



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: A 61 B
G 04 G

5/02
1/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) PATENTSCHRIFT A5

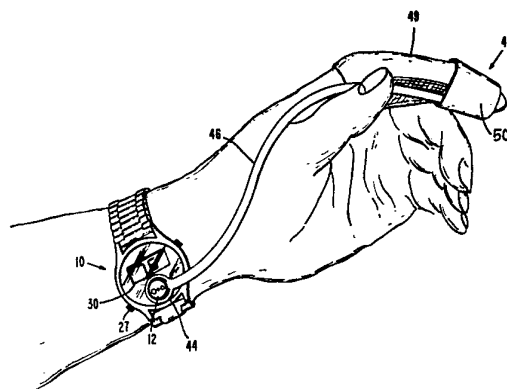
623 477

(21) Gesuchsnummer:	3853/80	(73) Inhaber:	Hughes Aircraft Company, Culver City/CA (US)
(22) Anmeldungsdatum:	16.05.1980		
(30) Priorität(en):	16.05.1979 US 039531	(72) Erfinder:	Manfred W. Reissmueller, Orange/CA (US) Rudolf F. Zurcher, Newport Beach/CA (US)
(24) Patent erteilt:	15.06.1981		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	15.06.1981	(74) Vertreter:	Patentanwaltsbureau Isler & Schmid, Zürich

(54) Infrarot-Plethysmograph.

(57) Auf der Frontfläche einer Digitaluhr (10) ist ein lokaler, eine Sender-Photodiode und eine Empfänger-Photodiode enthaltender Pulsfühler (12) angeordnet. Die Dioden sind über bewegliche Kontaktfinger mit einer im Uhrgehäuse untergebrachten elektronischen Schaltungsanordnung verbunden, welche aus den abgetasteten Pulsschlägen die Pulsfrequenz ermittelt und auf einer Anzeigeeinrichtung (30) der Uhr (10) sichtbar macht. Eine seitliche Schlitzöffnung des lokalen Pulsfühlers (12) erlaubt das Einsetzen eines Kabelsteckers. Dadurch wird ein am anderen Ende des Kabels (46) angebrachter Puls-Fernfühler (40) unter gleichzeitiger Abschaltung des lokalen Pulsfühlers (12) mit der Schaltungsanordnung verbunden. Eine Schlaufe (44) des Kabelsteckers hält diesen am lokalen Pulsfühler (12) fest. Eine Manschette (50) am entfernten Ende des Kabels (46) legt den Puls-Fernfühler (40) an einen Finger des Benützers an.

Durch diese Anordnung kann der Benützer seinen Pulsschlag mit freien Händen, also bei irgend einer Betätigung, überwachen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Infrarot-Plethysmograph mit Fernabtastung des Pulses, gekennzeichnet durch ein Einbaugehäuse (10), durch eine elektronische, im Einbaugehäuse (10) untergebrachte Schaltungsanordnung (Fig. 1) zur Berechnung und zur digitalen Anzeige der Pulsfrequenz eines Benützers, und durch einen lokalen, im Einbaugehäuse (10) untergebrachten Pulsfühler (12), der mit der Schaltungsanordnung abschaltbar verbunden ist und der mit einer Steckerbuchse (15, 32, 37) versehen ist, welche bei der Aufnahme eines ihr entsprechenden Steckers (42) gleichzeitig den lokalen Pulsfühler (12) von der Schaltungsanordnung trennt.

2. Plethysmograph nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einbaugehäuse (10) eine Uhr enthält.

3. Plethysmograph nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsfühler (12) einen Sender (13) und einen Empfänger 14 enthält.

4. Plethysmograph nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender einen Infrarotlicht emittierenden Halbleiter (13) enthält.

5. Plethysmograph nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger einen Infrarotlicht aufnehmenden Halbleiter (14) enthält.

6. Plethysmograph nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiter (13, 14) Photodioden enthalten.

7. Plethysmograph nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiter (13, 14) Phototransistoren enthalten.

8. Plethysmograph nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Puls-Fernfühler (48) und ein Puls-Fernfühlerkabel (46), mit dessen einem Ende der Puls-Fernfühler (48) verbunden ist und dessen anderes Ende mit einem Stecker (42) versehen ist, um über den lokalen Pulsfühler (12) eine Verbindung mit der elektronischen Schaltungsanordnung herzustellen und gleichzeitig den lokalen Pulsfühler (12) von der Schaltungsanordnung zu trennen.

9. Plethysmograph nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Steckerende des Puls-Fernfühlerkabels (46) mit Haltemitteln (44) versehen ist, um den Stecker (42) in Verbindung mit der Schaltungsanordnung zu halten.

10. Plethysmograph nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass am Fühlerende des Puls-Fernfühlerkabels (46) eine Manschette (50) zum Anlegen des Puls-Fernfühlers (48) an einen Finger des Benützers angebracht ist.

11. Plethysmograph nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen für Infrarotenergie undurchlässigen Fingerschuh (49), um den Puls-Fernfühler (48) von Infrarotenergie der Umgebung abzuschirmen.

12. Plethysmograph nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsfühler (12) ein auf dem Einbaugehäuse (10) befestigtes, eine Öffnung (15) aufweisendes Gehäuseteil (34) umfasst, in welchem ein Infrarotlicht aussendender Halbleiter (13) angeordnet ist, der dazu ausgebildet ist, ein Infrarotsignal nach der Aussenseite des Gehäuseteils (34) zum Benützer zu richten, und der abschaltbar mit Leiterbahnen verbunden ist, und in welchem Gehäuseteil (34) ein Infrarotlicht aufnehmender Halbleiter (14) angeordnet ist, der zur Aufnahme eines vom Benützer reflektierten Infrarotsignals ausgebildet und abschaltbar mit Leiterbahnen verbunden ist, dass ferner mit den Halbleitern (13, 14) mehrere Leiterbahnen (36a bis 36d) verbunden sind, und dass mehrere leitende Kontaktfinger (32) mit der elektronischen Schaltungsanordnung verbunden und gegen die genannten Leiterbahnen (36a bis 36d) schwenkbar derart angeordnet sind, dass sie die Halbleiter (13, 14) mit der Schaltungsanordnung verbinden, wobei die Kontaktfinger (32) gegenüber den Leiterbahnen (36a bis 36d) bewegbar sind, um die Halbleiter (13, 14) von der Schaltungsanordnung elektrisch zu trennen.

