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

(10) **DE 697 25 196 T2** 2004.07.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 787 463 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 25 196.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 300 543.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **29.01.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.08.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **01.10.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **A61B 5/022**

(30) Unionspriorität:
**1400796 30.01.1996 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:
**Citizen Watch Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:
**Okamoto, Makoto, Tanashi-shi, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:
**LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München**

(54) Bezeichnung: **Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus**

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

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

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Sphygmomanometer, insbesondere auf ein elektrisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus, das eine Arterie durch Druckaufbau in einer Manschette zusammendrückt, während dem Druckabbau in der aufgepumpten Manschette eine Pulswellenamplitude detektiert und anhand der Pulswellenamplitude den Blutdruck bestimmt.

[0002] Herkömmliche Sphygmomanometer, die Korotkoff-Töne als biologische Töne heranziehen, sind kompliziert strukturiert. Da Korotkoff-Töne sehr schwach sind, können diese nicht exakt detektiert werden, wenn das Mikrofon in Bezug auf die Blutgefäße nicht exakt positioniert worden ist. Zudem sind die Korotkoff-Töne, wenn sie bei einem Patienten nur schwach ausgebildet sind, nicht problemlos detektierbar. Beim Detektieren des Blutdrucks mit herkömmlichen Sphygmomanometern sind immer wieder Schwierigkeiten aufgetreten.

[0003] Deswegen sind in jüngster Zeit sogenannte elektronische Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus mit Manschette entwickelt worden. Bei diesen elektronischen Sphygmomanometern vom oszillometrischen Typus kann der Blutdruck detektiert werden, indem die Pulswellenamplitude; die in der Manschette erzeugt und während dem Druckabbau in der aufgepumpten Manschette wieder abgebaut wird, detektiert wird, die Pulswellenamplitude in elektronische Signale umgewandelt wird und die spezifische Pulswellenamplitude aus den elektronischen Signalen herausgefiltert wird, um den Blutdruck zu ermitteln.

[0004] Bei der Verwendung dieser elektronischen Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus wird die Manschette um den Oberarm des Patienten gewickelt. Nun wird der Druck in der Manschette erhöht, um den Oberarm zusammenzudrücken, so dass sich die Arterien verschließen, und der Druck wird in Form von Signalen während dem Druckabbau in der aufgepumpten Manschette detektiert. Komponenten der Pulswelle, die im Signal des detektierten Druckes beinhaltet sind, werden durch Verwendung eines Mittels zur Detektion einer Pulswellenamplitude detektiert. Die Information über die Bestandteile der Pulswelle wird in eine Reihe von Pulswellenamplituden umgewandelt. Der Blutdruck wird auf Basis des Maximalwerts der Amplitudenreihe sowie des Manschettendrucks ermittelt. Im Speziellen wird der Manschettendruck, der der maximalen Pulswellenamplitude entspricht, als mittlerer Blutdruck bestimmt. Der Manschettendruck, der einem Äquivalent der Pulswellenamplitude des Hochdruckbereichs von 50% der maximalen Pulswellenamplitude entspricht, wird als maximaler Blutdruck angenommen. Der Manschettendruck, der einem Äquivalent der Pulswellenamplitude des Niederdruckbereichs von 70% der maximalen Pulswellenamplitude entspricht, wird als minimaler Blutdruck angenommen.

[0005] Wenn der Manschettendruck, nachdem der Oberarm des Patienten mit der Manschette des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus zum Zusammendrücken der Arterie abgebunden wurde und der Manschettendruck auf allgemein übliche Art und Weise auf 150 bis 200 mmHg erhöht wurde, durch ein Manschettendruck-Steuerungsmittel allmählich reduziert wird, kann bei einer in der Manschette erzeugten und abgebauten Pulswelle folgendes Schwankungsmuster in Bezug auf die Änderung des bereitzustellenden Pulsdruckes und Manschettendruckes beobachtet werden. Die Pulswellenamplitude vergrößert sich plötzlich auf beinahe den maximalen Blutdruckwert des Patienten, und die Abfallrate der Pulswellenamplitude verringert sich plötzlich auf beinahe den minimalen Blutdruckwert. **Fig.** 6 ist eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem Manschettendruck, der an die Manschette angelegt wird, und dem Blutdruck.

[0006] In **Fig.** 6 stellen SYS, DIA und MEAN auf der Ordinatenachse die Werte des maximalen Blutdrucks, des minimalen Blutdrucks bzw. des mittleren Blutdrucks dar. Wie obenstehend erwähnt wurde, werden die Manschettendruckwerte, wenn der auf 150 bis 200 mmHg erhöhte Manschettendruck mit einer Geschwindigkeit von 3 mmHg/s – was der normalen Pumpgeschwindigkeit entspricht – abgebaut wird, in Intervallen von 3 mmHg aufgezeichnet, wenn die Anzahl der Pulsschläge des Patienten bei 60 BPM (Schläge pro Minute) liegt.

[0007] In **Fig.** 6 wird z. B. unter Druckabbau A ein Fall dargestellt, bei dem die Abbaugeschwindigkeit 2 mmHg/s beträgt, und unter Druckabbau B ein Fall, bei dem die Abbaugeschwindigkeit 5 mmHg beträgt. Beim Druckabbau A in **Fig.** 6 ist der Manschettendruck zum Detektieren jeder Pulswellenamplitude mit A1, A2, ..., A12 bezeichnet. Ähnlich ist beim Druckabbau B der Manschettendruck zum Detektieren jeder Pulswellenamplitude mit B1, B2, ..., B12 gekennzeichnet. Die Anzahl an Pulsschlägen beim Druckabbau B ist im Vergleich zum Druckabbau A um die Hälfte reduziert.

[0008] Die **Fig.** 7 und 8 sind graphische Darstellungen der Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck (Manschettendruck) bei Druckabbau A bzw. B. **Fig.** 9 zeigt eine Graphik, die durch Überlappen der **Fig.** 7 und 8 erzeugt wurde.

[0009] Wie in **Fig.** 7 ersichtlich, wird beim Druckabbaubeispiel A, bei dem die Abbaugeschwindigkeit 2 mmHg/s beträgt, der Manschettendruck im selben Intervall von 2 mmHg detektiert. In **Fig.** 7 wird der Manschettendruck A6, der der maximalen Pulswellenamplitude Amax entspricht, als mittlerer Blutdruck, der Manschettendruck A3, der der Pulswellenamplitude AH der Hochdruckseite entspricht und 50% der maximalen Pulswellenamplitude Amax ausmacht, als maximaler Blutdruck und der Manschettendruck A8, der der Pulswellenamplitude AL der Niederdruckseite entspricht und 70% der maximalen Pulswellenamplitude Amax ausmacht, als minimaler Blutdruck ange-

nommen.

