

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 81103526.0

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **G 10 K 11/34**

(22) Anmeldetag: 08.05.81

(30) Priorität: 21.05.80 DE 3019410  
21.05.80 DE 3019420

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.11.81 Patentblatt 81/47

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** Berlin  
und München  
Postfach 22 02 61  
D-8000 München 22(DE)

(72) Erfinder: **Diepers, Heinrich, Dr.**  
Veit-Stoss-Strasse 44  
D-8552 Höchstadt(DE)

(72) Erfinder: **Sachs, Bertram**  
Dorfstrasse 30  
D-8520 Erlangen(DE)

(72) Erfinder: **Paulus, Albert**  
Gräfenberger Strasse 23  
D-8520 Erlangen(DE)

(72) Erfinder: **Kämpf, Erich**  
In der Zeil 11  
D-8520 Erlangen(DE)

(54) **Ultraschallwandleranordnung und Verfahren zu seiner Herstellung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Ultraschallwandleranordnung mit Gruppen von gemeinsam gesteuerten Wandlerelementen. Erfindungsgemäß sind die einander gegenüberliegenden Schmalseiten der Wandlerelemente (2) jeder der Gruppen (6 bis 10) jeweils mit einer Metallaufgabe (18) versehen, von denen eine (18) mit der Metallaufgabe (21 und 23 Fig. 2) einer als Kontaktfolie (20 bzw. 22) dienenden Kunststoffolie verbunden ist, die zwischen den Wandlerelementen (2) mit Schlitz versehen ist und für die Wandlerelemente (2) der Gruppen (6 bis 9) jeweils eine Kontaktfahne (24 bis 28) bildet. Nach diesem Verfahren kann ein Array mit einer großen Anzahl von feingeteilten Wandlerelementen (2) in einfacher Weise kontaktiert werden.

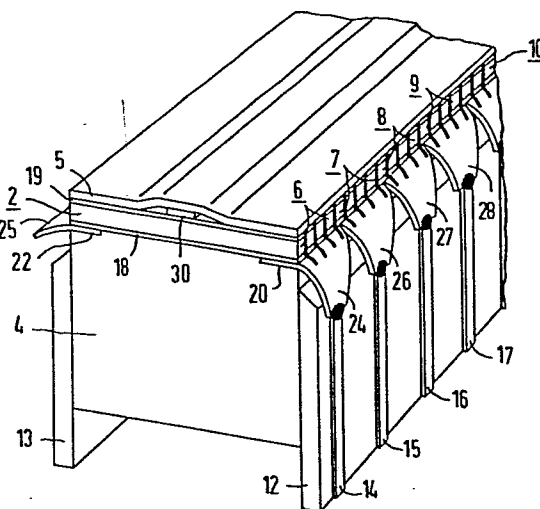


FIG 1

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA 80 P 7527 kb E

5 Ultraschallwandleranordnung und Verfahren zu  
seiner Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ultraschallwandler-  
anordnung mit Gruppen von Wandlerelementen, die durch  
10 Feinteilung akustisch getrennt und elektrisch gemeinsam  
gesteuert sind und die auf einem Dämpfungskörper ange-  
ordnet sind.

In der medizinischen Diagnostik sowie in der zerstö-  
15 rungsfreien Werkstoffprüfung werden Bilder aus dem  
Inneren eines zu untersuchenden Körpers mit Hilfe von  
Ultraschallimpulsen hergestellt, die von an der Ober-  
fläche des Körpers angeordneten Ultraschallwandlern  
ausgestrahlt werden. Ein elektrischer Generator erzeugt  
20 regelbare Hochfrequenzenergie und speist im Behandlungs-  
teil eine elektromechanische Wandleranordnung, die auf  
piezoelektrischer oder auch auf ferromagnetischer Grund-  
lage arbeitet. Sie wandelt die zugeführte elektrische  
Hochfrequenzenergie in mechanische Ultraschallenergie  
25 gleicher Frequenz um. Die Wandlerelemente der Ultra-  
schallwandleranordnung werden mit ihrer schwingenden  
Fläche unter Zwischenschalten eines geeigneten Ankopp-  
lungsmittels auf die Oberfläche des zu untersuchenden  
Körpers aufgesetzt. Die von den Wandlern erzeugte Ultra-  
30 schallenergie in Form von Longitudinal- bzw. Dichtewel-  
len wird in den Körper eingestrahlt und führt zu  
periodischen Verdichtungen und Verdünnungen der Materie  
in der Ausbreitungsrichtung. Der Ultraschallimpuls löst  
an den Grenzflächen zwischen den verschiedenen Körper-  
35 teilen Echos aus, die aufgrund ihrer Laufzeit nachein-

ander von einem Empfänger aufgenommen werden, der zugleich als Sender verwendet werden kann, und anschließend einer Elektronik zugeführt. Mit einer linearen Kette von nebeneinander angeordneten Ultraschallwandlern, die zyklisch nach einem vorgegebenen Zeitablauf erregt werden, ist eine parallele Abtastung des zu untersuchenden Körpers möglich. Die Wandler des Arrays, das können beispielsweise 50 oder mehr Wandler sein, sind zur Steuerung mit einem elektrischen Anschlußleiter verbunden, beispielsweise verlötet.

Die Ultraschallwandler eines solchen Arrays können durch sogenannte Feinteilung noch akustisch in Wandler-elemente aufgetrennt werden, deren Breite im allgemeinen wesentlich kleiner ist als ihre Höhe. Die Anordnung wird deshalb auch als Wandlerkamm bezeichnet. Die Breite dieser Wandler-elemente ist vorzugsweise wesentlich kleiner als die Hälfte der Wellenlänge und bei Arrays für höhere Frequenzen, beispielsweise oberhalb 5 MHz, mit einem Rastermaß von weniger als 100  $\mu\text{m}$  ist eine Kontaktierung durch Anlöten eines elektrischen Anschlußleiters, z.B. eines Drahtes, nur noch mit einem verhältnismäßig großen Aufwand möglich. Durch elektrische Parallelschaltung und gemeinsame Steuerung können jeweils mehrere dieser akustisch getrennten Wandler-elemente zu Wandlergruppen zusammengefaßt werden. Jede Gruppenkontaktierung erhält dann einen gemeinsamen Steuerleitungsanschluß.

Eine bekannte Ausführungsform einer Ultraschallwandleranordnung mit einer linearen Kette von nebeneinander angeordneten Ultraschallschwingern kann durch entsprechende elektronische Steuerung als Sektorscanner betrieben werden. Die Ultraschallwandler sind hergestellt durch Auflöten eines streifenförmigen Grundkörpers aus

