(19) Republik Österreich Patentamt

(11) Nummer: AT 001 709 U2

(12) GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 46/97

(51) Int.Cl.[6] : A61B 8/12

(22) Anmeldetag: 27. 1.1997

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 9.1997

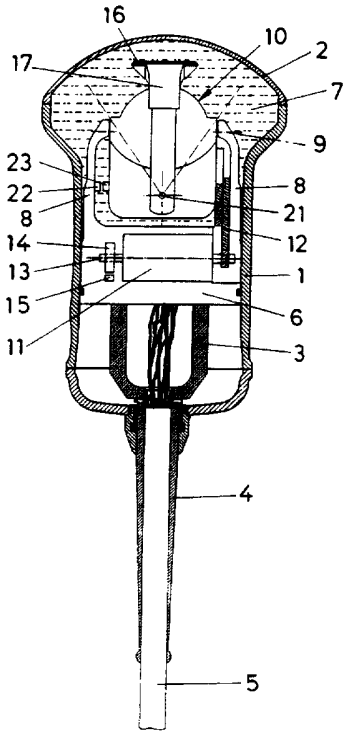
(45) Ausgabetag: 27.10.1997

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

KRETZTECHNIK AKTIENGESELLSCHAFT
A-4871 ZIPF, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) TASTSONDE FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON MEDIZINISCHEN ULTRASCHALLUNTERSUCHUNGEN

(57) Eine Tastsonde für die Durchführung von medizinischen Ultraschalluntersuchungen besitzt ein Gehäuse (1), das eine Schallwandlereinheit (10) aufnimmt, die über eine Koppelflüssigkeit (7) an ein Untersuchungsobjekt ankoppelbar für die Abtastung eines Flächenbereiches in einer durch ihre Abstrahlrichtung definierten Abtastebene ausgelegt ist und zwecks Abtastung eines Volumsbereiches des Untersuchungsobjektes zusätzlich über eine einen Motor (11) mit Getriebe (12) aufweisende Antriebseinheit hin- und hergehend schwenkend antreibbar ist, wobei die Lage jedes Punktes im abgetasteten Volumsbereich durch seine Lage in der Abtastebene und die erfaßte momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit (10) definiert ist. Zur Vereinfachung der Konstruktion und Steuerung wird der Motor (11) der Antriebseinheit als Schrittmotor ausgebildet und jede momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit (10) durch von den Steuersignalen für diesen Schrittmotor abgeleitete Signale definiert, die auf von wenigstens einem Fühler (14, 15) in einer vorbestimmten Schwenkstellung, insbesondere der neutralen Mittelstellung, der Schallwandlereinheit erzeugte Synchronisiersignale bezogen sind. Die Schallwandlereinheit taucht zumindest abstrahl- und empfangsseitig direkt in die das Gehäuse (1) bis zu einer schalldurchlässigen Außenhülle (2) ausfüllende Koppelflüssigkeit (7) ein.



AT 001 709 U2

Die Erfindung betrifft eine Tastsonde für die Durchführung von medizinischen Ultraschalluntersuchungen mit einem Gehäuse, das eine Schallwandlereinheit aufnimmt, die abstrahl- und empfangsseitig über eine Koppelflüssigkeit und eine schalldurchlässige Außenhülle des Gehäuses an ein Untersuchungsobjekt ankoppelbar ist, wobei die Schallwandlereinheit für die Abtastung eines Flächenbereiches in einer durch ihre Abstrahlrichtung definierten Abtastebene ausgelegt ist und zwecks Abtastung eines Volumsbereiches des Untersuchungsobjektes zusätzlich über eine einen Motor mit Getriebe aufweisende Antriebseinheit um eine in der Abtastebene liegende Achse hin- und hergehend schwenkend antreibbar ist, wobei die Lage jedes Punktes im abgetasteten Volumsbereich durch seine Lage in der Abtastebene und die erfaßte momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit definiert ist.