[0010] Beim Druckabbaubeispiel A, bei dem der Druckabbau mit einer niedrigen Geschwindigkeit erfolgt, kann der maximale und minimale Blutdruck mit vergleichsweise hoher Genauigkeit bestimmt werden. Da der Druckabbau jedoch langsam erfolgt, wird die Arterie des Patienten über einen langen Zeitraum zusammengedrückt, was beim Patienten zu Unbehagen führt.

[0011] Wenn die Abbaugeschwindigkeit wie beim in **Fig.** 8 gezeigten Druckabbaubeispiel B erhöht wird, um die Zeitdauer des Zusammendrückens der Arterie zu verringern, liegt der Manschettendruck B3, der der maximalen Pulswellenamplitude Bmax entspricht, zwischen den Manschettendruckwerten A5 und A6 im Druckabbaubeispiel A. Die maximale Pulswellenamplitude Bmax wird daher niedriger als die maximale Pulswellenamplitude Amax (ein Pulswellenamplitudenwert bei Manschettendruck A6).

[0012] Bei Sphygmomanometern vom oszillometrischen Typus, die dahingehend verbessert wurden, die Zeit des Zusammendrückens der Arterie durch Erhöhung der Abbaugeschwindigkeit zu verringern und somit den Patienten vom Unbehagen zu befreien, treten jedoch Probleme auf. Insbesondere ist die maximale Pulswellenamplitude Bmax niedriger als die maximale Pulswellenamplitude Amax des Druckabbaubeispiels A, wie in **Fig.** 8 und 9 ersichtlich. Der Manschettendruck B2, der der Pulswellenamplitude BH entspricht, die die Pulswellenamplitude der Hochddruckseite äquivalent zu 50% der maximalen Pulswellenamplitude Bmax anfänglich übersteigt, wird vorübergehend als maximaler Blutdruck angenommen (der maximale Blutdruck A3 bei Druckabbau A liegt zwischen den Manschettendruckwerten B1 und B2 beim Druckabbau B). Ebenso wird der Manschettendruck B5, der der Pulswellenamplitude BL entspricht, die anfänglich niedriger ist als die Pulswellenamplitude der Niederdruckseite äquivalent zu 70% der maximalen Pulswellenamplitude Bmax, vorübergehend als minimaler Blutdruck angenommen (der minimale Blutdruck A8 bei Druckabbau A liegt zwischen den Manschettendruckwerten B4 und B5 beim Druckabbau B). Beim Druckabbaubeispiel B, bei dem die Blutdruckmessung beim Patienten durch Erhöhung der Abbaugeschwindigkeit so bald wie möglich abgeschlossen werden soll, besteht daher der Nachteil, dass die Messgenauigkeit im Vergleich zum Druckabbaubeispiel A extrem gering ist, was zu falschen Messergebnissen führt. Ebenso führen, wenn der Druckabbau eines Manschettendruck-Steuerungsmittels auf die beim Druckabbau B gezeigte Geschwindigkeit erhöht wird, Unterschiede im Armumfang eines Patienten sowie in der Temperatur häufig zu falschen Messergebnissen.

[0013] Die vorliegende Erfindung ist im Hinblick auf dieses Problem entwickelt worden, und hat vorzugsweise zum Ziel, ein elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus bereitzustellen, das eine wahre maximale Pulswellenamplitude berechnen kann, die einem wahren mittleren Blutdruck entspricht, während gleichzeitig der Druckabbau beschleunigt wird, um den Patienten so schnell wie möglich von dem durch das Zusammendrücken der Arterie verursachten Unbehagen zu befreien. Es ist auch vorzugsweise ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus bereitzustellen, das maximale und minimale Druckwerte ermitteln kann, indem die dem maximalen oder minimalen Druck entsprechende Pulswellenamplitude auf Basis der wahren maximalen Pulswellenamplitude berechnet wird.

[0014] Das elektronische Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus der vorliegenden Erfindung ist in Anspruch 1 definiert, wobei die Merkmale des Oberbegriffs aus der US-A-5170795 bekannt sind. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den nachfolgenden Ansprüchen 2 bis 5 beschrieben.

[0015] Wie oben erläutert wurde, stellt die vorliegende Erfindung die Ansprüche der Personen (Patienten) zufrieden, die das durch das Zusammendrücken der Arterie verursachte Unbehagen minimieren wollen. Die vorliegende Erfindung stellt zudemein elektronisches Sphygmomanometer mit hoher Genauigkeit bereit.

[0016] Insbesondere ermittelt die vorliegende Erfindung die maximalen und minimalen Blutdruckwerte genau, wenn die detektierte Anzahl an Pulswellen aufgrund des beschleunigten Druckabbaus reduziert ist. Der Blutdruck kann entsprechend der Veränderung bei Druckabbau und Anzahl der Pulswellen exakt gemessen werden. Die vorliegende Erfindung stellt daher ein hoch zuverlässiges elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus bereit.

[0017] **Fig.** 1 ist ein Blockdiagramm, das einen Hauptteil einer Ausführungsform des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus zeigt;

[0018] **Fig.** 2 ist ein Blockdiagramm eines Mittels zum Bestimmen des Blutdrucks gemäß **Fig.** 1;

[0019] **Fig.** 3 ist ein Blockdiagramm, das eine Gesamtansicht der Ausführungsform des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus darstellt;

[0020] **Fig.** 4 ist eine graphische Darstellung, die die Beziehung zwischen einer Pulswellenamplitude und dem Druck in der Ausführungsform veranschaulicht;

[0021] **Fig.** 5 ist eine vergrößerte graphische Darstellung der Hochddruckseite aus **Fig.** 4;

[0022] **Fig.** 6 ist eine graphische Darstellung, die die Beziehung zwischen Manschettendruck und Blutdruck veranschaulicht, um den Unterschied zwischen dem Stand der Technik und der vorliegenden Erfindung zu erläutern;

[0023] **Fig.** 7 ist eine graphische Darstellung, die die Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck beim Druckabbaubeispiel A aus **Fig.** 6 veranschaulicht;

[0024] **Fig.** 8 ist eine graphische Darstellung, die die

Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck beim Druckabbaubeispiel B aus **Fig.** 6 veranschaulicht;

[0025] **Fig.** 9 ist eine graphische Darstellung, die die Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck durch Überlappung der **Fig.** 7 und 8 veranschaulicht.