-3- VPA 80 P 7527 kb E

- Piezomaterial auf eine Kontaktfolie aus Kupfer mit einer Dicke von 50  $\mu\text{m}$ . Die gegenüberliegende Flachseite der Metallfolie ist auf einem Dämpfungskörper befestigt. Durch Sägespalte kann der Piezokörper mit
- 5 der Metallfolie in die getrennten Ultraschallwandler aufgeteilt werden oder der Piezokörper wird mit einer bereits vorgefertigten Metallfolie verbunden, die durch entsprechende Ausschnitte bereits die erforderliche Struktur aufweist. Die an den Enden der Ultraschall-
- 10 wandler überstehenden Teile der Metallfolie können mechanisch getrennt und jeweils mit einem elektrischen Steuerleiter verlötet werden (Europäische Offenlegungsschrift 5071).
- 15 Das nachträgliche Auftrennen der Randzonen in einzelne Kontaktfahnen kann zu Quer-Rissen und vollständigen Abrissen der Kontaktfolie führen. Außerdem neigen diese Kontaktfahnen aus Kupfer oder anderen Metallen aufgrund der Reaktion mit den Loten in der Umgebung der Lötstelle
- 20 zur Versprödung und können brechen. Bei Verwendung einer vorgefertigten Metallfolie, die durch Photoätztechnik mit der erforderlichen Struktur versehen ist, kann beim Auflöten der Folie auf den Piezokörper eine Dehnung der Folie auftreten, die bereits bei der Dimensionierung
- 25 einer Fotoätzmaske zur Festlegung der Kontaktfahnenabstände berücksichtigt werden muß und einen zusätzlichen Aufwand erfordert. Die Sägespalte zwischen den Ultraschallschwingern sind auf die Spalte zwischen den Kontaktfahnen zu setzen, was ebenfalls eine hohe Präzi-
- 30 sion in der Maskendimensionierung zum Ätzen der Kontaktfahnen, in der Löttechnik und der Sägetechnik mit genauer Zuordnung erfordert. Außerdem sind Metallfolien mit verhältnismäßig großer Dicke von beispielsweise
- 35 50  $\mu\text{m}$  aus akustischen Gründen wegen zu geringer Ankopplung an den Dämpfungskörper, wegen störender

akustischer Reflexionen und zu großer Steifigkeit für höhere Frequenzen, beispielsweise oberhalb 2 MHz, nicht verwendbar.

- 5 Eine weitere bekannte Ultraschallwandleranordnung enthält Wandlerelemente mit metallischen Elektroden, die beide auf der gleichen Schmalseite des Piezokörpers enden. Dadurch, daß eine der Elektroden auch einen Teil der gegenüberliegenden Schmalseite des
- 10 Piezokörpers bedeckt, ist ein Teil des Volumens kurzgeschlossen und damit akustisch praktisch unwirksam. Bei der Metallisierung muß dafür gesorgt werden, daß zwischen den Elektrodenenden die elektrische Isolation erhalten bleibt. Dieser von der Isolation abgedeckte
- 15 Teil des Volumens ist ebenfalls nur durch mechanische Überkopplung akustisch wirksam. Die Elektrodenenden sind auf der gleichen Flachseite des Piezokörpers jeweils mit einer Metallplatte verbunden, die mit Schlitzten versehen sind. Der Abstand der Schlitzte
- 20 entspricht der Breite der Wandlerelemente mit einem Rastermaß von etwa 0,5 bis 1 mm. Die Wandlerelemente werden dadurch hergestellt, daß der metallisierte Piezokörper mit den geschlitzten Platten auf einem Dämpfungskörper befestigt wird und dann eine Unter-
- 25 teilung dieser Baueinheit entsprechend dem Rastermaß vorgenommen wird (US-PS 3 952 387).

- Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Herstellen einer Ultraschallwandleranordnung mit einer
- 30 großen Zahl von Ultraschallschwingern zu vereinfachen, insbesondere soll auch noch eine einfache Kontaktierung von feingeteilten Ultraschallschwingern mit sehr geringer Breite der Wandlerelemente möglich sein.

-5- VPA 80 P 7527 kb E

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Ultraschallwandleranordnung nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1. In dieser Anordnung sind die Wandler-  
elemente mit Elektroden versehen, die jeweils eine  
5 gesamte Schmalseite des entsprechenden Piezokörpers bedecken, so daß dessen gesamtes Volumen akustisch wirksam ist.

Bei der Herstellung des Ultraschallwandlerkamms mit  
10 Wandlerelementen, die zwischen einem Anpassungskörper und einem Dämpfungskörper angeordnet sind, wird als Unterlage zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit für den anschließenden Feinteilungsvorgang, der im allgemeinen durch mechanische Zerteilung erfolgt, in bekannter  
15 Weise der Dämpfungskörper verwendet. Bei der Unterteilung des Piezokörpers wird sowohl der Piezokörper mit seinen Metallauflagen auf seinen beiden Flachseiten als auch die mit ihm verbundene Kontaktfolie oder wenigstens die Metallauflage dieser Kontaktfolie aufgetrennt. Aus den an den Stirnseiten der Wandlerelemente  
20 überstehenden Teilen der Kontaktfolie werden anschließend Kontaktfahnen gebildet, deren Breite in Längsrichtung des Piezokörpers etwa der Breite eines Wandlerelementes oder der gesamten Breite der gemeinsam  
25 gesteuerten Wandlerelemente einer Wandlergruppe beträgt.

Die Kontaktfolie kann aus einer durchgehenden Kunststoffolie bestehen, die mit einer Metallauflage versehen ist. Ihre Dicke ist wesentlich geringer als die  
30 Wellenlänge und beträgt bei einer Frequenz von wenigstens 2 MHz beispielsweise höchstens 10  $\mu\text{m}$ . Die Metallauflage befindet sich auf der dem Piezokörper zugewandten Flachseite und ihre Dicke beträgt ebenfalls nicht mehr als 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise höchstens etwa  
35 1  $\mu\text{m}$ . Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, diese

Kontaktfolie oder ihre elektrisch leitende Auflage vor ihrer Befestigung am Piezokörper beispielsweise durch Photoätztechnik oder durch Stanzen als Muster mit Ausschnitten zu gestalten, aus denen nach der Befestigung  
5 am Piezokörper die Anschlußfahnen hergestellt werden.

In einer besonderen Ausführungsform der Wandleranordnung können die auf den beiden gegenüberliegenden Stirnseiten der Wandlerelemente überstehenden Teile der  
10 Kontaktfolie als Kontaktfahnen gestaltet sein, von denen nur eine mit einer elektrischen Steuerleitung verbunden wird und die andere auf eine vorbestimmte Länge derart gekürzt wird, daß sie nur noch elektrisch leitende Brücken für die Wandlerelemente jeweils einer  
15 Wandlergruppe bildet. In dieser Ausführungsform haben somit die Wandlerelemente an ihren beiden Enden jeweils eine Kontaktierung.

Auf der gegenüberliegenden freien Flachseite des Piezokörpers werden im allgemeinen alle Wandlerelemente  
20 mit einem gemeinsamen Anschlußleiter versehen, der in Form eines Bandes aus elektrisch leitendem Material alle Wandlerelemente überbrücken kann. Dieser gemeinsame Anschlußleiter kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Wandleranordnung ebenfalls als Flächenkontakt ausgebildet sein, insbesondere dadurch, daß auch auf  
25 dieser Flachseite die elektrisch leitende Oberfläche einer Folie befestigt wird, die ebenfalls wenigstens zum Teil aus elektrisch leitendem Material besteht, und deren an den Stirnseiten der Wandlerelemente überstehenden Teile als Leiterfahnen ausgebildet und mit dem  
30 Gegenpol der Steuerspannung verbunden werden. Sie bilden dann eine käfigartige Abschirmung für die Steueranschlüsse der Wandlerelemente. Die unlösbare Verbindung der Kontaktfolie an der unteren Flachseite des  
35 Piezokörpers und mit der Abschirmfolie an der oberen

Flachseite des Piezokörpers können zweckmäßig in einem gemeinsamen Arbeitsgang hergestellt werden.

- Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die
- 5 Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur 1 eine Teilansicht einer Ultraschallwandleranordnung schematisch veranschaulicht ist, mit deren Hilfe die Verfahrensschritte der Erfindung erläutert werden. Eine besondere Ausführungsform einer mit den Verfahrensschritten der
- 10 Erfindung hergestellten Wandleranordnung ist in Figur 2 dargestellt. In Figur 3 ist eine besondere Ausführungsform einer Ultraschallwandleranordnung veranschaulicht. Figur 4 zeigt eine Brückenbildung der Kontaktfahnen.
- 15 In der Ausführungsform nach Figur 1 enthält eine Ultraschallwandleranordnung eine lineare Anordnung von Wandler-elementen 2, die zwischen einem Dämpfungskörper 4 und einem Anpassungskörper 5 in der Längsausdehnung der Wandleranordnung und in Richtung ihrer Breite hintereinander angeordnet sind. Mehrere einander benachbarte und
- 20 elektrisch parallelgeschaltete und somit gemeinsam gesteuerte Wandler-elemente 2 bilden jeweils eine Wandlergruppe, die mit 6, 7, 8 und 9 bezeichnet sind. In der praktischen Ausführungsform der Wandleranordnung
- 25 können beispielsweise jeweils 8 Wandler-elemente, von denen in der Figur zur Vereinfachung nur 4 dargestellt sind, eine Wandlergruppe bilden. Die Wandler-elemente 2 können vorzugsweise durch sogenannte Feinteilung eines streifen- oder quaderförmigen Piezokörper 10 hergestellt
- 30 sein. An den beiden Seitenflächen des Dämpfungskörpers 4 ist jeweils eine Leiterplatte 12 bzw. 13 befestigt, deren Oberfläche mit elektrischen Leitern versehen ist, von denen in der Figur lediglich vier angedeutet und mit 14 bis 17 bezeichnet sind. Diese Leiter dienen als Steuer-
- 35 leitungen für die Wandler-elemente 2 und sind jeweils mit einer

Kontaktfahne 24 bzw. 26 bzw. 27 bzw. 28 verbunden, die aus einem an den Stirnflächen der Wandlerelemente 2 aus der Anordnung herausragenden Teil einer Kontaktfolie 20 hergestellt sind. Am gegenüberliegenden Ende der Wand-  
5 lerelemente 2 ist an deren Unterseite in gleicher Weise eine Kontaktfolie 22 angebracht, die mit Kontaktfahnen versehen ist, von denen in der Figur nur die erste sichtbar und mit 25 bezeichnet ist. Die gemeinsame elektrische Rückleitung für die Stromversorgung der Wandler-  
10 elemente 2 bildet ein Leiter 30 aus elektrisch leitendem Material, von dem in der Figur nur die Stirnfläche sichtbar ist und der über einen in der Figur nicht dargestellten Leiter einer der Leiterplatten 12 und 13 mit dem Gegenpol der Stromversorgung verbunden ist.

15

Zur Herstellung der Wandleranordnung wird zunächst der auf seiner oberen und unteren Flachseite jeweils mit einer Metallauflage 18 bzw. 19 versehene Piezokörper 10 mit der elektrisch leitenden Oberflächenschicht einer  
20 Kontaktfolie mit einer Dicke von höchstens 10  $\mu$ m unlösbar verbunden, die wenigstens zum Teil aus Metall besteht und vorzugsweise geteilt sein kann, so daß sie nur die Randbereiche des Piezokörpers 10 abdeckt. Durch diese Teilung werden bei höheren Frequenzen, insbesondere  
25 dere 5 MHz und mehr, Reflexionen an den Grenzflächen der Kontaktfolie, welche die Pulsform ungünstig beeinflussen können, vermieden. Die Kontaktfolien 20 und 22 bestehen vorzugsweise aus Kunststoff, insbesondere Poly-(diphenyl-oxid-pyromellithimid) (Polyimid, Kapton) oder auch aus  
30 einer Polyesterfolie auf der Basis Äthylenglykol und Terephthalsäure (Mylar), die eine hohe mechanische Festigkeit haben und zugleich für eine verhältnismäßig hohe Temperaturbelastung während der nachfolgenden Metallisierungs- und Lötprozesse geeignet sind. Die  
35 Dicke der Kontaktfolie beträgt vorzugsweise wesentlich

weniger als die Wellenlänge  $\lambda$  der Ultraschallfrequenz und kann für Polyimid beispielsweise etwa  $7,5 \mu\text{m}$  und für Mylar beispielsweise nur etwa  $2 \mu\text{m}$  betragen.

- 5 Zur Vorbereitung ihrer elektrisch leitenden Verbindung mit dem Piezokörper wird die in der Ausführungsform nach Figur 2 geteilte Kontaktfolie zunächst mit einer Metallauflage 21 und 23 versehen, deren Dicke  $1 \mu\text{m}$  nicht wesentlich überschreitet. Die dünne Metallauf-
- 10 lage 21 bzw. 23 der Kontaktfolie 20 bzw. 22 kann vorzugsweise aus wenigstens zwei Schichten bestehen, von denen die erste als Haftschrift 32 bzw. 35 dient und vorzugsweise aus Chrom oder auch aus Titan bestehen kann. Die Dicke der Chromschicht 32 bzw. 35 beträgt höchstens
- 15  $1 \mu\text{m}$ , vorzugsweise etwa  $0,02 \mu\text{m}$ . Die zweite Schicht hat eine gute elektrische Leitung und soll außerdem eine gute Haftung an der Materialverbindung zum Piezokörper 10 vermitteln. Diese Eigenschaft hat vorzugsweise Nickel; es sind aber auch Kupfer oder Silber sowie Gold
- 20 und Platin geeignet. Die Dicke der Nickelschicht beträgt vorzugsweise etwa  $0,05$  bis  $0,2 \mu\text{m}$ .

- Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, noch eine mittlere Schicht 34 bzw. 37 einzufügen, deren Material nur
- 25 wenig und langsam mit einem Lot 42 bzw. 44 reagiert, das zur Verbindung der Kontaktfolie 20 bzw. 22 mit dem Piezokörper 10 vorgesehen ist. In Verbindung mit einer ersten Schicht 32 bzw. 35 aus Chrom kann die Lotstoppschicht 34 bzw. 37 beispielsweise aus Platin und die
- 30 dritte Schicht 33 bzw. 34 beispielsweise aus Gold bestehen. In diesem Fall kann die Dicke der Chromschicht 32 bzw. 35 vorzugsweise höchstens  $0,05 \mu\text{m}$  und die Dicke der Platinschicht 34 bzw. 37 beispielsweise etwa  $0,1 \mu\text{m}$  und die Dicke der Goldschicht 33 bzw. 36 beispielsweise
- 35 etwa  $0,2 \mu\text{m}$  betragen, so daß die gesamte Dicke der

Metallauflage nicht wesentlich mehr als  $0,35 \mu\text{m}$  beträgt.

