

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. November 2005 (17.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/107962 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B06B 1/06**,
H01L 41/047

(DE). GÖBEL, Georg [DE/DE]; Hübschstrasse 29, 76135
Karlsruhe (DE). STOTZKA, Rainer [DE/DE]; Königs-
bergerstrasse 3, 76139 Karlsruhe (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/004389

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2005 (23.04.2005)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **FORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE GMBH**; Stabsabteilung Marketing,
Patente und Lizenzen, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102004022838.8 8. Mai 2004 (08.05.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH**
[DE/DE]; Weberstrasse 5, 76133 Karlsruhe (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,
PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

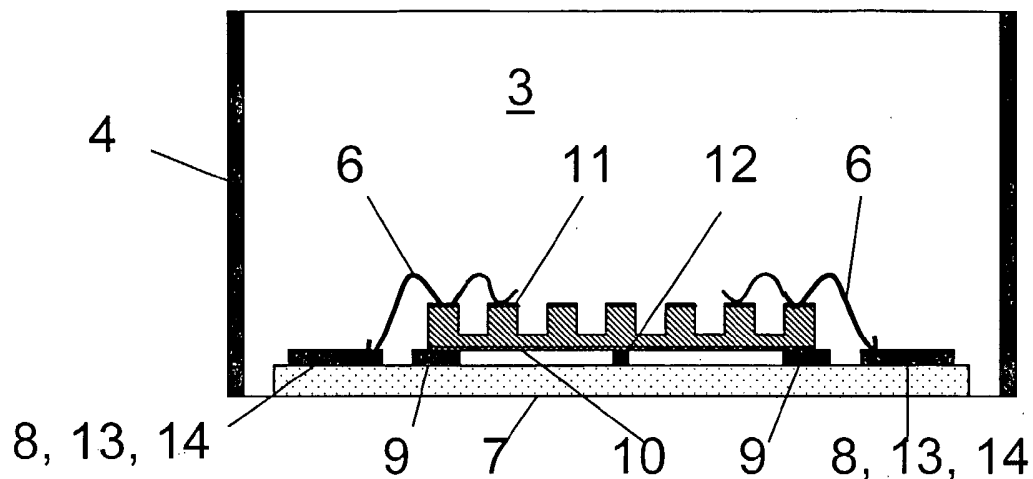
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHLOTE-HOL-
UBEK, Klaus** [DE/DE]; Heckenweg 33, 76199 Karlsruhe

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ULTRASOUND TRANSDUCER AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: ULTRASCHALLWANDLER SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN



(57) Abstract: The invention relates to an ultrasound transducer which comprises at least one piezoelectric body (1) having at least one lower and one upper electrode each, and a coupling layer comprising at least one circuit board (7) to which the ultrasound transducer is connected with the lower electrode. The aim of the invention is to provide an ultrasound transducer which is generally easy to produce and which has a coupling surface with improved dimensional accuracy and quality and yet small tolerance ranges. For this purpose, a strip conductor structure (8, 12) having a constant height of the strip conductors is provided on the circuit boards (7) below the piezoelectric bodies and is electrically connected to the lower electrode. The remaining cavity (10) between the circuit board and the piezoelectric body adjacent to the strip conductor structure is completely filled with a binder.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/107962 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Ultraschallwandler, umfassend mindestens einen piezoelektrischen Körper (11) mit jeweils mindestens einer unteren und einer oberen Elektrode sowie eine Ankopplungsschicht, umfassend mindestens eine Platine (7), auf die der Ultraschallwandler mit der unteren Elektrode verbunden ist. Aufgabe ist es, einen Ultraschallwandler vorzuschlagen, welcher einerseits eine weitere Vereinfachung der Herstellbarkeit allgemein beinhaltet, insbesondere dabei die Maßhaltigkeit und Qualität der Ankopplungsschicht mit geringen Toleranzbreiten noch weiter verbessert. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass auf den Platinen (7) eine Leiterbahnstruktur (8, 12) mit konstanter Leiterbahnhöhe unter den piezoelektrischen Körpern vorgesehen ist, welche in einem elektrischen Kontakt mit der unteren Elektrode steht sowie der verbleibende Hohlraum (10) zwischen Platine und piezoelektrischen Körper neben der Leiterbahnstruktur vollständig durch ein Bindemittel ausgefüllt ist.

Ultraschallwandler sowie Verfahren zur Herstellung desselben

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ultraschallwandler, insbesondere Wandlerarrays, die aus einer Anzahl von Wandler-elementen bestehen, gemäß des ersten sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers gemäß des neunten Patentanspruchs.

Wie in vielen Bereichen der Elektronik und der Sensorik werden auch in der Ultraschalltechnik die Komponenten für Geräten und Systemen immer kleiner und leistungsfähiger. Wichtiger Bestandteil solcher Systeme sind Ultraschallsensoren die in den meisten Fällen speziell auf ein Messproblem zugeschnitten sind. Kosten und Qualität dieser Komponenten stehen bei der Entwicklung von Ultraschallsystemen gleichermaßen im Vordergrund. Es ist unverzichtbar, dass die Schallwandler möglichst gleiche akustische und elektrische Eigenschaften aufweisen.

Ein Beispiel für den hohen Entwicklungsstand der Ultraschallprüftechnik sind Ultraschall-Wandlerarrays oder auch Gruppenstrahler. Ein Wandlerarray besteht aus einer Anzahl von Einzelwandler-elementen, vorzugsweise Säulen oder Streifen, die aus physikalischen Gründen sehr klein und dicht nebeneinander angeordnet sind um z.B. durch eine phasenversetzte Ansteuerung der einzelnen Wandler-elemente oder Gruppen dieser das akustische Signal in die gewünschte Richtung ablenken. Die Größe und Abstände solcher Einzelwandler-elemente liegen bei einer Frequenz von 5 MHz unter 0.5 mm. Mit solchen Anordnungen ist es möglich einen akustischen Schwenk durch das zu prüfende Medium durchzuführen, ohne die Position des Ultraschallmesskopfes zu ändern. Der Aufbau kann dann in einer Linear- oder in einer Matrix-Struktur erfolgen. Diese Art von Ultraschallsensoren findet man oft in der Werkstoffprüfung und Medizintechnik.

[2] offenbart beispielhaft mit der Ultraschall-Computertomographie (USCT) für die Brustkrebsfrüherkennung eine spezielle Anwendung für

eingangs genannte Ultraschallwandler der jüngsten Generation. Für ein derartiges System ist eine hohe Anzahl von Ultraschallwandler geringer Größe (z.B. 1 x 1 mm) erforderlich, welche sich näherungsweise wie einzelne punktförmige Strahler verhalten. Sie werden um ein Prüfvolumen herum als Matrixstruktur zylinderförmig oder in Form einer Halbkugel zueinander angeordnet, womit räumliche Informationen (3D) aus dem zu untersuchenden Volumen ohne eine mechanische Bewegung eines der Ultraschallwandler erfassbar sind. Diese Messanordnung, verbunden mit einer parallelen Signalverarbeitung eignet sich für die vollständige tomographische Erfassung eines Körperteils eines Patienten bereits mit Messzeiten kleiner 0,05 s, wodurch die Bedeutung einer Chronologie von Einzelaufnahmen nahezu vernachlässigbar wird. Die hohe Anzahl (mehrere Tausend) der Ultraschallwandler geringer Größe entspricht dabei prinzipiell einem zylinderförmigen oder kugelsegmentförmigen Ultraschallwandlerarray, mit den einzelnen Ultraschallwandler als Wandler-elemente.

Die akustischen Eigenschaften sind physikalisch unmittelbar an die geometrischen Daten von Ultraschallwandlern, insbesondere von Ankopplungsschicht und Wandler-element (meist piezoelektrischer Körper) gekoppelt. Fertigungsungenauigkeiten, auch Toleranzbreiten bei der Herstellung von Ultraschallwandler beeinflussen somit Exaktheit und Toleranzbreite von akustischen Eigenschaften einer Ultraschallwandlerbauserie. Auch wenn geringe Abweichungen dieser akustischen Eigenschaften innerhalb einer gewissen Bandbreite auf elektronischem Wege kompensierbar oder in einer anschließenden Qualitätskontrolle eingrenzbar sind, so ist es auch aus ökonomischen Gesichtspunkten unverzichtbar, dass Ultraschallwandler die vorbestimmten akustischen und elektrischen Eigenschaften mit geringen Toleranzbreiten auch aufweisen.