13. Plethysmograph nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in die Öffnung (15) des Gehäuseteils (34) ein Stecker (42) einsetzbar ist, um gleichzeitig die Halbleiter (13, 14) von der Schaltungsanordnung zu trennen und den Stecker (42) mit der Schaltungsanordnung in Eingriff zu bringen.

14. Plethysmograph nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Stecker (42) ein biegsames gedrucktes Kabel (46) mit mehreren, innerhalb eines Isolierüberzugs angeordneten parallelen Drähten enthält, wobei die einen Seiten der Drähte über eine bestimmte Länge (43) offen liegen, um einen elektrischen Kontakt mit den leitenden Kontaktfingern (32) zu machen und die Halbleiter (13, 14) von der Schaltungsanordnung zu trennen, wenn sie zwischen die Leiterbahnen (36a bis 36d) und die leitenden Kontaktfinger (32) eingesetzt werden.

15. Plethysmograph nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsfühler (12) ein auf dem Einbaugehäuse (10) befestigtes, eine Öffnung (15) aufweisendes Gehäuseteil (34) umfasst, in welchem ein Leiterträger (36) angeordnet ist, der mehrere Leiterbahnen (36a bis 36d) zur Anordnung eines Sende- und eines Empfangshalbleiters (13, 14) aufweist, wobei auf dem Leiterträger (36) ein Infrarotlicht aussendender Halbleiter (13) zur gerichteten Aussendung eines Infrarotsignals nach der Aussenseite des Gehäuseteils (34) zum Benützer und ein Infrarotlicht aufnehmender Halbleiter (14) zur Aufnahme eines vom Benützer reflektierten Infrarotsignals angeordnet sind, und dass mehrere leitende Kontaktfinger (32) gegen die genannten Leiterbahnen (36a bis 36d) schwenkbar angeordnet sind, um schaltbar den Kontakt zwischen den Halbleitern (13, 14) und der Schaltungsanordnung herzustellen bzw. zu trennen.

16. Plethysmograph nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Pulsfühler (12) ein auf dem Einbaugehäuse (10) befestigtes, eine Öffnung (15) aufweisendes Gehäuseteil (34) umfasst, in welchem ein Infrarotlicht aussendender Halbleiter (13) angeordnet ist, der dazu ausgebildet ist, ein Infrarotsignal nach der Aussenseite des Gehäuseteils (34) zum Benützer zu richten und der über leitende Kontaktfinger (32) schaltbar mit der elektronischen Schaltungsanordnung verbunden ist, und in welchem Gehäuseteil (34) ein Infrarotlicht aufnehmender Halbleiter (14) angeordnet ist, der zur Aufnahme eines vom Benützer reflektierten Infrarotsignals ausgebildet und über leitende Kontaktfinger (32) schaltbar mit der elektronischen Schaltungsanordnung verbunden ist, dass ferner mehrere leitende Kontaktfinger (32) zwischen den Halbleitern (13, 14) und der Schaltungsanordnung angeordnet sind, um in Abhängigkeit von einem Stecker (42) die Halbleiter (13, 14) mit der Schaltungsanordnung in Kontakt zu bringen oder von ihr zu trennen, und dass ein Puls-Fernfühlerkabel (46) an seinem einen Ende mit einem in die Öffnung (15) des Gehäuseteils (34) einsetzbaren Stecker (42) versehen ist, um die Halbleiter (13, 14) des lokalen Pulsfühlers (12) von der Schaltungsanordnung zu trennen und einen am anderen Ende des Kabels (46) angebrachter Puls-Fernfühler (48) mit der Schaltungsanordnung in Kontakt zu bringen.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Infrarot-Plethysmograph mit Fernabtastung des Pulses.

Pulsabtastende Digitaluhren sind verhältnismässig neu, jedoch sind ihre Funktionsprinzipien gut bekannt und verständlich. Eine der ersten auf dem Markt erhältlichen pulsabtastenden Uhren benützt einen Infrarot-Pulsfühler, der auf der Oberseite einer Uhr angebracht ist und mit einer besonderen Schaltungsanordnung innerhalb der Uhr verbunden ist. Der Benützer setzt die Plethysmograph-Elektronik einfach dadurch

in Gang, dass er einen Druckknopfschalter an der Seite der Uhr betätigt, dann eine Fingerkuppe auf den Infrarot-Fühler legt und seine Pulsfrequenz direkt auf der Digitalanzeige abliest.

Das Abtasten der Pulsfrequenz hängt von bestimmten physiologischen Änderungen ab, die sich während jedem Herzzyklus, d.h. der Diastole und der Systole, abspielen. In der Diastole erweitern sich die Herzkammern und füllen sich mit Blut. Der diastolische Druck ist der niedrigste arterielle Blutdruck, der während der Diastole auftritt. In der Systole zieht sich das Herz zusammen und treibt das Blut vorwärts, so dass die Blutzirkulation aufrecht erhalten bleibt. Der systolische Druck ist der höchste arterielle Blutdruck eines Herzzyklus. Das vom Herz geförderte frische Blut wird durch Arterien und von diesen durch Kapillaren weitergeleitet. Venen leiten das Blut zum Herz zurück. Das Blut in den Arterien und Kapillaren steht unter Druck und strömt aufgrund der Herzschläge in Wellen. In Abhängigkeit von der Herzsystole steigt der Druck im arteriellen System auf seinen Maximalwert an, und das System füllt sich mit dem aus dem Herz gepumpten Blut. Während der Diastole füllt sich das Herz mit Blut aus den Venen, wenn der Druck im arteriellen System fällt und die Blutmenge in diesem System abnimmt.

Die Fingerspitzen enthalten eine grosse Anzahl dieser kleinen Kapillaren, die sich während der systolischen Phase mit frischem Blut füllen und sich während der diastolischen Phase entleeren. Die Messung der Pulsfrequenz beruht auf der geringen Zunahme der Absorption von Infrarotlicht durch das in den Kapillaren der Fingerspitze während der systolischen Druckwelle befindliche Blut.

