

⑤1

Int. Cl. 2:

**G 01 S 9/66**

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

A 61 B 10/00

**DEUTSCHES**  **PATENTAMT**

# Patentschrift **25 29 112**

①1

Aktenzeichen: P 25 29 112.7-35

②1

Anmeldetag: 30. 6. 75

②2

Offenlegungstag: 13. 1. 77

④3

Bekanntmachungstag: 4. 8. 77

④4

Ausgabetag: 23. 3. 78

④5

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

—

⑤4

Bezeichnung: **Ultraschall-Applikator für die zeilenweise Ultraschallabtastung von Körpern**

⑦3

Patentiert für: **Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München**

⑦2

Erfinder: **Soldner, Richard, Ing.(grad.), 8520 Erlangen**

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 22 02 989

DE-OS 19 48 463

**DE 25 29 112 C 3**

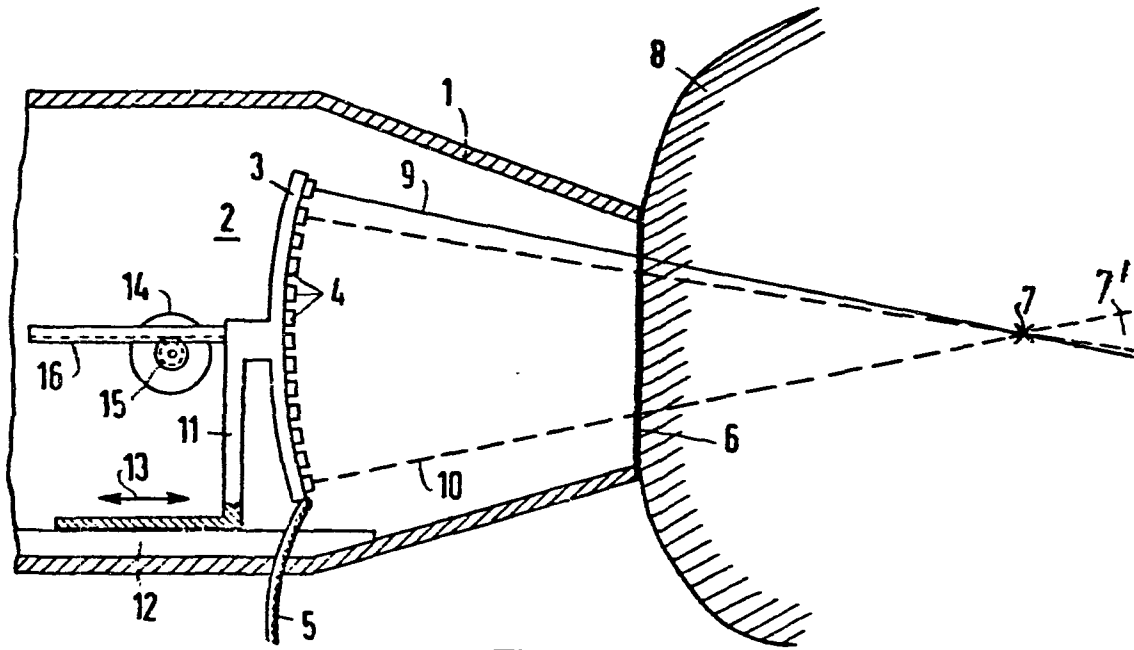


Fig. 1

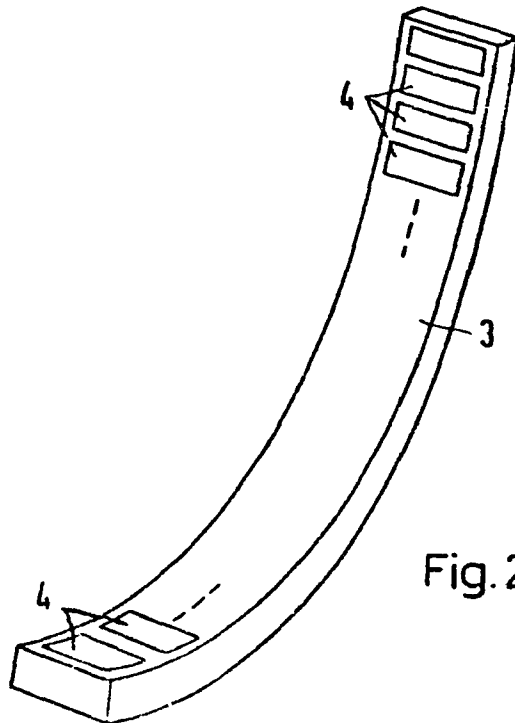


Fig. 2

## Patentansprüche:

1. Ultraschall-Applikator für die zeilenweise Ultraschallabtastung von Körpern zum Zwecke der Gewinnung von Ultraschall-Echo-Schnittbildern, mit einem Ultraschall-Sende/Empfangssystem aus einer Vielzahl von Ultraschall-Sendern/Empfängern, die in wenigstens einer Reihe nebeneinander angeordnet und in zeitlicher Aufeinanderfolge erregbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschall-Sender/Empfänger (4) in solch gekrümmter Reihenformation in einem Gehäuse (1) mit einem den Ultraschall gut leitenden Ankoppelmedium, z. B. Wasser, angeordnet sind, daß sie bei zeitlich aufeinanderfolgender Erregung ihren Ultraschallstrahl (z. B. 9, 10) durch ein Ultraschallfenster (6) im Gehäuse hindurch jeweils auf einen für sämtliche zeitlich nacheinander anfallenden Strahlrichtungen des Ultraschallstrahles gemeinsamen Zielpunkt (7) außerhalb des Gehäuses ausrichten, welcher Zielpunkt (7) die Spitze eines vom Ultraschallstrahl in zeitlicher Aufeinanderfolge zeilenweise abzutastenden Sektorfeldes (7') darstellt, und daß eine Verstelleinrichtung (11 bis 16) vorhanden ist zum Verstellen des Abstandes zwischen Ultraschall-Sendern/Empfängern (4) und Ultraschallfenster (6) im Applikatorgehäuse (1) in dem Sinne, daß der Abstand speziell des Zielpunktes (7) sämtlicher Ultraschallabstrahlrichtungen vom Ultraschallfenster (6) in wünschenswertem Maße veränderbar ist.

