



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2011 Patentblatt 2011/07

(51) Int Cl.:
B06B 1/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09010474.6**

(22) Anmeldetag: **13.08.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Herzog, Thomas, Dr.**
01159 Dresden (DE)
• **Heuer, Henning, Dr.**
01324 Dresden (DE)
• **Walter, Susan, Dipl.-Ing.**
01187 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner GbR**
Patent- und Rechtsanwälte
An der Frauenkirche 20
01067 Dresden (DE)

(54) **Ultraschallwandlersystem und Verfahren zu dessen Betrieb**

(57) Die Erfindung betrifft ein Ultraschallwandlersystem und Verfahren zu dessen Betrieb. Dabei können insbesondere Ultraschallwellen mit sehr hohen Frequenzen emittiert und beispielsweise für die zerstörungsfreie Prüfung von Werkstücken oder Bauteilen genutzt werden. Bei einem erfindungsgemäßen System sind an einer Oberfläche eines elektrisch nicht leitfähigen oder halbleitenden Substrats (1) diskret zueinander angeordnete Elektroden (2), die als metallische Dünnschicht ausgebildet und jeweils einzeln mit Durchkontaktierungen

(4,5) zur Substratrückseite hindurch geführt sind, vorhanden. An der Substratrückseite sind die Elektroden über eine Kontaktfläche (9,10) mit einer elektrischen Spannungsquelle verbunden. Auf der Oberfläche der Elektroden ist mindestens eine aus einem piezoelektrischen Material gebildete aktive Schicht (3) ausgebildet, die mit mindestens einer weiteren Elektrode (8) und damit mit dem anderen Pol der Spannungsquelle oder dem Massepotential der Spannungsquelle elektrisch leitend verbunden ist.

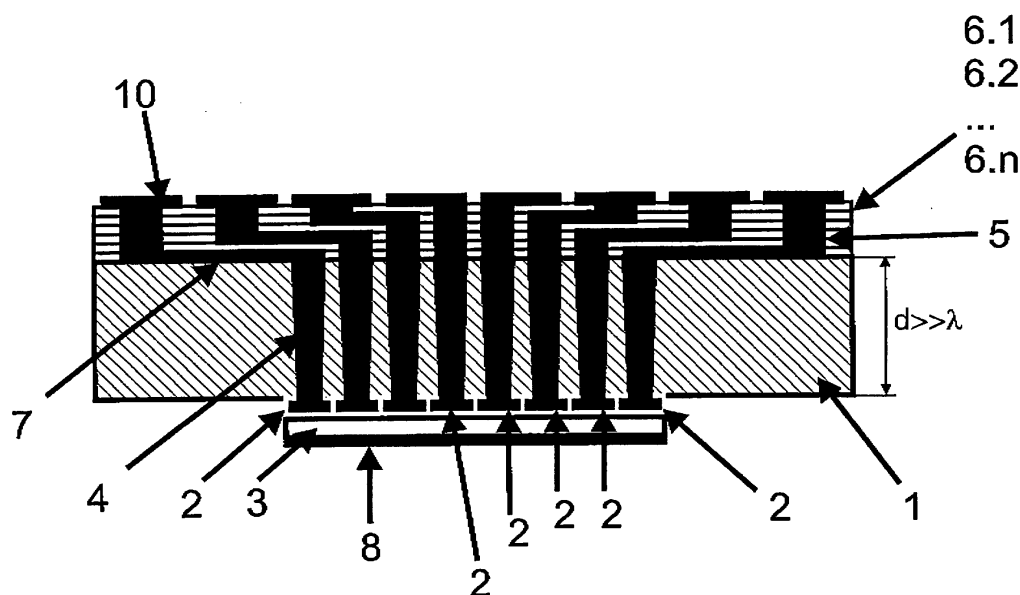


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ultraschallwandlersystem und Verfahren zu dessen Betrieb. Dabei können insbesondere Ultraschallwellen mit sehr hohen Frequenzen emittiert und beispielsweise für die zerstörungsfreie Prüfung von Werkstücken oder Bauteilen genutzt werden. Dadurch kann eine Auflösung im Bereich von 10 µm erreicht werden, so dass auch sehr kleine Reflektoren, wie z.B. Defekte, Risse, Lunker oder Delaminationen detektierbar sind.

[0002] Da mit der Erfindung auch sehr kleine Strukturen detektiert werden sollen, ist eine hohe Auflösung erforderlich, die nur durch Einsatz von Ultraschall mit sehr hohen Frequenzen möglich ist. Häufig wird auch ein Einsatz von Ultraschallwandlern gefordert, bei dem Strukturen orts aufgelöst im Volumen von Körpern erkannt werden sollen und der Ultraschallwandler nicht auf die Oberfläche des Körpers aufgesetzt und über seine Oberfläche bewegt werden soll. Dies erfordert eine gezielte Beeinflussung der Richtung in der Schallwellen vom Ultraschallwandler emittiert werden sollen. Es ist seit jüngster Vergangenheit üblich, für solche Anwendungen Mehrelementultraschallwandler einzusetzen.