Die Metallisierung 21 bzw. 23 kann vorzugsweise durch  
5 Sputtern aufgetragen werden. Dabei erhält man eine gute  
Haftung, die wegen der nachfolgenden Feinteilung des  
Piezokörpers 10 erforderlich ist. Dem Sputtern kann vor-  
zugsweise ein Sputterätzprozeß vorausgehen, wodurch die  
Oberfläche der Kontaktfolie 20 bzw. 22 von Adsorptions-  
10 schichten und Staub gereinigt und zusätzlich aktiviert  
wird, was die Haftung der Metallauflage 21 bzw. 23  
begünstigt. Die Metallauflage 21 bzw. 23 kann jedoch  
auch durch Ionenplattierung oder durch Aufdampfen her-  
gestellt werden. Auch in diesem Fall wird die Kontakt-  
15 folie 20 bzw. 22 zunächst durch Ionenplattieren bzw.  
Aufdampfen mit einer Haftschrift 32 bzw. 35 versehen.  
Die Haftung kann noch dadurch verbessert werden, daß vor  
dem Aufbringen der Haftschrift 32 bzw. 35 die Oberfläche  
der Kontaktfolie 20 bzw. 22 in einem Sauerstoffplasma  
20 angeätzt wird.

Die unlösbare Verbindung der Kontaktfolie 20 bzw. 22 mit  
dem Piezokörper 10 muß frei von Lunkern sein, damit nach  
der Feinteilung des Piezokörpers 10 bei einer geringen  
25 Breite der dann entstehenden Wandler Elemente 2 von bei-  
spielsweise weniger als  $100 \mu\text{m}$  eine Ablösung der Wand-  
lerelemente 2 von der Kontaktfolie 20 bzw. 22 verhindert  
wird. Die Lotschichten 42 und 44 können deshalb vorzugs-  
weise als Lot-Legierung oder auch als Mehrschichtfolge  
30 aus den Komponenten des Lotes aufgetragen werden, wie es  
in Figur 2 angedeutet ist. Als Lotschicht 42 bzw. 44  
kann vorzugsweise dann ein Material mit einem verhältnis-  
mäßig niedrigen Schmelzpunkt verwendet werden, wenn der  
Piezokörper 10 bereits polarisiert ist, damit eine voll-  
35 ständige oder auch nur teilweise Depolarisation vermie-

den wird. Die Schichten können deshalb beispielsweise aus einem Indium-Zinn-Lot (InSn) zu gleichen Teilen bestehen, das vorzugsweise als Mehrschichtfolge, beispielsweise in vier Schichten, in einer Gesamtstärke von beispielsweise etwa 3  $\mu\text{m}$  aufgedampft wird. Die Gesamtschichtstärke der Lotschichten 42 und 44 ist abhängig von der Oberflächenrauigkeit des Piezokörpers 10 und kann etwa im Bereich von 0,5 und 6  $\mu\text{m}$  liegen. Die Lotschichten 42 und 44 können mit der Metallschicht 18 des Piezokörpers 10 verbunden werden.

Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, im Bereich der herzustellenden Verbindung zwischen Piezokörper 10 und Kontaktfolien 20 bzw. 22 die Metallschicht 18 vorher mit einer als Lot geeigneten Auflage 46 bzw. 48 zu versehen. Diese Lotauflagen 46 und 48 können zweckmäßig ebenfalls aufgedampft werden. Die Lötung selbst kann mit Flußmittelhilfe an Luft ausgeführt oder auch als Vakuumlötlung ohne Flußmittel durchgeführt werden.

Die so hergestellte Baueinheit aus dem Piezokörper 10 und den Kontaktfolien 20 und 22 wird dann zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit für die nachfolgende Unterteilung des Piezokörpers 10 auf einer mechanisch stabilen Unterlage befestigt, die vorzugsweise der Dämpfungskörper 4 der Ultraschallwandleranordnung sein kann. Diese Verbindung kann beispielsweise mit Hilfe eines Leitlebers 52 hergestellt werden.

Anschließend werden die Wandlerelemente 2 durch Unterteilung des Piezokörpers 10 hergestellt. Diese Unterteilung erfolgt beispielsweise durch Einsägen, wobei die Sägeschnitte von der Metallaufgabe 19 durch den Piezokörper 2 hindurch so tief geführt werden, daß auch noch elektrisch leitende Teile der Kontaktfolie 20 bzw. 22,

d.h. die Metallaufgaben 21 und 23, aufgetrennt werden. Die Sägespalte reichen noch in den überstehenden Teil der Kontaktfolie hinein, jedoch nicht bis zu ihrem äußeren Rand.

5

Dann wird auf der Oberseite der Wandler-elemente 2 der gemeinsame Rückleiter 30 für die Steuerung der Wandler-elemente 2 befestigt, beispielsweise mit einer Schicht eines Leitleibers 54 festgeklebt. Der Anpassungskörper 5  
10 kann ebenfalls mit einem Kleber 58 an der Metallschicht 19 des Piezokörpers 10 befestigt werden. Die Schicht-dicken sind zur Verdeutlichung in der Figur wesentlich vergrößert dargestellt.

15 Die Kontaktfahnen 24 und 26 bis 28 und die Brücken 25 werden durch Auftrennen der überstehenden Teile der Kontaktfolie 20 bzw. 22 nach der Befestigung der Kontakt-folie mit dem Piezokörper 10 auf dem Dämpfungskörper 4 oder auch nach der Befestigung dieser Baueinheit am  
20 Anpassungskörper 5 hergestellt.

Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, die Kontakt-folie bereits vor der Befestigung ihrer Metallaufgabe am Piezokörper 10 als Profilkörper mit den Kontaktfahnen 24  
25 und 26 bis 28 bzw. Kontaktbrücken 25 zu gestalten. Nach der Fertigstellung der Baueinheit aus Kontaktfolie, Piezokörper und Dämpfungskörper braucht man die Kontakt-fahnen dann nur noch mit einem entsprechenden Steuer-leiter zu verbinden.

30

Zur besseren Handhabung der Anordnung während der Herstellung der Anschlußfahnen 24 bis 28 kann es zweckmäßig sein, die Kontaktfahnen für benachbarte Schwinger jeweils abwechselnd auf gegenüberliegenden Schmalseiten  
35 des Piezokörpers 10 anzubringen. Der erste Schwinger 6

erhält dann nach Figur 2 seine Kontaktfahne 24 auf der rechten Seite der Anordnung, während die Kontaktfolie 22 an der gegenüberliegenden Schmalseite lediglich die Kontaktbrücke 25 für die Wandler Elemente 2 dieses  
5 Schwingers 6 bildet. Der folgende Schwinger 7 erhält dann seine Kontaktfahne 29 auf der linken Schmalseite des Piezokörpers 10 und wird mit einem Steuerleiter der Steuerplatte 13 verbunden, während die Kontaktfahne auf der rechten Schmalseite bis auf eine in Figur 2 nicht  
10 sichtbare Kontaktbrücke gekürzt wird.

Eine besonders vorteilhafte weitere Ausgestaltung der Wandleranordnung besteht darin, daß nach Figur 3 die zwischen dem Dämpfungskörper 4 und dem Anpassungskörper  
15 5 angeordneten Wandler Elemente 2 auch auf ihrer Oberseite in ihren äußeren Oberflächenbereichen mit einer vorzugsweise geteilten Abschirmfolie 60 bzw. 62 verbunden werden, die wenigstens in ihren an den Wandler Elementen 2 befestigten Oberflächenbereichen aus elektrisch  
20 leitendem Material, vorzugsweise Metall, bestehen. Diese Metallauflagen 61 bzw. 63 können beispielsweise in gleicher Weise aufgebaut und hergestellt sein wie die Metallauflagen 21 und 23 der Kontaktfolien 20 bzw. 22. Auch diese Metallauflagen 61 und 63 können in ihren zur  
25 Befestigung an den Wandler Elementen 2 vorgesehenen Oberflächenbereichen mit einer Lotauflage 66 bzw. 68 versehen sein, die in einem Lötvorgang an der Metallauflage 19 befestigt werden. Die Metallauflage 19 kann jedoch vorzugsweise ebenfalls vorher mit einer Lotauflage  
30 lage 70 bzw. 72 versehen sein, die aus dem gleichen Material wie die Lotauflagen 46 und 48 bestehen und ebenfalls vorzugsweise aufgedampft sein können.