2. Ultraschall-Applikator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung des Zielpunktabstandes vom Sende/Empfangssystem die Verstelleinrichtung (11 bis 16) Verstellglieder zum Verstellen der Krümmung der Sender/Empfänger-Formation (2) umfaßt.

3. Ultraschall-Applikator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung des Zielpunktabstandes vom Ultraschallfenster (6) die Verstelleinrichtung (11 bis 16) Verschiebeglieder umfaßt zum Verschieben der Ultraschall-Sender/Empfänger-Formation (2) relativ zum Ultraschallfenster (6).

4. Ultraschall-Applikator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschall-Sender/Empfänger (4) in Kreisbogenformation vor dem Ultraschallfenster (6) im Applikatorgehäuse (1) angeordnet sind, so daß sie bei zeitlich aufeinanderfolgender Erregung ihren Ultraschallstrahl jeweils auf den außerhalb des Ultraschallfensters liegenden Kreismittelpunkt (7) ausrichten.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Ultraschall-Applikator für die zeilenweise Ultraschallabtastung von Körpern zum Zwecke der Gewinnung von Ultraschall-Echo-Schnittbildern, mit einem Ultraschall-Sende/Empfangssystem aus einer Vielzahl von Ultraschall-Sendern/Empfängern, die in wenigstens einer Reihe nebeneinander angeordnet und in zeitlicher Aufeinanderfolge erregbar sind.

Durch die DT-OS 19 48 463 ist ein Ultraschall-Applikator dieser Art vorbekannt, bei dem die einzelnen Ultraschall-Sender/Empfänger in einer Ebene neben-

einander angeordnet sind. Bei zeitlich aufeinanderfolgender Erregung der einzelnen Sender/Empfänger wird der Ultraschallstrahl im zu untersuchenden Körpergebiet parallel zu sich selbst verschoben, d. h. der Ultraschallstrahl tastet das Körpergebiet in rascher Aufeinanderfolge in zueinander parallelen Zeilen ab. Bei entsprechender zeilenweisen Abbildung der jeweils aus einer Abtastzeile im Körpergebiet empfangenen Ultraschall-Echosignale auf dem Bildschirm eines Oszillographen erhält man ein Schnittbild des zu untersuchenden Körpers in der Abtastebene.

