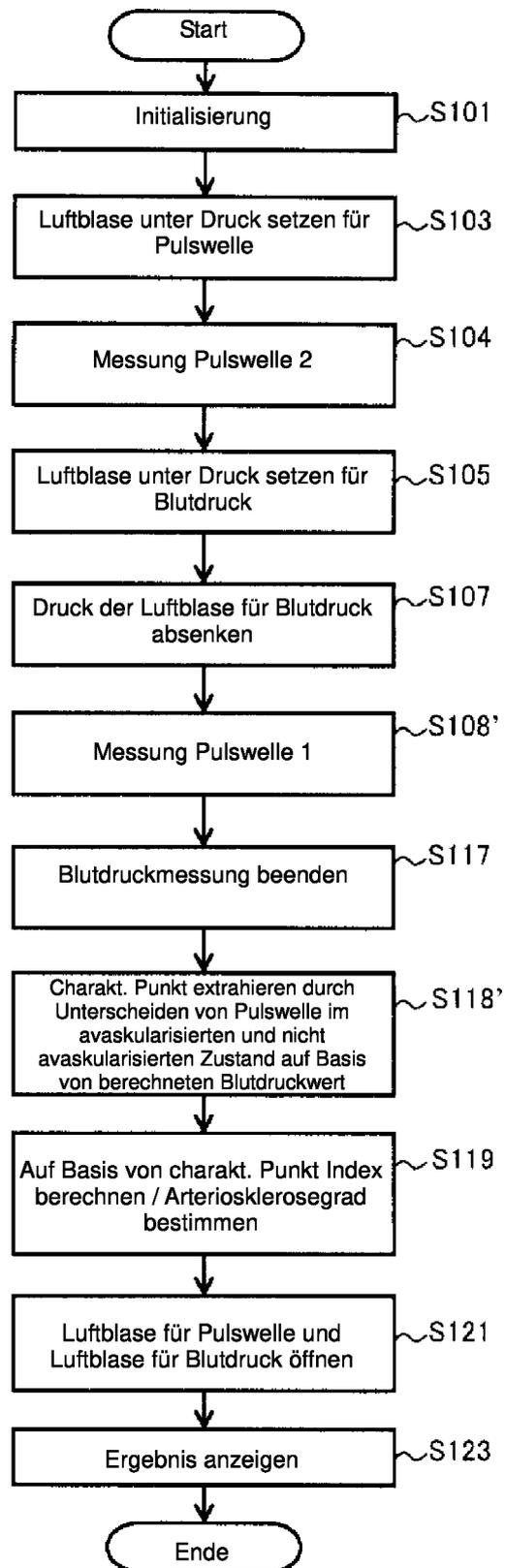


Fig. 17

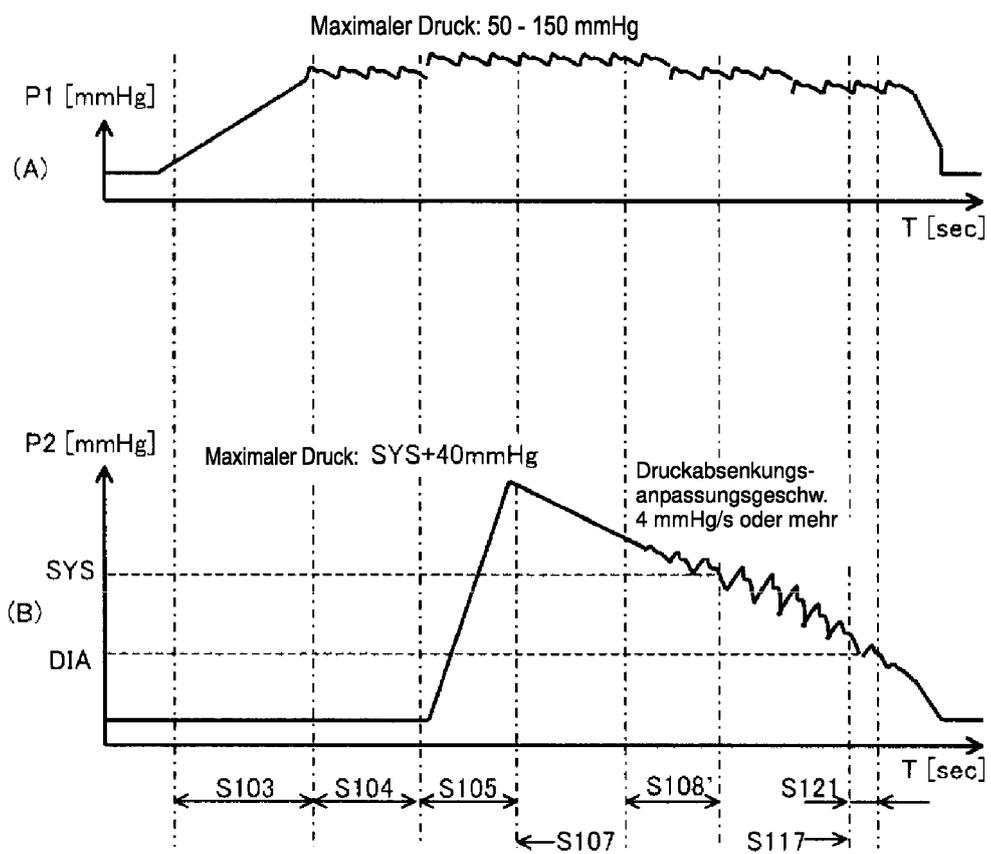