[0026] In den Figuren werden folgende Symbole verwendet, um die verschiedenen Teile zu kennzeichnen:

Bezugszeichenliste

| | |
|---|---|
| **1** | Manschette |
| **2** | Mittel zum Steuern des Manschettendrucks |
| **3** | Mittel zum Detektieren des Manschettendrucks |
| **4** | Mittel zum Detektieren der Pulswellenamplitude |
| **5** | Mittel zum Berechnen der Abweichungskurve |
| **6** | Mittel zum Bestimmen der maximalen Pulswelle |
| **7** | Mittel zum Bestimmen des Blutdrucks |
| **7a** | Mittel zum Bestimmen des ersten Standardwerts |
| **7b** | Mittel zum Berechnen der Regressionsgerade |
| **7c** | Mittel zum Bestimmen des zweiten Standardwerts |
| **7d** | Mittel zum Bestimmen der Blutdrucks |
| **8** | Druckaufbau-Druckabbauabschnitt |
| **9** | Drucküberwachungsabschnitt |
| **10** | Mikrocomputer |
| **11** | Bedienungsschalter |
| **12** | Flüssigkristallanzeige |
| **13** | Summer |

C: Abweichungs- bzw. Variationskurve
D: Regressionsgerade
Cmax: wahre maximale Pulswellenamplitude
Bmax: gemessene maximale Pulswellenamplitude
SYS: maximaler Blutdruck
DIA: minimaler Blutdruck

[0027] Die vorliegende Erfindung wird anhand einer Ausführungsform des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die Abbildungen erklärt werden.

[0028] Bezugnehmend auf **Fig.** 1 wird ein Hauptteil der Ausführungsform des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0029] Eine Manschette **1** wird zum Zusammendrücken der Arterie einer Person verwendet. Ein Steuerungsmittel **2** zum Steuern des Manschettendrucks ist mit der Manschette **1** verbunden und wird zum Druckaufbau und Druckabbau in der Manschette **1** auf einen festgelegten Druck herangezogen. Ein Mittel **3** zum Detektieren des Manschettendrucks ist mit der Manschette **1** und dem Steuerungsmittel **2** verbunden und wird zum Detektieren des Drucks in der Manschette **1** eingesetzt. Ein Mittel **4** zum Detektieren der Pulswellenamplitude wird verwendet, um einen Pulswellenamplitudenausstoß während dem Druckabbau in der Manschette **1** mit dem Mittel **3** zum Detektieren des Manschettendrucks zu detektieren. Ein Mittel **5** zum Berechnen einer Abweichungskurve wird zur Berechnung einer Abweichungskurve für die Pulswellenamplitude auf Basis der maximalen Pulswellenamplitude, die durch das Mittel **4** zum Detektieren der Pulswellenamplitude gemessen und detektiert wurde, sowie der Pulswellenamplituden vor und nach der maximalen Pulswellenamplitude verwendet. Ein Mittel **6** zum Bestimmen der maximalen Pulswelle wird dafür eingesetzt, eine Pulswellenamplitude, die dem durch das Mittel **5** zum Berechnen einer Abweichungskurve berechneten Maximalwert auf der Abweichungskurve entspricht, als wahre maximale Pulswellenamplitude zu ermitteln.

[0030] Ein Mittel **7** zum Bestimmen des Blutdrucks, wie in **Fig.** 2 dargestellt, besteht aus einem Mittel **7a** zum Bestimmen eines ersten Standardwerts auf Basis der maximalen durch das Mittel **4** zum Detektieren einer Pulswellenamplitude gemessenen Pulswellenamplitude, einem Mittel **7b** zum Berechnen einer Regressionsgeraden, die das Ansteigen und Abfallen der Pulswelle auf Basis der Abweichungen in der Pulswellenamplitude, die vor und nach der auf Basis des ersten Standardwerts detektierten Pulswellenamplituden detektiert worden sind, anzeigt, ein Mittel **7c** zum Bestimmen eines zweiten Standardwerts auf Basis der wahren maximalen Pulswellenamplitude, die durch das Mittel **6** zum Bestimmen der maximalen Pulswelle ermittelt worden ist, und ein Mittel **7d** zum Bestimmen der maximalen und minimalen Druckwerte auf Basis von Pulswellenamplituden auf der Regressionsgeraden, die dem zweiten Standardwert entspricht. Der durch das Mittel **7d** zum Berechnen des Blutdrucks ermittelte Blutdruck wird auf einer untenstehend beschriebenen Flüssigkristallanzeige **12** angezeigt.

[0031] In der vorliegenden Ausführungsform sind die Funktionen des Mittels **4** zum Berechnen der Pulswellenamplitude, des Mittels **5** zum Berechnen der Abweichungskurve, des Mittels **6** zum Bestimmen der maximalen Pulswelle und des Mittels 7 zum Bestimmen des Blutdrucks in einem Programm enthalten, das in einem untenstehend veranschaulichten Mikrocomputer gespeichert ist.

[0032] Bezugnehmend auf **Fig.** 3 werden die Wirkungsweise und die Funktionen der Ausführungsform des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus erläutert.

[0033] Bei der eigentlichen Verwendung werden sämtliche Segmente der Flüssigkristallanzeige **12** angezeigt, indem eine Stromversorgung eingeschaltet wird, die bis zum Beginn der Blutdruckmessung inaktiv ist, das Läuten eines Summers **13** und eine Zelle **14** werden kontrolliert, der Druck der Manschette **1** wird gemessen und ein Messsystem überprüft. Zudem wird der Druck, der von einem Druckeinstell-

system bereitgestellt wird, eingestellt.

[0034] Als nächstes wird der Oberarm eines Patienten mit der Manschette **1** abgebunden. Nachdem der Netzschalter eines unten dargestellten Bedienungsschalters **11** betätigt worden ist, wird der Betrieb einer Luftzufuhranlage gestartet, indem ein Messschalter betätigt wird, um den Druckaufbau in der Manschette **1** auszulösen indem Luft mittels einer Pumpe **8a**, die in einem Druckaufbau-Druckabbauabschnitt angeordnet ist, in die Manschette **1** eingeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird, nachdem der Druckaufbau in der Manschette **1** auf z. B. 150 bis 200 mmHg durch Betätigen eines Druckeinstellschalters erfolgt ist, der Druck in der Manschette **1** allmählich mit einer relativ hohen Geschwindigkeit, z. B. 5 mmHg/s, über ein automatisches Ablassventil **8c** abgebaut. Ein elektromagnetisches Ventil **8b** gibt die Abluft aus der Manschette **1** ab, um die Manschette wieder auf Umgebungsdruck zu bringen.