Die Ankopplungs- oder Anpassungsschicht dient der möglichst verlustarmen Ankopplung eines Wandler-elementes an ein Medium. Sie gleicht

die unterschiedlichen akustischen Impedanzen von Wandler und Wasser aus, wobei die Dicke dieser Schicht idealer Weise $1/4$ der Wellenlänge λ der Dickenresonanzfrequenz des piezoelektrischen Körpers (Wandler) beträgt. Derartige Schichten werden üblicherweise aus entsprechenden Vergussmassen hergestellt, welche im Rahmen einer Fertigung auf das bereits kontaktierte und elektrisch angeschlossene Wandlerelement aufgebracht werden. Es folgt üblicherweise eine Anpassung der Ankopplungsschichtdicke auf die Frequenz (Wellenlänge) des Wandlerelements mittels einer mechanischen und damit aufwendigen Nachbearbeitung der Ankopplungsschicht. Der Aufbau der meisten Ultraschallwandler erfolgt demnach meist von innen nach außen, d. h. beginnend mit dem Wandlerelement.

In [1] ist vor dem Hintergrund einer einfachen Herstellbarkeit ein Ultraschallwandler und Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers beschrieben. In Abstrahlungsrichtung weist ein piezoelektrische Körper (Wandlerelement) eine flächige Kontaktierung auf, auf die wiederum eine Ankopplungsschicht aufgebaut ist. Die Kontaktierung auf der gegenüberliegenden Elektrodenfläche des Körpers erfolgt dagegen über eine aufgeklebte oder angepresste Leiterbahnfolie. Die Pressung erfolgt beispielsweise mechanisch über ein Anpressen des Dämpfungskörpers. Über die Anordnung der Leiterbahnen auf der Leiterbahnfolie sind einzelne Bereiche des Körpers oder des Wandlers selektiv ansteuerbar. Die abstrahlungsseitige Elektrode weist selbst keine Leiterbahnstruktur auf.

Ein derartiger Ultraschallwandler benötigt nach wie vor eine Ankopplungsschicht, die als separates Bauteil auf die abstrahlungsseitige Elektrode aufgesetzt wird. Zudem werden die Anschlüsse zu den beiden Elektroden über einzelne Drahtverbindungen hergestellt, was einen vergleichsweise hohen Fertigungsaufwand erfordert.

In [3] wird ein Ultraschall-Wandlersystem beschrieben, bei dem mehrere piezokeramischer Körper mit jeweils einer Elektrodenfläche flächig und direkt auf eine Leiterplatte aufgeklebt sind. Die Anschlüsse zu den Elektroden zu einer Sende- und Empfangselektronik auf benachbarten Leiterplatten erfolgt mittels gebondeter Drähte.

Ausgehend davon ist es Aufgabe der Erfindung, einen Ultraschallwandler vorzuschlagen, welcher einerseits eine weitere Vereinfachung der Herstellbarkeit allgemein beinhaltet, insbesondere dabei die Maßhaltigkeit und Qualität der Ankopplungsschicht mit geringen Toleranzbreiten noch weiter verbessert.

Die Aufgabe wird mit einem Ultraschallwandler gemäß des ersten Patentanspruchs sowie mit einem verfahren zur Herstellung desselben gemäß des neunten Patentanspruchs gelöst. Die abhängigen Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen wieder.

Der wesentliche Grundgedanke der Erfindung besteht darin, einen piezoelektrischen Körper mit einer der beiden planparallel zueinander angeordneten Elektrodenfläche auf Abstandshaltern in einfacher Weise exakt ausgerichtet, elektrisch kontaktierend, planparallel und reproduzierbar auf eine Platine zu positionieren und zu fixieren. Auf der Platine befindet sich zu diesem Zweck eine aus einer flächigen Platinenbeschichtung herausgeätzte oder über eine Dickfilmtechnik (z.B. mit Siebdruck) aufgebrachte Leiterbahnstruktur. Diese dient einerseits als elektrische Kontaktierung mit der Elektrodenfläche, andererseits mit ihrer exakten und konstanten Leiterbahnhöhe als Abstandshalter zwischen Platine und piezoelektrischen Körper, und zwar über den gesamten Elektrodenbereich erstreckend. Zur Fixierung des piezoelektrischen Körpers auf der Platine eignen sich Lote oder Klebstoffe, welche bei einem Zusammenpressen von piezoelektrischen Körper und Platine lokal in die neben den Leiterbahnstruktur verbleibenden Hohlräume zwischen Platine und dem Ultraschallwandler ausweichen und

diese dabei vollständig ausfüllen. Das Aufbringen des piezoelektrischen Körpers erfolgt durch ein Anpressen dieses auf die Leiterbahnstruktur, wobei der Klebstoff oder das Lot an mindestens einer Stelle durch das Aufeinandertreffen der Leiterbahnstruktur und der Elektrodenfläche durchkontaktiert wird. Die Leiterbahnstruktur dient damit gleichzeitig als elektrischer Anschluss für die abstrahlungsseitige Elektrodenfläche.

Die Dicke der Ankopplungsschicht beträgt idealer Weise $\lambda/4$, wobei die Ankopplungsschicht die Platine umfasst.

Vorzugsweise erstreckt sich die Leiterbahnstruktur nur unter Bereiche des piezoelektrischen Körpers, welche akustisch vergleichsweise wenig oder nicht aktiv sind, beispielsweise auf die unmittelbaren Randbereiche des piezoelektrischen Körpers oder auf die Bereiche, in denen der piezoelektrische Körper nicht zur Erzeugung oder Empfang eines Ultraschallimpuls herangezogen wird. Wenig aktiv heißt in diesem Zusammenhang, dass durch diese Bereiche die Ultraschallabstrahlungscharakteristik des Ultraschallwandlers zwar messbar ist, diese aber eine Ultraschallprüfung praktisch nicht beeinflussen oder beeinträchtigen. Bevorzugt wird der piezoelektrische Körper in diesen Bereichen nicht durch die Sende- oder Empfangselektronik angesteuert, wobei es sich anbietet, diese Bereiche von der Erstreckung der oberen Elektrode auszuschließen. Die Gesamtfläche dieser Bereiche entspricht maximal 10 % der Überdeckung durch den piezoelektrischen Körper. Vorzugsweise sind die Leiterbahnstrukturen zur Vermeidung von Kippeffekten so gestaltet, dass eine statisch bestimmte Auflage für die untere Elektrode des piezoelektrischen Körpers entsteht, beispielsweise über drei Auflagerpunkte. Kleine Auflagerpunkte bewirken beim Anpressen des piezoelektrischen Körpers in diesem ein hohes Flächenpressungsniveau, d. h. Spannungsspitzen, aber auch in vorteilhafter Weise eine höhere Zuverlässigkeit bei Kontaktierung der Elektrode über die Auflagerpunkte.

Eine Güte der Kontaktierung lässt sich beispielsweise durch eine Messung des ohmschen Widerstands zwischen zwei als Abstandshalter die-

nenden und durch die untere Elektrode überbrückten Leiterbahnen überprüfen.

Das erforderliche Eigenschaftsprofil des Platinenmaterials wird insbesondere durch die gute Schallübertragung vom piezoelektrischen Körper auf ein Ankopplungsmedium, in das der Ultraschallimpuls eingespeist wird, vorgegeben. Ferner muss das Platinenmaterial sich zum Ankopplungsmedium, vorzugsweise wässrige Lösungen oder ein in der Medizintechnik verwendetes Ultraschallankopplungsgel, inert verhalten und darf dieses nicht in sich aufnehmen oder anbinden. Eine für die Schallausbreitung in einem Werkstoff wichtigste Materialkenngröße ist die spezifische akustische Impedanz Z , definiert als Produkt von Schallgeschwindigkeit c und Dichte ρ eines Materials. Einen vollständigen verlustfreien Schallübergang (Transmission) an einer Grenzfläche erhält man, wenn die Medien auf beiden Seiten der Grenzfläche die gleiche akustische Impedanz aufweisen, während mit dem Impedanzunterschied der an der Grenzfläche reflektierende Anteil zungunsten der Transmission eines Ultraschallsignals zunimmt. Der Unterschied der akustischen Impedanzen zweier Materialien oder Medien wird daher als Maß für die Übertragungsverluste bei einem Materialübergang von einem zum anderen dieser Materialien / Medien herangezogen.