Fig. 18

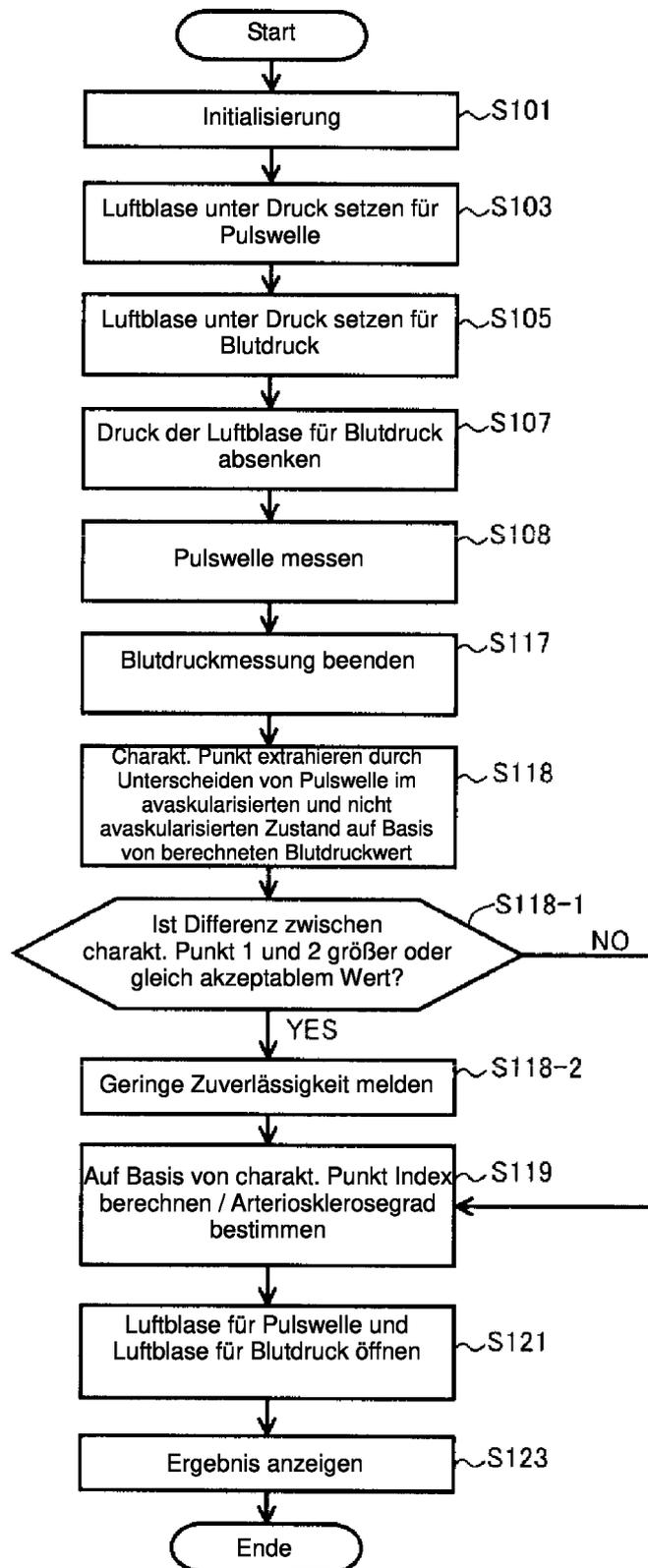


Fig. 19A

