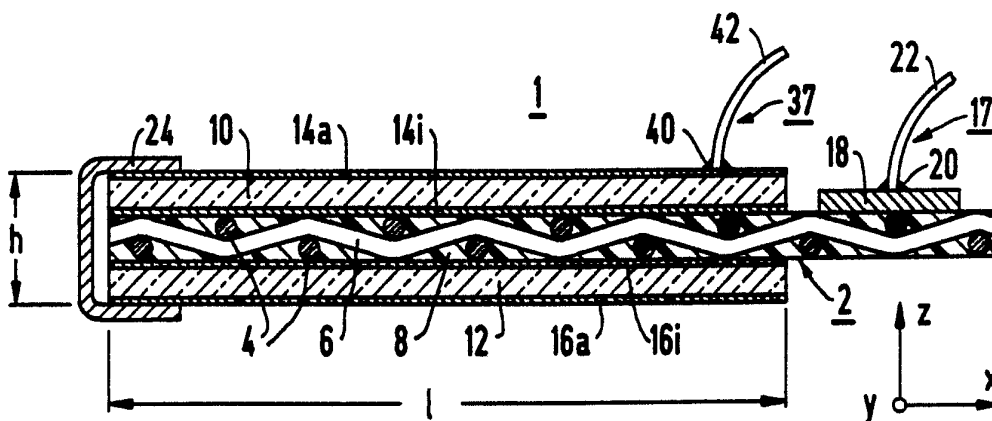




<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H01L 41/09</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/02961</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. Februar 1992 (20.02.92)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00616</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 31. Juli 1991 (31.07.91)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 40 25 436.4 10. August 1990 (10.08.90) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : STEIN, Christian [DE/DE]; Reinekestraße 2, D-8000 München 90 (DE). MÖCKL, Thomas [DE/DE]; Gustav-Freytag-Weg 11A, D-8630 Coburg (DE).</p>		<p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: BONDING OF A PIEZO-ELECTRIC BENDING TRANSDUCER

(54) Bezeichnung: KONTAKTIERUNG EINES PIEZOELEKTRISCHEN BIEGEWANDLERS



(57) Abstract

A bending transducer (1) has a graphite fibre layer (2) glued by means of an epoxy resin (8) between two piezoceramic layers (10, 12) on both sides of which are arranged electrodes (14, 16). The graphite fibre layer (2) is longer (l) than both piezoceramic layers (10, 12). On the free part of this layer (2) is glued a copper foil (18) upon which is arranged a surface for applying a soldering contact (16). In this way it is relatively easy to bond the electrodes (14i, 16i) that lie inside the transducer.

(57) Zusammenfassung

Der Biegewandler (1) umfaßt eine Graphitfaserschicht (2), die zwischen zwei beidseitig mit Elektroden (14, 16) versehenen Piezokeramik-Schichten (10, 12) mit einem Epoxidharz (8) verklebt ist. Die Graphitfaser-Schicht (2) besitzt dabei eine größere Länge (l) als die beiden Piezokeramik-Schichten (10, 12). Auf dem freien Teil dieser Schicht (2) ist eine Kupferfolie (18) verklebt, und auf dieser Kupferfolie (18) ist eine Fläche zum Anbringen eines Lötkontakts (16) vorgesehen. Auf diese Weise ist das Kontaktieren der innenliegenden Elektroden (14i, 16i) relativ einfach.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU ⁺	Sowjet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

+ Es ist noch nicht bekannt, für welche Staaten der früheren Sowjetunion eine Benennung der Sowjetunion gilt.

1 Kontaktierung eines piezoelektrischen Biegewandlers

Die Erfindung bezieht sich auf einen piezoelektrischen Biege-
wandler mit einer Graphitfaserschicht, die zwischen zwei beid-
seitig mit Elektroden versehenen Piezokeramik-Schichten mit
einem Epoxidharz verklebt ist. Sie bezieht sich weiter auf ein
Verfahren zur Herstellung eines solchen piezoelektrischen Biege-
wandlers.

10 Wenn ein elektromechanischer Biegewandler der genannten Art an
einem Ende fest eingespannt ist und am anderen Ende einen Ma-
gnetkopf trägt, dann wird beim Anlegen einer Spannung an den
Biegewandler der Magnetkopf um eine dieser Spannung entspre-
chende Strecke ausgelenkt. Der Biegewandler kann dann in die-
ser Ausbildung in magnetischen Aufzeichnungs- und Wiedergabe-
geräten, zum Beispiel in Video-Bandgeräten, eingesetzt werden.
Ein weiteres Einsatzgebiet für einen Biegewandler ist neben
der Videotechnik auch die Ventiltechnik oder die Blinden-
schrift-Lesetechnik.