Eine Abtastung eines Volumsbereiches eines untersuchten Objektes bei lagerichtiger Speicherung der aus dieser Abtastung erhaltenen Signale hat gegenüber der sonst üblichen Abtastung in einer einzigen, durch die Aufsetzstellung der Sonde bestimmten Abtastebene entscheidende Vorteile, von denen die wesentlichen bereits in der AT 358 155 B angegeben sind. Es ist insbesondere möglich, Einschreibreihenfolge und -geschwindigkeit der erfaßten Daten in einen Speicher unabhängig von der Auslesegeschwindigkeit und -reihenfolge vorzunehmen und dabei aus den gespeicherten Daten Ansichten aus verschiedenen Blickrichtungen und Schnittbilddarstellungen nach verschiedenen Ebenen auszuwählen, ohne daß dazu exakte Einstellungen der Schall-

wandlereinheit in die entsprechende Richtung bzw. auf die jeweilige Ebene erforderlich sind, so daß nur kurze Zeitspannen für die Untersuchung eines Patienten trotz der Erfassung aller wichtigen Daten notwendig werden. Bei Folgeuntersuchungen können aus den gespeicherten Volumsdaten der verschiedenen Untersuchungen einander genau entsprechende Bilder bzw. Darstellungen ausgewählt und damit für eine Diagnose einwandfrei verglichen werden. Wählt man im Untersuchungsbereich nur Oberflächenechos eines bestimmten Einschlusses für die Darstellung aus, so kann man am Bildschirm quasi dreidimensionale Darstellungen dieses Körpers bzw. "Oberflächenansichten" erhalten.

Eine Tastsonde der eingangs genannten Art ist aus der US 5 152 294 A bekannt. Bei dieser bekannten, z.B. als Abdominalsonde verwendbaren Sonde findet als Schallwandlereinheit ein Multielement-Schallwandler Verwendung, der vorzugsweise gekrümmt ist, wobei die Abstrahlrichtungen der Einzelelemente eine gemeinsame Abtastebene bestimmen. Die Schwenkachse verläuft mit Abstand von der Rückseite des Multielement-Schallwandlers. Für den Schwenkantrieb dienen ein Motor und ein nachgeordnetes Zahnradgetriebe. Zur Bestimmung der momentanen Schwenklage dient ein Drehmelder, dessen Meßscheibe mit der Schwenkachse dreht. Die Bestimmung der momentanen Schwenklage ist sowohl für Auslösung und Empfang der Sende- bzw. Echoimpulse als auch für die lagerichtige Speicherung der empfangenen Signale unverzichtbar notwendig. Bei dieser bekannten Ausführung müssen die Stellungssignale dieses Drehgebers von einer übergeordneten Steuereinheit zusätzlich verarbeitet und in Auslösesignale bzw. für die Schallimpulse bzw. die Adressensignale für die Speicherung bzw. Darstlelung umgewandelt werden, wodurch sich ein relativ großer Aufwand ergibt. Auch der Drehmelder selbst stellt einen aufwendigen und zusätzlichen Bauteil dar, der relativ großvolumig ist. In der Praxis ist ferner mit dieser bekannten Sonde nur ein vorgegebener, durch den maximalen, konstanten Schwenkbereich der Schallwandlereinheit bestimmter Volumsbereich erfaßbar. Nachteilig bei der bekannten Konstruktion ist ferner, daß die Koppelflüssigkeit zum Schutz der Antriebseinheit und des Stellungsgebers durch eine zwischen dem Multielement-Schallwandler und der Außenhülle des Abstrahlbereiches angeordnete, elastische Membran gekapselt werden muß, wobei diese Membran zusätzliche, unerwünschte Schallreflexionen bedingt und damit im Endeffekt die Abbildungsgenauigkeit verschlechtert sowie den Durchgangswiderstand für den Schall erhöht. Die

Membran steht unter dauerndem Reibungseingriff mit dem bewegten Multielement-Schallwandler, unterliegt der Abnützung und kann sich bei längerer Betriebsdauer verformen, wodurch sich der Ankopplungsgrad für den Schall verändert, wodurch es ebenfalls zu Bildfehlern kommen kann.

Aufgabe der Erfindung ist demnach die Schaffung einer Tastsonde der eingangs genannten Art, bei der der konstruktive Aufbau vereinfacht, dabei aber die Abbildungsgenauigkeit erhöht wird, wobei die Lage jedes Punktes innerhalb des abgetasteten Volumens einfacher als bisher definiert werden kann, die Schallankoppelung und die Steuerung verbessert wird und im Bedarfsfall innerhalb des möglichen Abtastbereiches gezielt kleinere oder vorbestimmte Volumsbereiche für die Untersuchung ausgewählt werden können.