Ein in einer Uhr untergebrachter Plethysmograph kann eine lichtemittierende Photodiode enthalten, die entweder ein kontinuierliches oder ein gepulstes Infrarotsignal aussendet, das auf die Kapillaren der Fingerspitze fällt. Das von den Kapillaren reflektierte Infrarotlicht wird durch einen Infrarot-Detektor, z. B. eine Photodiode oder einen Phototransistor, festgestellt. Der Infrarot-Detektor ist an einen im Uhrgehäuse untergebrachten Mikrocomputer angeschlossen. Wie oben erwähnt, haben die Kapillaren während der Diastole ein grösseres Reflexionsvermögen für Infrarotenergie als während der Systole. Der Mikrocomputer misst den Unterschied der von den Kapillaren reflektierten Signale, zählt die Intervalle zwischen den Signalen, verstärkt die Messdaten, bildet den Mittelwert der berechneten Pulsfrequenz und zeigt diesen nach einer vorbestimmten Anzahl von Herzschlägen periodisch an.

Die Gründe für das Tragen einer solchen pulsabtastenden Uhr können ebenso vielfältig wie die Zahl der sie tragenden Individuen sein. Im allgemeinen sind Personen jedoch daran interessiert, ihre Pulsfrequenz dann zu wissen, wenn sie ruhen, um das Ausmass ihrer Entspannung zu kennen, oder aber dann, wenn sie sich irgendwie betätigen, um mindestens indirekt die Belastung zu bestimmen, der sie ihr Herz aussetzen. Das Abtasten der Pulsfrequenz im Ruhestand ist eine einfache Prozedur. Der Benutzer schaltet die Pulsmesselektronik ein, legt seinen Finger sanft auf den Infrarotfühler und liest seine Pulsfrequenz direkt von der Anzeigeeinrichtung ab. Es ist erforderlich, einen konstanten und leichten Fingerdruck auf den Infrarotfühler auszuüben, da sonst eine Fehl Anzeige auftreten kann. Wenn ein zu grosser Druck ausgeübt wird, kann die Blutzirkulation in den Kapillaren beträchtlich abgeschnürt werden, so dass eine zu niedrige Anzeige resultiert. Wenn der Fingerdruck ungenügend ist, kann eine Bewegung des Fingers des Benützers gegenüber dem Fühler auftreten, was ebenfalls zu einer falschen Anzeige führt.

Um auch eine genaue Pulsfrequenzangabe im Zusammenhang mit einer Betätigung zu erhalten, sollte die Pulsfrequenzmessung während der Betätigung vorgenommen werden. Obwohl die Pulsfrequenz bei einer anstrengenden Betätigung

sich nicht sofort nach Beendigung der Betätigung vermindert, hat das Herz doch die Tendenz, die Herzschläge verhältnismässig schnell zu verlangsamen. Es ist deshalb sehr erwünscht, den Pulsschlag während der anstrengendsten Phasen der Betätigung abzutasten, damit die Herzbelastung möglichst genau bestimmt werden kann.

Die Überwachung des Pulsschlages während einer körperlichen Betätigung kann im Hinblick auf die oben erwähnten Druckbedingungen ziemlich schwierig sein. Beispielsweise würde ein Läufer während des Laufs einen Finger seiner rechten Hand auf den am Handgelenk des linken Arms getragenen Pulsfühler legen und hoffen, dass er den geeigneten Druck ausübt. Dies ist eine ziemlich umständliche und unbeholfene Haltung. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden die erhaltenen Messresultate angesichts der nicht eingehaltenen Bedingungen für den Fingerdruck ungenau sein. Um ein genaues Messresultat zu erzielen, muss der Läufer stillstehen und die Pulsfrequenzmessung im Stillstand vornehmen. Sobald er jedoch den Lauf unterbricht, beginnt das Herz langsamer zu schlagen, so dass die erhaltenen Messresultate nicht repräsentativ für seine vorgängige höhere Pulsfrequenz sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein einfaches und zuverlässiges Herzschlag-Überwachungssystem zu schaffen.

Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Herzschlag-Überwachungssystem mit einer Fernabtastung zu schaffen.

Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen schnell arbeitenden Pulsfühler mit Kabel und Anzeigeeinrichtung zu schaffen, der mit einer Hand gehalten werden kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Pulsfühler und eine Anzeigeeinrichtung zur Überwachung des Pulsschlages bei Betätigungen zu schaffen, die erfordern, dass beide Hände frei bleiben.

Des weitern ist es Aufgabe der Erfindung, einen Puls-Fernfühler zu schaffen, der zur Erzielung einer genauen Pulsabtastung mit konstantem Druck anlegbar ist.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines Puls-Fernfühlerkabels, das keinen abnehmbaren Pulsfühler erfordert.

Der erfindungsgemässe Infrarot-Plethysmograph weist die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale auf.

Die beigelegten Zeichnungen zeigen beispielsweise Einzelheiten des Erfindungsgegenstandes. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschema eines Infrarot-Plethysmographen,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Tragart einer Pulsfühleruhr und eines Fernfühlers,

Fig. 3 eine Seitenansicht einer Fingerabschirmung,

Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Puls-Fernfühlerkabel,

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine zur Pulsabtastung ausgebildete Digitaluhr,

Fig. 6 eine Seitenansicht des Pulsfühlers,

Fig. 7 einen Schnitt durch den Pulsfühler der Fig. 6,

Fig. 8 eine Draufsicht auf einen Träger, mit welchem Pulsfühlerdioden verbunden werden, und

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht eines blattfederförmigen Kontaktfingers.

In Fig. 1 ist das Blockschema eines Infrarot-Plethysmographen dargestellt, wie er in einer Digitaluhr 10 gemäss Fig. 2 und 5 enthalten sein kann. Ein Fühler 12 enthält eine lichtemittierende Photodiode 13, welche entweder ein kontinuierliches oder ein gepulstes Infrarotsignal aussendet. Eine weitere Photodiode 14 ist nahe der Photodiode 13 angeordnet, um reflektierte Infrarotenergie aufzunehmen. Die Photodiode 13 wird durch einen Transistor 16 gespeist, der von einem Impuls-generator 18 gesteuert ist. Die Photodiode 13 emittiert ein gepulstes Infrarotsignal, das auf die unterhalb der Haut eines

Fingers befindlichen Kapillaren gerichtet ist. Je nach der Phase der Blutdruckwelle (diastolische oder systolische Phase) wird das emittierte Signal mehr oder weniger zur empfangenden Photodiode 14 reflektiert. Eine Signalbehandlungsschaltung 20, welche direkt an die Photodiode 14 angeschlossen ist, löscht Signalanteile des asynchronen Umgebungslichtes aus.