20

Piezoelektrische Biegewandler, bestehen in der Regel aus zwei
piezokeramischen Plättchen oder Schichten, die auf beiden Sei-
ten einer Metall- oder Kunststoffolie - die auch gewebever-
stärkt sein kann - aufgeklebt sind. Die Keramikplättchen sind
auf ihren beiden Seiten mit einer Metallisierung versehen. Sie
werden vor oder auch nach dem Verkleben mit der Metall- oder
Kunststoffolie zum Bimorph polarisiert. Dabei werden sie in
ein elektrisches Feld von beispielsweise 700 V/mm eingebracht
und auf diese Weise piezoelektrisch gemacht. Legt man nun ein
Potential von zum Beispiel 170 V an die inneren Elektroden der
beiden piezokeramischen Plättchen und von 0 V an die beiden
äußeren Elektroden, dann entsteht ein elektrisches Feld, dessen
Richtung in der oberen und in der unteren Keramik entgegenge-
setzt ist. Durch den piezoelektrischen Effekt wird das eine
piezokeramische Plättchen länger und das andere kürzer werden.
Der Biegewandler verbiegt sich. Er kann somit als elektro-
mechanisches Stellelement verwendet werden und hat die oben
beispielsweise angegebenen Einsatzgebiete.

1 Aus der DE-A-30 46 535 ist ein piezoelektrischer Biegewandler
der eingangs genannten Art bekannt. Bei diesem Biegewandler
ist zwischen den beiden Piezokeramik-Schichten nicht eine
5 Schicht aus Metall oder Kunststoff, sondern eine Graphit- oder
Kohlenstoff-Faserschicht angeordnet. Die einzelnen Kohlenstoff-
fasern sind in ein Epoxidharz eingebettet. Von besonderer Be-
deutung ist es, daß bei diesem elektromechanischen Wandler die
Kohlenstofffasern in einer gemeinsamen Richtung verlaufen, also
10 alle parallel zueinander angeordnet sind. Die einzelnen Gra-
phitfasern sind dabei so gelegt, daß sie parallel zu der
Richtung verlaufen, in der sich der elektromechanische Wandler
zur Erzeugung der Auslenkung dehnen oder kürzen soll. Es ist
dabei davon ausgegangen, daß in dieser Richtung die Graphit-
15 faserschicht ihren größten Elastizitätsmodul besitzt. Senk-
recht hierzu ist der Elastizitätsmodul wesentlich geringer.
Die piezoelektrischen Keramikplatten können zum Beispiel aus
einer Blei-Zirkonat-Titan-Keramik hergestellt sein. Der Biege-
wandler ist praktisch quadratisch dimensioniert. Über die Kon-
20 taktierung der einzelnen Elektroden ist in dieser Druckschrift
nichts angegeben.

Ein ähnlicher piezoelektrischer Biegewandler mit einer zwischen
zwei Piezokeramiksichten eingesetzten Kohlenstoff-Faser-
schicht ist durch die US-A-4 363 993 von Nishigaki et al be-
25 kannt. Bei diesem piezoelektrischen Biegewandler wird die
Betriebsspannung nur an den Außenelektroden angelegt. Die
Innenelektroden sind ohne äußere Anschlüsse.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Biegewandler der eingangs
30 genannten Art anzugeben, bei dem die Kontaktierung der Innen-
elektroden der beiden Piezokeramik-Schichten auf sichere und
einfache Weise vorgenommen werden kann, bei dem also der elek-
trische Anschluß nicht allzuviel Aufwand erfordert. Weiterhin
soll ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Biegewandlers
35 angegeben werden.

1 Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,
daß die Graphitfaserschicht eine größere Länge besitzt als
die beiden Piezokeramik-Schichten, daß auf dem freien Teil
der Graphitfaserschicht eine Kupferfolie verklebt ist, und
5 daß auf der Kupferfolie eine Fläche zum Anbringen eines Löt-
kontakts vorgesehen ist.

Hierbei wird also die Graphitfaser-Schicht als gemeinsame
Elektrode verwendet und mit einem elektrischen Anschluß für
10 die beiden innenliegenden Elektroden versehen. Dies läßt sich
relativ einfach durchführen.

Um den Kontakt zwischen Kupferfolie und Graphitfaser-Schicht
besonders gut zu gestalten, ist nach einer Weiterbildung vor-
gesehen, daß die Kupferfolie eine vorbehandelte, der Graphit-
15 faser-Schicht zugewandte Oberfläche von rauher Struktur be-
sitzt.