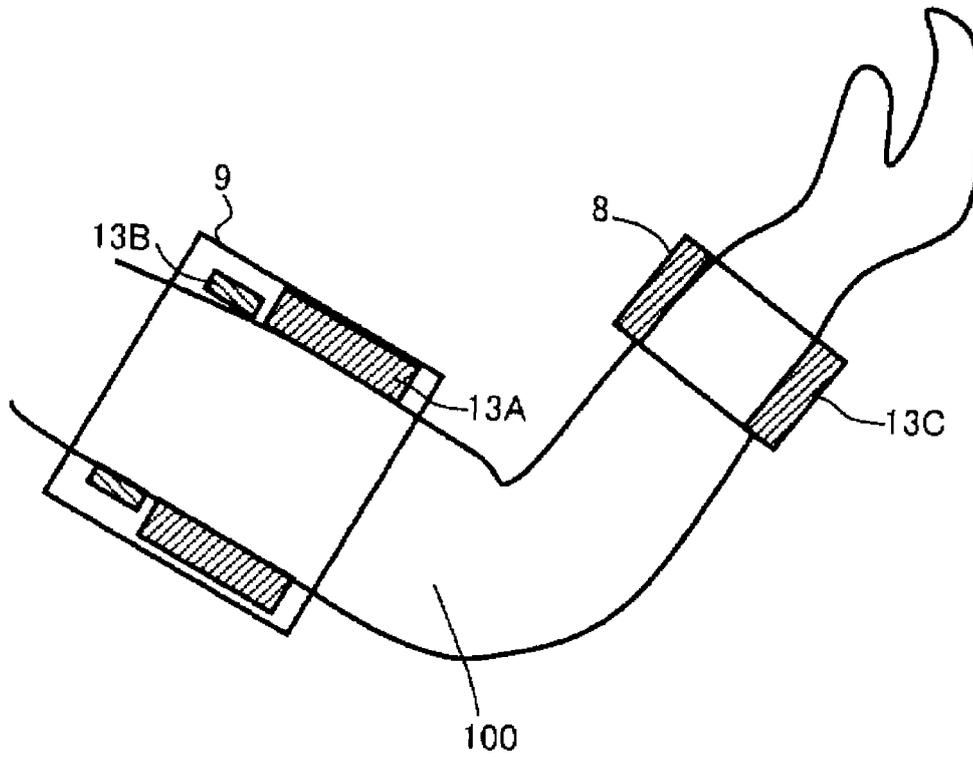
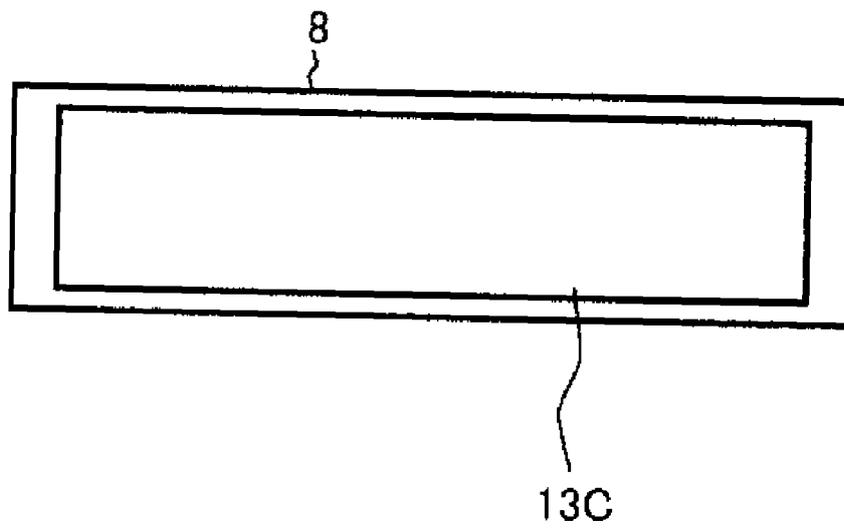