Insbesondere in der medizinischen Ultraschall-Diagnostik gibt es nun jedoch interessierende Körpergebiete, die von der Körperoberfläche her lediglich durch relativ schmale akustische Öffnungen zugänglich sind, wie beispielsweise bei Herzuntersuchungen die Rippenzwischenräume oder bei Schädeluntersuchungen Knochenverdünnungen an bestimmten Stellen der Schädelkalotte, z. B. Knochenverdünnung über dem Ohr. Hier sind Ultraschall-Abtastverfahren sinnvoll, die nach dem Prinzip der Sektorabtastung arbeiten.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, einen Ultraschall-Applikator eingangs genannter Art dahingehend auszubilden, daß er eine Sektorabtastung erlaubt. Die erfindungsgemäße Ausbildung des Ultraschall-Applikators soll dabei so sein, daß eine Direktankopplung des schwingenden Schallkopfes an der Körperoberfläche vermieden wird. Abgesehen davon, daß die Direktankopplung eines schwingenden Schallkopfes an der Körperoberfläche, z. B. eines Patienten, nicht unproblematisch ist und außerdem das Schwingen der Ultraschallschwinger auf der Hautoberfläche den Patienten belästigen kann, ergeben sich nämlich die üblichen in Verbindung mit einer Direktankopplung eines Schallkopfes auftretenden Störungen. Solche Störungen sind beispielsweise Mehrfachechos, die zwischen stark reflektierenden Grenzflächen des Körpers und der Schallkopf-Applikationsfläche entstehen und als überlagerte Lichtpunkte im Ultraschall-Echoschnittbild die diagnostische Auswertung des Schnittbildes erschweren. Ferner können auch Mehrdeutigkeiten durch Nebenkeulen entstehen und es ergibt sich der Nachteil toter Zonen im Ankoppelbereich, da die Direktankopplung des starken Sendeimpulses eine Echoanzeige aus diesem Nahbereich verhindert. Ein weiterer störender Nachteil ist, daß der Schnittpunkt der Schallstrahlen immer vor bzw. auf der Körperoberfläche liegt. Befindet sich das Durchgangsfenster im Innern des Körpers, wie z. B. der Raum zwischen den Rippen, der unter Umständen bis zu mehreren Zentimetern tief im Körper liegen kann, so kommt der Vorteil der Sektorabtastung mit Direktankopplung nur in sehr beschränktem Maße zum Tragen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Ultraschall-Sender/Empfänger in solch gekrümmter Reihenformation in einem Gehäuse mit einem den Ultraschall gut leitenden Ankoppelmedium, z. B. Wasser, angeordnet sind, daß sie bei zeitlich aufeinanderfolgender Erregung ihren Ultraschallstrahl durch ein Ultraschallfenster im Gehäuse hindurch jeweils auf einen für sämtliche zeitlich nacheinander anfallenden Strahlrichtungen des Ultraschallstrahles gemeinsamen Zielpunkt außerhalb des Gehäuses ausrichten, welcher Zielpunkt die Spitze eines vom Ultraschallstrahl in zeitlicher Aufeinanderfolge zeilenweise abzutastenden Sektorfeldes darstellt, und daß eine Verstelleinrichtung vorhanden ist zum Verstellen des Abstandes zwischen Ultraschall-Sendern/Empfänger-

gern und Ultraschallfenster im Applikatorgehäuse in dem Sinne, daß der Abstand speziell des Zielpunktes sämtlicher Ultraschallabstrahlrichtungen vom Ultraschallfenster in wünschenswertem Maße veränderbar ist.