Als Platinen eignen sich insbesondere handelsübliche Platinen für Mikrowellen- oder Hochfrequenzanwendungen aus einem homogenen Kunststoff-Keramik-Verbund (d.h. z.B. ohne Gewebeeinlagen), welche nicht nur die zuvor genannten Materialanforderungen einer Ankopplungsschicht erfüllen, sondern in vorteilhafter Weise als Industrieprodukt mit homogener und gleich bleibender Materialgüte bei exakter Geometrie reproduzierbar und preisgünstig verfügbar sind. Diese Platinen haben den großen Vorteil, dass sie in vielen Dicken kommerziell erhältlich sind und die erforderlichen mechanischen und chemischen Eigenschaften besitzen.

Die Leiterbahnhöhe bestimmt den Abstand zwischen Platine und unterer Elektrode und damit die Klebstoff- oder Lotdicke. Je nach Dicke die-

ser Zwischenlage, üblich sind Dicken zwischen 20 und 70 μm (d.h. unter $\lambda/4$ bei 10 MHz in der Platine), ist sie ähnlich der metallischen Elektroden des piezokeramischen Körpers (Wandlers) vernachlässigbar oder muss ab einer gewissen Dicke in die Berechnung der Ankopplungsschicht berücksichtigt werden.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, die Materialeigenschaften wie die akustische Impedanz der eingesetzten Materialien insbesondere von Platine und Kleber durch geeignete Maßnahmen wie durch Einmischung von Substanzen oder Pulvern anzupassen. Aufgrund der hohen akustischen Impedanzwerte von Loten ist dies hier nicht möglich. Lote eignen sich daher bevorzugt aus vorgenannten Gründen nur bei geringen Leiterbahnhöhen.

Als piezoelektrischer Körper eignen sich sowohl monolithische unstrukturierte Körper wie auch Wandler, welche sich aus einer Vielzahl einzelner Wandlerelemente zu einem Wandlerarray zusammensetzen. Insbesondere beim zuletzt genannten bietet die Erfindung wesentliche Verbesserungen der Herstellbarkeit, da ein zunächst unstrukturierter piezoelektrischer Körper mit der Platine verbunden und im Anschluss daran strukturiert, d. h. durch ein geeignetes Verfahren wie Sägen oder Ultraschallzerspannung in die einzelnen Wandlerelemente segmentiert werden kann. Die Platine bietet dabei in vorteilhafter Weise nicht nur eine geeignete Einspannungsmöglichkeit für den vorgenannten Herstellungsprozess, sondern stabilisiert bei einer Segmentierung auch die Einzelnen Wandlerelemente auf der Platine.

Im Anschluss einer Segmentierung oder Strukturierung bietet es sich an, die hierdurch entstandenen Hohlräume im Bereich des Körpers oder des Wandlers durch geeignete Stoffe wie Kunststoffe wieder aufzufüllen, wobei in einer möglichen Ausführungsform diese Stoffe gleichzeitig für eine Klebverbindung für aufgesetzte Komponenten wie der Dämpfungskörper heranziehbar sind.

In vorgenannter Weise lässt sich auch der eingangs im Rahmen des Stands der Technik erwähnte Dämpfungskörper auf der oberen zweiten

Elektrodenfläche durch eine Platine mit einer Leiterbahnstruktur vorgegebener Höhe ersetzen.

Alternativ können die vorgenannten Hohlräume im Bereich des Körpers oder des Wandlers auch ungefüllt verbleiben, insbesondere dann, wenn die mit den Stoffen verbundene erhöhte Dämpfung des Ultraschallwandlers unerwünscht ist. Dabei bietet es sich auch optional an, einen Dämpfungskörper auf den segmentierten Wandler oder den strukturierten Körper in vorgenannter Weise zu befestigen, wobei die einzelnen Wandlerelemente auf beiden Elektrodenflächen fixiert sind.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Ultraschallwandlers mit den Komponenten gemäß des Stands der Technik,

Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau einer Ausführungsform mit monolithischem piezoelektrischen Körper,

Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau einer Ausführungsform mit einem Wandler, welcher sich aus einer Vielzahl von Wandlerelementen zusammensetzt,

Fig. 4 eine beispielhafte Gestaltung der Platine in Draufsicht,

Fig. 5 und 6 zwei weitere beispielhafte Gestaltungen der Platine mit aufgesetzten Wandlern sowie

Fig. 7 und 8 zwei beispielhafte Gestaltungen der Platine mit aufgesetzten Wandlern für medizinische Anwendungen.

Fig. 1 gibt die Grundkomponenten eines Ultraschallwandlers üblicher Bauart wieder, nämlich einen piezoelektrischen Körper, dem Wandler 1, welcher fest mit einer Ankopplungsschicht 2 verbunden ist, deren Dicke idealer Weise $1/4$ der Wellenlänge λ beträgt und das Ende eines Gehäuses 4 abschließt. Im Gehäuse befindet sich ein rückseitiger

Dämpfungskörper 3, welcher im vorliegenden Fall als Vergussmasse im Gehäuse gebildet wird. Die beiden Elektroden 5 des Wandlers 1 über kabelförmige elektrische Anschlüsse 6 an eine nicht dargestellte Steuer- und Messeinheit angeschlossen. Wie eingangs erläutert, wird Dicke der Ankopplungsschicht durch eine aufwendige Nachbearbeitung eingestellt.

Um diese Probleme zu vermeiden wird eine HF-Platine der vorgenannten Art als Anpassungsschicht und Träger für den weiteren Aufbau verwendet. Auf diese Platine wird dann ein piezoelektrischer Wandler aufgebracht. Die im Rahmen des Ausführungsbeispiels verwendete Platine eignet sich für Ultraschallwandlersysteme bis zu einer Frequenz von ca. 10 MHz, liegt mit einer akustischen Impedanz von ca. 6 bis 8 MRayl genau zwischen der von üblichen PZT-Werkstoffen ca. 20 bis 35 MRayl und von Wasser bzw. wässrigen Lösungen ca. 1,5 MRayl. Die Platinen sind in Dicken von ca. 0,1 bis 1,5 mm kommerziell erhältlich. Ausgehend von einer Ankopplungsschichtdicke der genannten $\lambda/4$ eignen sich die genannten kommerziellen Platinen für die Herstellung von Ultraschallwandlern mit Prüffrequenzen im für die Werkstoffprüfung und den Medizinbereich interessanten MHz-Bereich.

Fig. 2 bis 9 geben Gestaltungsbeispiele der Erfindung in verschiedenen Ansichten wieder.

Fig. 2 und 3 zeigen dabei je eine seitliche Schnittansicht durch einen Ultraschallwandler, umfassend eine Platine 7, mit aufgebrachtener Leiterbahnstruktur und einem auf dieser aufgesetzten piezoelektrischen Körpers 1 (Fig. 2) oder Wandlerarray 11 (Fig. 3). Fig. 4 gibt in einer Aufsicht das Design dieser Leiterbahnstruktur auf der Platine 7 wieder. Die Leiterbahnstruktur auf der Platine umfasst außerhalb des Überdeckungsbereichs 15 des Körpers 1 oder Wandlerarrays 11 mehrere Kontaktpads 8 sowie innerhalb des Überdeckungsbereichs 15 mehrere Abstandshalter 9 ohne elektrische Funktion und zwei Massekon-

takte 12 als elektrische Kontaktierung für die untere Elektrode des Wandlers oder Wandlerarrays. Der Ultraschallwandler ist in ein Gehäuse 4 eingesetzt und ist dort im Dämpfungskörper 3 eingegossen.

Der piezoelektrischen Körper oder Wandler weist zwei planparallel zueinander angeordnete, in vorgenannte Weise metallisierte Elektrodenflächen (obere und untere Elektrode) auf und ist in den in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel quaderförmig. Ein solcher piezoelektrischer Körper schwingt bei einer elektrischen Anregung in drei Grundfrequenzen, welche durch die Abmessungen des Quaders vorgegeben sind. Zur Vermeidung von überlagerten Schwingungen ist dieser Effekt bei der Dimensionierung des piezoelektrischen Körpers zu berücksichtigen.