[0035] Als nächstes werden durch einen Drucksensor gemessene Drucksignale mittels einer Analog-Digital-Umwandlungsschaltung eines Drucküberwachungsabschnitts **9**, der im Mittel **3** zum Detektieren des Manschettendrucks enthalten ist, in Frequenzen umgewandelt. Die umgewandelten Frequenzen werden in einen Mikrocomputer **10** eingespeist, der den Betrieb des gesamten Systems des elektronischen Sphygmomanometers vom oszillometrischen Typus steuert und auch den maximalen Blutdruck SYS und den minimalen Blutdruck DIA aus den durch den Drucküberwachungsabschnitt **9** detektierten Drucksignalen anhand eines Programms berechnet, das auf einem oszillometrischen Verfahren beruht.

[0036] Das oszillometrische Verfahren verwendet hier eine Pulswellenamplitude, die im Manschettendruck durch das Pulsieren des Herzens erzeugt wird, wenn der Druck in Manschette **1** allmählich abgebaut wird. Diese Pulswellenamplitude ist erhöht, wenn der Manschettendruck nahe dem maximalen Blutdruck ist, nimmt ihr Maximum beim mittleren Blutdruck an und wird in der Nähe des minimalen Blutdrucks in etwa konstant. Beim oszillometrischen Verfahren werden daher analoge Signale, die vom Drucküberwachungsabschnitt **9** ausgegeben werden, in digitale Signale umgewandelt, und der maximale und minimale Blutdruck werden nach dem Herausfiltern einer spezifischen Pulswellenamplitude ermittelt. Nachdem die Blutdruckmessung auf diese Weise abgeschlossen ist, werden die Ergebnisse auf der Flüssigkristallanzeige **12** angezeigt und der Patient wird durch den Summer **13** über die Beendigung der Blutdruckmessung unterrichtet. Die Zelle **14** beinhaltet eine Vielzahl (z. B. **4**) Trockenbatterien der Größe AA.

[0037] Der Betätigungsschalter **11** besteht aus einem Stromversorgungsschalter zum Ein- und Ausschalten des elektronischen Sphygmomanometersystems, einem Messschalter zur Inbetriebnahme der Luftzuführanlage, die die Manschette **1** aufpumpt, einem Speicherschalter zum Aufrufen der letzten Ergebnisse des gemessenen maximalen und minimalen Blutdrucks, sowie einem Druckeinstellschalter zum Einstellen des Drucks, der von der Luftzuführanlage bereitgestellt wird.

[0038] **Fig.** 4 ist eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck in der vorliegenden Erfindung, wenn der Druck mit einer Geschwindigkeit von 5 mmHg/s entsprechend dem in **Fig.** 6 dargestellten Druckabbau B verringert wird. Beim elektronischen Sphygmomanometer dieser Ausführungsform, wie in **Fig.** 4 dargestellt, wird die Beziehung zwischen Pulswellenamplitude und Druck durch das Mittel 5 zum Berechnen der Abweichungskurve mittels der Methode der kleinsten Quadrate berechnet und als Abweichungskurve graphisch dargestellt, und der maximale Wert Cmax auf der Abweichungskurve C wird als die wahre maximale Pulswellenamplitude angenommen. Der Manschettendruck PM, der der wahren maximalen Pulswellenamplitude Cmax entspricht, ist der mittlere Blutdruck.

[0039] **Fig.** 5 ist eine vergrößerte graphische Darstellung des Druckbereichs der über dem Manschettendruck PM, dargestellt in **Fig.** 4, liegt. Ein Verfahren zum Berechnen des maximalen Blutdrucks SYS wird mit Verweis auf **Fig.** 5 erklärt.

[0040] Zuerst wird der Manschettendruck B1, der der Pulswellenamplitude entspricht, die anfänglich über 50% der maximalen Pulswellenamplitude Bmax, berechnet durch das Mittel **7a** auf Basis der gemessenen maximalen Pulswellenamplitude Bmax, liegt, als vorübergehender maximaler Blutdruck angenommen. Die Regressionsgerade D, die den Manschettendruck gegenüber der Pulswellenamplitude graphisch darstellt und einen Anstieg der Pulswelle andeutet, wird durch das Mittel **7b** auf Basis der Manschettendruckwerte B0 und B2 berechnet, die den Pulswellenamplituden vor und nach dem Manschettendruck B1 entsprechen. Als nächstes wird der Manschettendruck PH, der der Pulswellenamplitude DH auf der Regressionsgeraden D entspricht und 50% der maximalen Pulswellenamplitude Cmax ausmacht, die durch das Mittel **7c** auf Basis der wahren maximalen Pulswellenamplitude ermittelt wurde, durch das Mittel **7d** zum Berechnen des Blutdrucks als maximaler Blutdruck SYS angenommen.

[0041] Der minimale Blutdruck DIA wird auf dieselbe Art und Weise bestimmt. Im Speziellen wird, obwohl zwar kein Referenzdiagramm vorliegt, eine Regressionskurve, die den Manschettendruck gegenüber der Pulswellenamplitude graphisch darstellt und einen Abfall der Pulswellenamplitude anzeigt, berechnet. Als nächstes wird, auf Basis der wahren maximalen Pulswellenamplitude Cmax, der Manschettendruck, der der Pulswellenamplitude auf der Regressionskurve D entspricht, die 70% der maximalen Pulswellenamplitude Cmax ausmacht, durch das Mittel **7d** zum Berechnen des Blutdrucks als minimaler Blutdruck DIA ermittelt.

[0042] Beim elektronischen Sphygmomanometer

vom oszillometrischen Typus der vorliegenden Erfindung ist eine Luftzuführanlage zum Zuführen von Luft an den Arm bereitgestellt, wird in der Manschette ein höherer Druck als der geschätzte maximale Blutdruck aufgebaut, eine variable Kurve auf Basis der maximalen Pulswellenamplitude, die während dem allmählichen Druckabbau in der Manschette in einer bestimmten Geschwindigkeit durch eine automatische Ablassvorrichtung gemessen worden ist, berechnet, und die Pulswellenamplituden, die vor und nach der maximalen Pulswellenamplitude detektiert worden sind, sowie eine Pulswellenamplitude, die dem Maximum der variablen Kurve entspricht, als wahre maximale Pulswellenamplitude berechnet. Zusätzlich wird durch das Mittel **7** zum Bestimmen des Blutdrucks auf Basis der gemessenen maximalen Pulswellenamplitude ein erster Standardwert ermittelt, eine Regressionsgerade, die den Anstieg oder Abfall der Pulswelle anzeigt, aus der Pulswellenamplitude berechnet, die auf Basis des ersten Standardwerts und den vor und nach der Pulswellenamplitude detektierten Pulswellenamplituden detektiert worden ist, und auf Basis der wahren maximalen Pulswellenamplitude werden der maximale und der minimale Blutdruck aus der Pulswellenamplitude auf der Regressionsgeraden, die einem zweiten Standardwert entspricht, berechnet, um die Ergebnisse auf der Flüssigkristallanzeige **12** darzustellen.