Die gestellte Aufgabe wird prinzipiell dadurch gelöst, daß der Motor der Antriebseinheit als Schrittmotor ausgebildet und jede momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit durch von den Steuersignalen für diesen Schrittmotor abgeleitete Signale definiert ist, die auf von wenigstens einem Fühler in einer vorbestimmten Schwenkstellung, insbesondere der neutralen Mittelstellung, der Schallwandlereinheit erzeugte Synchronisiersignale bezogen sind, und daß die Schallwandlereinheit zumindest abstrahl- und empfangsseitig direkt in die das Gehäuse bis zur schalldurchlässigen Außenhülle ausfüllende Koppelflüssigkeit eintaucht.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß jede momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit bei Verwendung eines Schrittmotors auch durch die Anzahl der dem Schrittmotor seit dem Auftreten des Synchronisierimpulses zugeführten Anzahl von Antriebsimpulsen definiert ist, so daß bei entsprechender Anpassung der Gesamtschaltung auf die übergeordnete Steuereinheit auf einen ausgeprägten Drehgeber verzichtet werden kann. Die Erzeugung des Synchronisierimpulses wird aus Sicherheitsgründen vorgesehen, um bei auftretenden Steuerungenauigkeiten eine Wiederholung der Steuerfehler zu vermeiden. Rein theoretisch würde es auch genügen, wenn die Anzahl der Steuerimpulse nach jeder Umsteuerung der Schwenkrichtung durch einen Vor-Rückwärtszähler erfaßt würde, dessen momentaner Stand der momentanen Schwenkstellung proportional wäre. Die Steuerimpulse für den Schrittmotor können z.B. durch Vervielfacherschaltungen modifiziert werden, um andere

Impulsfolgen als die Taktschritte für den Schrittmotor für die Lagebestimmung zu erhalten. Da die Schallwandlereinheit direkt in die Koppelflüssigkeit eintaucht, wird die Ankoppelung gegenüber der bekannten Konstruktion verbessert.

Die aufgezeigten grundsätzlichen Vorteile werden bereits dann erhalten, wenn als Schallwandlereinheit ein Multielement-Schallwandler Verwendung findet. In einem derartigen Schallwandler ist die Größe eines Einzelelementes relativ klein, wodurch sich auch Beschränkungen hinsichtlich der abgegebenen Schalleistung und einer möglichen Fokusierung des Schallbündels bzw. des Empfangsbereiches ergeben, obwohl auch hier durch Auswahl von Gruppen aus den Elementen, die gleichzeitig erregt werden, verschiedene Formen bzw. Eindringtiefen des Schallbündels erreicht werden können. Trotzdem wird nach einer Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes vorgesehen, daß die Schallwandlereinheit selbst einen Einfach-Schallkopf und eine zusätzliche Antriebseinrichtung mit Schrittmotor und Getriebe aufweist, die diesen Schallkopf mit in der Abtastebene verlaufender Hauptabstrahlrichtung um eine mit Abstand hinter seiner Abstrahlseite verlaufende Querachse hin- und herschwenkend antreibt, wobei diese Querachse die in der Abstrahlebene verlaufende Achse für den zur Volumsabtastung dienenden Schwenkantrieb der gesamten Schallwandlereinheit mit Abstand rechtwinkelig kreuzt und auch die momentane Abstrahlrichtung in der Abtastebene durch von den Steuerimpulsen des diese Verschwenkung erzeugenden Schrittmotors abgeleitete, auf von einem Stellungsfühler in einer vorbestimmten Stellung erzeugte Synchronisierungsimpulse bezogene Signale definiert ist. Hier kann ein wesentlich größerer Schallwandler Verwendung finden, bei dem die Abmessungen auch quer zur Abtastebene relativ groß sind, so daß eine Verbesserung der Fokusierung, des Auflösungsvermögens und der Eindringtiefe des Schallbündels gegenüber einem Mehrfachwandler erzielt werden kann. Dabei wird bei der erfindungsgemäßen Ausführung die relative Schwenkstellung innerhalb der Abtastebene ebenfalls ohne Verwendung eines aufwendigen Drehmelders und unmittelbar aus den Steuersignalen für den zugeordneten Schrittmotor erfaßt.