Die Aufgabe bezüglich des Verfahrens wird erfindungsgemäß da-
20 durch gelöst, daß eine Graphitfaser-Schicht, die mit nicht
völlig ausgehärtetem Epoxidharz getränkt ist, zwischen zwei
polarisierte Piezokeramik-Schichten gelegt und dort bei Aus-
härtung des Epoxidharzes verklebt wird, und daß auf das Gra-
phitfaser- Gewebe eine Kupferfolie aufgeklebt wird, vorzugs-
25 weise gleichzeitig mit dem Verkleben der beiden Piezokeramik-
Schichten.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprü-
chen beschrieben.

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand
der Zeichnungen verdeutlicht. Es zeigen:

35 FIG 1 einen piezoelektrischen Biegewandler mit Messingfolie
als Innenlage zur Verdeutlichung der Problemstellung,
FIG 2 einen piezoelektrischen Biegewandler mit Kunststoffolie
als Innenlage, ebenfalls zur Verdeutlichung der Problem-
stellung,

ERSATZBLATT

1 FIG 3 einen erfindungsgemäßen piezoelektrischen Biegewandler.

Nach Figur 1 umfaßt ein Biegewandler 1 eine Metallfolie oder
Metallschicht 2M, auf deren beiden Seiten Piezokeramik-Plätt-
5 chen oder -Schichten 10, 12 aufgeklebt sind. Die Piezokeramik-
Schichten 10, 12 sind auf beiden Seiten mit einer Metallisie-
rung oder Elektrode versehen. Die Innenelektroden sind mit
14i, 16i und die Außenelektroden sind mit 14a, 16a bezeichnet.
Zwischen den Schichten 2M, 10 und 12 befinden sich relativ
10 dicke Schichten 11 bzw. 13 aus einem Kleber. Die Metallfolie
2M, die insbesondere aus Messing bestehen kann, ist rechts
etwas länger als die beiden Piezokeramik-Schichten 10, 12. Im
freien Bereich befindet sich ein elektrischer Anschluß 16, das
heißt eine Kontaktierung mit einer Lötstelle 20, zu der ein
15 Verbindungsdraht 22 führt. Entsprechend ist an der oberen
Außenelektrode 14a eine elektrische Verbindung 36 mit Löt-
stelle 40 und Anschlußdraht 42 vorgesehen. Auf der anderen
(linken) Seite sorgt ein metallischer Bügel 24 für einen
Kontakt der beiden Außenelektroden 14a, 16a miteinander.

20 Die Keramikplättchen 10, 12 werden vor oder nach dem Verkleben
polarisiert, indem man sie in ein elektrisches Feld E von bei-
spielsweise 700 V/mm bringt und sie so piezoelektrisch macht.
Bei Anlegen einer Spannung U an die Zuleitungsdrähte 22, 42
25 verbiegt sich der Biegewandler 1.

Der in Figur 1 gezeigte Aufbau mit Messingfolie 2M als Innen-
lage hat den Vorteil, daß die innenliegende Metallisierung
14i, 16i der Piezokeramik-Schichten 10, 12 auf einfache Weise
30 ankontaktiert werden kann. Denn der Kleber 11, 13 kann so dünn
gewählt werden, daß die wegen der rauhen Oberfläche der Kera-
miken 10, 12 immer vorhandenen Spitzen und Erhebungen an vie-
len Stellen den Kleber 11, 13 durchdringen und daß so ein
zuverlässiger Kontakt zwischen der Metallfolie 2M und den
35 innenliegenden Metallisierungsschichten 14i, 16i hergestellt
wird. Zudem können auf einfache Weise die Drähte 22, 42 zur
elektrischen Weiterverdrahtung angelötet werden.

1 Der Aufbau mit Messingfolie 2M hat jedoch auch gravierende
Nachteile. Zum einen ist Messing schwierig zu verkleben, zum
anderen haben Messing und Piezokeramik sehr verschiedene ther-
5 mische Ausdehnungskoeffizienten. Dadurch entstehen in Abhän-
gigkeit von der Klebetemperatur und der Gebrauchstemperatur
Zug- oder Druckspannungen in der Piezokeramik 10, 12. Klebt
man bei Zimmertemperatur und wird der Biegewandler 1 im Gerät,
in dem er eingebaut ist, erwärmt, dann entstehen in der Piezo-
keramik 10, 12 Zugspannungen, und sie wird reißen. Klebt man
10 jedoch bei höherer Temperatur, zum Beispiel bei 130 °C, dann
ist man zwar sicher, daß der Biegewandler im Gebrauch kaum
höheren Temperaturen ausgesetzt sein wird; die Keramik 10, 12
wird aber unter Druckspannung stehen. Hat man eine Keramik 10,
12 verklebt, die bereits vorpolarisiert war, dann führen die
15 mechanischen Spannungen zur Depolarisation und damit zu einer
Schwächung des Piezoeffekts. Die Durchbiegung wird kleiner.

