

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 590 193 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92116764.9**

(51) Int. Cl.⁵: **G10K 11/02, B06B 1/06**

(22) Anmeldetag: **30.09.92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.94 Patentblatt 94/14

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München(DE)

(72) Erfinder: **Fiebiger, Clemens, Dr. Ing.**
Ohmstrasse 7
W-8520 Erlangen(DE)
Erfinder: **Schmidt, Erhard, Ing. grad.**
Heuwaagstrasse 20 a
W-8520 Erlangen(DE)
Erfinder: **Prestele, Karl, Dipl.-Phys.**
Bismarckstrasse 21 d
W-8520 Erlangen(DE)

(54) **Ultraschall-Wandleranordnung mit einer akustischen Anpassungsschicht.**

(57) Bei einer Ultraschall-Wandleranordnung (4) mit einem elektroakustischen Wandlerteil (8,30) und mindestens einer in einem Schallweg angeordneten akustischen Anpassungsschicht (16) besteht die akustische Anpassungsschicht (16) aus einem parakristallinen Kohlenstoff.

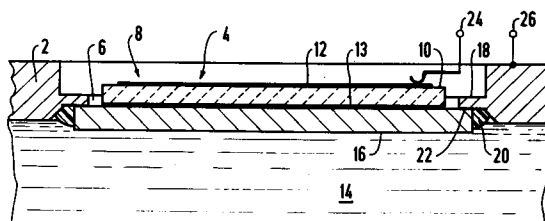


FIG 1

EP 0 590 193 A1

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Wandleranordnung mit einem elektroakustischen Wandler-
teil und mindestens einer in einem Schallweg angeordneten akustischen Anpassungsschicht.

In der Ultraschalltechnik werden Anpassungsschichten verwendet, um im Schallweg oder in Schallabstrahlungs- und/oder Schallempfangsrichtung außerhalb eines Untersuchungsobjekts Reflexionen an Grenzflächen zweier Materialien mit unterschiedlicher akustischer Impedanz zu verringern bzw. um die Schallenergie möglichst verlustfrei von Wandler-
teil in ein zu untersuchendes Medium und zurück zu übertragen. Dazu wird mindestens eine Anpassungsschicht zwischen den beiden Materialien angeordnet. In der Praxis werden Anpassungsschichten zur akustischen Anpassung des elektroakustischen Wandler-
teils an ein Untersuchungsobjekt verwendet. Zusätzlich kann auch ein akustischer Sumpf oder Dämpfungskörper direkt oder mit mindestens einer Anpassungsschichten an den Wandler-
teil angepaßt werden.

Eine Ultraschall-Wandleranordnung der eingangs genannten Art ist in der US-PS 4 717 851 beschrieben. Zur akustischen Anpassung des elektroakustischen Wandler-
teils an ein Untersuchungsobjekt oder ein akustisches Fortpflanzungsmedium werden Anpassungsschichten im Schallweg angeordnet, deren akustische Impedanz zwischen der des Wandler-
teils und der des Untersuchungsobjekts oder Fortpflanzungsmediums liegt.

Üblich sind Anpassungsschichten aus einem Kunstharz, wie z.B. Epoxidharz, worin kleinste Teilchen eines mineralischen oder metallischen Materials eingebettet sind. Die akustische Impedanz der Anpassungsschicht ist dabei im wesentlichen abhängig von der Menge und dem Material der hinzugefügten Teilchen. Es kann jedoch nicht in jedem Fall über größere Volumenbereiche eine gleichmäßige Verteilung der Teilchen im Kunstharz erreicht werden. Dadurch ist die Reproduzierbarkeit der funktionsbestimmenden akustischen Eigenschaften begrenzt. Hinzu kommt, daß u. U. Inhomogenitäten und Störstellen in Kauf genommen werden müssen. Viele an sich geeignete Harze sind außerdem empfindlich gegen äußere Einflüsse, insbesondere quellen sie bei Feuchtigkeitseinwirkungen. Dadurch besteht die Gefahr, daß sich Klebeflächen der Anpassungsschichten ablösen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine akustische Anpassungsschicht anzugeben, die unempfindlich gegen äußere Einflüsse ist und deren funktionsbestimmende akustische Eigenschaften gut reproduzierbar sind.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die akustische Anpassungsschicht aus einem parakristallinen Kohlenstoff besteht. Parakristalliner Kohlenstoff, der auch als amorpher Kohlenstoff bezeichnet wird, besitzt jene Art von Kristallinität, die wegen