Ein in Fig. 3 dargestellter Wandler besteht dagegen aus einer größeren Anzahl von kleinen Säulen oder Streifen, welche aus einem piezoelektrischen Körper durch Drahtsägen herausgearbeitet sind und mit einer Vergussmasse zu einer Platte oder Scheibe vergossen sind. Im Ausführungsbeispiel wurde eine maximale Dicke der Säulen deutlich kleiner als die halbe Wellenlänge $\lambda/2$ im piezoelektrischen Material des Wandlers gewählt. Ein solcher Wandler besitzt im Wesentlichen nur ein Schwingungsmoden, nämlich die Dickenschwingung, während sich die vergleichsweise hohen radialen Resonanzfrequenzen durch die Vergussmasse wirksam durch Dämpfung unterdrückbar sind.

Die Leiterbahnen sind als Leiterbahnstruktur aus einer auf einem Platinenrohling aufgebrachte Kupferschicht herausgeätzt (übliche Ätztechnik mit Photolack und Maske). Die Leiterbahnhöhe entspricht somit der Dicke der ursprünglichen Kupferschicht, wodurch eine einheitliche Höhe der gesamten Leiterbahnstruktur sichergestellt ist, und zwar mit der hohen Fertigungsgenauigkeit der geringen Toleranzbreiten von 10 % der aufgebrachten Kupferschicht. Zwischen piezoelektrischen Körper 1 bzw. dem Wandlerarray 11 und der Platine 7 erstreckt sich, wie in

Fig. 4 dargestellt, im Überdeckungsbereich 15 ein Klebespalt 10 mit eben der exakt einhaltbaren Dicke, die der Leiterbahnstrukturhöhe entspricht. Kontaktpads 8 die eine elektrische Verbindung (Leiterbahn) zu den Massekontakten 12 aufweisen, dienen der Kontaktierung der unteren Elektrode, während andere Kontaktpads, die die genannten elektrischen Verbindungen nicht aufweisen, für gebondete (z.B. über Ultraschallbonden oder Punktverschweißen) Drahtverbindungen zu den oberen Elektroden zur Verfügung stehen (vgl. Fig. 2 und 3). Dabei weisen die Kontaktpads 8 eine kleinere Bondingfläche 13 und eine mit dieser elektrisch verbundene größere Lötfläche 14 auf (vgl. auch Fig. 5).

Fig. 4 zeigt die Position der Abstandshalter 9 unter dem Überdeckungsbereich 15. Während sechs dieser Abstandshalter im Randbereich positioniert sind, befindet sich ein weiterer zentral in der Mitte. Ein zentraler Abstandshalter 9 dient der zusätzlichen Stütze und ist vor allem dann erforderlich, wenn der aufgesetzte piezoelektrische Körper nach dem Aufkleben mechanisch, beispielsweise mit einer Drahtsäge zu einem Arraywandler gemäß Fig. 3, bearbeitet wird oder das Verhältnis aus laterale Erstreckung zu Dicke des piezoelektrischen Körpers eine gewisse Größe überschreitet. Er ist aber so anzuordnen, dass das durch die Ankopplungsschicht hindurch geführte Ultraschallsignal nicht oder nur unwesentlich beeinflusst wird. Im vorliegenden Fall ist der zentrale Abstandshalter mittig im Schallfeld angeordnet, d. h. eine Beeinflussung eines Ultraschallsignals erfolgt ohne eine bestimmte Vorzugsrichtung.

Eine Aufsicht von zwei streifenförmig strukturierten Wandlerarrays 11 auf einer gemeinsamen Platine 7 ist in Fig. 5 dargestellt. Fig. 6 bis 8 zeigen dagegen säulenförmig strukturierte Wandlerarrays auf einer Platine 7. Hierbei sind jeweils eine gewisse Anzahl von Einzelelementen zu Einzelelementgruppen zusammengeschaltet ist. Durch Aneinanderreihen von mehreren Arraywandler auf einer gemeinsamen Leiterplatte lassen sich zudem Ultraschallwandler auch größerer lateralen Erstre-

ckungen oder auch mit Krümmungen realisieren, die mit einer geeigneten Elektronik versehen ein Ultraschall-Phasen-Array bilden (Fig. 7 und 8). Da die Bruchgefahr des piezoelektrischen Körpers bei vorgegebener Dicke mit der lateralen Ausdehnung steigt, bietet sich im Sinne einer Reduzierung der Bruchgefahr bei Applizierung der Körper oder auch im Sinne einer Vermeidung von zentral im Überdeckungsbereich angeordneter Abstandshalter eine Anordnung mehrerer piezoelektrischer Körper (oder Wandlerarrays) nebeneinander auf einer gemeinsamen Platine an, wobei die Körper elektronisch gemeinsam zu einem Ultraschallwandler verschaltet werden.

Durch elektrisches Zusammenschalten von mehreren Säulen kann prinzipiell im Rahmen eines durch die Säulen vorgegebenen Rasters praktisch jede beliebige aktive Wandlergruppenerstreckung (Sensorform) erzeugt werden. Fig. 6 und 7 zeigen je eine schachbrettförmige Erstreckung von Säulengruppen mit aus einer Erstreckung jedes Körpers (Wandlerarray) von ca. 5 * 5 mm, wobei jeweils 9 Säulen zu einer Säulengruppe verschaltet sind. Durch Aneinanderreihen von mehreren Wandlerarrays lassen sich beliebig große Sensorfelder aufbauen (Fig. 7). Bei einer phasenversetzten Ansteuerung einzelner Säulengruppen ist es möglich die Schallausbreitung eines Ultraschallimpulses (Schallkeule des Ultraschallsensors) zu beeinflussen.

Fig. 8 zeigt einen Ultraschallwandler, welcher bis auf eine streifenförmige Zusammenschaltung von Säulengruppen in Streifenform der Ausführungsform gemäß Fig. 7 entspricht. Durch die Strukturierung und Zusammenschalten der einzelnen Säulen wird eine deutlich Verbesserung der Sensoreigenschaften im Gegensatz zu der Streifengeometrie erreicht.

Die Säulengruppen sind auf der oberen Elektrode mit Drahtverbindungen (elektrische Anschlüsse 6) kontaktiert. Die Drahtverbindung darf die akustischen Eigenschaften nicht oder nur unwesentlich beeinflussen. Kontaktierungen durch Löten oder Leitkleben scheiden aufgrund der ge-

ringen lateralen Ausdehnung der Säulen oder der thermischen Belastung des piezoelektrischen Materials aus. Neuere Techniken bevorzugen leitfähige Folien die unter Druck und durch Verkleben einen elektrischen Kontakt herstellen.

Im Rahmen des Ausführungsbeispiels erfolgt die Kontaktierung der oberen Elektroden auf den Säulen durch ein Ultraschall-Drahtbondverfahren. Die thermischen Einflüsse sind lokal begrenzt und sehr gering da die Drahtdicken mit $30\ \mu\text{m} - 70\ \mu\text{m}$ noch klein im Verhältnis zu den Elektrodenflächen z.B. ca. $300\ \mu\text{m} * 300\ \mu\text{m}$ der Säulen sind. Der Bondprozess kann kalt durchgeführt werden kann und die Piezokeramik wird thermisch praktisch nicht beansprucht. Kontaktiert wird von der Piezosäulen direkt zu den Leiterbahnen (Bondingflächen) oder auch wie in Fig. 6 bis 8 dargestellt von Säule zu Säule mit nur einer Verbindung zur Leiterbahn. Der Anschluss an die nachfolgende Elektronik erfolgt über geeignete wesentlich dickere elektrische Leitungen von der Leiterbahn (Lötflächen) aus.

