



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer : **0 100 860**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :
07.05.86

51 Int. Cl.⁴ : **G 10 K 11/00**

21 Anmeldenummer : **83106515.6**

22 Anmeldetag : **04.07.83**

54 **Ultraschall-Gerät für Sektorabtastung.**

30 Priorität : **19.07.82 DE 3226916**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :
22.02.84 Patentblatt 84/08

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **07.05.86 Patentblatt 86/19**

84 Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB

56 Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 051 927
DE-A- 2 941 865
DE-A- 2 945 586
GB-A- 2 027 197

73 Patentinhaber : **Siemens Aktiengesellschaft**,
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

72 Erfinder : **Hetz, Walter**
Adam-Kraft-Strasse 17
D-8520 Erlangen (DE)

EP 0 100 860 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Ultraschall-Gerät für Sektorabtastung mit einem Applikatorgehäuse für ein Ultraschall-Sende-/Empfangssystem und zugehörigen Antriebs- und Steuermit-
5 teln, wobei das Ultraschall-Sende-/Empfangssystem aus einem schwenkbaren Ultraschallkopf mit wenigstens einem Wandlerelement besteht, der um eine Schwenkachse innerhalb eines vorgebbaren Winkelbereiches periodisch schwenkbar ist.

Das Sektor-Scan-Verfahren wird insbesondere für kardiologische Untersuchungen angewendet, da zwischen den Rippen einerseits (interkostal) und oberhalb des Schlüsselbeins andererseits (suprasternal) ein akustisches Fenster besteht, über das Ultraschall eingestrahlt werden kann. Sektor-Scanner sind in einer Vielzahl mit unterschiedlichen technischen Ausbildungen bekannt. Dabei geht die technische Entwicklung dahin, möglichst kleine und gut handhabbare Applikatoren zu entwickeln.

Die Erzeugung eines Sektor-Scans kann mechanisch oder elektronisch erfolgen. Im ersten Fall wird ein Ultraschallkopf mit einem Sendempfangs-Wandler periodisch hin und her verschwenkt, während im zweiten Fall eine elektronische Strahlableitung nach dem Prinzip des « phased array » den entsprechenden Scan-Bereich liefert. Bei Scannern mit mechanisch bewegtem Ultraschallkopf kann der Antrieb für das Verkippen des Ultraschallkopfes beispielsweise über einen Exzenter mit zugehöriger Schubkurbel erfolgen. Ebensogut kann der Schallkopf als Drehwalze mit mehreren an Umfang angebrachten Einzelschwingern ausgebildet sein, welche Einzelschwinger bei Rotation der Walze zyklisch aufeinanderfolgend ein- und wieder ausgeschaltet werden. Schließlich besteht auch die Möglichkeit eines elektromagnetischen Antriebes, beispielsweise nach dem Prinzip eines Drehspulinstrumentes oder auch eines Drehstrom- bzw. Wechselstrommotors. Bei letzterem Antrieb werden also über elektrodynamische Felder entsprechend steuerbare Kräfte erzeugt, die den drehbar gelagerten Ultraschallkopf beeinflussen (z. B. EP-A-0 051 927).

Wie bereits erwähnt, verläuft die Entwicklung bei Sektor-Scannern dahingehend, möglichst kleine und gut handhabbare Applikatoren zu schaffen. Noch nicht befriedigend ist bei den vorbekannten Applikatoren, daß durch die mechanische Bewegung des Ultraschallkopfes unvermeidbare Trägheitskräfte im Applikator auftreten. Man hat sich teilweise bereits bemüht, derartige Trägheitskräfte durch entgegengesetzt laufende Motoren zu kompensieren. Daneben ist beim Stand der Technik unbefriedigend, daß jeder Ultraschallkopf auf eine spezifische Ultraschall-Frequenz ausgelegt ist. Bei Notwendigkeit anderer Ultraschall-Frequenzen muß daher üblicherweise der gesamte Applikator ausgetauscht werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Ultraschall-Gerät für Sektor-Abtastung zu schaffen, das applikationsfreundlich ist und für den Anwender bei der Handhabung Vorteile gegenüber den vorbekannten Sektor-Scannern bietet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mittels eines einzigen Antriebs zwei einander gegenüberstehende Ultraschallköpfe, deren Wandlerelemente voneinander wegweisen, in der Form antriebsbar sind, daß bei einer Scan-Bewegung mit Ultraschall-Abstrahlung des einen Schallkopfes der andere Schallkopf eine gegenläufige Schwenkbewegung zwecks Kompensation mechanischer Kräfte ausführt.