[0043] Das elektronische Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus der vorliegenden Erfindung ist insbesondere nicht auf die obige Ausführungsform beschränkt und kann zahlreiche unterschiedliche Ausführungsformen beinhaltet. Zum Beispiel können das Mittel **4** zum Detektieren der Pulswellenamplitude, das Mittel **5** zum Berechnen der variablen Kurve, das Mittel **6** zum Bestimmen der maximalen Pulswellen und das Mittel **7** zum Bestimmen des Blutdrucks Vorrichtungen sein, die durch eine elektronische Schaltung anstatt durch die Verwendung von Programmen ausgebildet werden. Zudem kann der Manschettendruck zum Bestimmen des maximalen und des minimalen Blutdrucks Pulswellenamplituden auf der Regressionsgeraden entsprechen, die einen anderen Wert als 50% oder 70 der maximalen Pulswellenamplitude Cmax ausmachen.

## Patentansprüche

1. Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus umfassend:
eine Manschette zum Zusammendrücken der Arterie einer Person;
ein Steuerungsmittel zum Steuern des Druckaufbaus oder Druckabbaus in der Manschette;
ein Mittel zum Detektieren des Drucks in der Manschette; und
ein Mittel zum Detektieren der Pulswellenamplitude im Zuge des Steuerns des Manschettendrucks durch das Steuerungsmittel;
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Sphygmomanometer Folgendes umfasst:
ein Mittel, um eine Abweichungskurve aus einer maximalen Pulswellenamplitude, die durch das Mittel zum Detektieren der Pulswellenamplitude gemessen wurde, und Pulswellenamplituden, die vor und nach dem gemessenen Maximalpuls detektiert wurden, zu berechnen;
ein Mittel, um als wahre maximale Pulswellenamplitude die einem Maximalwert auf der Abweichungskurve entsprechende Pulswellenamplitude zu bestimmen; und
ein Mittel, um anhand der wahren maximalen Pulswellenamplitude zumindest den maximalen oder minimalen Blutdruck zu bestimmen.

2. Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus nach Anspruch 1, worin das Mittel zum Bestimmen zumindest des maximalen oder minimalen Blutdrucks Folgendes umfasst:
ein Mittel zum Bestimmen eines ersten Standardwerts als eine Pulswellenamplitude eines vorbestimmten Anteils der gemessenen maximalen Pulswellenamplitude;
ein Mittel zum Spezifizieren einer gemessenen Pulswellenamplitude in einem Anstiegstrend der Pulswelle basierend auf dem ersten Standardwert, und zum Berechnen einer Regressionsgerade, die den Anstieg der Pulswelle anzeigt, die aus vor und nach der spezifizierten gemessenen Pulswellenamplitude detektierten Pulswellenamplituden und Manschettendruckwerten ermittelt wird;
ein Mittel zum Bestimmen eines zweiten Standardwerts als eine Pulwellenamplitude eines vorbestimmten Anteils der wahren maximalen Pulswellenamplitude; und
ein Mittel zum Berechnen des maximalen Blutdrucks aus der Pulswellenamplitude auf der ansteigenden Regressionsgeraden, die dem zweiten Standardwert entspricht.

3. Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus nach Anspruch 1, worin das Mittel zum Bestimmen zumindest des maximalen oder minimalen Blutdrucks Folgendes umfasst:
ein Mittel zum Bestimmen eines ersten Standardwerts als eine Pulswellenamplitude eines vorbestimmten Anteils der gemessenen maximalen Pulswellenamplitude;
ein Mittel zum Spezifizieren einer gemessenen Pulswellenamplitude in einem Abstiegstrend der Pulswelle auf Basis des ersten Standardwerts, und zum Berechnen einer Regressionsgerade, die den Abfall der Pulswelle anzeigt, die aus vor und nach der spezifizierten gemessenen Pulswellenamplitude detektierten Pulswellenamplituden und Manschettendruckwerten ermittelt wird;
ein Mittel zum Bestimmen eines zweiten Standardwerts als eine Pulswellenamplitude eines vorbestimmten Anteils der wahren maximalen Pulswellenamplitude; und

ein Mittel zum Berechnen des minimalen Blutdrucks aus der Pulswellenamplitude auf der abfallenden Regressionsgeraden, die dem zweiten Standardwert entspricht.

4. Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus nach Anspruch 2, worin der zweite Standardwert eine Pulswellenamplitude ist, die 50% der wahren maximalen Pulswellenamplitude entspricht, und das Mittel zum Berechnen des maximalen Blutdrucks als maximalen Blutdruck den Manschettendruck auf der Regressionsgeraden annimmt, der einer dem zweiten Standardwert entsprechenden Pulswellenamplitude entspricht.

5. Elektronisches Sphygmomanometer vom oszillometrischen Typus nach Anspruch 3, worin der zweite Standardwert eine Pulswellenamplitude ist, die 70% der wahren maximalen Pulswellenamplitude beträgt, und das Mittel zum Berechnen des minimalen Blutdrucks als minimalen Blutdruck den Manschettendruck auf der Regressionsgeraden annimmt, der einer dem zweiten Standardwert entsprechenden Pulswellenamplitude entspricht.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