Metallschichten 2M mit einem der Keramik 10, 12 angepaßten
thermischen Ausdehnungskoeffizienten können wegen ihrer Kor-
20 rosionsanfälligkeit meist nicht eingesetzt werden. Zudem sind
sie schlecht lötlbar, so daß die Weiterverdrahtung wieder
schwierig wird.

Polarisiert man dagegen den geklebten Verbund, dann reißt die
25 Keramik 10, 12. Die Polarisation ist nämlich mit einer Ausrich-
tung von Domänen in den Körnern der Keramik 10, 12 verbunden.
Aus der kristallographischen Anisotropie der Piezokeramik 10,
12 resultiert damit eine Formänderung. Das betreffende Keramik-
plättchen 10, 12 wird kürzer und dicker. Da es fest mit dem
30 Messingblech 2M verklebt ist, kann es nicht schwinden und
reißt.

In Figur 2 ist gezeigt, daß anstelle einer Metallfolie 2M
prinzipiell auch eine Kunststoffolie 2K verwendet werden kann.
35 In diesem Fall ist die Ankontaktierung der inneren Elektroden
14i, 16i schwierig, weil sie an einen nicht-leitfähigen Kunst-
stoff 2K angrenzen. Man kann dann die innenliegende Metall-
sierung 14i, 16i über die (in Figur 2 rechts liegende) Kante

ERSATZBLATT

1 der jeweiligen Piezokeramik 10, 12 nach oben bzw. unten
führen, um kontaktieren zu können. Auf diese Weise erhält man
zwei Kontaktierungsstellen 36. Das ist technologisch alles
sehr aufwendig.

5 In Figur 3 ist ein piezoelektrischer Biegewandler dargestellt,
bei dem den besagten Kontaktierungsproblemen begegnet ist.

Nach Figur 3 umfaßt der piezoelektrische Biegewandler 1 als
wesentliches Element eine Graphitfaserschicht 2, die aus in
10 Längsrichtung x verlaufenden Kohlenstofffasern 4 und in der
dazu senkrechten Querrichtung y verlaufenden Kohlenstofffasern
6 sowie aus Epoxidharz 8 besteht. Die einzelnen miteinander
verwobenen Kohlenstofffasern 4 und 6 bilden somit ein Kohlen-
stofffaser-Gewebe, das mit dem Epoxidharz 8 getränkt ist. Die
15 Ausbildung als Gewebe mit über Kreuz liegenden Fasern 4 und 6
verleiht der Graphitfaserschicht 2 eine ausreichende Stabili-
tät. Die Graphitfaserschicht 2 ist zwischen zwei dünnen Piezo-
keramik-Plättchen oder -Schichten 10, 12, die beidseitig mit
20 Elektroden 14a, 14i bzw. 16a, 16i versehen sind, eingeklebt.

Die in Längsrichtung x gemessene Länge l des Biegewandlers 1
ist um mindestens des Faktor 3 größer als seine in der dazu
senkrechten Richtung y gemessene Breite b. Beispielsweise kann
25 der Biegewandler 1 eine in x-Richtung gemessene Länge $l = 80$
mm, eine in y-Richtung gemessene Breite $b = 2$ mm und eine in
z-Richtung gemessene Höhe $h = 1$ mm besitzen. Die Graphitfaser-
schicht 2 ist länger als die beiden gleich langen Keramik-
Schichten 10 und 12. Sie ist im (rechts gelegenen) freien
30 Bereich mit einem elektrischen Anschluß 17 versehen. Im vor-
liegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich dabei um eine
auf die Graphitfaserschicht 2 aufgeklebte Kupferfolie 18, die
an ihrer Oberseite eine Fläche für eine Kontaktierung 20 aus
Lot besitzt, an die ein elektrischer Verbindungsdraht 22 ge-
35 führt ist.

An der anderen (linken) Seite besitzt der Biegewandler 1 einen
Bügel 24 aus Metall, der die beiden äußeren Elektroden 14a, 16a
der Piezokeramik-Schichten 10 bzw. 12 miteinander verbindet.