der Kleinheit der strikt periodischen Bereiche diffuse Röntgenreflexe erzeugt. Deshalb wird er auch als röntgenamorph bezeichnet. Parakristalliner Kohlenstoff ist unempfindlich gegen äußere Einflüsse, insbesondere sind die Wasseraufnahme und Wasserpermeabilität vernachlässigbar. Durch die weitgehend homogene und porenfreie Struktur sind die funktionsbestimmenden akustischen Eigenschaften gut reproduzierbar. Zudem ist parakristalliner Kohlenstoff elektrisch leitfähig, diese Eigenschaft kann zur Kontaktierung des Wandler-
teils oder zu Abschirmzwecken genutzt werden. Eine relativ hohe Schallgeschwindigkeit dieses Materials führt insbesondere bei hohen Frequenzen in der Größenordnung von 5 bis 10 MHz zu größeren, d.h. auch besser handhabbaren Dicken der Anpassungsschicht.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, daß der akustische Wandler-
teil eine polarisierte Piezokeramik umfaßt. Polarisierte Piezokeramik besitzt eine relativ hohe akustische Impedanz in der Größenordnung von 35 MRayl. Die Schallgeschwindigkeit und die Dämpfung des parakristallinen Kohlenstoffs sind in engen Grenzen reproduzierbar und durch die Herstellung vorgegeben. Aufgrund dieser Eigenschaften ergibt sich eine akustische Impedanz von ca. 7 MRayl. Damit eignet er sich gut für Anpassungsschichten, die den piezokeramischen akustischen Wandler-
teil an ein Medium mit niedriger akustischer Impedanz in der Größenordnung von 1,5 MRayl, wie z.B. Wasser oder Körpergewebe, anpassen sollen.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der elektroakustische Wandler-
teil für medizinische Anwendungen ausgebildet. Unter medizinischer Anwendung ist sowohl eine therapeutische wie eine diagnostische Verwendung zu verstehen. Parakristalliner Kohlenstoff weist für dieses Anpassungsproblem besonders günstige akustische Eigenschaften auf, der Wellenwiderstand und die Schallgeschwindigkeit liegen in einem günstigen Bereich. Insbesondere die vernachlässigbar geringe Schalldämpfung des parakristallinen Kohlenstoffs ist für medizinische Anwendungen vorteilhaft.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung grenzt die akustische Anpassungsschicht unmittelbar an eine abstrahlende Oberfläche des Wandler-
teils. Dabei ist eine Kombination von Piezokeramik und parakristallinem Kohlenstoff insbesondere deshalb vorteilhaft, weil die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Piezokeramik und des parakristallinen Kohlenstoffs ungefähr gleich sind. Damit ist eine hohe Wechsellastfestigkeit der Wandleranordnung gegeben, die bei Leistungsschallwandlern für Therapie-
zwecke von besonderer Bedeutung ist. Zusätzlich wird die elektrische Leitfähigkeit von parakristallinen Kohlenstoff für die Kontaktierung und/oder für eine Abschirmung ausgenutzt.

Bei einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung ist der parakristalline Kohlenstoff ein glasartiger Kohlenstoff. Glasartiger Kohlenstoff ist unter verschiedenen Handelsbezeichnungen mit Wandstärken bis zu 4 mm in vielen gewünschten Formen erhältlich.