FIG. 1

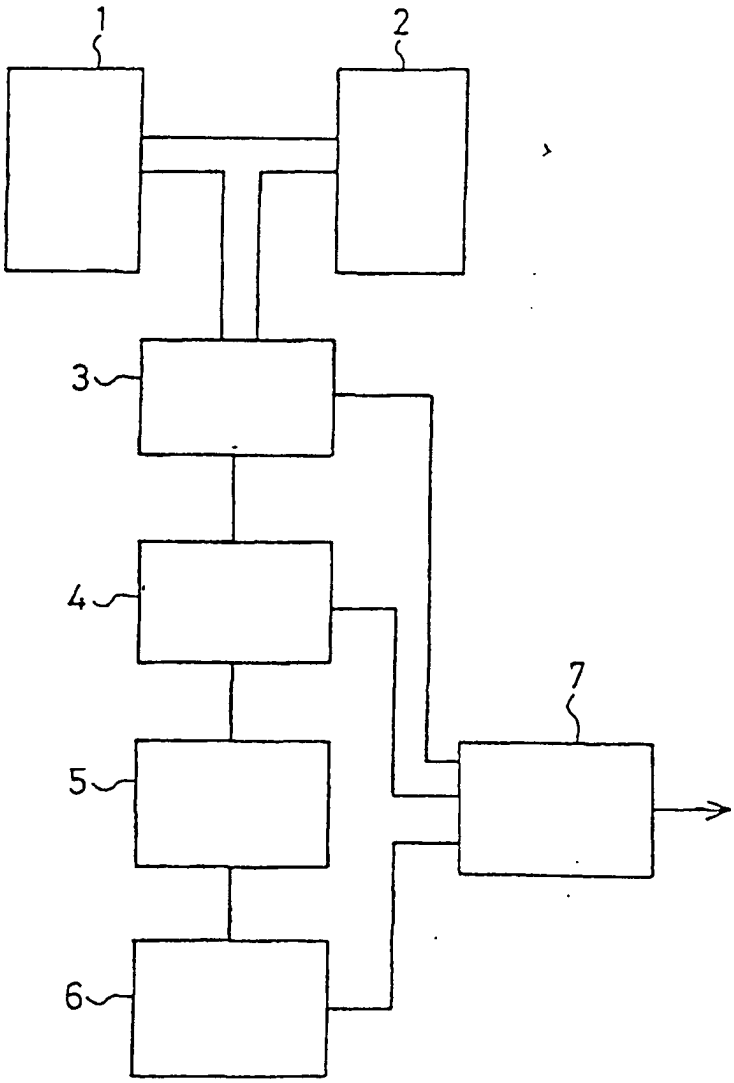


FIG. 2

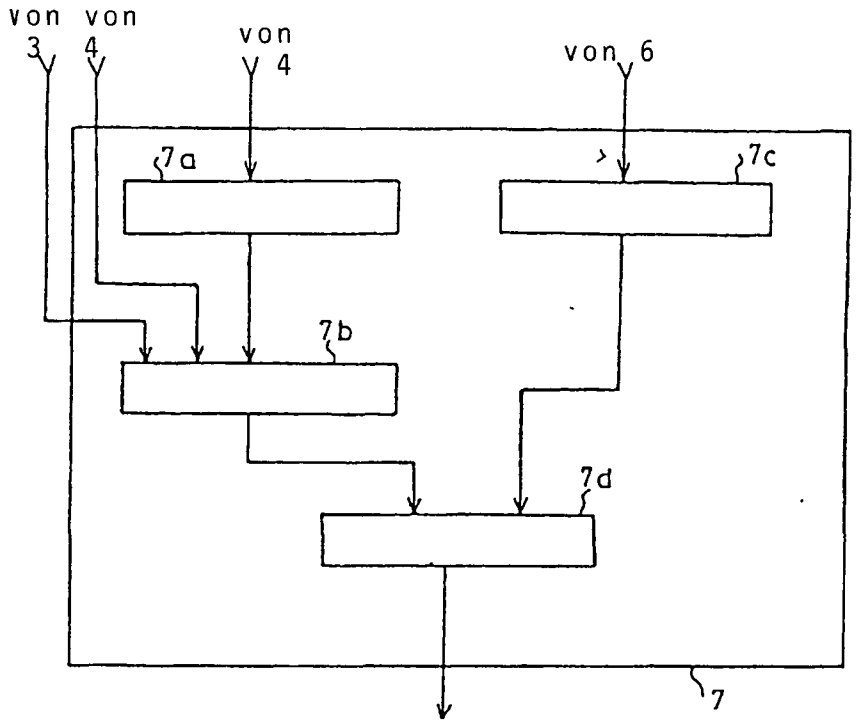


FIG. 3

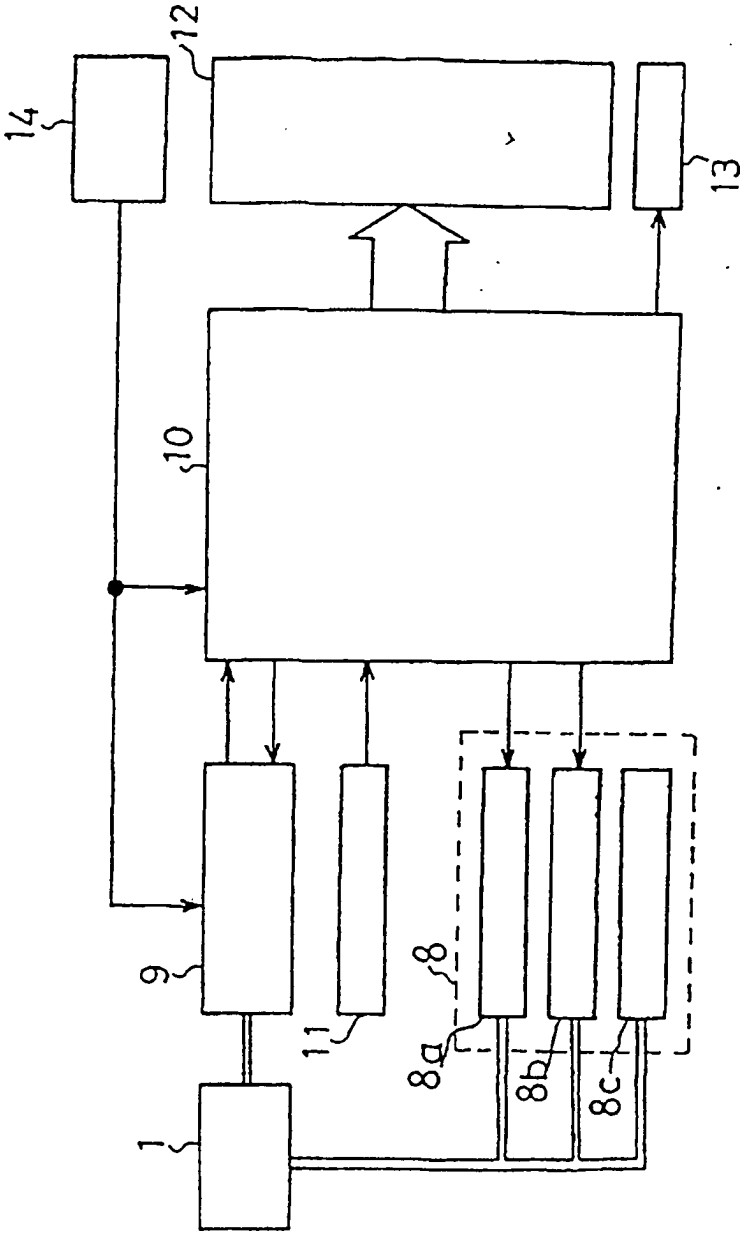


FIG. 4

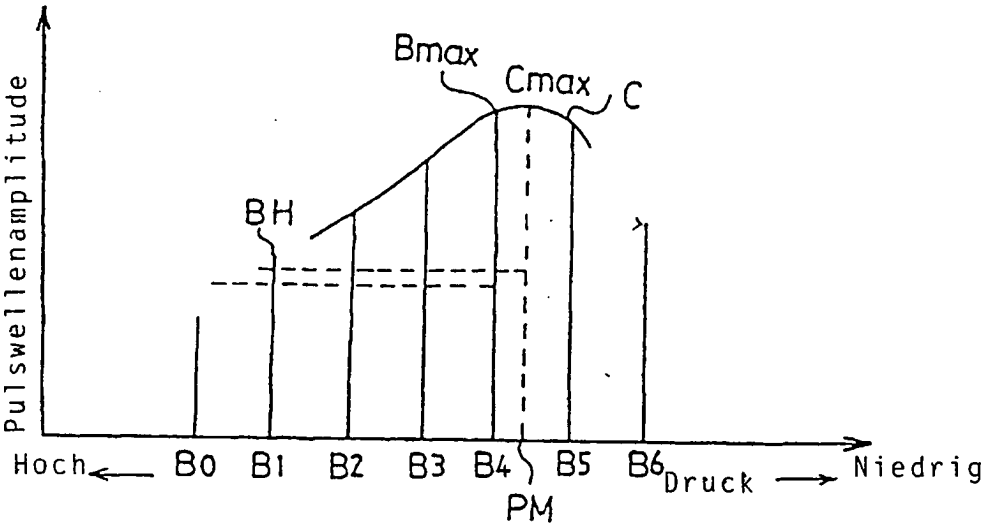

Pulswellenamplitude
Bmax
Cmax
C
BH
Hoch
B0
B1
B2
B3
B4
B5
B6
Druck
Niedrig
PM

FIG. 5

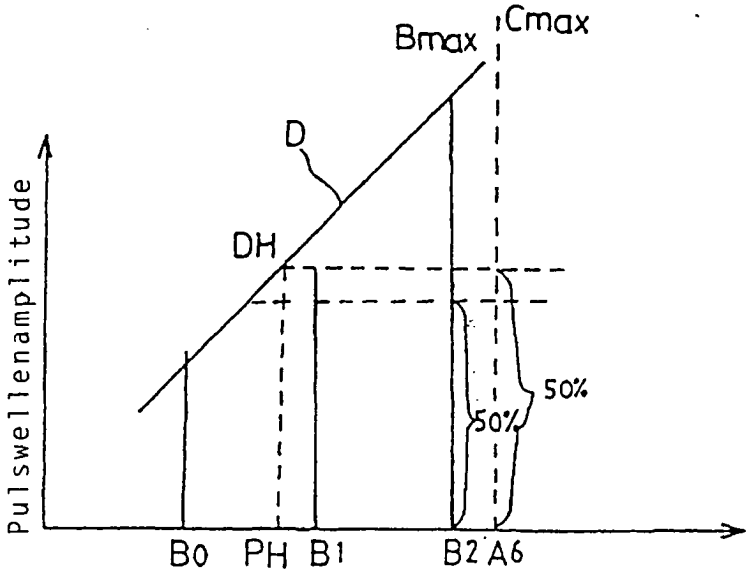

Pulswellenamplitude
Bmax
Cmax
D
DH
50%
50%
B0
PH
B1
B2
A6

FIG. 6