Fig. 19B



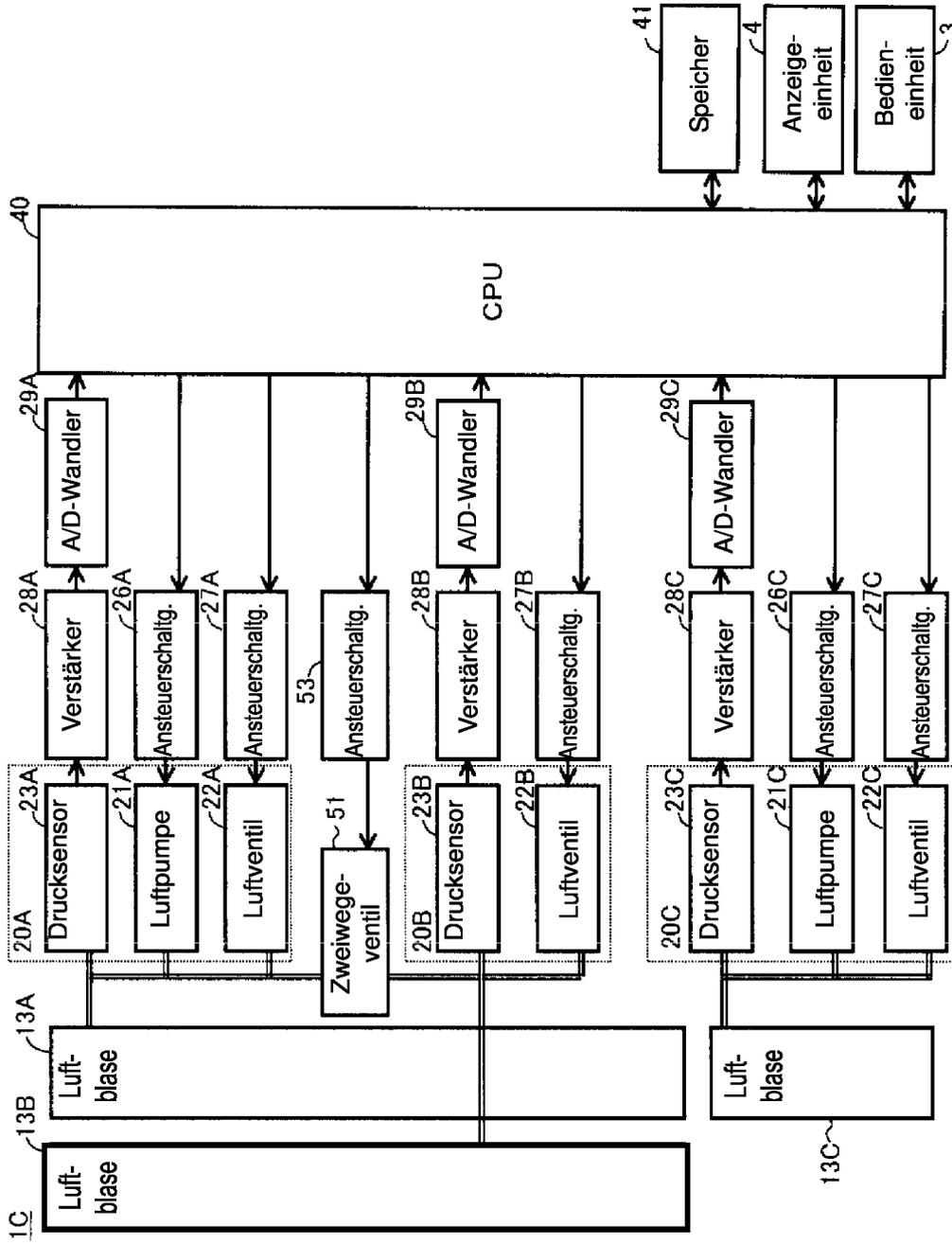


Fig. 20

Fig. 21