[0003] Da Ultraschall mit einer sehr hohen Frequenz eingesetzt werden sollen, ist eine Miniaturisierung erforderlich. Dabei ist es auch beachtlich, dass eine gezielte Emissionsrichtung von emittierten Schallwellen häufig gefordert wird. Bei den Frequenzen im mittleren bis oberen Megaherzbereich ist auch eine hohe Auflösung, also eine sehr kleine Fläche erforderlich, von der Ultraschallwellen emittiert werden müssen. Dies ist aber für die Führung der elektrischen Zuleitungen zu berücksichtigen.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Möglichkeiten vorzuschlagen mit denen Ultraschallwellen mit erhöhter Frequenz und hoher Auflösung in unterschiedliche Richtungen emittiert und wieder detektiert werden können.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Ultraschallwandlersystem, das die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Es kann mit einem Verfahren nach Anspruch 9 betrieben werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können mit in untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen realisiert werden.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Ultraschallwandlersystem ist dabei so ausgebildet, dass an einer Oberfläche eines elektrisch isolierenden oder halbleitenden Substrats diskret zueinander ausgebildete Elektroden, als metallische Dünnschicht ausgebildet sind. Dabei ist jede Elektrode einzeln über eine elektrisch leitende durch das Substrat hindurch geführte Durchkontaktierung mit einer Spannungsquelle verbunden.

[0007] Auf der Oberfläche des Substrates an der diese Elektroden ausgebildet sind, ist mindestens eine aus einem piezoelektrischen Material/Stoff gebildete aktive Schicht ausgebildet. Diese eine aktive oder mehrere aktive Schicht(en) ist/sind dann mit mindestens einer wei-

teren Elektrode und damit mit dem anderen Pol der Hochfrequenzspannungsquelle oder dem Massekontakt elektrisch leitend verbunden.

[0008] Dadurch kann mit den unmittelbar an der Oberfläche des Substrats vorhandenen Elektroden, die jeweils einzeln elektrisch ansteuerbar sind, eine der jeweiligen Elektrode zugeordnete aktive Schicht oder ein Flächenbereich einer aktiven Schicht angeregt werden, um von dieser Position Ultraschallwellen zu emittieren.

[0009] Dabei kann die Ansteuerung so erfolgen, dass ein Zeitversatz durch eine gezielte Phasenverschiebung, bei der über diese Elektroden elektrische Spannung an die aktive Schicht angelegt wird und dabei ein elektrischer Strom fließt, eine Beeinflussung der Richtung, mit der Ultraschallwellen von der jeweiligen Position emittiert werden, erreicht werden.

[0010] Durch das Anlegen einer elektrischen Spannung wird das piezoelektrische aktive Material zu hochfrequenten mechanischen Schwingungen angeregt, die sich dann als Ultraschallwellen ggf. nach einer Einkopplung in einen Körper auf den das System aufgesetzt worden ist, ausbreiten. Dabei kann die Ansteuerung der einzelnen diskret zueinander angeordneten Elektroden so erfolgen, dass die jeweils von diesen Flächenbereichen, an denen die Elektroden angeordnet sind, emittierten Schallwellen gezielt beeinflusst werden können. Werden am äußeren Rand angeordnete Elektroden zeitlich versetzt vor den sukzessive weiter innen liegend angeordneten Elektroden angesteuert, ist eine fokussierte Schallemission möglich. Es besteht aber auch die Möglichkeit, durch eine zeitlich nachfolgende Ansteuerung von Elektroden eine in einem bestimmten Winkel, abweichend von 90° zur Oberfläche der aktiven Schicht(en), ausgegerichtete Schallemission zu erreichen.

[0011] Durch eine zeitverzögerte Ansteuerung der Elektroden kann auf die jeweilige Richtung der von dort emittierten Schallwellen Einfluss genommen werden, da sich die einzelnen im Flächenbereich von Elektroden emittierten Schallwellen zu einer resultierenden Wellenfront in einer bestimmten Richtung überlagern. Zur Emission von Schallwellen mit möglichst großen Winkeln, sollte der Mittenabstand von diskret nebeneinander angeordneten Elektroden kleiner als die halbe Wellenlänge der Schallwellen in einem Werkstoff oder Körper, in den die Schallwellen emittiert werden, sein. Die Wellenlänge ist dabei von der Schallgeschwindigkeit im Werkstoff und der Frequenz der Schallwellen abhängig. Die Wellenlänge verkleinert sich dabei mit größer werdender Frequenz. Dies erfordert auch eine Miniaturisierung der Ultraschallwandler, was mit einem erfindungsgemäßen System und die vorteilhafte elektrische Kontaktierung, auch mit konventionellen Verbindungstechniken, erreichbar ist.