ERSATZBLATT

1 Als Piezokeramik-Schichten 10, 12 werden insbesondere langge-
streckte Scheiben aus Blei-Zirkonat-Titan-Keramik (PZT-Schich-
ten) herangezogen. Bevorzugt werden Piezokeramik-Schichten 10,
12 eingesetzt, die einen positiven Temperaturgang der Piezo-
5 konstanten haben, der im Bereich von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ gleich/
größer $3,5\text{ } \%/K$ ist. Vorzugsweise liegt der Temperaturgang in
diesem Bereich zwischen 4 und $7\text{ } \%/K$. Der stark positive Tem-
peraturgang hat zur Folge, daß mit steigender Temperatur die
10 Verzerrung der Keramik-Schichten 10, 12 und damit der Biege-
effekt zunimmt. Mit steigender Temperatur wird das Epoxidharz
8 in der Schicht 2 in zunehmendem Maße weich. Dieser Effekt
wird durch den erwähnten positiven Temperaturgang des Piezo-
materials kompensiert, so daß die Blockierkraft des piezo-
elektrischen Biegewandlers 1 praktisch bei allen Arbeits-
15 temperaturen gleich bleibt.

Die Elektroden 14a, 14i, 16a, 16i auf den Piezokeramik-Schich-
ten 10 bzw. 12 sind dünne Edelmetall-Schichten, deren Dicke
z.B. nur 50 bis 100 nm beträgt. Von Vorteil ist es, einen
20 Schichtenauftrag in der Reihenfolge Cr-Pt-Au zu verwenden.

Zur Herstellung des Biegewandlers 1 ist folgendes zu sagen:
Ausgangspunkt ist ein Kohlenstofffaser-Gewebe mit über Kreuz
liegenden Fasern 4, 6, welches mit Epoxidharz 8 getränkt ist,
25 das noch nicht ganz ausgehärtet wurde. Ein solches Material
befindet sich im sogenannten B-Zustand, und das Material ist
auch unter dem Namen "Prepreg" bekannt. Dieses "Prepreg" ist
hervorragend geeignet, sich mit den Piezokeramik-Plättchen
oder -Schichten 10, 12, wie man sie für den Biegewandler 1
30 benötigt, zu verbinden. Dieses "Prepreg" hat einen der Piezo-
keramik gut oder weitestgehend angepaßten thermischen Aus-
dehnungskoeffizienten. Daher kann mit vorpolarisierter Piezo-
keramik heiß verklebt werden, ohne daß später im Verbund
mechanische Spannungen entstehen, die Depolarisation der
35 Piezokeramik oder Risse verursachen würden. Zusammenfassend
kann man sagen, daß das Prepreg-Material 4, 6, 8 in noch nicht
völlig ausgehärtetem Zustand zwischen die beiden polarisierten

ERSATZBLATT

1 Piezokeramik-Schichten 10, 12 gelegt und dort unter Aushärtung
des Epoxidharzes 8 verklebt wird.

5 Zur Aushärtung des Epoxidharzes 8 und zum festen Verkleben mit
den beiden Schichten 10, 12 kann beispielsweise die Temperatur
erhöht werden. Die Temperatur beim Aushärten und Verkleben
kann beispielsweise etwa 130 °C betragen.

10 Untersuchungen haben gezeigt, daß die elektrische Leitfähig-
keit des Kohlenstoffaser-Gewebes 4, 6 für die Potentialzufuhr
voll ausreicht; und die Kontaktierung mit den Innenelektroden
14, 16 der beiden Piezokeramik-Schichten 10, 12 ist noch
inniger als bei einer Metallfolie anstelle der Graphitfaser-
schicht 2, da durch die Webart eine zusätzliche Oberflächen-
15 struktur angeboten wird.

Wie in Figur 3 dargestellt, kann das Problem der Kontaktierung
des ausgehärteten Kohlenstoffaser-Gewebes 2 folgendermaßen ge-
20 löst werden: Auf das Prepreg 2 wird in dem Bereich, welcher
von den Piezokeramik-Schichten 10, 12 nicht bedeckt wird und
auf welchem der Kontakt 17 zu den inneren Elektroden 14, 16
hergestellt werden soll, die Kupferfolie 18 laminiert. Dieser
Vorgang erfolgt gleichzeitig mit dem Verkleben der beiden
Piezokeramik-Schichten 10, 12 auf der Graphitfaserschicht 2.
25 Den Kleber liefert das Prepreg, weil es voraussetzungsgemäß
nicht ganz ausgehärtetes Epoxidharz 8 enthält. In der Fach-
sprache spricht man vom "Laminieren".