Mit der Erfindung ist also in vorteilhafter Weise einerseits eine Kompensation der bei mechanisch angetriebenen Sektor-Scannern unvermeidbar auftretenden Trägheitskräfte erreicht; andererseits weist das Ultraschall-Gerät gleichzeitig zwei Ultraschallköpfe auf, welche unterschiedliche Arbeitsfrequenzen besitzen und bei Bedarf leicht in die Applikationslage gebracht werden können. Z. B. kann eine Untersuchungsperson den Applikator mit einem Führungsteil nach Art eines Stiftes führen und so genau positionieren. Der jeweils zu applizierende Ultraschallkopf ist dabei in allen Richtungen bewegbar und bei kardiologischen Untersuchungen gut applizierbar. Die neue Bauform des Applikatorgehäuses mit Führungsteil ermöglicht durch Verschwenken des Führungsteils wahlweise eine ausgezeichnete Handhabung bei Applikation im Interkostal- oder auch im Suprasternalraum. Letzteres ist mit den Geräten des Standes der Technik nur unter Schwierigkeiten möglich.

Die Auslegung des Bewegungssystems in zweifacher Form wird vorzugsweise durch einen elektromagnetischen Antrieb realisiert. Durch Verwendung eines Doppelankers, entsprechender Wicklungen und darauf ausgelegter Magnetelemente auf den Ultraschallköpfen kann eine komplizierte Mechanik vermieden und somit der Applikator klein gehalten werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Figur 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Gerätes,

Figur 2 und 3 zwei Schnitte durch die Figur 1, welche zueinander senkrecht verlaufen, und

Figur 4 eine perspektivische Darstellung eines Ultraschallkopfes.

In der Figur 1 kennzeichnet 1 das Applikatorgehäuse. Dieses ist in etwa zylinderförmig ausgebildet und weist an der Ober- und Unterseite jeweils Kappen 2 und 3 in Form etwa symmetrischer Kugelkalottenteile auf. Die Kalottenteile bestehen aus flexiblem, aber in sich stabilem Kunststoff, beispielsweise aus Polyäthylen oder Polypropylen. Sie schließen beide jeweils einen Scanner mit zugehöriger Flüssigkeitsvorlauf-

strecke ab. Das Applikatorgehäuse 1 mit den beiden Scanner-Kappen 2 und 3 ist äußerst kompakt aufgebaut. Dadurch läßt sich der Applikator z. B. zwischen den Rippen eines Patienten applizieren. Es sind somit insbesondere Sektor-Scans für Schnittdarstellungen der Herzens erzeugbar.

Das Applikatorgehäuse 1 wird in der Mitte beidseitig von einem Führungsteil 4 umschlossen. Am Führungsteil 4 ist proximal ein Anschluß für das Applikatorgehäuse 2 mit Drehachse 5 angebracht. Distal am Führungsteil 5 befindet sich ein Kabelanschluß 6 mit zugehörigem Betriebskabel 7. Durch die spezielle Verbindung des Führungsteils 4 mit dem Applikatorgehäuse 1 ist es möglich, wahlweise einen der beiden Ultraschallköpfe stiftförmig für eine interkostale Untersuchung oder mit abgekröpften Führungsteil für eine suprasternale Untersuchung zu verwenden.

In den Schnittdarstellungen nach den Figuren 2 und 3 bedeuten 1 bis 7 die bereits oben erläuterten Bezugszeichen. Das Gehäuseteil 1 ist im wesentlichen aus Kunststoff gebildet und nimmt einen elektromagnetischen Antrieb mit Joch, Spule und Drehanker auf. Das Gehäuse 1 ist mittels einer Lagereinrichtung beidseitig im Führungsgehäuse 4 drehbar bzw. verkippbar gehalten, so daß das Applikatorgehäuse 1 wahlweise mit einem der Scanner in die geeignete Applikationsstellung gebracht werden kann.