An die Signalbehandlungsschaltung 20 sind direkt ein Verstärker und Bandpassfilter 22 angeschlossen. Der Verstärker und das Bandpassfilter 22 verstärken und filtern die systolischen Druckschwingungen, die normalerweise 60 bis 80 mal pro Minute auftreten, während Perioden anstrengender Übungen doppelt so oft auftreten können und ab und zu sogar Werte von 200 pro Minute überschreiten. In Kombination mit der Signalbehandlungsschaltung 20 schaffen der Verstärker und das Bandpassfilter 22 die Grundlage für die vorliegende Pulsfrequenzmessung.

Das Ausgangssignal des Verstärkers und Bandpassfilter 22 ist dem positiven Eingang eines Spannungspegeldiskriminators 24 zugeführt. Der Diskriminator 24 vergleicht das an seinem positiven Eingang liegende Signal mit einer am negativen Eingang liegenden Referenzspannung V_{RS} , die den Erfassungsspiegel für die systolischen Impulse festlegt. Eine Impulsfolge, welche für die Pulsschläge repräsentativ ist, wird an eine Schaltung 26 weitergeleitet, die zur Steuerung der Digitaluhr und zur Berechnung der Pulsfrequenz ausgebildet ist. Die Schaltung 26 stellt die Zeit zwischen den Impulsflanken, beispielsweise den positiven Anstiegsflanken, der systolischen Impulse der Impulsfolge fest. Die Schaltung 26 berechnet daraus die Pulsfrequenz. Solche Berechnungen der Schaltung 26 sind bekannt und brauchen nicht weiter erläutert zu werden. Die Pulsfrequenz wird dann in der Form von Dezimalzahlen durch die Anzeigeeinrichtung 30 der Digitaluhr angezeigt.

Ein Taktgenerator 28 erzeugt in Abhängigkeit von einem Kristalloszillator 29 Taktsignale Φ_1 , Φ_2 und Φ_4 sowie ein 32 kHz-Signal und ein 1024 Hz-Signal, welche beide der Rechenschaltung 26 zugeführt sind. Die Taktsignale Φ_1 und Φ_2 sind der Signalbehandlungsschaltung 20 zugeführt, um eine Trägerschaltung während den Perioden der Abtastimpulse zu bewirken. Die Taktsignale Φ_4 werden dazu benutzt, um die Sender-Photodiode 13 mit einer konstanten Frequenz von beispielsweise 73 Hz zu steuern.

Durch Betätigung eines Druckknopfschalters 27 wird bewirkt, dass die Steuer- und Rechenschaltung 26 ein analoges Steuersignal Φ_A erzeugt, welches seinerseits bewirkt, dass der Taktgenerator 28 die den Plethysmographen steuernden Takt- und Steuersignale abgibt. Durch eine zweite Betätigung des Druckknopfschalters 27 wird das analoge Steuersignal Φ_A abgeschaltet, so dass auch die beschriebene Pulsüberwachungsfunktion ausgeschaltet wird.

In Fig. 2 ist eine Infrarot-Plethysmographen enthaltende Digitaluhr 10 dargestellt, die von einem Benutzer getragen werden kann. In der üblichen Betriebsart, d.h. ohne eine Fernabtastung des Pulses, betätigt der Benutzer den Druckknopfschalter 27, um die elektronische Schaltungsanordnung des Plethysmographen in Betrieb zu setzen. Der Benutzer legt dann einen Finger über den Pulsfühler 12, worauf die Anzeigeeinrichtung die Pulsfrequenz des Benützers zeigt. Der Benutzer kann hierauf den Druckknopfschalter 27 ein zweites Mal betätigen, um die genannte Schaltungsanordnung abzuschalten. Dieses Vorgehen wird dann befolgt, wenn der Benutzer ruht oder wenn seine Betätigung es zulässt, dass er beide Hände für die erwähnte Pulsfrequenzmessung frei hat. Wenn die Betätigung des Benützers jedoch von solcher Art ist, dass er seine eine Hand oder beide Hände anderweitig gebrauchen muss, wird eine in Fig. 2 dargestellte Anordnung 40 mit einem Puls-Fernfühlerkabel angewendet.

Die Anordnung 40 mit einem Puls-Fernfühlerkabel ist mit einer nachfolgend anhand der Fig. 6 und 7 noch beschriebenen

Steckerbuchse auf der Seite des lokalen Pulsfühlers 12 verbunden. Der lokale Pulsfühler 12 hat eine Schlitzöffnung 15 (siehe Fig. 6), welche parallel zur oberen Fläche der Uhr liegt und durch welche ein spatenförmiges Steckerende 42 (siehe Fig. 4 und 7) der als gedruckte Schaltung ausgebildeten Kabelanordnung 40 eingesetzt ist. Eine den Stecker 42 umgebende Schlaufe 44 wird über den Pulsfühler 12 gedrückt, um den Stecker 42 festzuhalten. Durch das Einsetzen des Steckers 42 in den lokalen Pulsfühler 12 wird dieser von der bereits beschriebenen elektronischen Schaltungsanordnung gemäss Fig. 1 getrennt; gleichzeitig wird ein am anderen Ende der Kabelanordnung 40 befindlicher Puls-Fernfühler 48 (siehe Fig. 4) über den Stecker 42 mit der genannten Schaltungsanordnung verbunden. Der Puls-Fernfühler 48 wird durch eine Fingermanschette 50 gegen den Finger des Benützers in Lage gehalten. Zur Inbetriebnahme der Kabelanordnung 40 hat der Benutzer bloss den Druckknopfschalter 27 zu betätigen, um die elektronische Schaltungsanordnung einzuschalten. Der Puls-Fernfühler 48 emittiert die Infrarotsignale auf das Gewebe und die Blutgefässe des Fingers des Benützers, welche in veränderlichem Ausmass Infrarotenergie reflektieren. Die im Uhrgehäuse befindliche elektronische Schaltungsanordnung errechnet aus den Reflexionssignalen die Pulsfrequenz, wie dies bereits erläutert worden ist.

Der Puls-Fernfühler 48 kann durch den Benutzer gegenüber äusseren Infrarotsignalen abgeschirmt werden, wozu ein nachstehend anhand der Fig. 3 beschriebener abschirmender Fingerschuh 49 vorgesehen ist.