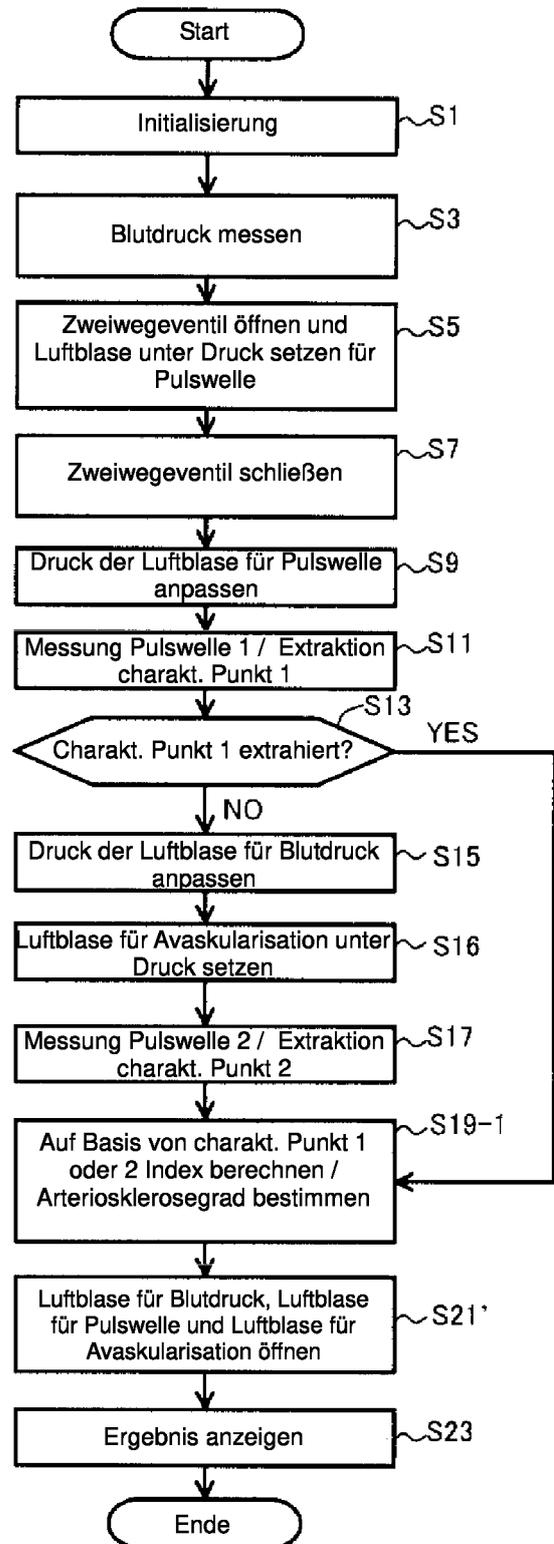


Fig. 22