Im Gegensatz zum Ultraschallappikator nach der DT-OS 19 48 463 erfolgt also die Ultraschallabtastung nicht im sogenannten Parallel-Scan; die Abtastung des Körpergebietes erfolgt vielmehr im sogenannten Sektor-Scan-Prinzip, wo also Strahl für Strahl in zeitlicher Aufeinanderfolge geschwenkt wird, so daß für sämtliche nacheinander anfallenden Strahlrichtungen der momentane Schallstrahl durch einen gemeinsamen Zielpunkt außerhalb des Applikatorgehäuses verläuft. Damit verläuft also einerseits die Reihenformation der Wandlerelemente beim Ultraschallappikator vorliegender Erfindung bereits von vornherein gekrümmt innerhalb des Applikatorgehäuses in bestimmtem Abstand zum Ultraschallfenster. Andererseits ist gemäß der Erfindung auch eine Verstelleinrichtung vorgesehen, mit der sich der Abstand zwischen den Ultraschall-Sendern/Empfängern und Ultraschallfenster im Applikatorgehäuse in dem Sinne verstellen läßt, daß der Abstand speziell des Zielpunktes sämtlicher Ultraschallabstrahlrichtungen vom Ultraschallfenster in wünschenswertem Maße veränderbar ist. Beim Ultraschallappikator nach der Erfindung läßt sich also der Zielpunkt außerhalb des Gehäuses je nach Wahl des Abstandes zwischen Sender/Empfängerelementen und Ultraschallfenster im Applikatorgehäuse und/oder bei entsprechender Krümmung der Ultraschall-Sender/Empfänger-Formation an beliebige Stellen im Körperinnern verlegen. Das Sektorabtastverfahren kann damit auch bei tiefliegenden akustischen Knochenöffnungen mit gutem Erfolg angewendet werden. Die beliebige Verlegung des Schnittpunktes wird auch ermöglicht durch die Vorschaltung der Vorlaufstrecke (Ankoppelmedium) zwischen Ultraschall-Sende/Empfangssystem und Körperoberfläche. Wird diese Vorlaufstrecke akustisch nur wenig länger als die maximale Eindringtiefe des Ultraschalls in den Körper gehalten, so werden auch in bekannter Weise Mehrfachechos zwischen Schallkopf und Körpergewebe weitgehend unterdrückt. Ferner ergibt sich auch keine tote Zone und Mehrdeutigkeiten durch Nebenkeulen werden auf ein Minimum reduziert. Der mit dem Applikator nach vorliegender Erfindung durchführbare Zielvorgang im Sektor-Scan-Verfahren darf nicht verwechselt werden mit einem sogenannten »Bündelungsvorgang« für Ultraschallstrahlen, wo eine Vielzahl von gleichzeitig abgestrahlten Ultraschallimpulsen beispielsweise durch elektronische Verzögerung in einem Brennpunkt elektronisch fokussiert wird. Ein sogenannter elektronisch fokussierter Ultraschallwandler ist beispielsweise aus der DT-OS 22 02 989 vorbekannt. Eigenschaft dieses Ultraschallwandlers ist jedoch — wie der Gattungsbegriff schon sagt — die Fokussierung von Ultraschallstrahlen in einem bestimmten Punkt eines Untersuchungsobjektes in dem Sinne, daß in dem Fokuspunkt immer optimale Konzentration von Ultraschallsende- oder -empfangsenergie auftritt. Zur Fokussierung also von Ultraschallenergie umfaßt nun der Ultraschallwandler der DT-OS 22 02 989 eine Mehrzahl ringförmiger Ultraschallwandlerelemente, die auf einer Kugelkalotte als konzentrische Ringe angeordnet sind. Die Ansteuerung der ringförmigen Wandlerelemente erfolgt in dem Sinne, daß sämtliche Wandlerelemente immer gleichzeitig einen Ultraschallsendeimpuls aus-

senden, so daß sich ein einziger gemeinsamer Ultraschallabtaststrahl mit Kegelform ergibt, der sich von einer breiten Abstrahlbasis an den Wandlerringen bis hin zum Brennpunkt (Fokus des einzigen Abtaststrahles) zunehmend verjüngt. Der mit dem Wandler erreichte Fokussierungseffekt für einen einzigen Ultraschallabtaststrahl kommt also jenem Effekt gleich, der beispielsweise mittels eines großflächigen Wandlers mit vorgeschalteter Flüssigkeitslinse veränderbarer Dicke oder Krümmung zur Fokussierung des Ultraschallstrahles dieses großflächigen Wandlers erreichbar wäre. Die Unterschiede des Wandlers der DT-OS 22 02 989 zu vorliegender Erfindung sind also sowohl in Aufgabenstellung als auch Lösung erheblich.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Unteransprüchen. Es zeigt

Fig. 1 einen Ultraschall-Applikator gemäß der Erfindung im Prinzipaufbau.

Fig. 2 das gekrümmte Sende/Empfangssystem in perspektivischer Ansicht.