Die Herstellung eines Ultraschallwandlers umfasst die folgenden einzelnen Verfahrensschritte:

Im Rahmen der Herstellung dieser Ausführungsformen wird in einem Arbeitsschritt ein piezoelektrischer Körper 1 mit einem schnell aushärtenden niederviskosen Klebstoff (Sekundenkleber auf Cyancrylat-Basis) auf eine Platine 7 aufgeklebt, wobei die Abstandshalter 9 und die Massekontakte 12 eine Dicke des Klebspalts 10 vorgeben (vgl. Fig. 2 bis 4). Wichtig ist, dass der Klebstoff blasenfrei aushärtet, um eine akustische Kopplung zwischen Platine 7 und piezoelektrischem Körper 1 sicherzustellen. Dazu wird in der Mitte des Überdeckungsbereichs 15 (Auflagefläche) ein Tropfen des vorgenannten Klebstoffs aufgebracht, der bei dem Aufsetzen des piezoelektrischen Körpers sich zur Seite hin gleichmäßig und blasenfrei verteilt. Die Abstandshalter 9 dürfen diesen Verdrängungsvorgang nicht behindern, d.h. sie sind so zu ges-

talten, dass dieser Fluss nicht unterbrochen wird und sich Luftkammern bilden können. Die Abstandshalter gemäß Fig. 3 und 4 befinden sich am äußeren Rand oder an solchen Stellen, die akustisch nicht oder im eingangs genannten Sinne nur wenig aktiv sind oder durchschallt werden. Da die Dicke des Klebspalts 10 im vorliegenden Beispiel mit 30 μm erheblich kleiner als die Wellenlänge des akustischen Ultraschallsignals bei 3 MHz ist, ist der akustische Einfluss Klebschicht auf die Wandlereigenschaften vernachlässigbar.

Beim Anpressen des piezoelektrischen Körpers oder Wandlers auf die Abstandshalter 9 und die Massekontakte 12 entsteht eine elektrisch leitende Verbindung der unteren Elektrode des piezoelektrischen Körpers oder Wandlers und den Massekontakten 12. Die elektrisch leitende Verbindung lässt sich in besonders vorteilhafter Weise über den gesamten Herstellungsprozess über eine Kontaktwiderstandsmessung zwischen zwei Massekontakten, welche elektrisch über die untere Elektrode kurzgeschlossen ist, überprüfen. Ein kleiner Widerstandswert entspricht einer guten Kontaktierung und ist während des Fertigungsprozesses leicht kontrollierbar. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass die benötigte Kraft relativ gering gehalten werden kann, was die Gefahr eines Zerbrechens des piezoelektrischen Körpers reduziert. Eine geringere Kraft bewirkt auch, dass bei einer Entlastung des Verbunds nach einem Aushärten des Klebstoffs ein geringeres inneres Spannungsniveau zurückbleibt. Dies reduziert auch ein Aufreißen der Klebverbindung beispielsweise bei Temperaturwechselbelastungen oder im Rahmen von anschließenden mechanischen Bearbeitungsschritten, welche wiederum einen Kontaktverlust und damit einen Ausfall des Ultraschallwandlers bewirken können. Diese Nachteile und Einschränkungen werden durch die beschriebenen Verfahrensschritte unter Verwendung der Abstandshalter und Massekontakte vermieden. Zudem wird eine hohe Reproduzierbarkeit der Ultraschallwandler in Bezug auf ihre akustischen und elektrischen Eigenschaften erzielbar.

Außerdem würden Drahtverbindungen mit den vorgenannten Abmessungen zu der unteren Elektrode anstelle der vorgenannten Massekontakte bei Ultraschallwandlern insbesondere mit lateralen Abmessungen unter ca. 2 mm und Dicken unter ca. 0,4 mm zusätzliche Schwingungsmoden, die einen Einsatz als Ultraschallwandler zusätzlich beeinflussen.

Der Anpressvorgang wird mit dem Aushärten des Klebers abgeschlossen. Eine Strukturierung der vorgenannten Art des piezoelektrischen Körpers erfolgt nach dem Aushärten, wobei eine qualitativ hochwertige und zuverlässige, aber kostengünstige Strukturierung des piezoelektrischen Körper in vorteilhafter Weise mit der Platine als stabilen, in der Strukturierungsvorrichtung fixierten Träger erfolgt.

Die Piezoelemente werden bevorzugt mit einer Drahtsäge (Wafersäge) strukturiert, wobei die Schnitttiefe sich nicht über die gesamte Dicke des piezoelektrischen Körpers erstreckt, sondern bevorzugt eine Restdicke von kleiner $\frac{1}{8}$ sowie die untere Elektrodenfläche unstrukturiert bestehen bleibt. Der Einfluss dieser unstrukturierten Restdickenbereiche ist für das Impuls-Echo-Verfahren nahezu vernachlässigbar.

Es folgt ein Kontaktieren der oberen Elektrode auf vorgenannter Weise. Im Anschluss daran wird der vollständige Ultraschallwandler mit Elektronik in einem Gehäuse vergossen. Damit wird die akustische Dämpfung des Ultraschallsensors eingestellt, die Bonddrähte vor mechanischen Belastungen geschützt und das ganze System vor äußeren Einflüssen unempfindlich gemacht.

Alle beschriebenen Verfahrensschritte lassen sich mit Geräten der modernen SMT und Dickfilmtechnik zur zuverlässigen und kostengünstigen Herstellung der genannten Ultraschallwandler automatisch durchführen. Die so gefertigten Ultraschallwandler weisen eine besonders gute Reproduzierbarkeit ihrer elektrischen und akustischen Eigenschaften

auf, was gerade für Systeme, die mit einer großen Anzahl von Sensoren ausgestattet sind, von hoher Bedeutung ist.

Der Prozess lässt sich vollständig automatisieren. Des Weiteren können dann auf dieser Platine gleichzeitig die benötigten elektronischen Baugruppen wie Vorverstärker und Sendestufen mit integriert und bestückt werden. Durch die kurze Entfernung von Ultraschallwandler zu Elektronik sind elektrische Störeinflüsse sehr gering. Die Qualität der Ultraschallsignale lassen sich damit erheblich verbessern. Durch diese einfache Integration von Ultraschallwandler und Elektronik können die Systeme sehr viel kleiner gebaut und Kosten reduziert werden.

Literatur:

- [1] EP 1145772 A2
- [2] DE 100 50 232 A1
- [3] R. Stotzka, H. Widmann, T. Müller, and K. Schlote-Holubek: Prototype of a new 3D ultrasound computer tomography system: transducer design and data recording; Vortrag am 18. Februar 2004 im *SPIE's Internl. Symposium Medical Imaging 2004* (14.-19. Februar 2004 in San Diego, USA)

Bezugszeichenliste

- 1 Wandler, piezoelektrischer Körper
- 2 Anpassungsschicht
- 3 Dämpfungskörper
- 4 Gehäuse
- 5 Elektroden
- 6 Elektrische Anschlüsse
- 7 Platine
- 8 Kontaktpad
- 9 Abstandshalter
- 10 Klebspalt
- 11 Wandlerarray
- 12 Massekontakt
- 13 Bondingfläche
- 14 Lötfläche
- 15 Überdeckungsbereich
- 16 Bondingdrähte

Patentansprüche:

1. Ultraschallwandler, umfassend
 - a) mindestens einen piezoelektrischen Körper (1, 11) mit jeweils mindestens einer unteren und einer oberen Elektrode (5) sowie
 - b) eine Ankopplungsschicht, umfassend mindestens eine Platine (7), auf die der Ultraschallwandler mit der unteren Elektrode verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - c) auf den Platinen Leiterbahnstrukturen (9, 12) mit konstanter Leiterbahnhöhe unter den piezoelektrischen Körpern vorgesehen ist, welche in einem elektrischen Kontakt mit der unteren Elektrode steht sowie
 - d) der verbleibende Hohlraum (10) zwischen Platine und piezoelektrischen Körper neben der Leiterbahnstruktur vollständig durch ein Bindemittel ausgefüllt ist.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnstruktur sich nur unter Bereiche der piezoelektrischen Körper erstreckt, welche akustisch wenig oder nicht aktiv sind.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche durch die Randbereiche der piezoelektrischen Körper gebildet werden.
4. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Platinen eine akustische Impedanz aufweist, welche zwischen der der piezoelektrischen Körper und der des Wassers liegt.
5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel ein Klebstoff ist.
6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Klebstoff Partikel eines Füllkörpermateriale eingemischt sind, welche die akustische Impedanz und das Dämpfungsverhalten

des Klebstoffs beeinflusst.