Die Abschirmleiter 60 und 62 bilden eine gemeinsame  
35 Leitungsverbindung für den Gegenpol der Steuerspannung

der Wandler Elemente 2. Ihre an den seitlichen Stirn-  
flächen der Wandler Elemente 2 überstehenden Teile werden  
ebenfalls als Leiterfahnen 74 bzw. 75 ausgebildet, die  
mit einem gemeinsamen Leiter der Leiterplatten 12 und  
5 13 verbunden werden. Eine bevorzugte Ausführungsform  
sieht vor, die überstehenden Teile der Kontaktfolie  
nicht in Leiterfahnen aufzuteilen, sondern als gemein-  
same brückenförmige Verbindung aller Wandler Elemente zu  
gestalten und an einer Stelle mit dem gemeinsamen Gegen-  
10 pol zur Steuerspannung zu verbinden. Diese Abschirm-  
folien 60 und 62 mit ihren Kontaktfahnen 74 und 75 wer-  
den über die Kontaktfahnenreihe der Kontaktfolien 20  
und 22 entlanggeführt und schirmen diese gegen hoch-  
frequente Einstreuungen von außen ab. Der gemeinsame  
15 Verbindungsleiter 30 nach den Figuren 1 und 2 für die  
Oberseite der Wandler Elemente 2 ist dann nicht erforder-  
lich.

In der Ausführungsform nach Figur 3 mit den Kontakt-  
20 folien 20 und 22 sowie den Abschirmfolien 60 und 62 kann  
der Piezokörper 10 nach der Metallisierung seiner Flach-  
seiten vorzugsweise zunächst sowohl mit den Kontakt-  
folien 20 und 22 als auch mit den Abschirmfolien 60 und  
62 verbunden und dann auf dem Dämpfungskörper 4 befe-  
25 stigt werden. Anschließend kann dann die Herstellung der  
Wandler Elemente 2 durch Feinteilung des Piezokörpers 10  
vorgenommen werden, wobei die über den Rand des Piezo-  
körpers 10 überstehenden Teile der oberen und unteren  
Kontaktfolien nach unten zum Dämpfungskörper 4 hin abge-  
30 bogen und provisorisch zum Beispiel mit einem Kunststoff-  
klebestreifen festgehalten werden, damit beim Feinteilen,  
z.B. durch Sägen, ein völliges Durchsägen bis zum äußeren  
Rand der überstehenden Teile vermieden wird.

-15- VPA 80 P 7527 kb E

In der Ausführungsform nach Figur 4 enthält eine Ultraschallwandleranordnung eine lineare Anordnung von Wandler-elementen 2, die zwischen einem Dämpfungskörper 4 und einem Anpassungskörper 5 in der Richtung senkrecht zur Zeichenebene hintereinander angeordnet sein sollen. Die Wandler-elemente 2 können durch sogenannte Feinteilung eines streifen- oder quaderförmigen Piezokörpers hergestellt sein. An den beiden Seitenflächen des Dämpfungskörpers 4 ist jeweils eine Leiterplatte 12 bzw. 13 befestigt, deren Oberfläche mit elektrischen Leitern versehen ist, von denen in der Figur lediglich einer mit 14 bezeichnet ist. Diese Leiter dienen als Steuerleitungen für die Wandler-elemente 2 und sind jeweils mit einer Kontaktfahne 24 verbunden, die aus einem an den Stirnflächen der Wandler-elemente 2 aus der Anordnung herausragenden Teil einer geteilten Kontaktfolie hergestellt sind, deren Teile in der Figur mit 20 und 22 bezeichnet sind. Das Teil 22 der Kontaktfolie ist ebenfalls mit einem am Ende der Wandler-elemente 2 überstehenden Teil versehen, der mit 25 bezeichnet ist. Eine gemeinsame elektrische Rückleitung für die Stromversorgung der Wandler-elemente 2 bildet ein Leiter 30 aus elektrisch leitendem Material, von dem in der Figur nur die Stirnfläche sichtbar ist und der über einen in der Figur nicht dargestellten Leiter einer der Leiterplatten 12 und 13 mit dem Gegenpol der Stromversorgung verbunden ist.

Die Kontaktfolienteile 20 und 22 sind jeweils mit einer Metallauflage 21 bzw. 23 versehen, die mit einer Metallisierungsschicht 18 unlösbar verbunden, beispielsweise verlötet, sind. Der gemeinsame elektrische Rückleiter 30 für die Wandler-elemente 2 ist ebenfalls mit einer Metallisierungsschicht 19 an der oberen Schmalseite der Wandler-elemente 2 verbunden. Die Wandler-elemente 2 sind

durch Unterteilung eines Piezokörpers dadurch hergestellt, daß jeweils ein Schnitt durch den Piezokörper mit der Metallisierung seiner Flachseiten so tief geführt ist, daß auch noch wenigstens die Metallisierung der Kontaktfolienteile 20 und 22 aufgetrennt wird, wie es in der Figur durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist. Damit sind die einzelnen Wandler Elemente 2 mit ihrer Metallisierung 18 und 19 sowohl akustisch als auch mechanisch voneinander getrennt. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wandler Elementen 2 können unter Umständen nach der akustischen Trennung mit einem Füllstoff gefüllt werden, dessen akustische Impedanz wesentlich verschieden ist von der akustischen Impedanz des Piezomaterials der Wandler Elemente 2.

15

In der Ausführungsform der Kontaktfolienteile 20 und 22 nach Figur 5 bildet der an dem rechten Ende der in der Figur nicht näher bezeichneten Wandler Elemente überstehende Teil der Folie die Kontaktfahne 24, die mit einem in der Figur nicht dargestellten elektrischen Steuerleiter verbunden ist und die elektrische Zuleitung für jeweils eine Wandlergruppe bildet, die in der Figur mit 6 bezeichnet ist. Die Schnitte der Unterteilung können zweckmäßig so geführt werden, daß die Kontaktfahnen zwischen den benachbarten Wandlergruppen 6 und 7 durch einen der Schnitte getrennt werden. Am anderen Ende der Wandler Elemente bildet die Kontaktfahne 25 jeweils elektrisch leitende Brücken zwischen den Wandler Elementen der Wandlergruppe 6. Falls beispielsweise die Stromzuführung von der Kontaktfahne 24 zu einem in der Figur nicht näher bezeichneten Wandler Element der Wandlergruppe 6 durch einen Riß unterbrochen ist, so wird dieses Wandler Element über die Kontaktierung des Teils 20 der Kontaktfolie an den beiden benachbarten Wandler Elementen sowie die Metall-