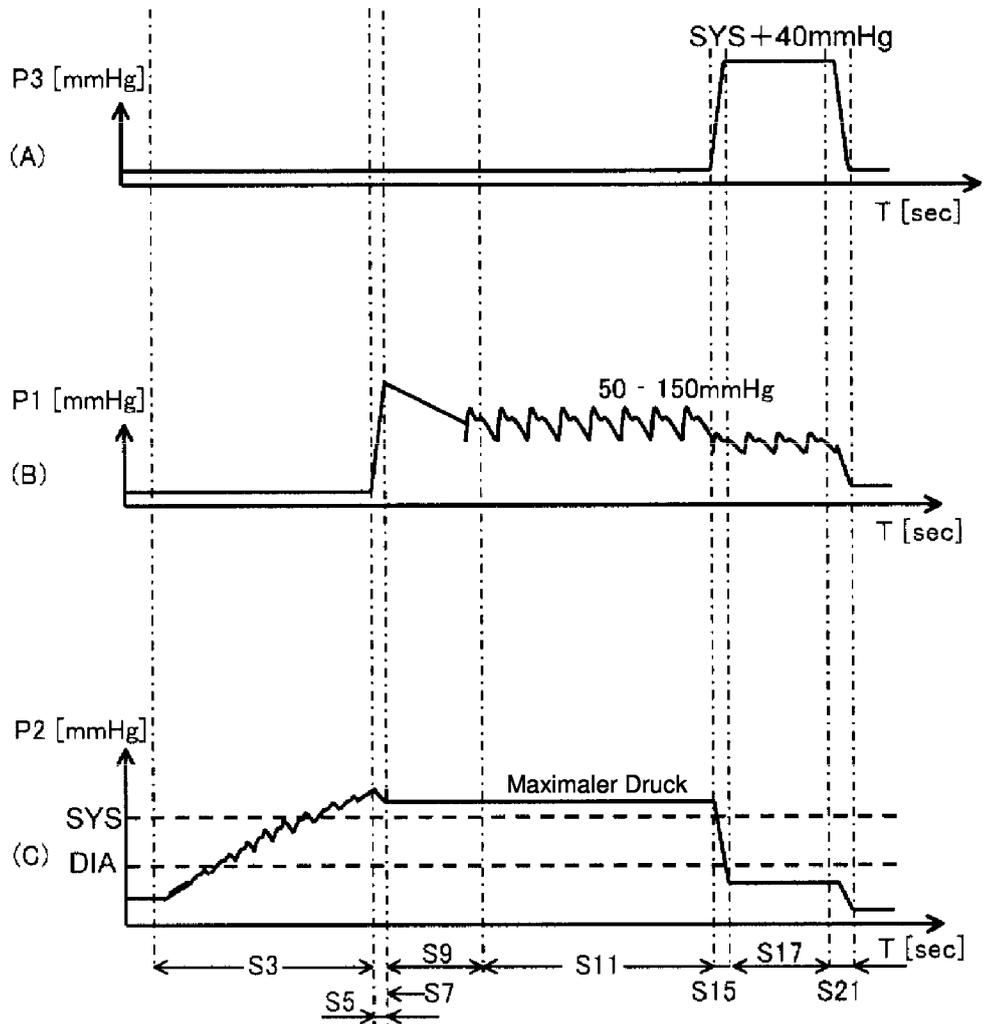


Fig. 23

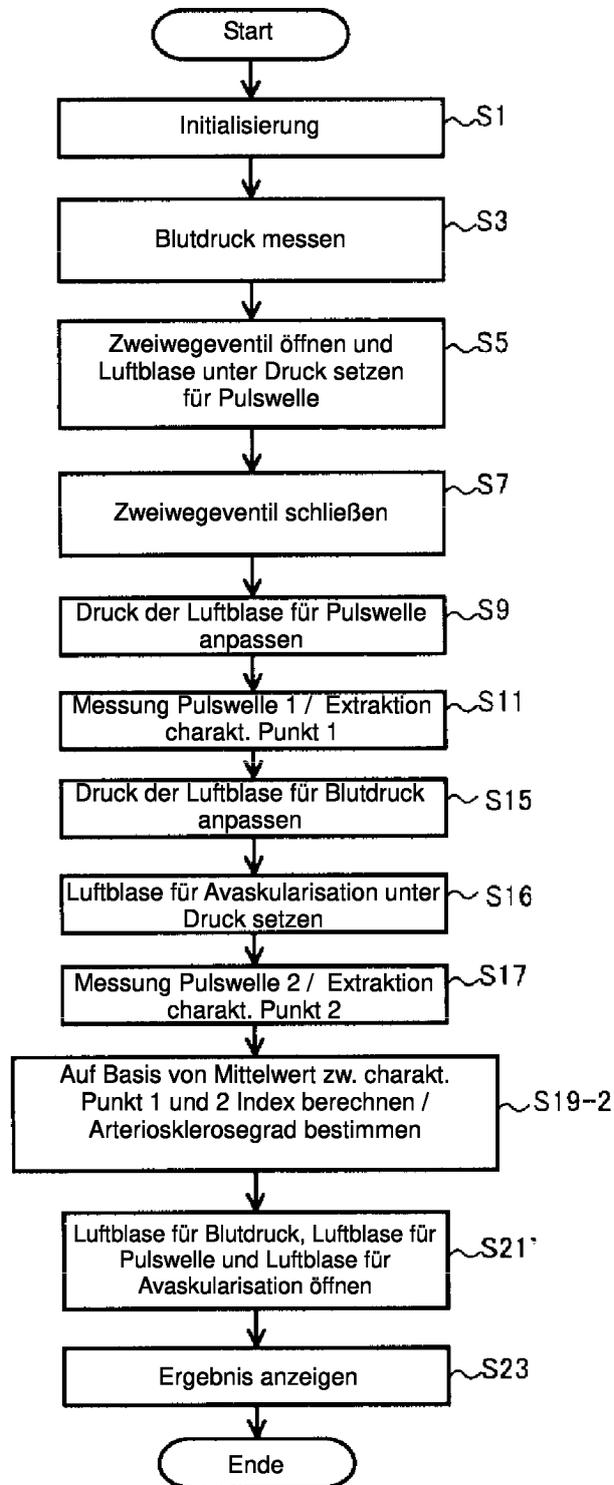