Die Verwendung der beschriebenen Kabelanordnung 40 erlaubt dem Benutzer, seinen Puls bei einer Betätigung abzutasten, für welche der Benutzer beide Hände frei haben muss. Sobald die Kabelanordnung 40 einenends in den lokalen Pulsfühler 12 eingesteckt und anderends auf den Finger des Benützers aufgebracht ist, braucht dieser nur noch den Druckknopfschalter 27 zu betätigen, um den vorliegenden Plethysmographen in Betrieb zu setzen. Ein Läufer beispielsweise kann seinen Puls beim Laufen kontrollieren, ohne durch Auflegen seiner rechten Hand auf das linke Handgelenk eine für das Laufen abwegige Haltung einnehmen zu müssen.

In Fig. 3 ist der abschirmende Fingerschuh 49 dargestellt, der zur Abschirmung des Puls-Fernfühlers 48 gegenüber störendem Infrarotlicht der Umgebung verwendet werden kann. Der Fingerschuh 49 kann aus irgendeinem Material bestehen, das bezüglich Infrarotlicht undurchlässig ist, z.B. aus Kunststoff oder Gummi, und weist eine kreisrunde Öffnung 49a auf, durch welche hindurch der Pulsfühler 48 eingesetzt wird. Die Notwendigkeit zusätzlicher Abschirmung ist durch die Ausbildung der verwendeten Fühler und der vorgesehenen elektronischen Schaltungsanordnung bestimmt. Die Schaltungsanordnung der Fig. 1 bewirkt beispielsweise eine automatische Unterdrückung von Störsignalen, so dass eine zusätzliche Abschirmung unter Umständen nicht erforderlich ist.

Die Kabelanordnung 40 enthält gemäss Fig. 4 ein biegsames, flaches, gedrucktes Kabel 46, das mindestens drei flache Drähte hat. Jeder der Drähte ist z.B. 0,5 mm breit und vom benachbarten Draht um 0,5 mm distanziert. Ein vierter Draht kann vorgesehen werden, um eine Abschirmung um den Signaldraht der Empfänger-Photodiode 14 zu bilden. Das biegsame Kabel 46 kann von dem bekannten Typ sein, der mehrere dünne, flache Drähte aus 30-g-Kupfer (1-oz.-Kupfer) enthält, die innerhalb eines flachen Isoliermaterials, z.B. Polyimid, das unter der Bezeichnung «Capton» erhältlich ist, eingebettet sind. Aus Sicherheitsgründen ist es vorzuziehen, das flache Kabel 46 mit zwei dünnen Schichten aus «Teflon» zu bedecken, welche ausserhalb der Breite des Kabels 46 zusammengeschweisst werden. Im allgemeinen sind solche biegbare Kabel etwas steif und haben scharfe Kanten. Um eine Verlet-

zung des Benützers durch scharfe Kanten zu vermeiden, wird der weiche Überzug aus «Teflon» zusätzlich vorgesehen.

Das eine Ende des Kabels bildet einen spatenförmigen Stecker 42, der in die geschlitzte Steckerbuchse auf der Seite des lokalen Pulsfühlers 12 einsteckbar ist. Der Stecker 42 wird dadurch gebildet, dass Isoliermaterial am Kabelende im Bereich 43 entfernt wird. Die Schlaufe 44, die den Stecker 42 umgibt, ist Teil des Kabels 46. Der innere Durchmesser der Schlaufe 44 ist durch den Durchmesser des Pulsfühlers 12 bestimmt. Es ist von Vorteil, ein flaches gedrucktes Kabel vorzusehen, da dann das Kabelende als Stecker benutzt werden kann. Eine Sicherheitsmassnahme des biegsamen Kabels besteht darin, dass die Schlaufe 44 wegbrechen kann, wenn sich das Kabel verwickeln sollte; dadurch wird eine Verletzung des Benützers vermieden. Wenn sich beispielsweise das von einem Läufer getragene Kabel 46 während des Laufs mit einem festen Gegenstand verwickeln würde, würde die Schlaufe 44 brechen und dadurch eine Verletzung vermeiden. Das Kabel 46 könnte dann auch ohne Schlaufe 44 immer noch funktionieren, obwohl es mit dem lokalen Pulsfühler 12 nicht mehr so sicher verbunden wäre wie zuvor.

Das andere Ende des Kabels 46 trägt einen Puls-Fernfühler 48, der im wesentlichen mit dem lokalen Pulsfühler 12 übereinstimmt, ausgenommen dass der Fernfühler 48 keine Steckerbuchse hat. Der Fernfühler 48 hat eine Sender-Photodiode 52 und eine Empfänger-Photodiode 54, welche beide die gleichen sind wie die Photodioden 13 bzw. 14 des lokalen Pulsfühlers 12. Der Puls-Fernfühler 48 ist in der Mitte der Fingermanschette 50 angeordnet, welche dazu bestimmt ist, den Fühler 48 an den Finger des Benützers anzulegen. Die Fingermanschette besteht aus unter der Bezeichnung «Velcro» bekanntem Material und ist mittels eines Klebstoffes permanent am Kabel 46 und am Fühler 48 befestigt. Die «Velcro»-Manschette erlaubt es, den Fühler 48 leicht mit einer Hand anzubringen und wieder zu entfernen.

Gemäss Fig. 5 ist bei der Digitaluhr 10 der Pulsfühler 12 etwas unterhalb der Anzeigeeinrichtung 30 auf der Uhrfläche angeordnet. Der Pulsfühler 12 enthält die Sender-Photodiode 13 und die Empfänger-Photodiode 14, die beide senkrecht zur Uhrfläche nach aussen gerichtet sind. Durch Betätigen des Druckknopfschalters 27 wird die elektronische Schaltungsanordnung für die Pulsfrequenzmessung eingeschaltet, so dass die Sender-Photodiode 13 ein Infrarotsignal emittiert. Der Benutzer legt einen Finger auf den Fühler 12, so dass die Empfänger-Photodiode 14 das von den Kapillaren des Fingers reflektierte Infrarotsignal empfängt. Dieses wird durch die innerhalb der Uhr 10 befindliche elektronische Schaltungsanordnung verarbeitet, und die ermittelte Pulsfrequenz wird periodisch auf der Anzeigeeinrichtung 30 angezeigt. Für eine Fernabta-

stung des Pulses wird die Kabelanordnung 40 auf der rechten Seite des lokalen Pulsfühlers 12 eingesteckt.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht des lokalen Pulsfühlers 12. Hieraus ist die Schlitzöffnung 15 ersichtlich, durch welche der Kabelstecker 42 eingesetzt wird. Durch die Schlitzöffnung 15 hindurch sind Kontaktfinger 32a, 32b, 32c und 32d sichtbar.