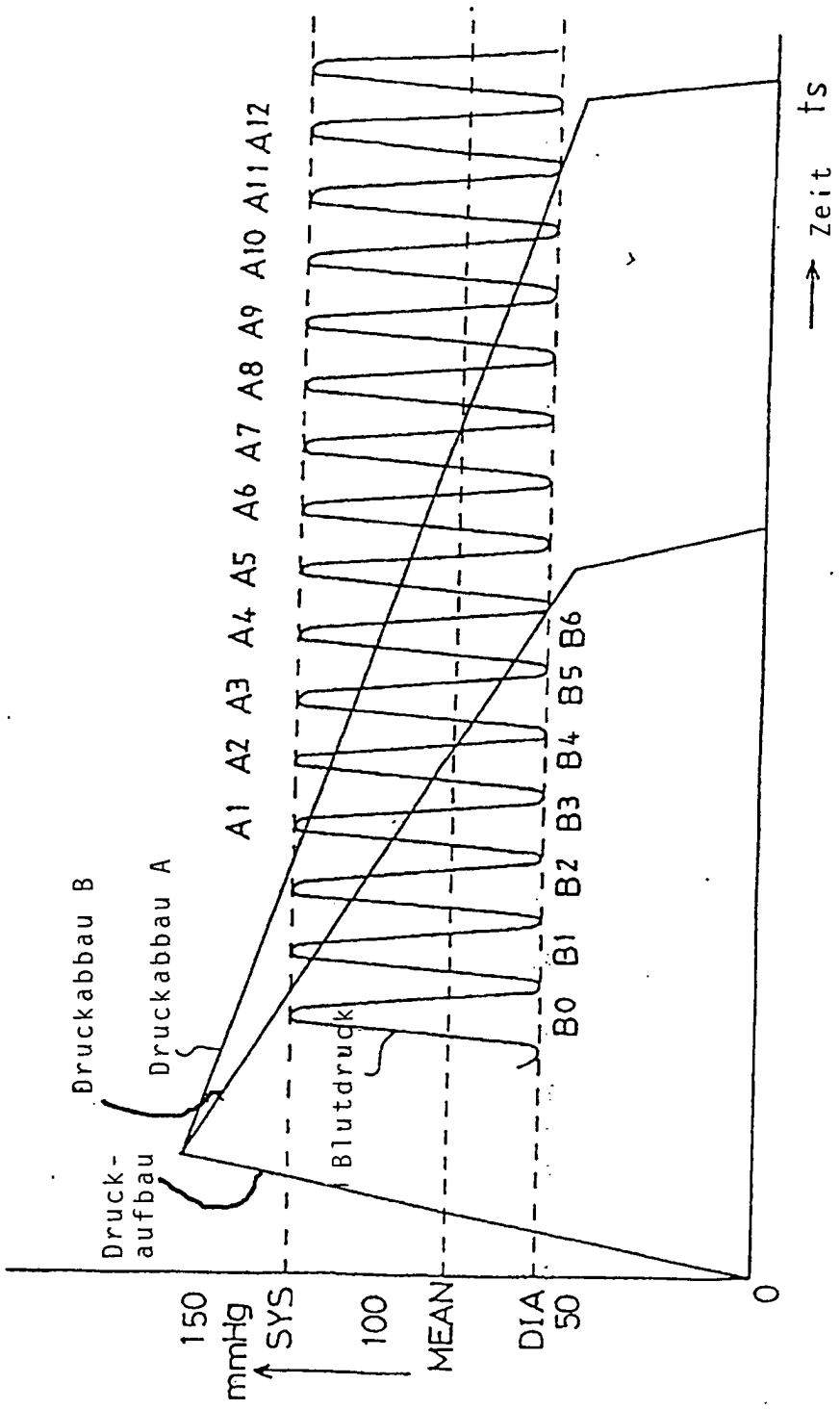

Druckabbau B
Druckabbau A
Druck-
aufbau
Blutdruck
A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12
B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6
150
mmHg
SYS
100
MEAN
DIA
50
0
Zeit ts

FIG. 7

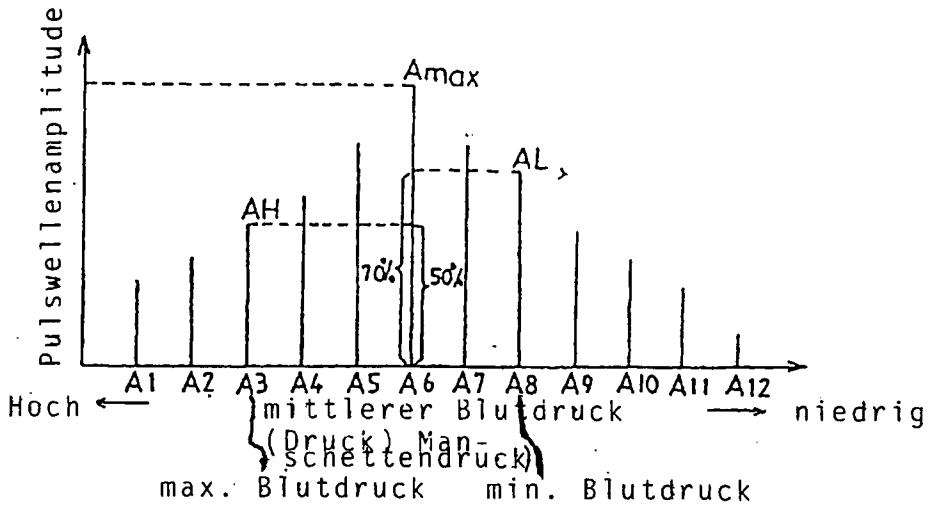

Pulswellenamplitude
Amax
AL
AH
70%
50%
A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12
Hoch
mittlerer Blutdruck