7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den piezoelektrischen Körpern eine Strukturierung in der Form von Vertiefungen ausgehend von der oberen Elektrode aufweist, welche sich nicht auf die untere Elektrode erstrecken.
8. Ultraschallwandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Vertiefungen ausschließlich zu mindestens 80% des Abstandes von oberer zu unterer Elektrode erstrecken.
9. Ultraschallwandler nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen Sägeschnitte sind, welche Säulen- oder Streifenstrukturen umgrenzen.
10. Verfahren zur Herstellung von Ultraschallwandlern, umfassend die folgenden Verfahrensschritte
 - a) Bereitstellung mindestens eines piezoelektrischen Körpers mit jeweils mindestens einer unteren und einer oberen Elektrode sowie mindestens einer Platine als Ankopplungsschicht,
 - b) Auftragen eines Bindemittels auf die Platinen sowie
 - c) Aufsetzen und Anpressen der piezoelektrischen Körpers jeweils mit der unteren Elektrode auf das Bindemittel, welches durch das Anpressen sich seitlich über die gesamte untere Elektrode ausbreitet,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - d) auf den Platinen eine Leiterbahnstruktur mit konstanter Leiterbahnhöhe im Bereich unter dem piezoelektrischen Körper aufgebracht ist sowie
 - e) durch das Anpressen ein elektrischer Kontakt zwischen Leiterbahnstruktur und unterer Elektrode entsteht, wobei das Bindemittel den verbleibenden Hohlraum zwischen Platine und den piezoelektrischen Körpern neben der Leiterbahnstruktur vollständig ausfüllt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel einen Klebstoff umfasst, welcher als Tropfen zwischen die Leiterbahnstruktur in der Mitte des Bereichs aufgetragen wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpressen des piezoelektrischen Körpers mit dem Aushärten des Klebstoffs beendet ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, umfassend einen weiteren Verfahrensschritt:
Überprüfung des elektrischen Kontakts mit einer Widerstandsmessung zwischen zwei von einander getrennten Leiterbahnstrukturen, welche von einer unteren Elektrode überbrückt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, umfassend einen weiteren Verfahrensschritt:
Mechanische Strukturierung der auf den Platinen fixierten piezoelektrischen Körper von der zweiten Elektrode aus, wobei sich die Strukturierung nicht auf die untere Elektrode erstreckt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, umfassend einen weiteren Verfahrensschritt:
Schaffung von mindestens einem elektrischen Anschluss auf der oberen Elektrode mit einem Ultraschalldrahtbondverfahren.