30 Um eine gute Haftung der Kupferfolie 18 auf der Schicht 2 zu
erzielen, ist es zweckmäßig, eine Kupferfolie 18 zu verwenden,
deren zu verklebende Oberfläche vorbehandelt ist. Eine solche
Vorbehandlung kann bestehen aus dem Auftragen von elektroly-
tisch abgeschiedenem Zink oder Nickel, wodurch eine raue
Oberfläche erzeugt wird. Auch durch Abscheidung von Kupfer bei
35 hoher Stromdichte kann elektrolytisch eine raue, gut klebbare
Oberfläche auf der Kupferfolie 18 erhalten werden.

ERSATZBLATT

- 1 Der gezeigte Lötstützpunkt 17 aus Kupferfolie 18 besitzt eine ausgezeichnete Lötbarkeit, und der elektrische Kontakt zum Kohlenstoffaser-Gewebe 2 ist zuverlässig und niederohmig.

- 5 Ein weiterer Lötstützpunkt 37 ist auf der Außenelektrode 14a vorgesehen. Er umfaßt eine Lot-Kontaktierung 40 mit Verbindungsdraht 42.

10

ERSATZBLATT

1 Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Biegewandler (1) mit einer Graphitfaser-
schicht (2), die zwischen zwei beidseitig mit Elektroden (14i,
5 14a, 16i, 16a) versehenen Piezokeramik-Schichten (10, 12) mit
einem Epoxidharz (8) verklebt ist, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Graphitfaserschicht (2)
eine größere Länge (1) besitzt als die beiden Piezokeramik-
Schichten (10, 12), daß auf dem freien Teil der Graphitfaser-
10 Schicht (2) eine Kupferfolie (18) verklebt ist, und daß auf
der Kupferfolie (18) eine Fläche zum Anbringen eines Löt-
kontakts (16) vorgesehen ist.

2. Biegewandler nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
15 k e n n z e i c h n e t , daß die Kupferfolie (18) eine vor-
behandelte, der Graphitfaser-Schicht (2) zugewandte Oberfläche
besitzt.

3. Biegewandler nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -
20 k e n n z e i c h n e t , daß die Oberfläche der Kupferfo-
lie (18) mit einer rauhen Schicht aus Zinn, Nickel oder Kupfer
belegt ist.

4. Verfahren zum Herstellen eines Biegewandlers nach einem
25 der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß eine Graphitfaser-Schicht (2), die mit
nicht völlig ausgehärtetem Epoxidharz (8) getränkt ist,
zwischen zwei polarisierte Piezokeramik-Schichten (10, 12)
gelegt und dort bei Aushärtung des Epoxidharzes (8) verklebt
30 wird, und daß auf das Graphitfaser-Gewebe (4, 6) eine Kupfer-
folie (18) aufgeklebt wird, vorzugsweise gleichzeitig mit dem
Verkleben der beiden Piezokeramik-Schichten (10, 12).

5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n -
35 z e i c h n e t , daß die Kupferfolie (18) vor dem Aufkleben
vorbehandelt wird, indem sie mit einer dünnen rauhen Metall-
schicht belegt wird.