Im Schnitt durch den lokalen Pulsfühler 12 gemäss Fig. 7 ist ersichtlich, dass ein kappenförmiges Gehäuseteil 34 sich von der Innenseite der Uhr 10 bis zu einer Höhe erstreckt, die etwa 3 mm oberhalb der Uhrfläche liegt. Die Sender-Photodiode 13 und die Empfänger-Photodiode 14 durchstossen eine am oberen Ende des Gehäuseteils 34 angebrachte Deckelscheibe 35. Die Photodioden 13 und 14 sind an die eine Seite einer Trägerplatte 36 einer gedruckten Schaltung angeschlossen. Die Trägerplatte weist durchkontaktierte Löcher auf, welche mit einer Reihe von vier Leiterstreifen in Verbindung stehen, die auf der anderen Seite der Trägerplatte 36 gebildet sind. Vier blattförmige Kontaktfedern 32a bis 32d sind auf einem Isolierträger 37 befestigt, wobei die Enden der Kontaktfedern die Leiterstreifen auf der Trägerplatte 36 berühren. Jede der Kontaktfedern ist für sich mit einem bestimmten Anschlusspunkt der elektronischen Schaltungsanordnung verbunden. Wenn der Kabelstecker 42 durch die Schlitzöffnung 15 eingesetzt wird, werden die Kontaktfedern von den Leiterstreifen der Trägerplatte 36 weggedrückt. Die Drähte des Steckers 42 stehen dann mit den Kontaktfedern in elektrischer Verbindung, so dass der Puls-Fernfühler 48 betriebsbereit ist. Die gestrichelt dargestellte Lage der Kontaktfeder in Fig. 7 zeigt die nach unten gedrückte Lage der Kontaktfedern 32a bis 32d, wenn der Kabelstecker 42 durch die Schlitzöffnung 15 eingesetzt ist.

In Fig. 8 ist in einem Schnitt die Kontaktseite der Trägerplatte 36 dargestellt. Die Kontaktstücke bestehen aus leitenden Kupferstreifen 36a, 36b, 36c und 36d, die alle über durchkontaktierte Löcher mit der Gegenseite der Trägerplatte 36 elektrisch in Verbindung stehen. Die Streifen 36a bis 36d sind ausreichend breit und so distanziert, dass sie in Berührung mit den blattförmigen Kontaktfedern 32a bis 32d in elektrischer Berührung stehen, um die Signale zwischen dem Fühler 12 und der elektronischen Schaltungsanordnung zu übertragen.

Eine beispielsweise blattförmige Kontaktfeder 32 ist in Fig. 9 dargestellt. Die Kontaktfeder 32 hat einen kurzen geraden Arm 38, der dazu dient, die Kontaktfeder 32 durch Einsetzen am Isolierträger 37 zu befestigen (siehe Fig. 7). Der lange gebogene Abschnitt 39 der Kontaktfeder 32 gelangt mit den Leiterstreifen auf der Trägerplatte 36 oder mit dem Kabelstecker 42 in Berührung.

Fig. 1.