[0012] Die auf der Oberfläche des Substrates angeordneten Elektroden können eine Reihen-, Linien-, Ring- oder Matrixanordnung bilden. Die jeweilige Anordnung grenzt die damit mögliche Schallemission räumlich ein. Bei einer Reihen- oder Linienanordnung kann beispielsweise die Beeinflussung der Schallemissionsrichtung

nur in einer Raumebene erfolgen. Bei Matrix-oder Ringanordnungen kann eine dreidimensionale vollständige Beeinflussung erreicht werden.

[0013] Ultraschallwandler werden üblicherweise auch zu Prüf- und Diagnosezwecken eingesetzt. Die emittierten Ultraschallwellen werden in einem angrenzenden Werkstoff oder Material an Defekten, Grenzflächen oder der Rückseite eines zu prüfenden Körpers reflektiert. Ein Teil der reflektierten Schallwellen trifft wieder auf den jeweiligen Ultraschallwandler auf. Der Schalldruck dieser reflektierten Schallwellen bewirkt mechanische Verformungen der piezoelektrischen Schicht, die von der Schicht in dementsprechend proportionale elektrische Spannungssignale umgewandelt werden. Über eine Auswertung der Amplituden und der Zeitverläufe der einzelnen so erfassten Messsignale, kann eine orts aufgelöste Abbildung der inneren Struktur eines untersuchten Körpers durch Berechnung rekonstruiert werden.

[0014] Insbesondere wegen der erforderlichen Miniaturisierung, ist es vorteilhaft, die große Anzahl an elektrisch leitenden Verbindungen zu den Elektroden mittels Durchkontaktierungen (Via's) auszubilden. Diese können dabei, wie bereits erwähnt, durch das Substrat hindurchgeführt werden. Zusätzlich können aber weitere Durchkontaktierungen genutzt werden, die als elektrisch leitende Verbindungen durch eine oder mehrere elektrisch nicht leitende(n) Schicht(en) geführt sind. Diese Schicht(en) kann/können auf der Rückseite des Substrates, also auf der Seite, die der Seite auf der die Elektroden ausgebildet sind, gegenüberliegt, angeordnet sein. Zwischen oder auf diesen Schichten können elektrische Leiterbahnen, die zu einer Aufweitung von an der Rückseite angeordneten Kontaktflächen genutzt werden können, vorhanden sein. Auf der nach außen weisenden elektrisch nicht leitenden Schicht können die Kontaktflächen eine aufgeweitete Anschlussstruktur bilden, bei der diese Kontaktflächen auf einer Fläche verteilt angeordnet sind, die größer als die Fläche der aktiven Schicht(en) auf der Vorderseite des Substrates ist. Dadurch ist eine elektrische Kontaktierung mit konventionellen Verbindungstechniken, wie Löt-, Drahtbonden oder Kleben möglich.

[0015] Für die Herstellung erfindungsgemäßer Systeme können verschiedene Werkstoffe für die Substrate eingesetzt werden. Dies können beispielsweise Halbleiterwerkstoffe (bevorzugt einkristallines Silicium), Keramiken, Glas oder Polymere sein.

[0016] Die Elektroden auf der Oberfläche des Substrates können als metallische Dünnschichten aufgebracht werden. Die Strukturierung kann mit bekannten Verfahren additiv (über Wechselmasken oder Haftmasken) oder subtraktiv (Ätzen) erfolgen. Geeignete Metalle sind Kupfer, Gold, Aluminium, Platin oder Mehrschichtsysteme, wie z.B. eine Cr-Au, Ni-Au oder Ti-Cu-Au. Es sollte eine gute Haftung am Substrat und der aktiven Schicht(en) gegeben sein.

[0017] Für die aktive(n) Schicht(en) können an sich beliebige piezoelektrische Materialien, wie AlN, ZnO oder PZT eingesetzt werden. Auch hier kann ein Auftrag

mittels physikalischer Gasphasenabscheidung erfolgen. Für die Herstellung der Durchkontaktierungen durch ein Substrat können die Durchbrechungen durch reaktives Ionenätzen (DRIE), Plasmaätzen, nasschemisches Ätzen oder mittels Laserabtrag ausgebildet werden. Nach der Ausbildung der Durchbrechungen können deren Innenwände metallisiert und/oder mit einem elektrisch leitfähigem Material gefüllt werden. Die Metallisierung kann durch physikalische Gasphasenabscheidung eingebracht werden, die ggf. galvanisch verstärkt werden kann.