35

-17- VPA 80 P 7527 kb E

sierung 18 an diesen Wandler-elementen und die elektrisch leitenden Brücken der Kontaktfahne 25 weiterhin mit Strom versorgt, wie es in Figur 5 durch nicht näher bezeichnete Pfeile angedeutet ist. Eine Strom-  
5 unterbrechung zu einem der Wandler-elemente innerhalb der Wandlergruppen 6 und 7 kann somit erst dann eintreten, wenn die Stromzuführungen an beiden Enden eines Wandler-elementes unterbrochen sind.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandleranordnung mit Gruppen von Wandler-  
elementen, die durch Feinteilung akustisch getrennt  
5 und elektrisch gemeinsam gesteuert sind und die auf  
einem Dämpfungskörper befestigt sind, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die einander gegen-  
überliegenden Schmalseiten der Wandler Elemente (2)  
jeder der Gruppen (6 bis 10) jeweils mit einer Metall-  
10 auflage (18) versehen sind, von denen wenigstens eine (18)  
mit der Metallaufilage (21 und 23) einer als Kontakt-  
folie (20 bzw. 22) dienenden Kunststoffolie verbunden  
ist, die zwischen den Wandler Elementen (2) mit Schlitz-  
versehen ist und für die Wandler Elemente (2) der Grup-  
15 pen (6 bis 9) jeweils eine Kontaktfahne (24 bis 28)  
bildet (Fig. 1 bis 3).

2. Ultraschallwandleranordnung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
20 an beiden Enden der Wandler Elemente (2) überstehenden  
Teile jeweils in Kontaktfahnen für jeweils eine Wand-  
lergruppe (6, 7) aufgetrennt sind, von denen eine (24)  
mit einem Steuerleiter verbunden ist, und von denen die  
andere (25) elektrisch leitende Brücken für die Wand-  
25 lerelemente (2) der Wandlergruppe (6) bildet (Fig. 4  
und 5).

3. Verfahren zum Herstellen einer Ultraschallwandler-  
anordnung nach Anspruch 1 oder 2, g e k e n n -  
30 z e i c h n e t durch die Merkmale, daß  
a) wenigstens eine Flachseite der als Kontaktfolie  
dienenden Kunststoffolie mit einer Metallaufilage  
(21, 23) versehen wird, und daß  
b) wenigstens eine Flachseite eines streifenförmigen  
35 Piezokörpers (10) mit einem Oberflächenbereich der

Metallauflage (21, 23) der Kontaktfolie unlösbar verbunden wird,

c) deren andere Flachseite auf dem Dämpfungskörper (4) befestigt wird, und daß dann

5 d) die Unterteilung des Piezokörpers (10) vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß eine geteilte Kontakt-  
10 folie (20, 22) verwendet wird, deren Folienteile lediglich in ihrem Randbereich mit jeweils einem Randbereich des Piezokörpers (10) verbunden werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h  
15 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktfolie aus Poly-(diphenyloxid-pyromellithimid) oder aus einer Polyesterfolie auf der Basis Äthylenglykol und Terephthalsäure verwendet wird.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Kontaktfolie mit einer Dicke von höchstens 10  $\mu\text{m}$  verwendet wird.

25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktfolie (20, 22) mit einer Metallauflage (21 bzw. 23) versehen wird, deren Dicke höchstens 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise höchstens 1  $\mu\text{m}$ , insbesondere höchstens  
30 0,3  $\mu\text{m}$ , beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 3 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Metallauflage (21, 23) durch Ausschnitte als Muster gestaltet wird.

-20- VPA 80 P 7527 kb E

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
nach der Feinteilung Folienteile, die an wenigstens  
einer der Schmalseiten des Piezokörpers (10) über-  
5 stehen, in Kontaktfahnen (25 bis 28) für jeweils eine  
der Wandlergruppen (6 bis 9) aufgetrennt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die an einer der Schmal-  
10 seiten des Piezokörpers (10) überstehenden Folienteile  
in Kontaktfahnen (24 und 26 bis 28) für die Wandler-  
gruppen (6 bis 9) aufgetrennt werden, und daß die an  
der anderen Schmalseite überstehenden Folienteile in  
Brückenkontakte (25) für die Wandlerelemente jeweils  
15 einer Wandlergruppe aufgetrennt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
andere Flachseite des Piezokörpers (10) mit der Metall-  
20 auflage (62, 63) einer Abschirmfolie (60 bzw. 62) ver-  
bunden wird, deren an den Schmalseiten des Piezo-  
körpers (10) überstehende Teile als Kontaktfahnen (74,  
75) gestaltet werden.

25 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Verbindung des  
Piezokörpers (10) mit der Kontaktfolie (20, 22) und der  
Abschirmfolie (60, 62) in einem gemeinsamen Arbeitsgang  
vorgenommen wird.

30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß auf  
die Kontaktfolie eine Metallaufilage aus mehreren  
Schichten aufgebracht wird.

-21- VPA 80 P 7527 kbE

14. Verfahren nach Anspruch 13, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die erste Schicht  
als Haftschrift (32 bzw. 35) aus Chrom und eine weitere  
Schicht (33 bzw. 36) aus Nickel aufgebracht wird.

5

15. Verfahren nach Anspruch 13, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die erste Schicht  
als Haftschrift (32 bzw. 35) aus Chrom und eine weitere  
Schicht (33 bzw. 36) aus Gold oder Kupfer oder Silber

10 oder Platin aufgebracht wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dicke der Haft-  
schicht höchstens 0,05  $\mu$ m und die Dicke der weiteren

15 Schicht höchstens 0,2  $\mu$ m beträgt.

17. Verfahren nach Anspruch 13, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Metallauf-  
lage (21, 23) aus drei Schichten (32 bis 34 bzw. 35 bis 37)  
dadurch aufgebracht wird, daß zwischen der Haftschrift  
(32 bzw. 35) und der weiteren Schicht (33 bzw. 36)  
noch eine Lotstoppschicht (34 bzw. 37) eingefügt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,  
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß vor  
dem Aufbringen der Haftschrift (32 bzw. 35) die Ober-  
fläche der Kontaktfolie (20 bzw. 22) in umgebendem  
Sauerstoffplasma angeätzt wird.

30 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 18,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
Metallauf-  
lage (21, 23) der Kontaktfolie (20 bzw. 22)  
in dem für die Verbindung mit dem Piezokörper vorge-  
sehenen Oberflächenbereich mit einer Lotauflage (42  
35 bzw. 44) versehen wird.

-22- VPA 80 P 7527 kb E

20. Verfahren nach Anspruch 19, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Lotauflage (42,  
44) aufgedampft wird.

5 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 und 19,  
g e k e n n z e i c h n e t durch eine Mehrschicht-  
folge der Lotauflage (42 bzw. 44).

22. Verfahren nach Anspruch 21, d a d u r c h  
10 g e k e n n z e i c h n e t , daß vier Schichten  
aufgebracht werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
15 ein Indium-Zinn-Lot (InSn) verwendet wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Gesamtdicke der Lotauflage (42, 44) höchstens  
20 6  $\mu\text{m}$ , insbesondere höchstens 3  $\mu\text{m}$ , beträgt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 24,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zum  
Herstellen der Verbindung der Kontaktfolie (20, 22) mit  
25 dem Piezokörper (10) der zur Verbindung vorgesehene  
Oberflächenbereich des Piezokörpers (10) mit einer  
Lotauflage (46, 48) versehen wird.