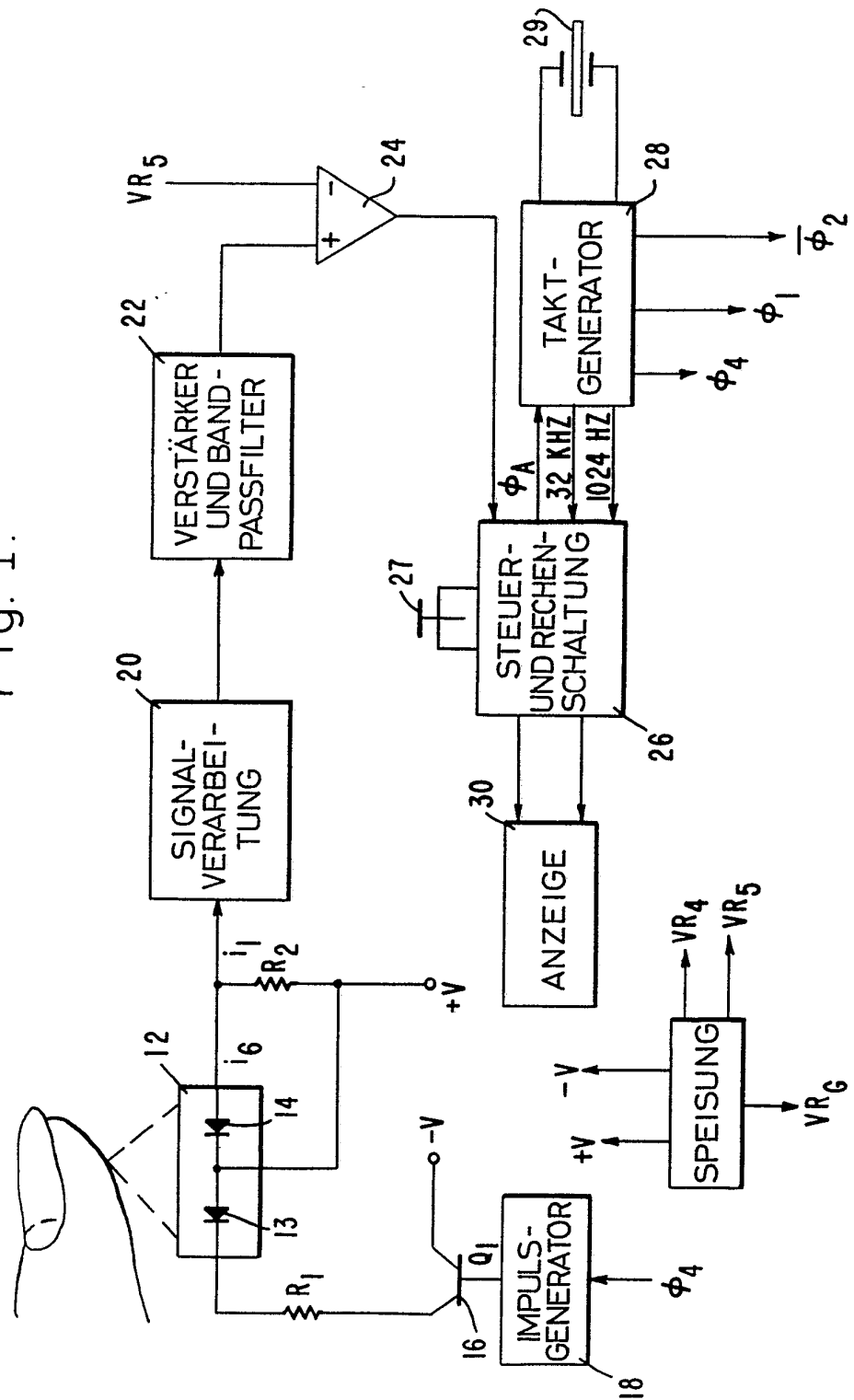
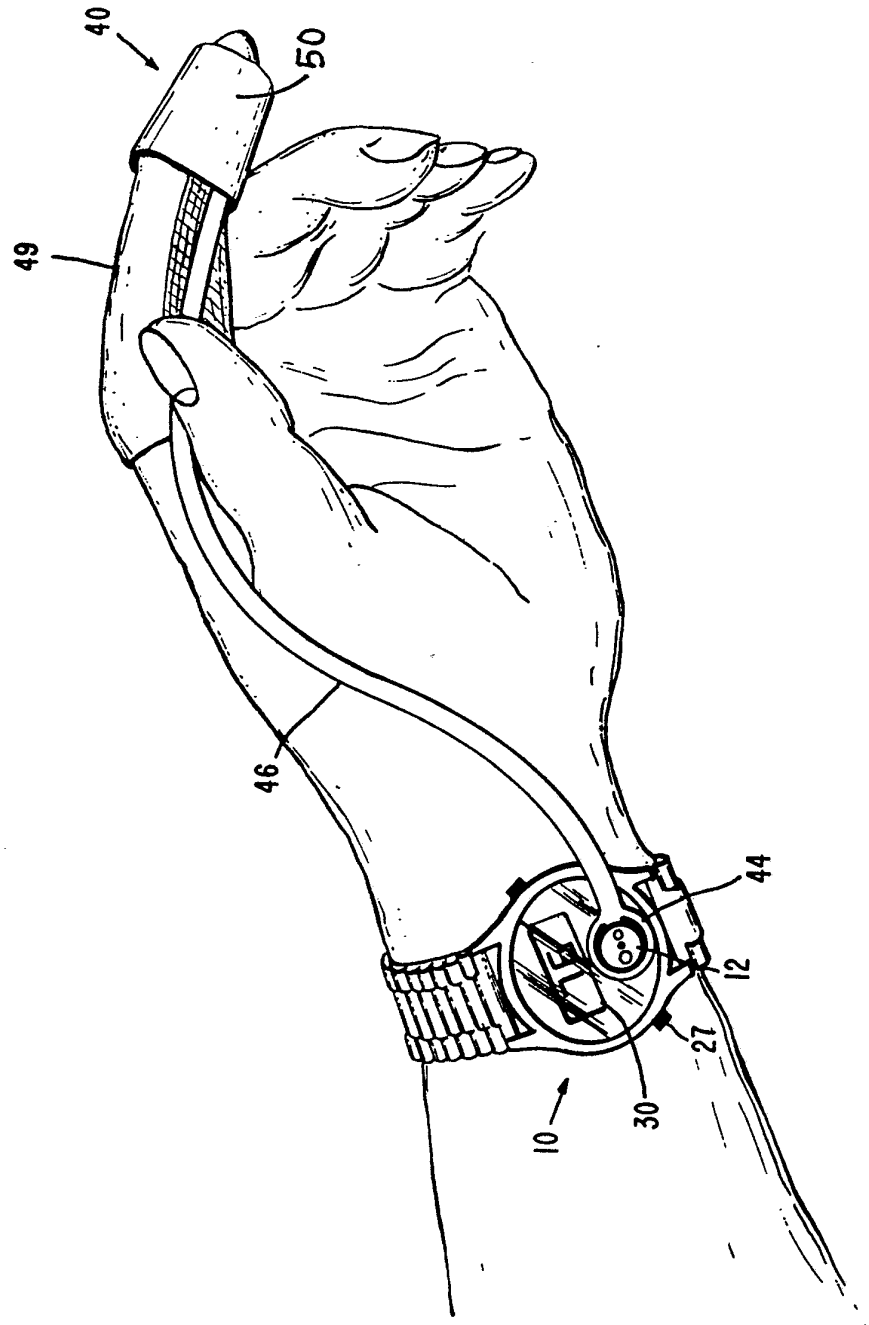


Fig. 2.



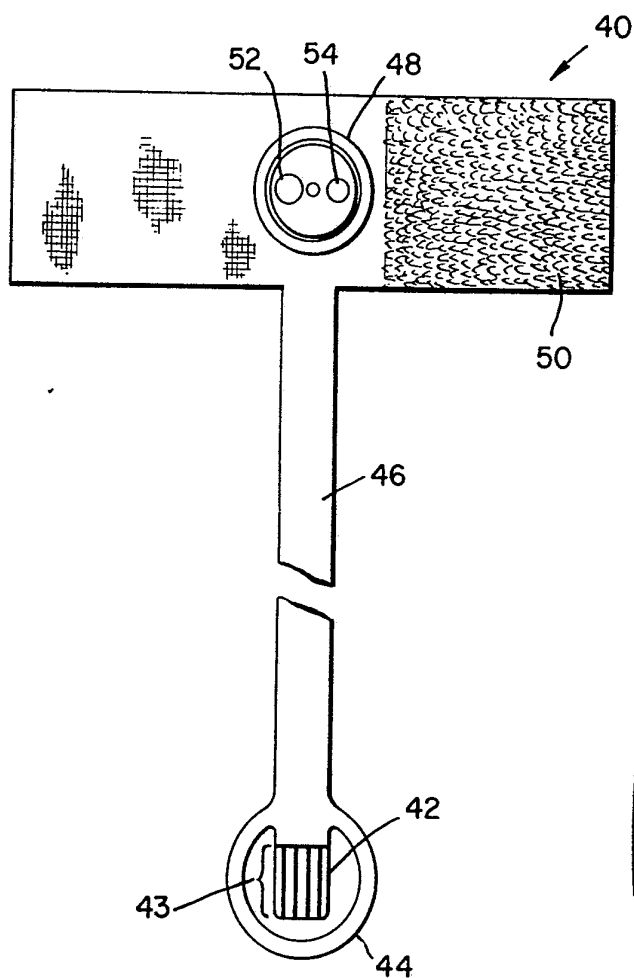


Fig. 4.