Trotz der einfachen Konstruktion wird es bei der erfindungsgemäßen Ausführung durch entsprechende Programmierung der übergeordneten Steuereinheit im wesentlichen rein über die Software möglich, u.a. durch entsprechende Ansteuerung wenigstens des einen Schrittmotors die jeweilige Schwenkgeschwindigkeit und bzw. oder

den über den zugeordneten Antrieb erzeugte Schwenkwinkel einzustellen.

Eine kleine Baugröße mit hoher Ansprechgenauigkeit wird erzielt, wenn der bzw. die Stellungsfühler als Hallsonden mit zugeordneten Erregermagneten ausgebildet sind, von denen der eine Teil feststeht und der andere am jeweils bewegbaren Teil angeordnet ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 und 2 eine erfindungsgemäße Tastsonde in zwei Teillängsschnitten durch das Gehäuse bzw. die eine Antriebseinheit.

Die insbesondere als Abdominalsonde ausgebildete Sonde besitzt ein mehrteiliges Außengehäuse 1, das aufsetzseitig mit einer gewölbten, elastisch nachgiebigen und schalldurchlässigen Membran 2 versehen ist und an dem der Membran 2 entgegengesetztem Ende eine Kabelaufnahme 3 enthält, über die die Einzeladern eines durch eine Stütze 4 geschützten Anschlußkabels 5 eingeführt werden. Das Anschlußkabel 5 führt vorzugsweise über einen Steckanschluß zu einem übergeordneten Untersuchungsgerät, an das meist verschiedene Schallköpfe bzw. Sonden über entsprechende Steckanschlüsse zur Durchführung verschiedener Untersuchungen angeschlossen werden können und das in einem Software-, Steuer- und Leistungsbereich sowohl Antriebsimpulse für die noch zu beschreibenden Antriebseinrichtungen in der Sonde als auch Auslösimpulse für die Schallwandleraktivierung erzeugt und die empfangenen, wieder in elektrische Signale, vorzugsweise Digitalsignale, umgewandelten Echosignale einer Speichereinheit zur lagerichtigen Speicherung zuführt. Ferner besitzt das Untersuchungsgerät meist wenigstens einen Bildschirm und Abfrageeinheiten für den Speicher, um am Bildschirm ein oder mehrere durch Auswahl aus den gespeicherten Daten erhaltene Bilder darstellen zu können, wobei diese Bilder je nach Programmierung sowohl Schnittbilddarstellungen als auch Ansichtsdarstellungen bestimmter Partien des untersuchten Volumens sein können und sogar die Möglichkeit besteht, durch verschiedene Untersuchungsarten zusätzliche Informatio-

nen darzustellen. Ein Beispiel für solche zusätzliche Untersuchungsarten sind Ableitungen der empfangenen Signale nach dem Dopplereffekt, um auf diese Weise bei Blutgefäßen die momentane Strömungsrichtung des Blutes im Blutgefäß zu erfassen und durch verschiedene Einfärbungen kenntlich zu machen.

Im Gehäuse 1 ist anschließend an die Kabelaufnahme 3 ein Träger 6 zur Kabelaufnahme hin abgedichtet untergebracht, wobei der von der Kabelaufnahme 3 abweisende Bereich dieses Trägers 6 mit dem übrigen Gehäuseteil eine Füllung 7 aus einer Koppelflüssigkeit aufnimmt.

Der Träger 6 besitzt zwei Haltearme 8, die an ihren freien Enden Lagerzapfen 9 tragen, die eine Schwenkachse für eine Schallwandlereinheit 10 bestimmen. Ferner sitzt am Träger 6 ein Schrittmotor 11, der über ein Zahnrad-Zahnstangengetriebe 12 die Wandlereinheit 10 hin- und herschwenkend antreibt. Auf der Welle 13 des Schrittmotors sitzt eine Scheibe 14 mit einem Erregermagnet einer Hallsonde 15, die bei jeder Umdrehung einen Stellungsimpuls erzeugt. Eine weitere Hallsonde 22 mit Erregermagnet 23 erfaßt die momentane Schwenkbewegung, wobei diese Hallsonde 22 mit der Hallsonde 16 in einer UND-Schaltung verbunden ist, die in einer bestimmten Lage, insbesondere einer neutralen Mittelstellung, der Schallwandlereinheit einen Synchronisierimpuls für die übergeordnete Steuereinheit erzeugt. Die übergeordnete Steuereinheit treibt durch entsprechende Antriebsimpulse den Schrittmotor 11 und damit die Schallwandlereinheit 10 um die Achse 9 hin- und herschwenkend an, wobei jede momentane Schwenkstellung durch die Anzahl der seit dem letzten Synchronisierimpuls von 14, 15 abgegebenen, einen Antriebsschritt erzeugenden Antriebsimpulse für den Schrittmotor 11 definiert ist.