Zwei Ausführungsbeispiele werden im folgenden anhand von zwei Figuren erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Ultraschall-Wandleranordnung mit einem Einzelwandler für therapeutische Anwendungen und

FIG 2 eine Ultraschall-Wandleranordnung mit einem Wandlerarray zu Diagnosezwecken.

In beiden Ausführungsbeispielen, also sowohl für die therapeutische Ultraschall-Wandleranordnung nach FIG 1 als auch für die diagnostische Ultraschall-Wandleranordnung nach FIG 2 ist ein glasartiger Kohlenstoff benutzt, der unter der Bezeichnung SIGRADUR-K von der Firma Sigr in Meitingen oder unter der Bezeichnung "Glassy Carbon" von der Fa. Tokai Carbon Co., Ltd. Tokyo, Japan hergestellt und vertrieben wird. Die für die Anwendung als akustische Anpassungsschicht relevanten Materialdaten von Glassy Carbon bei einer Materialdicke von 1 mm sind:

Dichte: 1,54 g/cm³

Akustische Impedanz: 7,2 MRayl

Schallgeschwindigkeit: 4,7 km/s

mechanische Güte: > 500

Thermischer Ausdehnungskoeffizient: 3,5 ppm/K

Spezifischer elektrischer Widerstand: 50 Ohm μ m.

In FIG 1 ist in einer Schnittdarstellung ein Teil eines Metallgehäuses 2 dargestellt, worin eine Ultraschall-Wandleranordnung 4 für Therapiezwecke in einer Öffnung 6 befestigt ist. Die Ultraschall-Wandleranordnung 4 umfaßt einen elektroakustischen Wandler 8. Der elektroakustische Wandler 8 besteht aus einer runden piezoelektrischen Keramikscheibe 10, die an gegenüberliegenden Flachseiten jeweils mit einer Elektrode 12 und 13 versehen ist. Die piezoelektrische Keramikscheibe 10 besitzt eine akustische Impedanz von ungefähr 35 MRayl. In einer Schallabstrahlrichtung ist die hohe akustische Impedanz des Wandlers 8 an ein Ultraschall-Fortpflanzungsmedium 14 mit einer akustischen Anpassungsschicht 16 angepaßt. Als Ultraschall-Fortpflanzungsmedium 14 dient hier Wasser mit einer akustischen Impedanz von ungefähr 1,5 MRayl. Die akustische Anpassungsschicht 16 besteht aus einem Glaskohlenstoff, wie er z.B. unter der Bezeichnung SIGRADUR-K vertrieben wird. Die akustische Anpassungsschicht 16 ist ebenso wie der Wandler 8 als runde Scheibe ausgebildet.

Die Anpassungsschicht 16 ist vollflächig mit der Elektrode 13 des elektroakustischen Wandlers 8 elektrisch leitfähig verbunden, z.B. durch

Löten oder Kleben.

Der Durchmesser der akustischen Anpassungsschicht 16 ist hier größer als der Durchmesser des elektroakustischen Wandlers 8, so daß die Ultraschall-Wandleranordnung von außen auf einen in der Öffnung 6 umlaufenden Vorsprung 18 aufgesetzt werden kann. Da der glasartige Kohlenstoff undurchlässig ist gegen Wasser und Gase, genügt eine seitlich an der Anpassungsschicht 16 angeordnete Randabdichtung 20 aus Silikonmasse um zu verhindern, daß das flüssige Ultraschall-Fortpflanzungsmedium 14 in das Innere des Gehäuses 2 eindringen kann.

Die elektrische Leitfähigkeit der akustischen Anpassungsschicht 16 ermöglicht eine einfache Kontaktierung von Elektroden, wenn die Anpassungsschicht 16 unmittelbar an den Wandler 8 angrenzt. So wird hier die akustische Anpassungsschicht 16 benutzt, die in Abstrahlrichtung liegende Elektrode 13 über das Gehäuse 2 zu kontaktieren. Eine Kontaktstelle 22, die durch die Auflagefläche der Anpassungsschicht 16 auf dem Vorsprung 8 gebildet ist, stellt die leitende Verbindung zum Gehäuse 2 her. Um dem elektroakustischen Wandler 8 ein Anregungssignal zuführen zu können, ist ein elektrischer Anschluß 24 direkt mit der Elektrode 12 und ein zweiter elektrischer Anschluß 26 mit dem Gehäuse 2 verbunden, das über die akustische Anpassungsschicht 16 elektrisch leitfähig mit der Elektrode 13 verbunden ist.