ERSATZBLATT

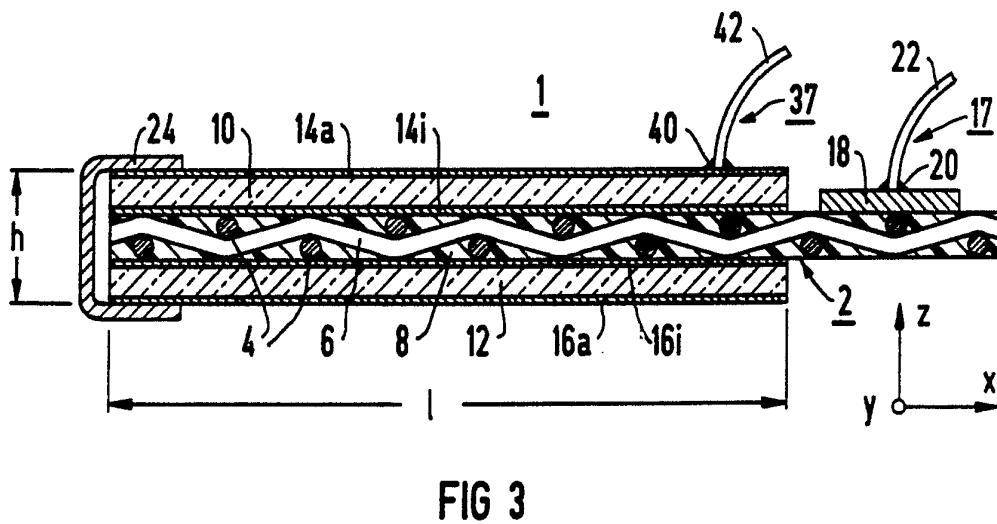
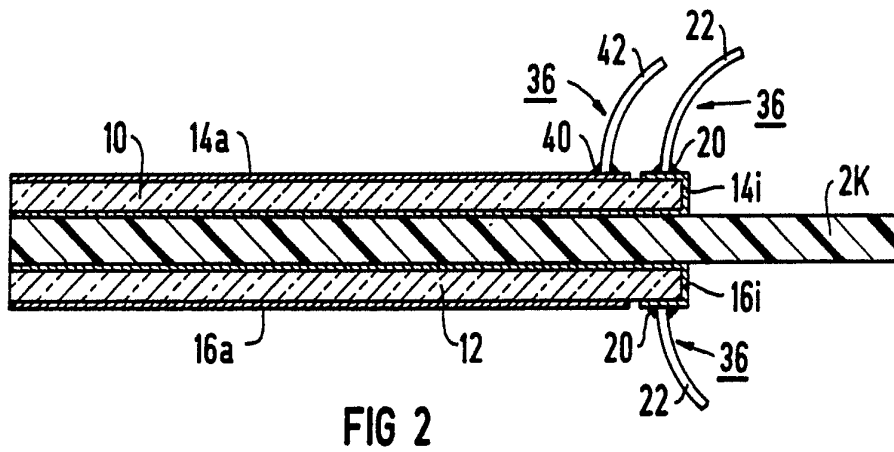
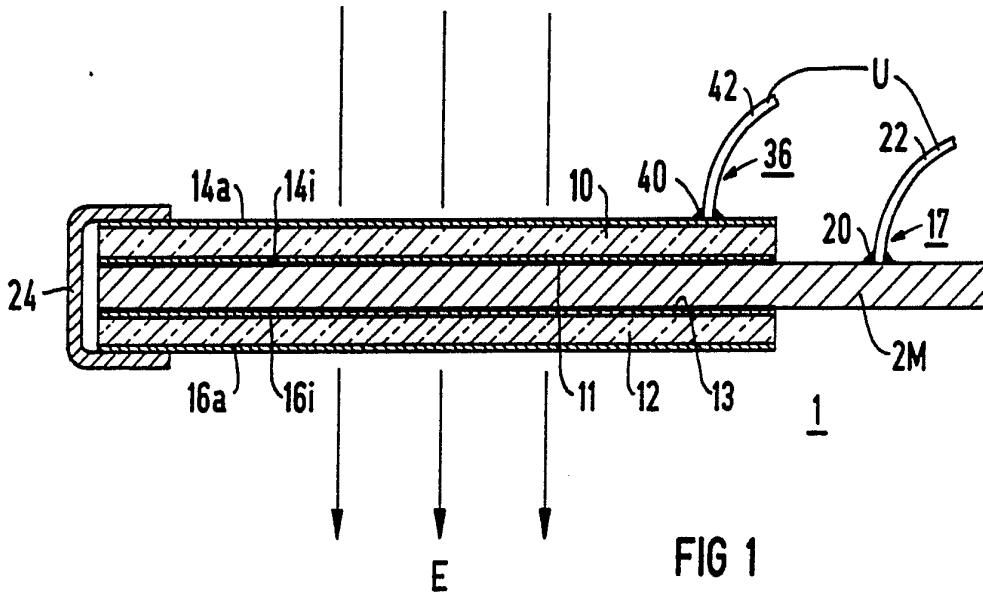
1 6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die dünne rauhe Schicht aus Zink oder
Nickel besteht und durch elektrolytische Abscheidung aufge-
bracht wird.

5

7. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die dünne rauhe Schicht aus Kupfer be-
steht und durch elektrolytische Abscheidung bei hoher Strom-
dichte aufgebracht wird.