Fig. 24

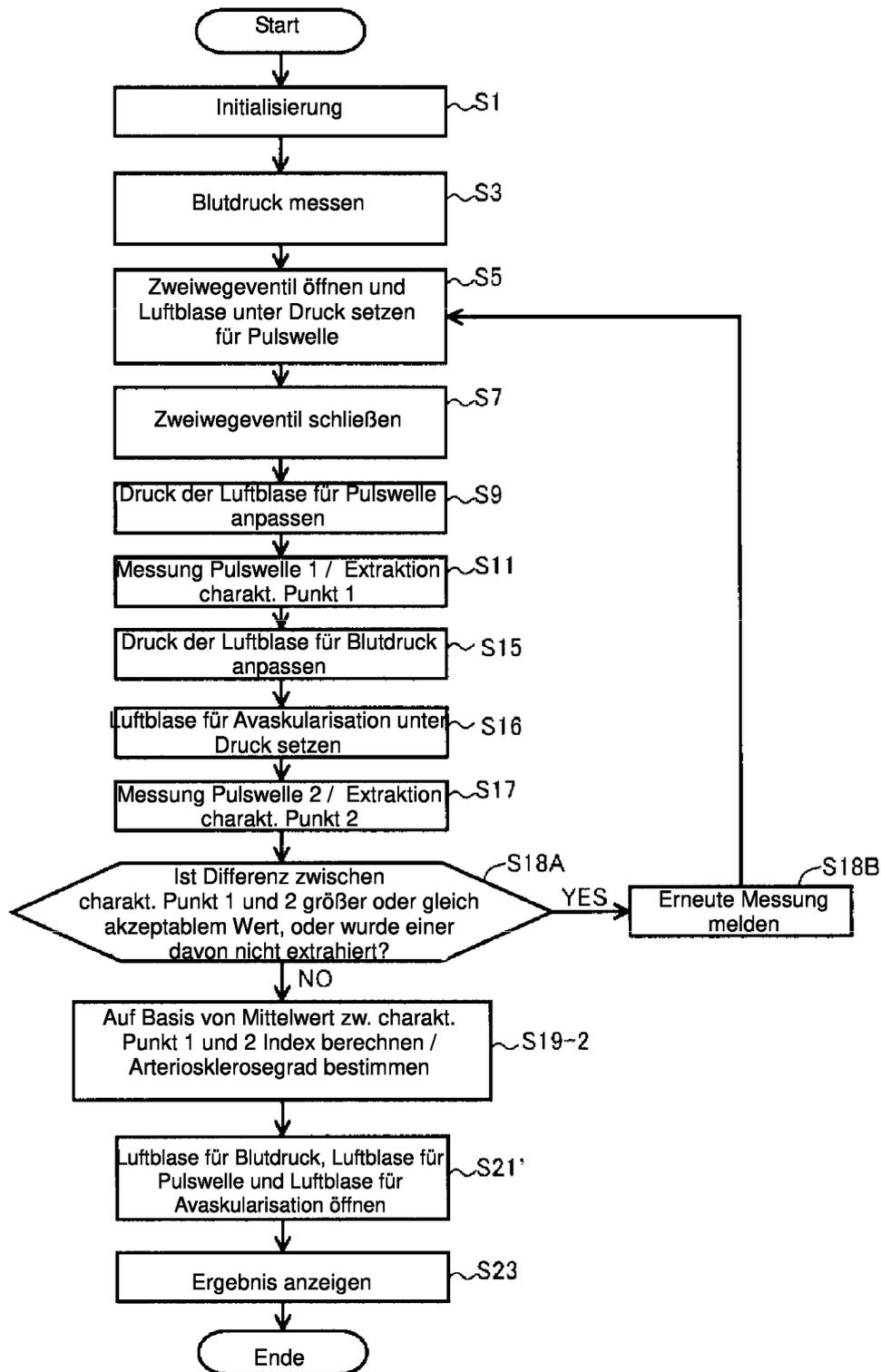


Fig. 25