Fig. 1

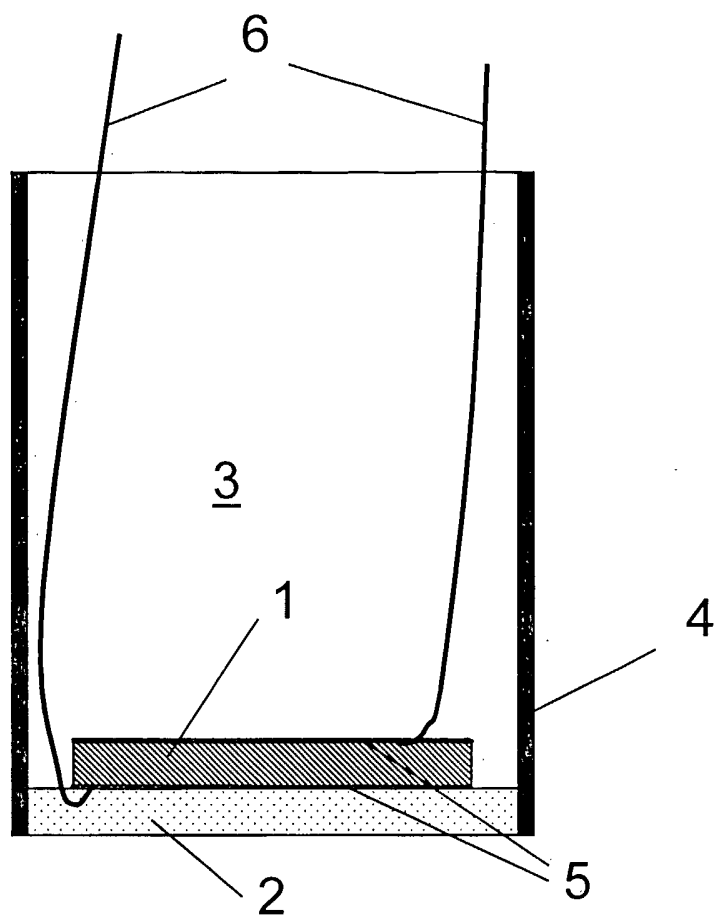


Fig. 2

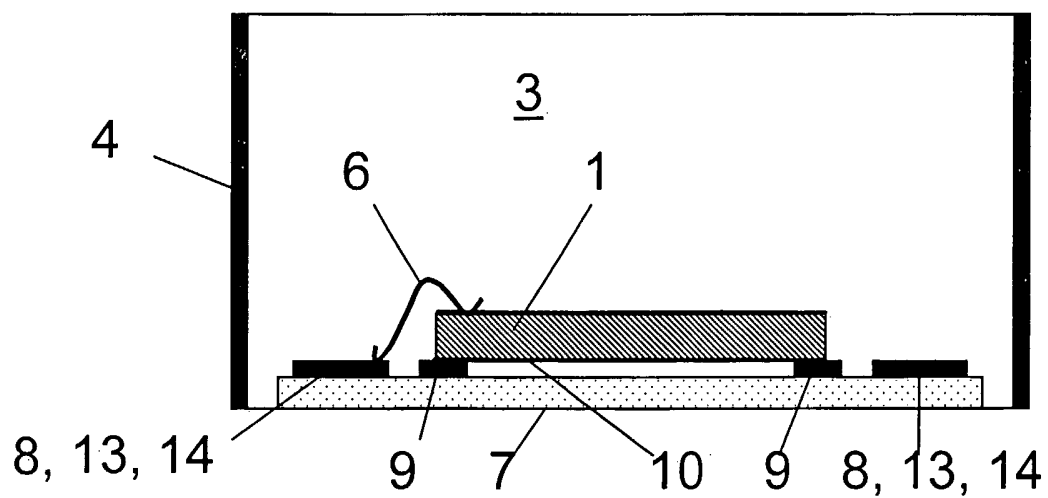


Fig. 3

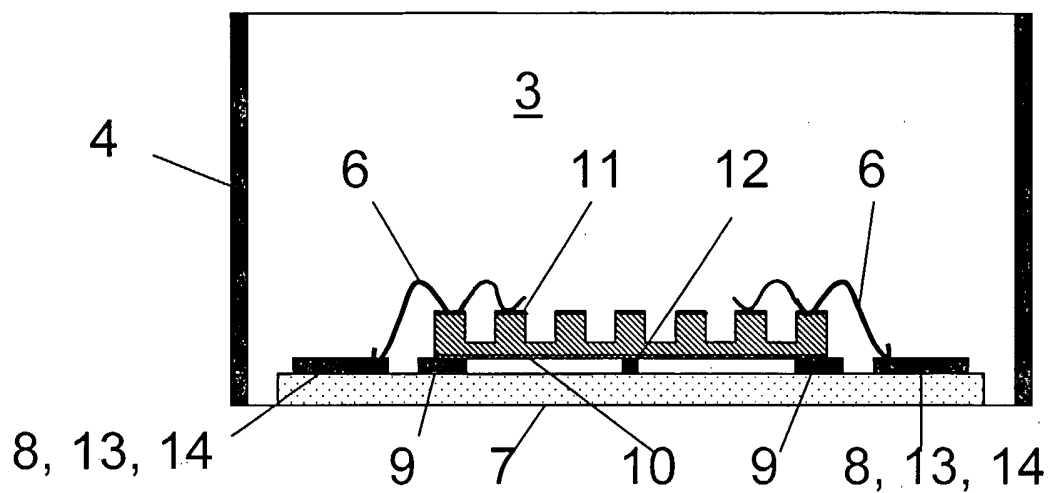


Fig. 4

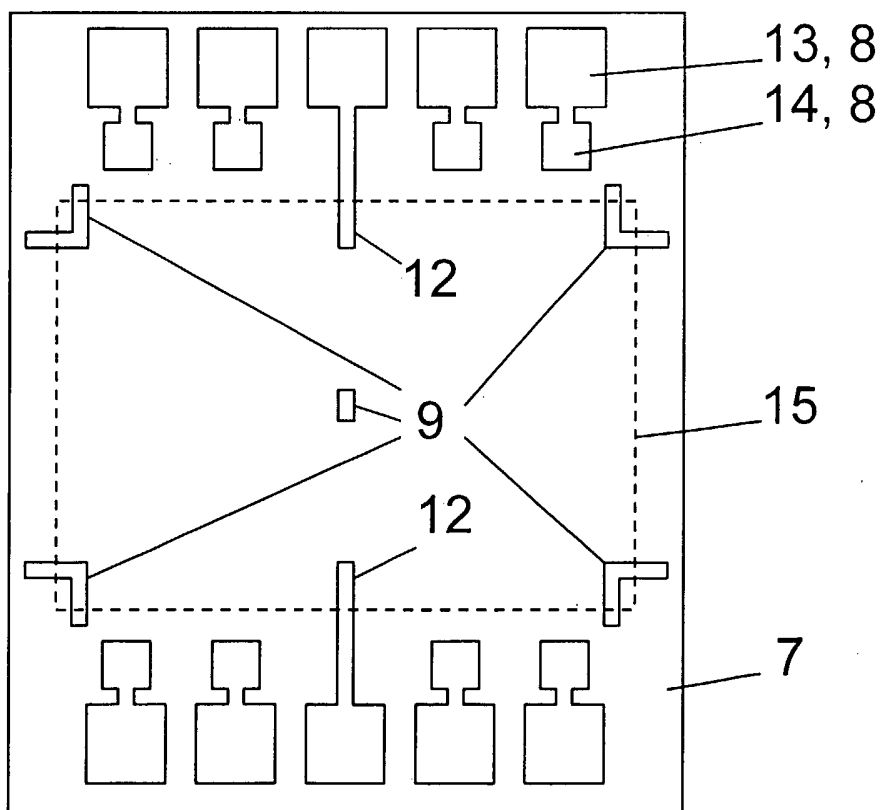


Fig. 5

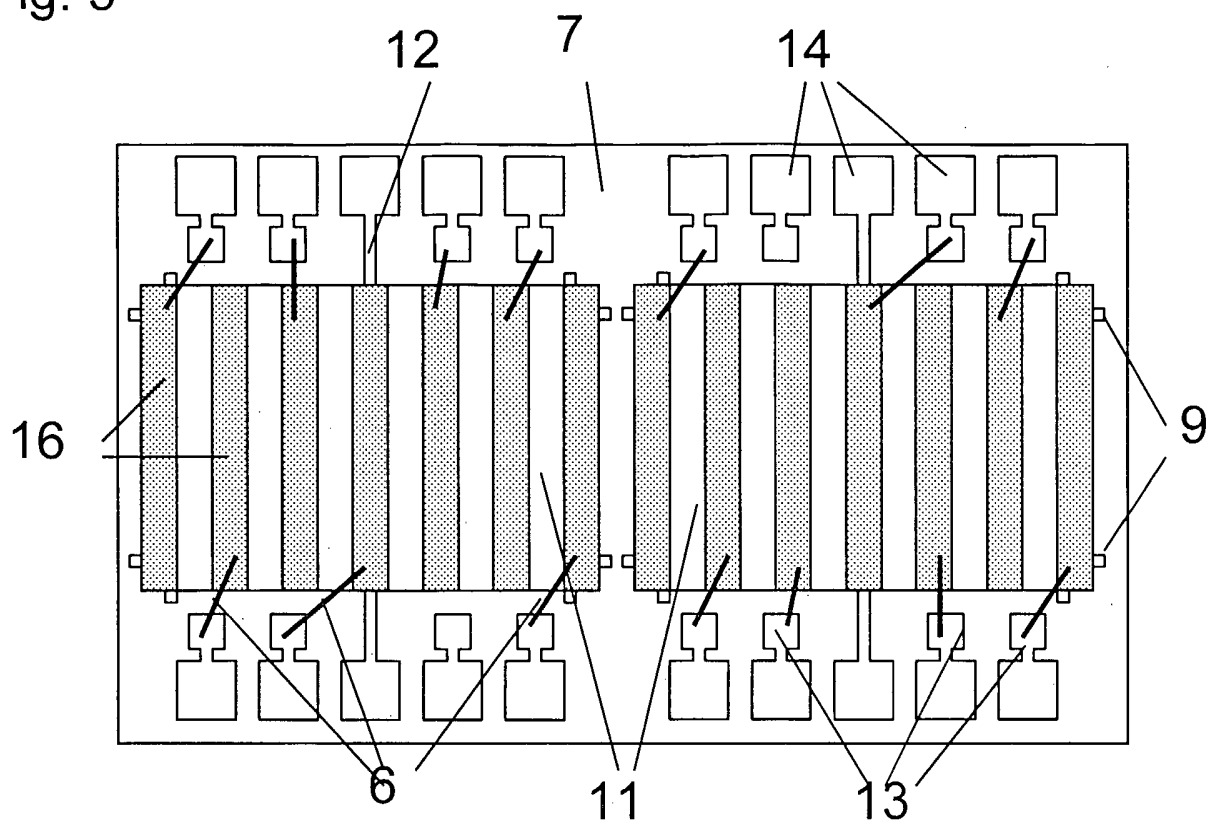
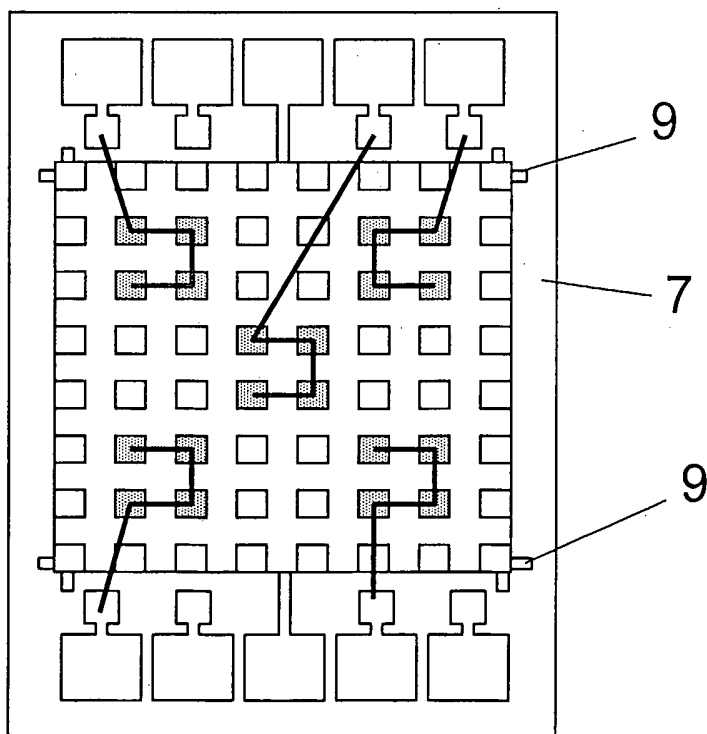