10

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE91/00616

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl.5	H01L 41/09	
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl.5	H01L	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	GB, A, 2189933 (TOSHIBA CERAMICS CO LTD) 4 November 1987; see page 2, line 94- line 100 page 2, line 122- page 3, line 8, figures 1-2 ---	1,4
Y	Patent Abstracts of Japan, Vol. 12, NO. 108, E597, abstract bis JP 62-237780, publ. 1987- 10-17; KOGYOSHA TSUUSHINKIKI SEISAKUSHO K.K. ---	1,4
Y	DE, A1, 2425268 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 11 December 1975, see page 3, line 8- line 31 ---	1,4
Y	US, A, 4363993 (NISHIGAKI ET AL) 14 December 1982 see column 4, line 26- line 57, figures 5,7 ---	1,4
P,A	EP, A3, 388027 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 19 September 1990, see column 3, line 7- line 25, figure 1 ---	1-7
A	US, A, 4649312 (ROBIN ET AL) 10 March 1987 see column 3, line 24- line 60, figure 4 -----	1-7
<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
8 October 1991 (08.10.91)	24 October 1991 (24.10.91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.PCT/DE 91/00616**

SA 49588


This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 30/08/91
The European Patent office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A- 2189933	04/11/87	DE-A-C- 3711388	08/10/87
		GB-A- 2225896	13/06/90
		JP-A- 62235789	15/10/87
		US-A- 4769570	06/09/88
		US-A- 4862030	29/08/89
		JP-A- 63017574	25/01/88
		JP-A- 63107469	12/05/88
DE-A1- 2425268	11/12/75	NONE	
US-A- 4363993	14/12/82	CA-A- 1165860	17/04/84
		DE-A- 3046535	27/08/81
		FR-A-B- 2472325	26/06/81
		GB-A-B- 2066563	08/07/81
		JP-A- 56098883	08/08/81
		NL-A- 8006692	16/07/81
		JP-C- 1467336	30/11/88
		JP-A- 56083983	08/07/81
		JP-B- 63010912	10/03/88
EP-A3- 388027	19/09/90	NONE	
US-A- 4649312	10/03/87	CA-A- 1234618	29/03/88
		DE-A- 3566161	15/12/88
		EP-A-B- 0168313	15/01/86
		FR-A-B- 2567705	17/01/86
		JP-A- 61035581	20/02/86

For more details about this annex : see Official Journal of the European patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 91/00616

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Cl. ⁵ H 01 L 41/09		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	H 01 L	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	GB, A, 2189933 (TOSHIBA CERAMICS CO LTD) 4 November 1987, siehe Seite 2, Zeile 94 - Zeile 100; Seite 2, Zeile 122 - Seite 3, Zeile 8, Figuren 1-2 --	1,4
Y	Patent Abstracts of Japan, Band 12, Nr 108, E597, Zusammenfassung von JP 62-237780, publ 1987-10-17 KOGYOSHA TSUUSHINKIKI SEISAKUSHO K.K. --	1,4
Y	DE, A1, 2425268 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 11 Dezember 1975, siehe Seite 3, Zeile 8 - Zeile 31 --	1,4
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung befragt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
8. Oktober 1991	24. 10. 91	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des Bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	 Danielle van der Haas	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		Betr. Anspruch Nr.
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	
Y	US, A, 4363993 (NISHIGAKI ET AL) 14 Dezember 1982, siehe Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 57, Figuren 5,7	1,4
	--	
P,A	EP, A3, 388027 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 19 September 1990, siehe Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 25, Figur 1	1-7
	--	
A	US, A, 4649312 (ROBIN ET AL) 10 März 1987, siehe Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 60, Figur 4	1-7
	--	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.PCT/DE 91/00616**

SA 49588

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 30/08/91
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A- 2189933	04/11/87	DE-A-C- 3711388	08/10/87
		GB-A- 2225896	13/06/90
		JP-A- 62235789	15/10/87
		US-A- 4769570	06/09/88
		US-A- 4862030	29/08/89
		JP-A- 63017574	25/01/88
		JP-A- 63107469	12/05/88
		-----	-----
DE-A1- 2425268	11/12/75	KEINE	
US-A- 4363993	14/12/82	CA-A- 1165860	17/04/84
		DE-A- 3046535	27/08/81
		FR-A-B- 2472325	26/06/81
		GB-A-B- 2066563	08/07/81
		JP-A- 56098883	08/08/81
		NL-A- 8006692	16/07/81
		JP-C- 1467336	30/11/88
		JP-A- 56083983	08/07/81
		JP-B- 63010912	10/03/88
		-----	-----
EP-A3- 388027	19/09/90	KEINE	
US-A- 4649312	10/03/87	CA-A- 1234618	29/03/88
		DE-A- 3566161	15/12/88
		EP-A-B- 0168313	15/01/86
		FR-A-B- 2567705	17/01/86
		JP-A- 61035581	20/02/86

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82