Wie schon erwähnt wurde, kann als Schallwandlereinheit 10 ein Multielement-Schallwandler Verwendung finden, der sich bei der Darstellung nach Fig. 2 über den Großteil der Kappe 2 erstreckt und vorzugsweise eine von der entspannten Wölbung der Kappe 2 abweichende, flachere Konvexwölbung an der Abstrahlseite besitzt.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt die Schallwandlereinheit 10 aber nur einen einzigen Schallwandler 16 mit relativ großem Durchmesser, der an einem Schwenkarm 17 sitzt, der seinerseits von einem in der Einheit 10 untergebrachten

Schrittmotor 18 über ein Zahnradgetriebe 19, 20 und eine Welle 21 hin- und herschwenkend antreibbar ist, so daß er um die Achse der Welle 21 schwenkend mit seinem Schallbündel eine durch den Schwenkausschlag bestimmte Fläche in einer Abtastebene bestreicht und aus der jeweiligen Abtastebene auch Echosignale empfängt. Da gleichzeitig auch ein Schwenkantrieb der gesamten Schallwandlereinheit 10 um die Achse 9 stattfindet, bestreicht das Schallbündel einen pyramidenstumpfförmigen Volumsbereich des Untersuchungsobjektes, auf das die Sonde aufgesetzt wurde. Auch für die Schallwandlereinheit 10 ist ein Stellungsfühler vorgesehen, so daß jede Schwenklage des Trägers 17 um die Welle 21 durch die Anzahl der dem Schrittmotor 18 seit dem letzten Signal des Stellungsfühlers zugeführten Antriebsimpulse für den Schrittantrieb definiert ist. Auch dieser Stellungsfühler kann als Hallsonden-Erregermagnetkombination ausgeführt werden. Es sind aber auch andere Stellungsfühler, z.B. Biegelamellen, die in einer definierten Lage einen Impuls abgeben, einsetzbar. Durch Änderung der Anzahl der Antriebsschritte in beiden Richtungen können sowohl für den Motor 11 als auch für den Motor 18 verschiedene Schwenkbereiche gewählt und damit verschiedene kleinere Volumsbereiche innerhalb des erfaßbaren Gesamtvolumens ausgesucht werden.

Ansprüche:

1. Tastsonde für die Durchführung von medizinischen Ultraschalluntersuchungen mit einem Gehäuse, das eine Schallwandlereinheit aufnimmt, die abstrahl- und empfangsseitig über eine Koppelflüssigkeit und eine schalldurchlässige Außenhülle des Gehäuses an ein Untersuchungsobjekt ankoppelbar ist, wobei die Schallwandlereinheit für die Abtastung eines Flächenbereiches in einer durch ihre Abstrahlrichtung definierten Abtastebene ausgelegt ist und zwecks Abtastung eines Volumsbereiches des Untersuchungsobjektes zusätzlich über eine einen Motor mit Getriebe aufweisende Antriebseinheit um eine in der Abtastebene liegende Achse hin- und hergehend schwenkend antreibbar ist, wobei die Lage jedes Punktes im abgetasteten Volumsbereich durch seine Lage in der Abtastebene und die erfaßte momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit definiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor der Antriebseinheit als Schrittmotor (11) ausgebildet und jede momentane Schwenkstellung der Schallwandlereinheit (10) durch von den Steuersignalen für diesen Schrittmotor abgeleitete Signale definiert ist, die auf von wenigstens einem Fühler (14, 15) in einer vorbestimmten Schwenkstellung, insbesondere der neutralen Mittelstellung, der Schallwandlereinheit erzeugte Synchronisiersignale bezogen sind, und daß die Schallwandlereinheit zumindest abstrahl- und empfangsseitig direkt in die das Gehäuse bis zur schalldurchlässigen Außenhülle (2) ausfüllende Koppelflüssigkeit (7) eintaucht.