Im einzelnen bedeuten 20 und 30 zwei Ultraschallköpfe, die im Gehäuse 1 jeweils um einen vorgebbaren Winkelbereich um Drehachsen A bzw. B verschwenkbar gelagert sind. Dabei sind am Ultraschallkopf 20 bzw. 30 jeweils zur Applikationsseite hin die Ultraschallwandler 21 bzw. 31 über Dämpfungskörper (nicht eingezeichnet) angebracht. Von den Ultraschallköpfen 20 bzw. 30 werden Drehanker 22 bzw. 32 gebildet, die rückseitig Permanentmagnetsichten 23 bzw. 33 aufweisen. Derartige Permanentmagnete sind beispielsweise auf der Basis von Seltenen Erden gebildet und sind schichtartig auf die Ankerteile 22 und 32 aufbringbar. Sie sind entsprechend dem jeweiligen Bedarf magnetisiert, beispielsweise in umfangseitiger Aufeinanderfolge von etwa 90° mit einem Nordpol, einem Südpol und wieder einem Nordpol. Applikationsseitig sind die Ultraschallköpfe 20 und 30 von den bereits erwähnten Kappen 2 und 3 abgeschlossen. Diese bilden gewissermaßen das Ankoppelsystem mit Membranen 24 bzw. 34, wobei zwischen den Wandlern und den Membranen eine ultraschalleitende Flüssigkeit, z. B. Wasser, als Vorlaufstrecke eingebracht ist.

Zwischen den beiden schwenkbar gehaltenen Ultraschallköpfen 20 und 30 ist ein Elektromagnet angebracht, mit welchem gleichzeitig die Bewegung beider Ultraschallköpfe aktiviert werden kann. Im einzelnen besteht der Elektromagnet aus aufeinandergeschichteten Transformator-Bleichen 40, die derart ausgestanzt sind, daß sie endseitig jeweils Polschuhe für die von den Ultraschallköpfen rückseitig gebildeten Ankerflächen ausformen. Insgesamt wird so ein Joch

mit Ausnehmungen 41 und 42 gebildet, durch welche die Wicklungen einer Spule 43 verlaufen.

Mit dem beschriebenen Elektromagneten läßt sich das geforderte dynamisch veränderbare Magnetfeld erzeugen. Entsprechend der Polung wird demzufolge der Anker derart bewegt, daß bei sich änderndem Feld jeweils eine Schwenkbewegung ausgeführt wird. Dabei kann gleichzeitig einer der beiden Wandler 21 bzw. 31 für eine Ultraschall-Abstrahlung bzw. -empfang aktiviert werden.

Die elektrischen Verdrahtungen sowie Signalverarbeitungseinheiten sind in den vorliegenden Figuren nicht dargestellt. Es ist jedoch ersichtlich, daß im Führungsteil 4 genügend Raum für die Aufnahme derartiger Einheiten vorhanden ist. Dies führt dazu, daß das eigentliche Applikatorgehäuse 1 im erwünschten Maße äußerst kompakt gehalten werden kann.

Aus der Schnittdarstellung nach Figur 3 ist weiterhin der konstruktive Aufbau des Elektromagneten mit Joch 40 und Spule 41 ersichtlich. Besonders deutlich wird hier der Aufbau des Ultraschallkopfes 20 als Anker mit Permanentmagnet: Auf der Drehachse 26 ist ein Steg 27 angebracht. Auf diesem befindet sich die Permanentmagnetschicht 23. Das Ankerteil 22 ist an die Form der Polschuhe des Jochs 40 angepaßt und befindet sich in einem schachtartigen Ausschnitt des eigentlichen Kunststoffgehäuses. Zur Positionserfassung weist das Ankerteil weiterhin seitlich eine Metallfahne 28 auf. Eine entsprechende Metallfahne 29 befindet sich an der Innenwand des Gehäuseschachtes. Es wird also gewissermaßen ein Drehkondensator gebildet, der zur Positionserfassung des Drehankers und damit auch für Steuerungszwecke verwendet werden kann.