Bei der in FIG 2 in einem Längsschnitt gezeigten Ultraschall-Wandleranordnung 4 besteht der elektroakustische Wandler 8 aus einem Wandlerarray 30, das aus einer Vielzahl von gleichartigen, nebeneinander angeordneten piezoelektrischen Keramikquadranten besteht. Die Keramikquadranten sind an gegenüberliegenden Seiten jeweils mit einer Elektrode 12 und 13 versehen. Die Elektroden 12 sind jeweils einzeln mit elektrischen Anschlüssen verbunden (hier nicht gezeigt). Die so aus den Keramikquadranten gebildeten Elementarwandler lassen sich individuell aktivieren, so daß ein Untersuchungsobjekt 32 elektronisch zur Erstellung eines Schnittbildes mit Ultraschallstrahlen abgetastet werden kann. Die akustische Impedanz des Untersuchungsobjekts, also von Körpergewebe, liegt in der Größe von 1,5 MRayl.

Die Elektroden 12 aller Elementarwandler sind mit einem Dämpfungskörper 34 verbunden, der ein kurzes An- und Abklingen der Elementarwandler sicherstellt. Je nach verwendetem Material für den Dämpfungskörper 34 kann auch der Dämpfungskörper 34 über eine Anpassungsschicht aus glasartigem Kohlenstoff akustisch an das piezoelektrische Keramikmaterial des Wandlerarrays 30 angepaßt sein.

Im Schallweg zwischen dem Wandlerarray 30 und dem Untersuchungsobjekt 32 ist zur akusti-

schen Anpassung eine Anpassungsschicht 16 aus glasartigem Kohlenstoff angeordnet, deren Dicke ungefähr ein Viertel der Wellenlänge einer Ultraschallwelle in der Anpassungsschicht 16 beträgt. Die Anpassungsschicht 16 ist unmittelbar mit den Elektroden 13 verklebt und dient zusätzlich zur akustischen Anpassung der gemeinsamen elektrischen Signalzuführung auf der Abstrahlseite. Eine dünne Kunststoffschicht 36 bedeckt die Anpassungsschicht 16, um im Falle medizinisch diagnostischer Wandler eine weitere möglichst breitbandige Anpassung an Körpergewebe zu erreichen.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Wandleranordnung mit einem elektroakustischen Wandlerteil (8,30) und mindestens einer in einem Schallweg angeordneten akustischen Anpassungsschicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die akustische Anpassungsschicht (16) aus einem parakristallinen Kohlenstoff besteht.
2. Ultraschall-Wandleranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der akustische Wandlerteil (8,30) eine polarisierte piezoelektrische Keramik umfaßt.
3. Ultraschall-Wandleranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der elektroakustische Wandlerteil (8) als Einzelwandler ausgebildet ist.
4. Ultraschall-Wandleranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der elektroakustische Wandlerteil (8) als Wandlerarray (30) ausgebildet ist.
5. Ultraschall-Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der elektroakustische Wandlerteil (8,30) für medizinische Anwendungen ausgebildet ist.
6. Ultraschall-Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die akustische Anpassungsschicht (16) unmittelbar an eine abstrahlende Oberfläche (13) des Wandlerteils (8,30) grenzt.
7. Ultraschall-Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der parakristalline Kohlenstoff ein glasartiger Kohlenstoff ist.