In der Fig. 1 weist der Applikator ein Gehäuse 1 auf, in dessen mit Wasser, z. B. mit entgastem, destilliertem Wasser, gefüllten Innenraum ein Ultraschall-Sende/Empfangssystem angeordnet ist, das aus einer Vielzahl von in Kreisbogenform an einem Trägerteil 3 (z. B. aus mit Füllstoffen versehenem Epoxydharz) angeordneten Ultraschallwandlern 4 besteht. Die Wandlerelemente 4 bestehen vorzugsweise aus Bariumtitanat oder Bleizirkonat. Sie können wahlweise ebene Abstrahlflächen oder zur besseren Strahlfokussierung auch senkrecht zur Zeichnungsebene gekrümmte Abstrahlflächen aufweisen. Ein gemeinsamer Kabelanschluß 5 verbindet die einzelnen Wandlerelemente 4 mit einem (nicht dargestellten) elektrischen Sende- und Empfangsteil sowie einer Echoaufzeichnungsröhre im Ultraschall-Echo-Schnittbildgerät. Bei zeitlich aufeinanderfolgender Erregung der Wandlerelemente 4 durch entsprechende Umschaltung im Sende- und Empfangsteil richtet sich der Ultraschallstrahl eines jeden Wandlers 4 durch ein Ultraschallfenster 6 (für den Ultraschall durchlässige Dichtmembran) hindurch auf einen gemeinsamen Zielpunkt 7 (Schnittpunkt der in zeitlicher Aufeinanderfolge erzeugten Ultraschallstrahlen), z. B. in einem Untersuchungsobjekt 8, aus. Der Zielpunkt 7 entspricht dem Kreismittelpunkt des zur kreisbogenförmigen Anordnung der Wandlerelemente 4 gehörigen Vollkreises. In der Fig. 1 ist der Ultraschallstrahl des obersten Ultraschallwandlers 4 mit 9 angedeutet. Der Ultraschallstrahl des untersten Wandlerelementes ist mit 10 bezeichnet und gestrichelt dargestellt. Beide Strahlen 9 bzw. 10 grenzen ein Sektorfeld ein, daß das Abtastsektorfeld für den Ultraschall des Ultraschall-Sende/Empfangssystems 2 definiert.

Um nun den Schnittpunkt 7 im Untersuchungsobjekt 8 der Ultraschallstrahlen der einzelnen Wandlerelemente 4 in beliebige Tiefen verlegen zu können, braucht lediglich der Abstand zwischen dem Ultraschall-Sende/Empfangssystem 2 und dem Ultraschallfenster 6 im Applikatorgehäuse 1 entsprechend verändert werden. Hierzu ist beispielsweise das Ultraschall-Sende/Empfangssystem mittels einer Haltestange 11 in einer Führungsnut 12 am Boden des Gehäuses 1 in Richtungen des Doppelpfeiles 13 längsverschiebbar gelagert. Zur Verschiebung des Sende/Empfangssystems 2 dient beispielsweise ein außerhalb des Applikatorgehäuses 1 befindlicher Drehknopf 14

## 25 29 112

5

(gestrichelt gezeichnet), der über ein Zahnrad 15 in die Zähne einer mit dem Sende/Empfangssystem 2 verbundenen Zahnstange 16 eingreift. Bei Drehen des Drehknopfes 14 läßt sich auf diese Weise das Sende/Empfangssystem 2 in Richtung auf das Ultra-  
schallfenster 6 bzw. von diesem weg verschieben. Hierdurch schiebt sich entsprechend der Schnittpunkt 7 der Schallstrahlen der Wandler 4 mehr oder weniger tief in das Untersuchungsobjekt 8. Das manuell zu bedienende Verschiebungssystem 11 bis 16 für das  
10 Ultraschall-Sende/Empfangssystem 2 hat lediglich exemplarischen Charakter. Beispielsweise läßt sich der Drehknopf 14 entsprechend durch einen Drehmotor, z. B. Schrittdrehmotor, ersetzen. Durch entsprechenden  
15 Tastendruck läßt sich dann das Sende/Empfangssystem 2 motorisch in die erwünschte Abstandslage zum Ultraschallfenster 6 einfahren. Abstandsänderungen

6

zwischen Sende/Empfangssystem und Membranfenster 6 zum Zwecke einer Zielpunktverrückung lassen sich aber auch beispielsweise dadurch erreichen, daß bei fest angeordneten Sende/Empfangssystem lediglich das  
5 Membranfenster längsverschiebbar ausgebildet ist. Die Modifikation des Fensters beispielsweise als längsverschiebbarer Membrantubus soll hierbei mit unter die Erfindung fallen.

Im praktischen Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 sollte vorzugsweise das Sende/Empfängersystem 2 insgesamt ca. 100 Wandler umfassen. Die einzelnen  
10 Wandlerelemente 4 sollten dabei ca. 1 mm breit sein und eine Länge von etwa 5 bis 10 mm aufweisen. Der Abstand jeweils Wandlermitte zu Wandlermitte (mittlerer Wandlerabstand) soll bei ca. 1 bis 1,5 mm liegen. Als Krümmungsradius der gesamten Wandleranordnung empfiehlt sich ein Wert zwischen ca. 100 bis 150 mm.

---

**Hierzu 1 Blatt Zeichnungen**

---