Der zweite Ultraschallkopf 30 ist bezüglich des Ankers und des kapazitiven Meßelementes ebenso aufgebaut. Aus der perspektivischen Darstellung des Figur 4 ist der Aufbau des verschwenkbaren Ultraschallkopfes mit kapazitivem Meßelement noch deutlicher erkennbar. Die Bezugszeichen für Wandler elementschwenkachse und Permanentmagnetschicht wurden oben schon erläutert. In Ruhestellung liegen die beiden Metallfahnen 28 und 29 einander gegenüber, so daß ein Kondensator gebildet wird. Bei Verschwenken des Ultraschallkopfes ist die wirksame Fläche verändert, womit jede Position des Wandlers erfaßt werden kann.

Wie aus der Beschreibung des Ausführungsbeispiels und der Zeichnung im einzelnen ersichtlich ist, eignet sich ein elektromagnetischer Antrieb besonders für einen kompakten Geräteaufbau im erfindungsgemäßen Sinne. Davon abgesehen kann aber ein Applikatorgehäuse mit zwei einander distal gegenüberliegenden Ultraschallköpfen auch mit einem mechanischen Antrieb ausgebildet sein. Die günstigen Eigenschaften bezüglich Applikation und Handhabbarkeit können dabei erhalten bleiben. Auch ein entsprechend aufgebauter Applikator mit mechanischem Antrieb soll also unter die Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Gerät für Sektorabtastung, mit einem Applikatorgehäuse für ein Ultraschall-Sende-/Empfangssystem und zugehörigen Antriebs- und Steuermitteln, wobei das Ultraschall-Sende-/Empfangssystem aus einem schwenkbaren Ultraschallkopf mit wenigstens einem Wandlerelement besteht, der um eine Schwenkachse innerhalb eines vorgebbaren Winkelbereiches periodisch schwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines einzigen Antriebs (40-43) zwei einander gegenüberstehende Ultraschallköpfe (20, 30), deren Wandlerelemente (21, 22) von einander wegweisen, in der Form antreibbar sind, daß bei einer Scan-Bewegung mit Ultraschall-Abstrahlung des einen Schallkopfes (20) der andere Schallkopf (30) eine gegenläufige Schwenkbewegung zwecks Kompensation mechanischer Kräfte ausführt.

2. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Ultraschallköpfe (20, 30) alternativ in eine Applikationslage zum Patienten bringbar sind.

3. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Applikatorgehäuse (1) mit den beiden Ultraschallköpfen (20, 30) an einem Führungsteil (4) verdrehbar gelagert ist.

4. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Führungsteil (4) die elektronischen Steuer- und Betriebseinheiten für die Ultraschallköpfe (20, 30) untergebracht sind.

5. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 1, wobei ein elektromagnetischer Antrieb vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromagnetische Antrieb aus einem Joch (40) mit zwei voneinander wegweisenden Polschuhpaaren und einer zugehörigen Spulenwicklung (42) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes besteht, wobei jeweils zwischen einem Polschuhpaar ein mit einem der Ultraschallköpfe (20, 30) verbundener Drehanker angeordnet ist.

6. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Drehanker polschuhseitig mit einer Permanentmagnetschicht (23, 33), vorzugsweise auf der Basis von Seltenen Erden, mit entsprechender Polung belegt ist.

7. Ultraschall-Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionserfassung der Schwenkbewegung über kapazitive Signalgeber (28, 29) erfolgt.

8. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der kapazitive Signalgeber (28, 29) nach Art eines Drehkondensators gebildet ist, wobei das Drehteil mit dem Drehanker verbunden ist.

9. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch (40) und die Polschuhe aus einem Stapel entsprechend gestanzter Transformator-Bleche gebildet sind.

10. Ultraschall-Gerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromagnetische Teil des Antriebes (40-43) gegen die Flüssigkeit einer Vorlaufstrecke des Ultraschallkopfes (20, 30) abgedichtet ist.

Claims

1. An ultrasonic apparatus for sector scanning, having an applicator housing for an ultrasonic transmitting/receiving system and assigned driving and control means, wherein the ultrasonic transmitting/receiving system consists of a pivotable ultrasonic head which has at least one transducer element periodically swivelled about a swivel axis within a predeterminable angular region, characterised in that by means of one single drive (40-43) two oppositely arranged ultrasonic heads (20, 30), whose transducer elements (21, 22) point away from one another are driven such that in the case of a scan movement with ultrasonic irradiation of the one ultrasonic head (20) the other ultrasonic head (30) carries out an oppositely directed swivel motion for the purpose of compensating mechanical forces.

2. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 1, characterised in that the two ultrasonic heads (20, 30) can be alternatively brought into a position of application relative to the patient.

3. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 1, characterised in that the applicator housing (1) with the two ultrasonic heads (20, 30) is rotatably positioned on a guide component (4).

4. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 3, characterised in that the electronic control and operating units for the ultrasonic heads (20, 30) are accommodated in the guide component (4).

5. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 1, wherein an electro-magnetic drive is arranged, characterised in that the electro-magnetic drive consists of a yoke (40) having two pairs of pole shoes which point away from one another and an assigned coil winding (42) for the production of an electro-magnetic field, where a pivotted armature connected to one of the ultrasonic heads (20, 30), is respectively arranged between a pair of pole shoes.

6. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 5, characterised in that on the side of the pole shoe each pivotted armature is coated with a permanent magnet layer (23, 33), preferably a lanthanide series, of a corresponding polarity.

7. An ultrasonic apparatus as claimed in one of the preceding Claims, characterised in that the position detection of the swivel movement is effected by means of a capacitive signal generator (28, 29).

8. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 7, characterised in that the capacitive signal generator (28, 29) is designed in accordance with a rotating capacitor, the rotating component being connected to the pivotted armature.

9. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 6, characterised in that the yoke (40) and the pole shoes are formed from a stack of correspondingly punched transformer laminations.

10. An ultrasonic apparatus as claimed in Claim 6, characterised in that the electro-magnetic component of the drive (40-43) is sealed from the liquid of an approach path of the ultrasonic head (20, 30).

Revendications

1. Appareil à ultrasons pour le balayage par secteur, comportant un boîtier d'applicateur pour un système d'émission/réception des ultrasons et des moyens associés pour l'entraînement et la commande, du type dans lequel le système d'émission/réception des ultrasons est constitué par une tête à ultrasons basculante à au moins un transducteur, qui est susceptible d'être basculée périodiquement autour d'un axe de basculement suivant une plage angulaire susceptible d'être déterminée à l'avance, caractérisé par le fait qu'à l'aide d'un dispositif d'entraînement unique (40-43) deux têtes à ultrasons (20, 30) qui se font face et dont les éléments-transducteurs (21, 22) sont agencés suivant des directions qui s'écartent entre elles, sont susceptibles d'être entraînées de telle façon que lors d'un mouvement de balayage avec un rayonnement d'ultrasons de l'une (20) des têtes à ultrasons, l'autre tête à ultrasons (30) exécute un mouvement de basculement de sens contraire, en vue de la compensation de forces mécaniques.

2. Appareil à ultrasons selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les deux têtes à ultrasons (20, 30) sont susceptibles d'être amenées alternativement dans une position d'application sur un patient.

3. Appareil à ultrasons selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le boîtier (1) de l'applicateur est tourillonné, avec les deux têtes à ultrasons (20, 30), sur un élément de guidage (4).

4. Appareil à ultrasons selon la revendication 3, caractérisé par le fait que dans l'élément de guidage (4) sont logées les unités électroniques de commande et de fonctionnement pour les têtes à ultrasons (20, 30).

5. Appareil à ultrasons selon la revendication 1, du type comportant un dispositif d'entraînement électromagnétique, caractérisé par le fait que le dispositif d'entraînement électromagnétique est constitué par une culasse (40) avec deux paires de pièces polaires disposées suivant des directions qui s'écartent entre elles et par un enroulement associé (42) pour produire un champ électromagnétique, la réalisation étant telle qu'entre une paire de pièces polaires est disposé un induit rotatif qui est relié à l'une des têtes à ultrasons (20, 30).

6. Appareil à ultrasons selon la revendication 5, caractérisé par le fait que chaque induit rotatif est garni, du côté des pièces polaires, d'une couche à aimant permanent (23, 33) de préférence à base de terres rares, avec une polarisation correspondante.

7. Appareil à ultrasons selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la détermination de la position du mouvement de basculement est opérée à l'aide d'un générateur de signaux capacitif (28, 29).

8. Appareil à ultrasons selon la revendication 7, caractérisé par le fait que le générateur de signaux capacitif (28, 29) est réalisé à la manière d'un condensateur variable à disques, la partie rotative étant reliée à l'induit rotatif.