Fig. 6



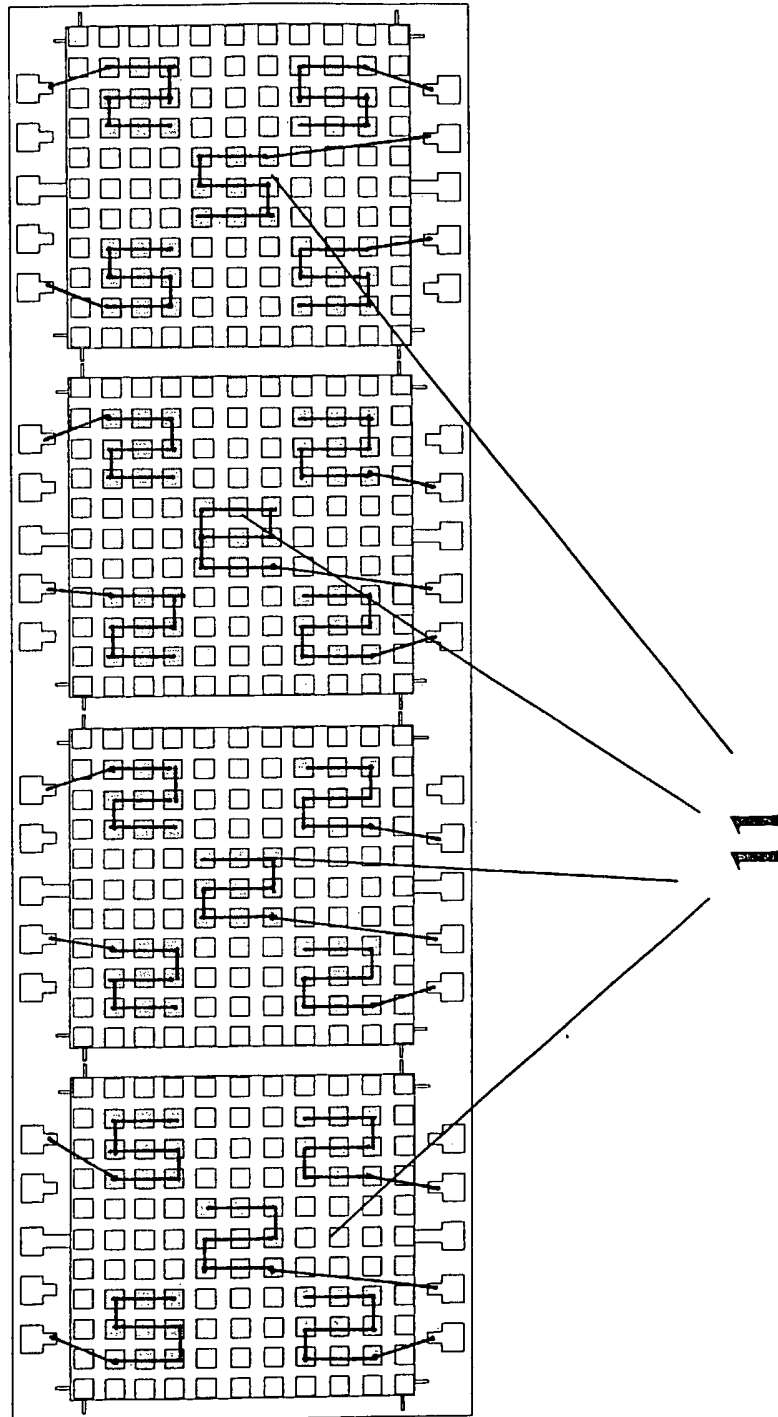


Fig. 7

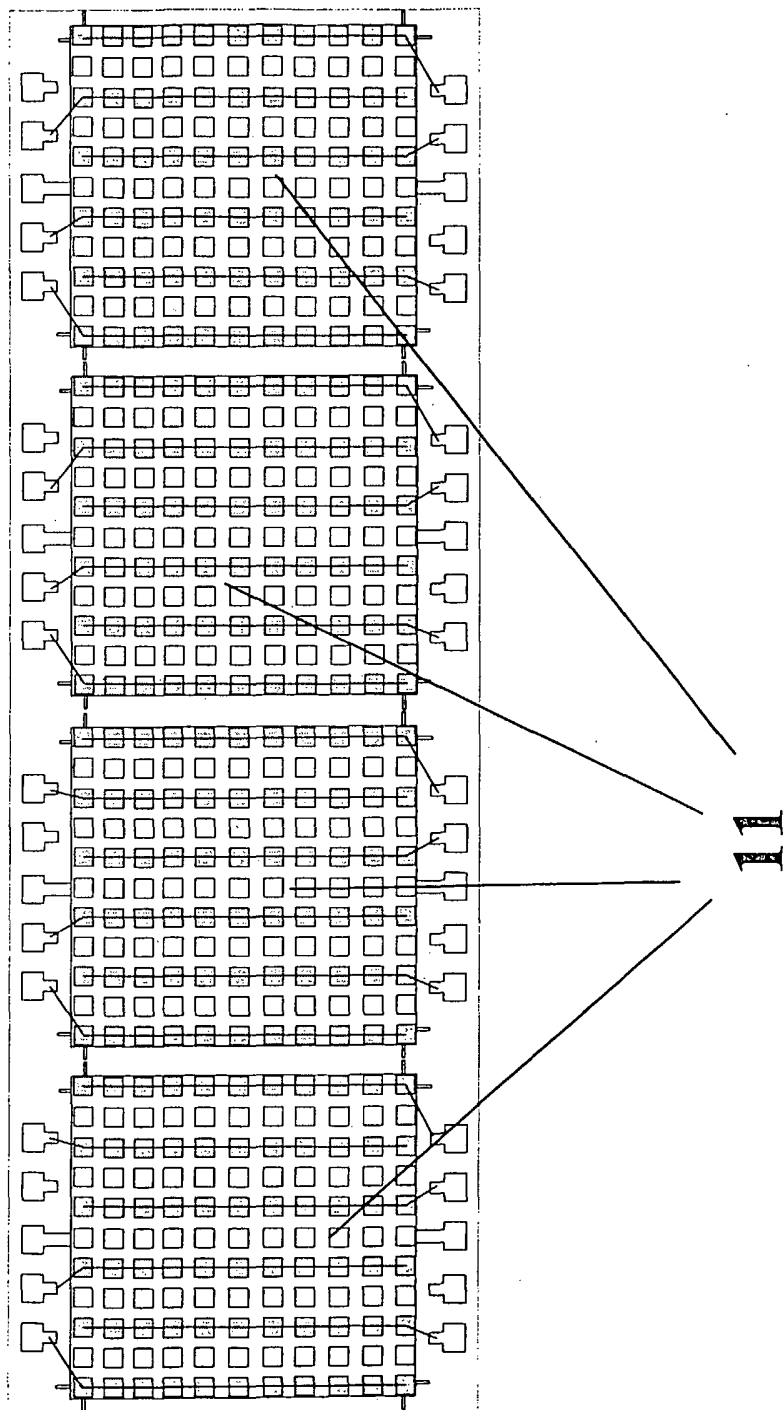


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/004389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B06B1/06 H01L41/047

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B06B H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/047770 A (THALES; ANDREIS, DANIEL; PONTIUS, SYLVIE) 12 June 2003 (2003-06-12) page 2, line 14 - line 32 page 5, line 15 - line 20 figures 2-5	1, 10
A	EP 1 145 772 A (INTELLIGENDT SYSTEMS & SERVICES GMBH & CO. KG) 17 October 2001 (2001-10-17) cited in the application paragraph '0023! - paragraph '0028!; figure 2	1
A	WO 02/40184 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V) 23 May 2002 (2002-05-23) page 3, line 8 - page 4, line 26; figures 1a-1c	1

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2005

Date of mailing of the international search report

28/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steiner, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/EP2005/004389

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03047770	A	12-06-2003	FR 2833450 A1	13-06-2003
			CA 2469303 A1	12-06-2003
			EP 1467824 A1	20-10-2004
			WO 03047770 A1	12-06-2003
			US 2005047278 A1	03-03-2005

EP 1145772	A	17-10-2001	DE 10018355 A1	20-12-2001
			EP 1145772 A2	17-10-2001

WO 0240184	A	23-05-2002	WO 0240184 A2	23-05-2002
			EP 1263536 A2	11-12-2002
			JP 2004514340 T	13-05-2004
			US 2003085635 A1	08-05-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/004389

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 B06B1/06 H01L41/047

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B06B H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/047770 A (THALES; ANDREIS, DANIEL; PONTIUS, SYLVIE) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Seite 2, Zeile 14 - Zeile 32 Seite 5, Zeile 15 - Zeile 20 Abbildungen 2-5	1, 10
A	EP 1 145 772 A (INTELLIGENT SYSTEMS & SERVICES GMBH & CO. KG) 17. Oktober 2001 (2001-10-17) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0023! - Absatz '0028!; Abbildung 2	1
A	WO 02/40184 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 23. Mai 2002 (2002-05-23) Seite 3, Zeile 8 - Seite 4, Zeile 26; Abbildungen 1a-1c	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steiner, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/004389

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03047770	A	12-06-2003	FR 2833450 A1	13-06-2003
			CA 2469303 A1	12-06-2003
			EP 1467824 A1	20-10-2004
			WO 03047770 A1	12-06-2003
			US 2005047278 A1	03-03-2005

EP 1145772	A	17-10-2001	DE 10018355 A1	20-12-2001
			EP 1145772 A2	17-10-2001

WO 0240184	A	23-05-2002	WO 0240184 A2	23-05-2002
			EP 1263536 A2	11-12-2002
			JP 2004514340 T	13-05-2004
			US 2003085635 A1	08-05-2003