(Druck) Man-
schettendruck)
niedrig
max. Blutdruck
min. Blutdruck

FIG. 8

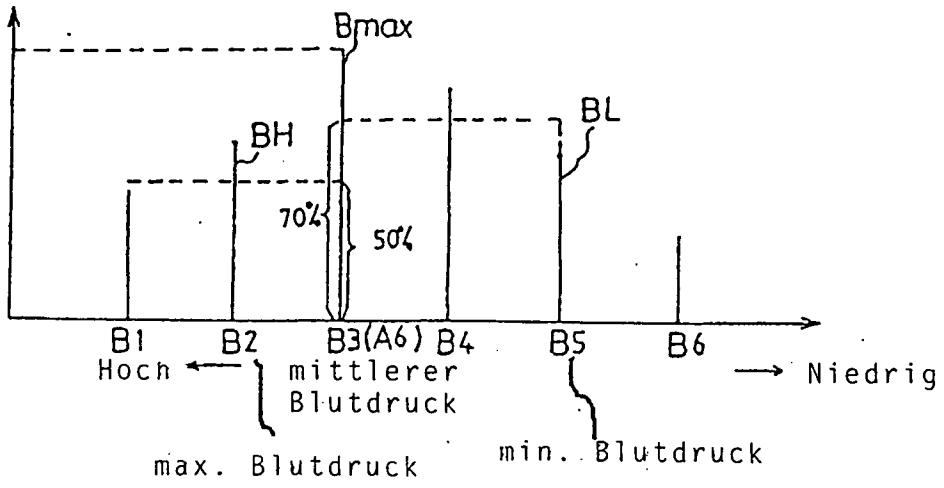
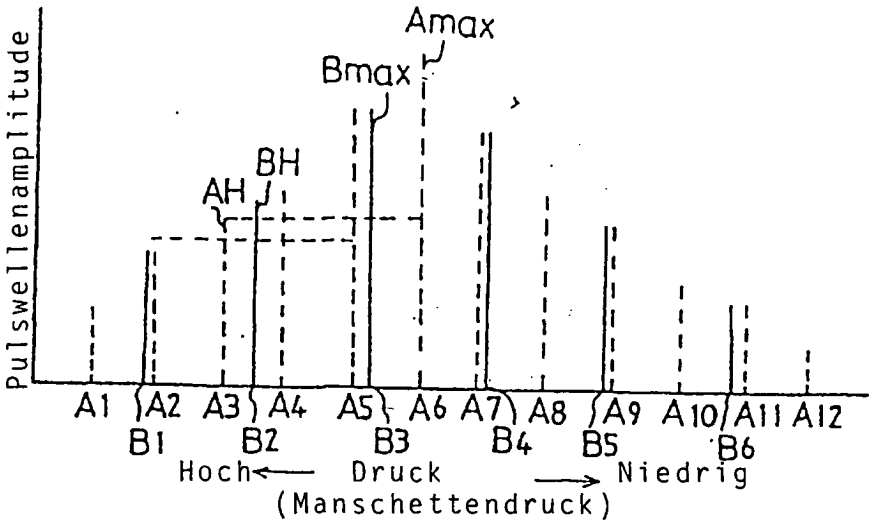

Bmax
BL
BH
70%
50%
B1 B2 B3(A6) B4 B5 B6
Hoch
mittlerer
Blutdruck
Niedrig
max. Blutdruck
min. Blutdruck

FIG. 9


Pulswellenamplitude
Amax
Bmax
BH
AH
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
B1
B2
B3
B4
B5
B6
Hoch
Druck
Niedrig
(Manschettendruck)