9. Appareil à ultrasons selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la culasse (40) et les pièces polaires sont formées par une pile de tôles de transformateur, découpées de façon correspondante.

10. Appareil à ultrasons selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la partie électromagnétique du dispositif d'entraînement (40-43) est étanchéifiée vis-à-vis du liquide d'une partie antérieure de la tête à ultrasons (20, 30).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

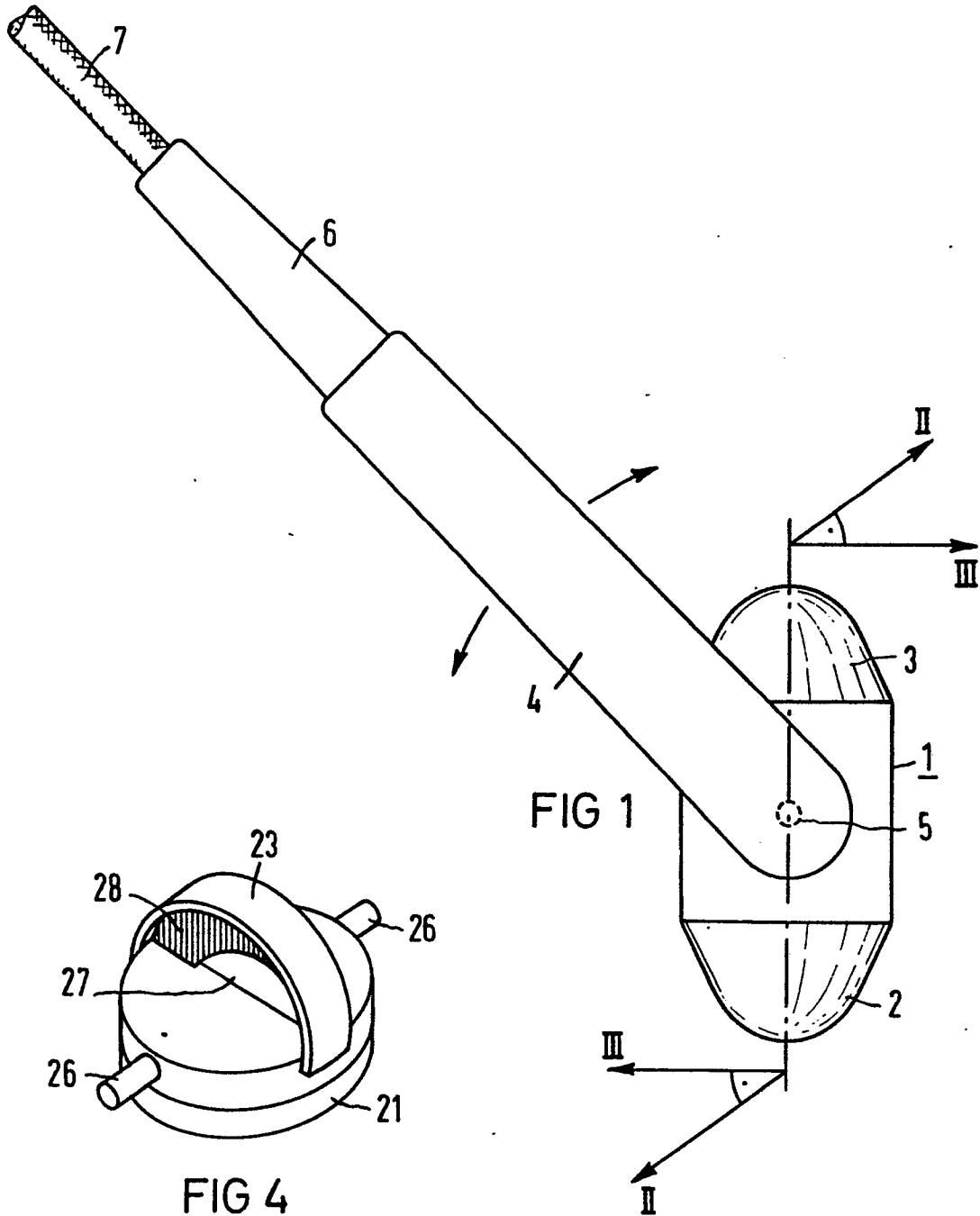
50

55

60

65

5



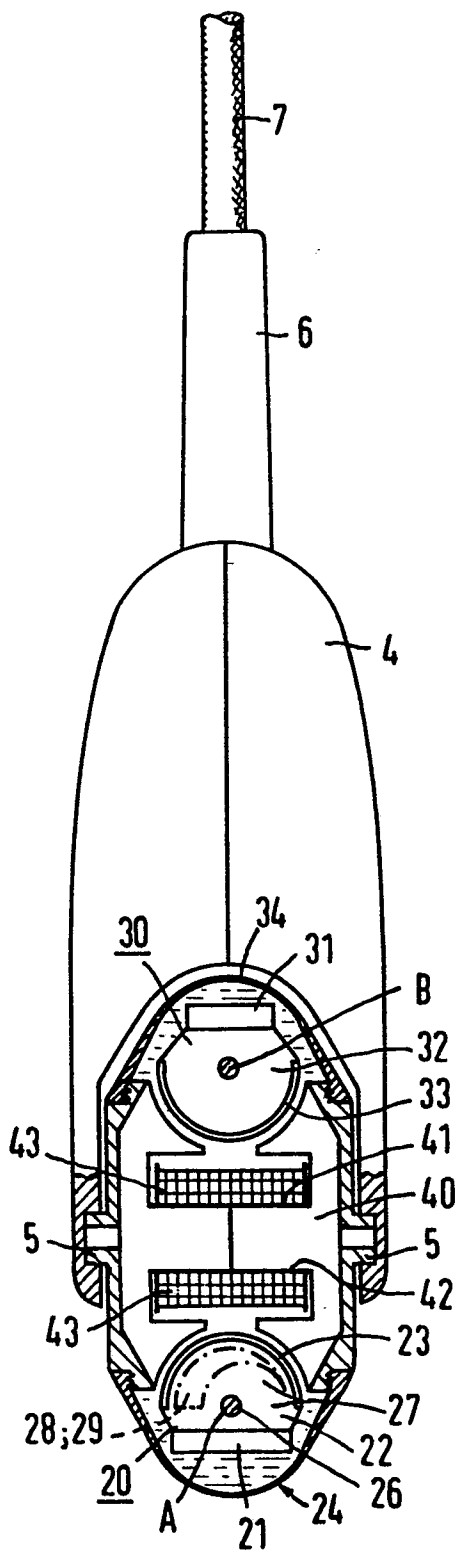


FIG 2

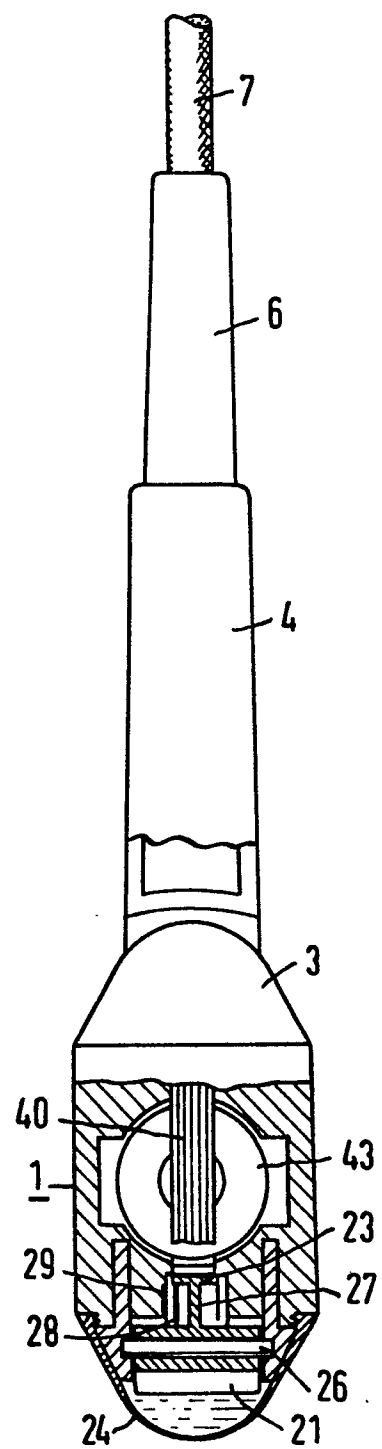


FIG 3