2. Tastsonde nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwandlereinheit (10) selbst einen Einfach-Schallkopf (16) und eine zusätzliche Antriebseinrichtung (17 - 21) mit Schrittmotor (18) und Getriebe (19, 20) aufweist, die diesen Schallkopf (16) mit in der Abtastebene verlaufender Hauptabstrahlrichtung um eine mit Abstand hinter seiner Abstrahlseite verlaufende Querachse (21) hin- und herschwen-

kend antreibt, wobei diese Querachse die in der Abstrahlebene verlaufende Achse (9) für den zur Volumsabtastung dienenden Schwenkantrieb der gesamten Schallwandlereinheit mit Abstand rechtwinkelig kreuzt und auch die momentane Abstrahlrichtung in der Abtastebene durch von den Steuerimpulsen des diese Verschwenkung erzeugenden Schrittmotors (18) abgeleitete, auf von einem Stellungsfühler in einer vorbestimmten Stellung erzeugte Synchronisierungsimpulse bezogene Signale definiert ist.

3. Tastsonde nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch entsprechende Ansteuerung wenigstens des einen Schrittmotors (11 bzw. 18) die jeweilige Schwenkgeschwindigkeit und bzw. oder der über den zugeordneten Antrieb (12, 19, 20) erzeugte Schwenkwinkel einstellbar sind.

4. Tastsonde nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Stellungsfühler als Hallsonden (15, 22) mit zugeordneten Erregermagneten (14, 23) ausgebildet sind, von denen der eine Teil feststeht und der andere am jeweils bewegbaren Teil angeordnet ist.