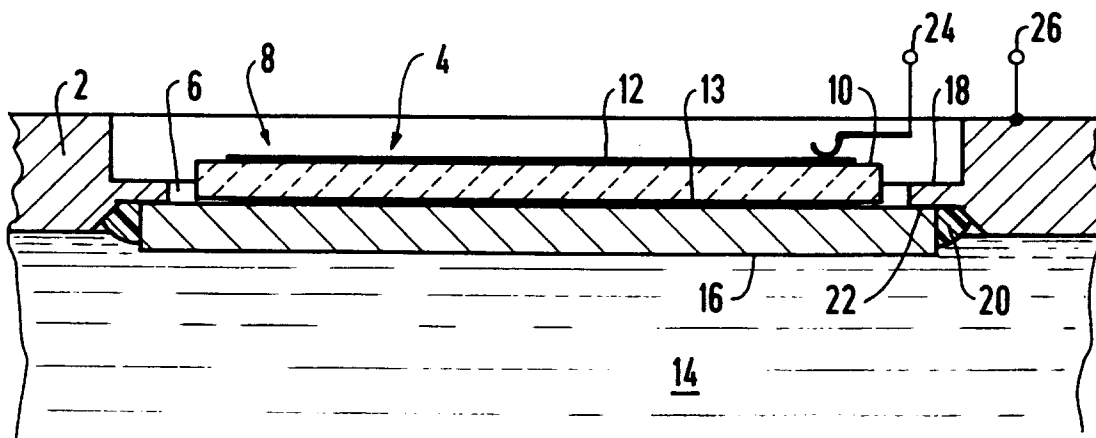


FIG 1

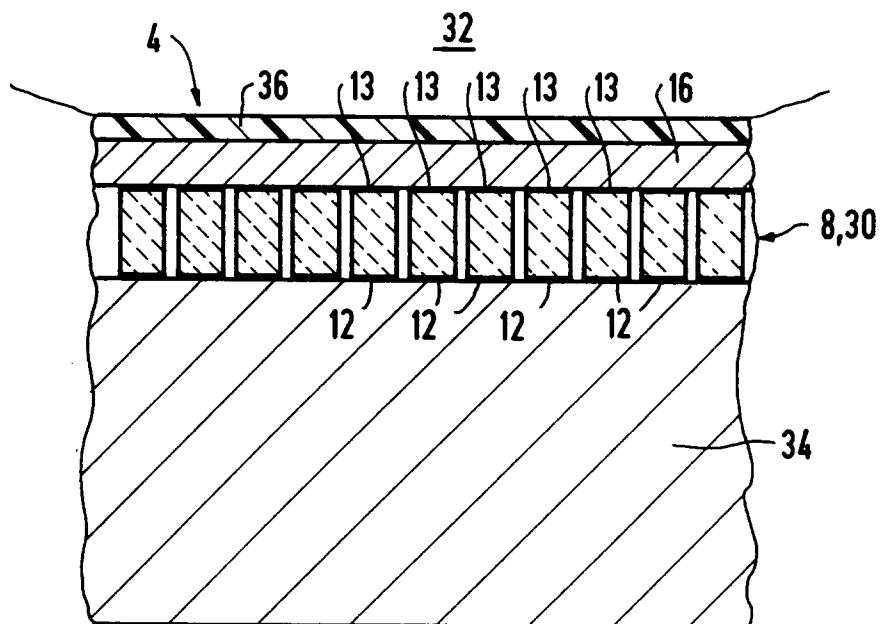


FIG 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 6764

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 026 (P-049)17. Februar 1981 & JP-A-55 151 258 (HITACHI LTD) 25. November 1980 * Zusammenfassung *	1-3,6	G10K11/02 B06B1/06
Y	IEEE TRANSACTIONS ON SONICS AND ULTRASONICS Bd. SU-31, Nr. 2, März 1984, NEW YORK US Seiten 101 - 104 L.C.LYNNWORTH E.A. 'Impedance-matched metallurgical sealed transducers' * Seite 101, Spalte 2, Zeile 6 - Zeile 15; Abbildung 1 *	1-3,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G10K B06B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28 MAI 1993	Prüfer HAASBROEK J.N.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			