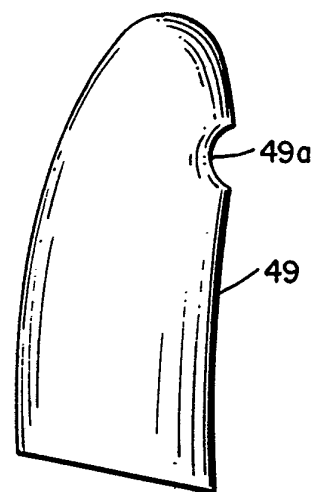


Fig. 3.

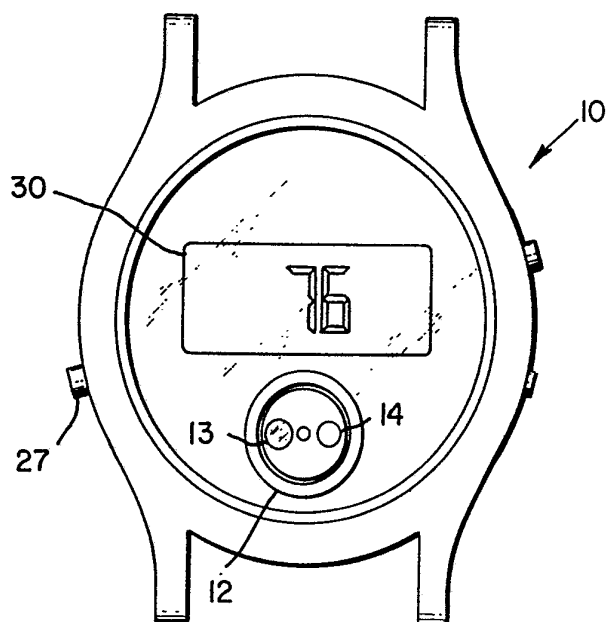


Fig. 5.

Fig. 6.

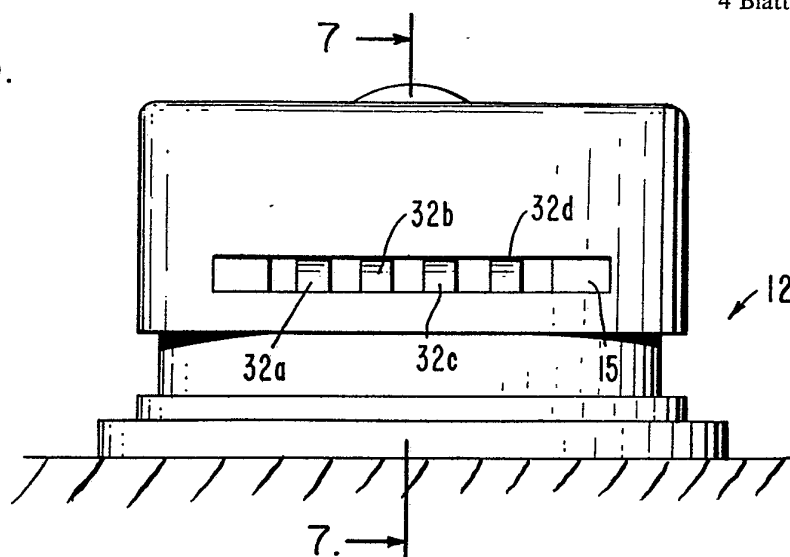


Fig. 7.

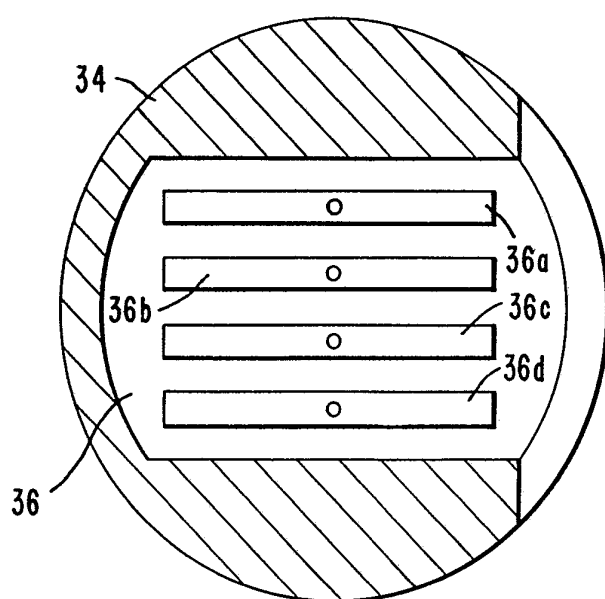
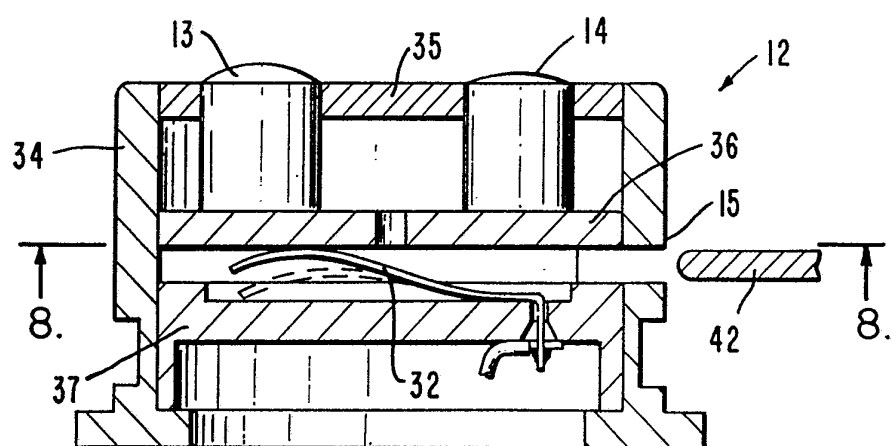


Fig. 9.

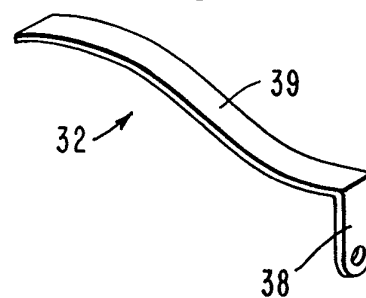


Fig. 8.