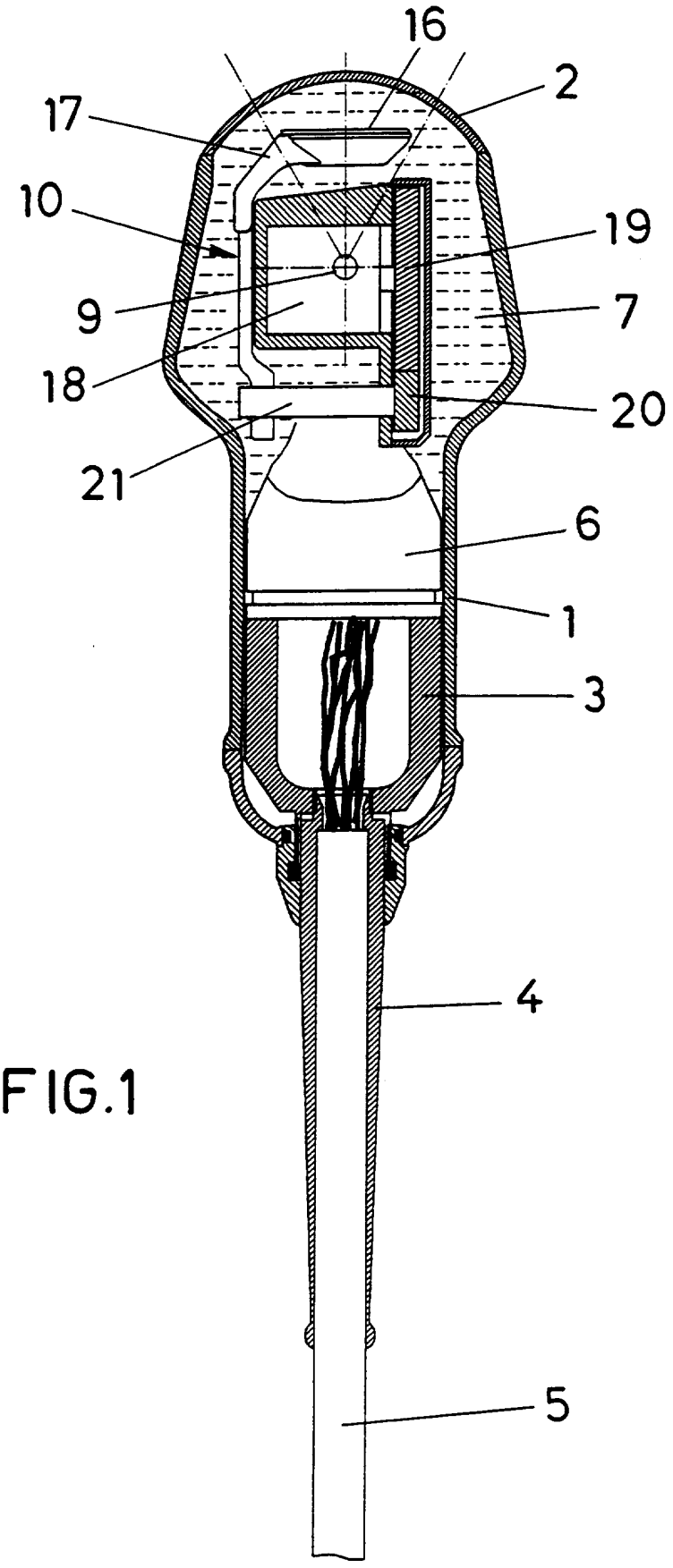


FIG.1

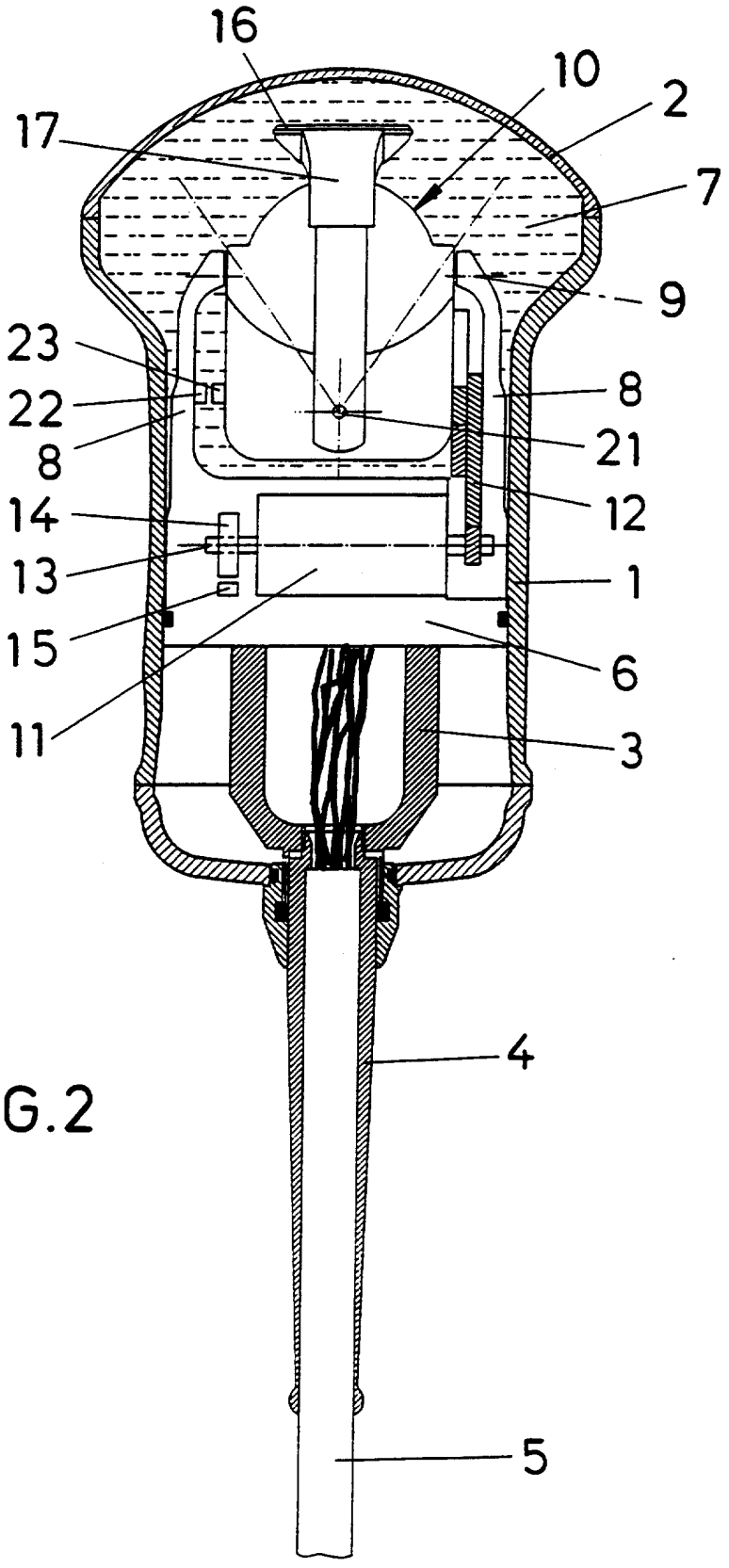


FIG.2