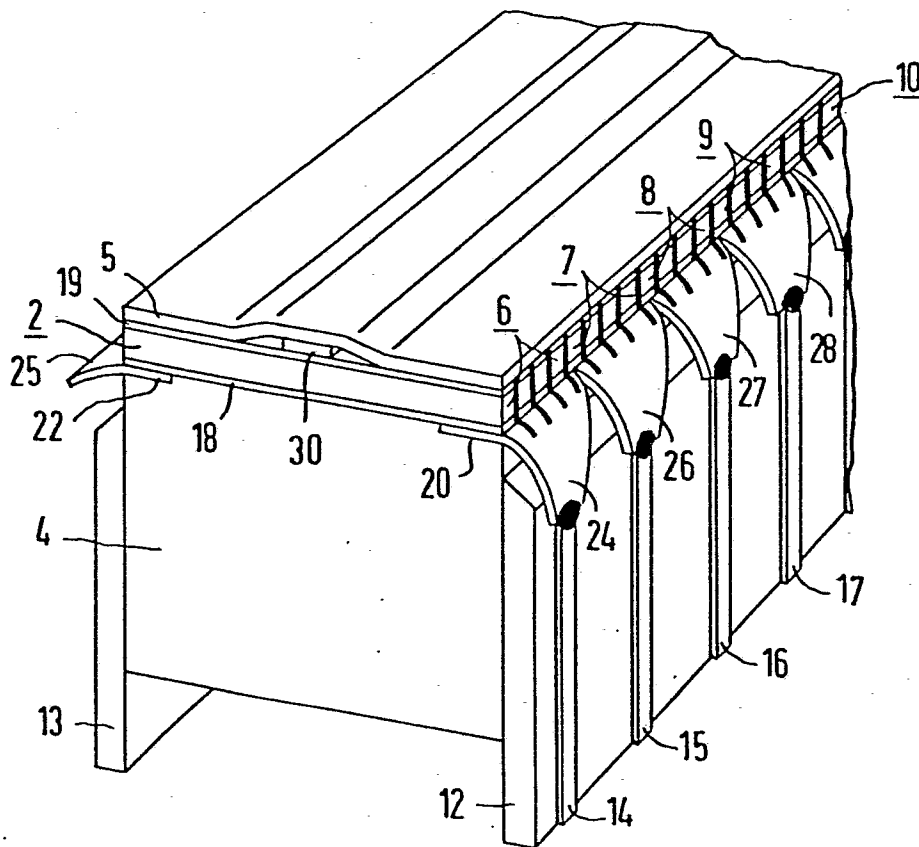


FIG 1

2/3

80 P 7527 Kb

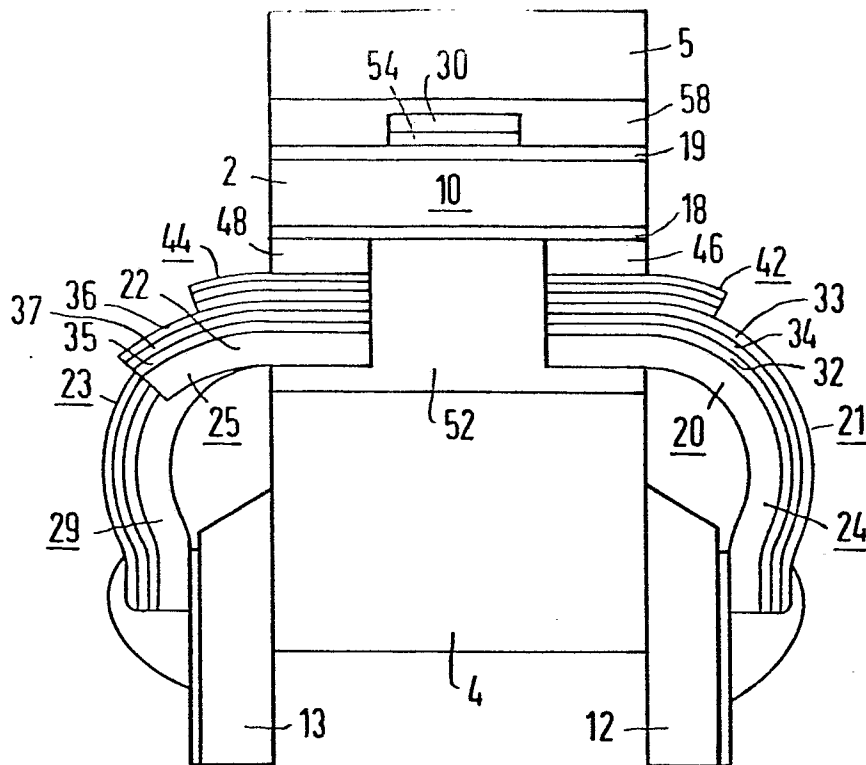


FIG 2

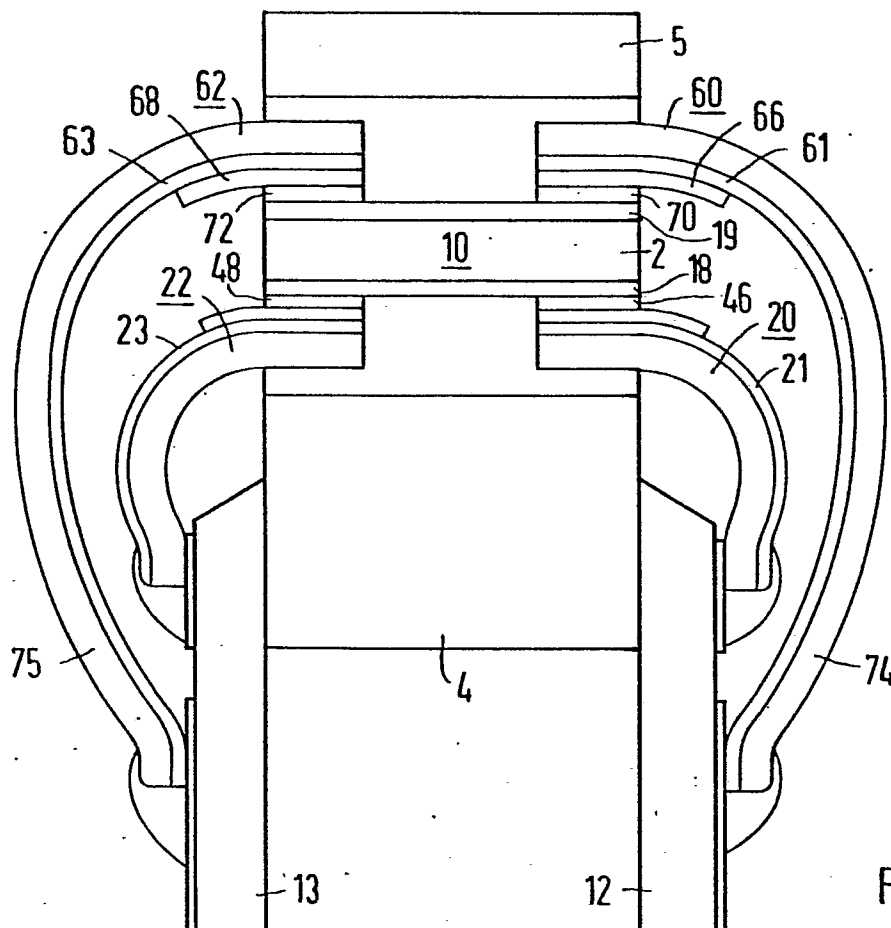
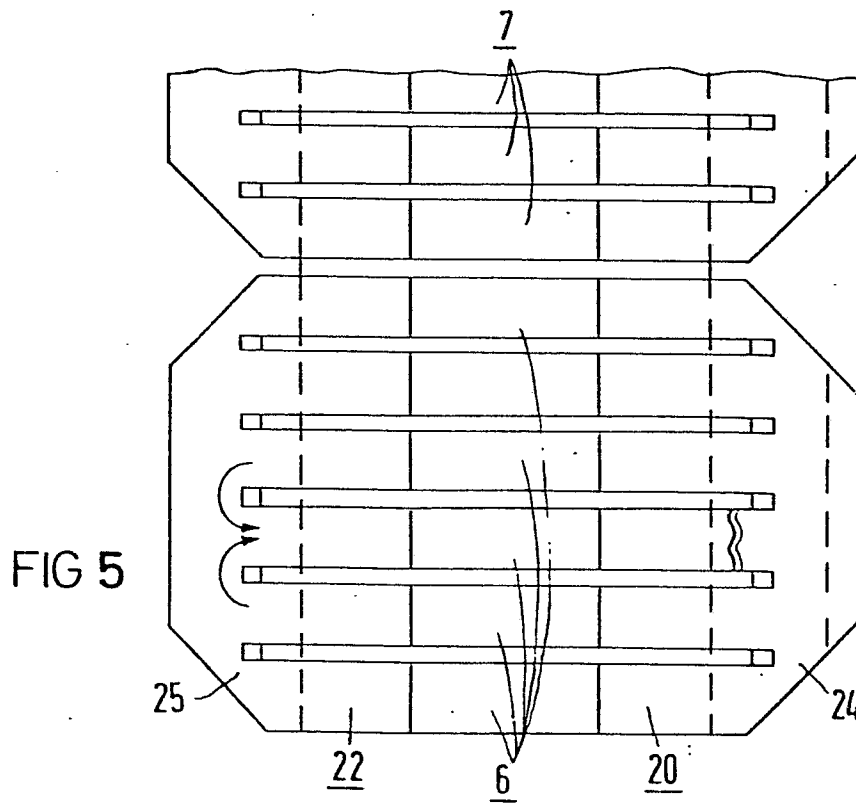
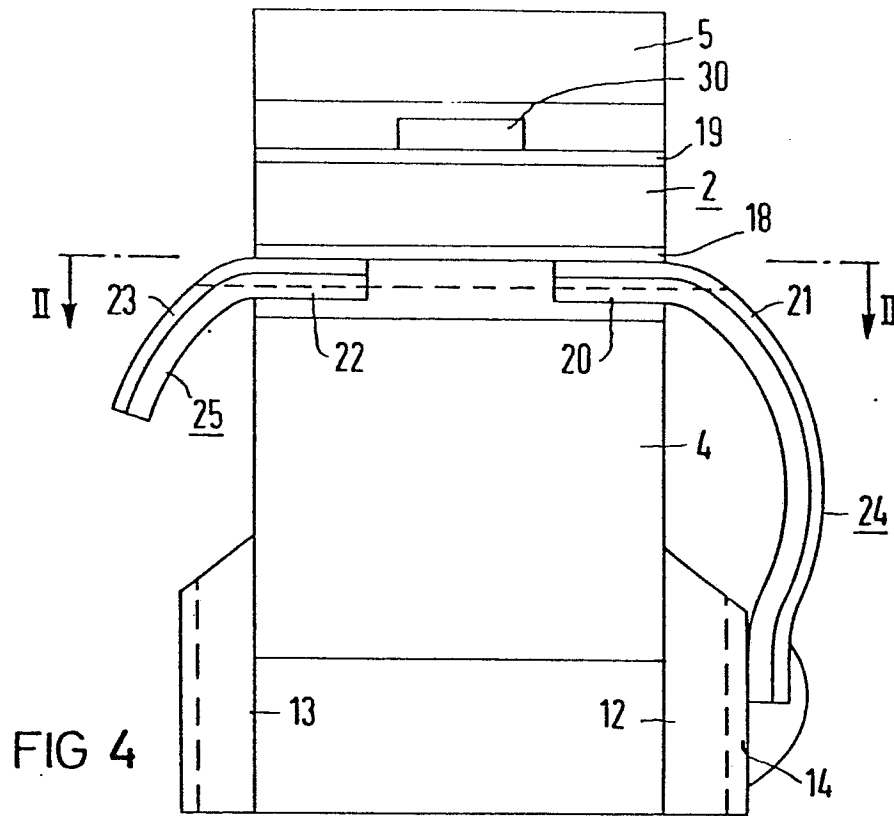


FIG 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0040374

Nummer der Anmeldung  
EP 81 10 3526

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE |                                                                                                               |                         | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)                            |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Kategorie              | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                           | betrifft Anspruch       |                                                                    |
| E                      | EP - A - 0 025 092 (SIEMENS A.G.)<br>* Seite 8, Zeile 28 - Seite 12, Zeile 30; Figuren 1-3 *                  | 1,3,6, 11,15, 19,20, 25 | G 10 K 11/34                                                       |
|                        | --                                                                                                            |                         |                                                                    |
| D                      | EP - A - 0 005 071 (TOKYO SHIBAURA DENKI KABUSHIKI)<br>* Seite 8, Zeile 18 - Seite 10, Zeile 5; Figuren 2,4 * | 1-3,11                  |                                                                    |
|                        | --                                                                                                            |                         |                                                                    |
| A                      | EP - A - 0 006 623 (SIEMENS A.G.)<br>* Seite 5, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 32; Figur 2 *                       | 1,3                     | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)                               |
|                        | --                                                                                                            |                         |                                                                    |
| E                      | GB - A - 2 035 010 (GENERAL ELECTRIC COMPANY)<br>* Seite 1, Zeile 111 - Seite 2, Zeile 70; Figur 2 *          | 1,3,5                   | G 10 K 11/34<br>A 61 B 10/00<br>H 01 L 41/04<br>H 04 R 17/00       |
|                        | --                                                                                                            |                         |                                                                    |
| D                      | US - A - 3 952 387 (IINUMA et al.)<br>* Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 23; Figuren 3-6 *                | 1                       |                                                                    |
|                        | ----                                                                                                          |                         |                                                                    |
|                        |                                                                                                               |                         | KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                  |
|                        |                                                                                                               |                         | X: von besonderer Bedeutung                                        |
|                        |                                                                                                               |                         | A: technologischer Hintergrund                                     |
|                        |                                                                                                               |                         | O: nichtschriftliche Offenbarung                                   |
|                        |                                                                                                               |                         | P: Zwischenliteratur                                               |
|                        |                                                                                                               |                         | T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze        |
|                        |                                                                                                               |                         | E: kollidierende Anmeldung                                         |
|                        |                                                                                                               |                         | D: in der Anmeldung angeführtes Dokument                           |
|                        |                                                                                                               |                         | L: aus andern Gründen angeführtes Dokument                         |
|                        |                                                                                                               |                         | &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |
| X                      | Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.                                    |                         |                                                                    |
| Recherchenort          | Abschlußdatum der Recherche                                                                                   | Prüfer                  |                                                                    |
| Den Haag               | 17-08-1981                                                                                                    | STUBNER                 |                                                                    |