[0018] Ein Ausfüllen mit einem elektrisch leitenden Material kann ebenfalls mit einer solchen Gasphasenabscheidung, aber auch durch Siebdruck erfolgen. Dabei kann ein Metall oder auch ein elektrisch leitfähiges polymeres Material in Durchbrechungen eingebracht werden.

[0019] Die bereits erwähnten elektrisch nicht leitenden Schichten, können ebenfalls als Dünnschichten auf das Substrat aufgebracht werden. Dies können beispielsweise geeignete Oxid- bzw. Nitridschichten sein. In den elektrisch nicht leitenden Schichten können ebenfalls Durchkontaktierungen vorhanden sein, mit denen die Leiterbahnen in den unterschiedlichen Ebenen elektrisch leitend verbunden werden können. Es können dafür aber auch herkömmliche Mehrlagenssubstrate (z.B. Leiterplatten, keramische Mehrlagenschaltungen) mit entsprechenden Leiterbahnstrukturen eingesetzt werden.

[0020] Bei einem erfindungsgemäßen System besteht die Möglichkeit, dass eine aktive Schicht alle auf der Oberfläche des Substrates ausgebildeten Elektroden überdeckt. In einer weiteren Alternative kann aber auch jeder Elektrode eine eigene aktive Schicht zugeordnet sein. Zumindest die Elektroden sollten so ausgebildet sein, dass kein elektrischer Stromfluss von einer Elektrode zu einer anderen Elektrode möglich ist.

[0021] Die Gesamtdicke des Substrates einschließlich der durchkontaktierten Verdrahtungsebenen sollte deutlich größer sein, als die Wellenlänge des Ultraschalls im Substrat. Da das piezoelektrische Material in beide Richtungen mechanisch schwingt, sollten die rückseitig emittierten Schallwellen im Substrat absorbiert werden. Mögliche Reflexionen im Substratwerkstoff sollen nicht wieder auf die piezoelektrische aktive Schicht treffen, um unerwünschte Störsignale zu vermeiden.

[0022] Die einzelnen auf der Substratoberfläche ausgebildeten Elektroden sollten je nach gewählter geometrischer Gestaltung eine Breite aufweisen, die kleiner als die Wellenlänge der Schallwellen in einem Werkstoff, in den die Schallwellen emittiert werden, sein.

[0023] Die weitere(n) Elektrode(n) kann/können auf einer aktiven Schicht ausgebildet sein. Diese bildet dann zumindest bereichsweise die Oberfläche des Elements von der Ultraschallwellen emittiert werden.

[0024] Beim Einsatz eines erfindungsgemäßen Systems kann so vorgegangen werden, dass eine gepulste elektrische Spannung an die Elektroden angelegt wird. Bevorzugt erfolgt eine Einzelpulsung, die mit zeitlichen

Unterbrechungen wiederholend durchgeführt werden kann. In Zeiträumen in denen keine Schallwellen emittiert werden, kann eine Detektion von zurück reflektierten Schallwellen erfolgen.

[0025] Mit der Erfindung kann Ultraschall mit Frequenzen von mindestens 30 MHz emittiert und detektiert werden.

[0026] Die elektrisch leitenden Verbindungen des Systems für den Anschluss an eine Spannungsquelle können an den Kontaktflächen in einer aufgeweiteten Anordnung an der Rückseite des Substrates mit bekannten Technologien realisiert werden. Dies kann z.B. durch Löten, Drahtbonden oder Kleben (z.B. mit elektrisch leitfähigem Klebstoff) erreicht werden.

[0027] Die erfindungsgemäßen Ultraschallwandlersysteme erreichen sowohl eine höhere laterale, wie auch eine tiefen Auflösung im Mikrometerbereich. Es können neue Anwendungsbereiche, wie beispielsweise eine effektive zerstörungsfreie Prüfung in der Elektronikfertigung, erschlossen werden.

[0028] Nachfolgend soll die Erfindung an Hand von Beispielen näher erläutert werden.

[0029] Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Systems;

Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Beispiels;

Figur 3 eine Linienanordnung von Elektroden und

Figur 4 eine Matrixanordnung von Elektroden.

[0030] Mit der Darstellung von Figur 1 wird deutlich, dass auf einer Oberfläche eines Substrates 1 Elektroden 2 (hier nur eine Elektrode 2 dargestellt) ausgebildet sind. Diese können über die durch das Substrat 1 an die Rückseite geführte Durchkontaktierung 4, mit einer nicht dargestellten elektrischen Spannungsquelle elektrisch kontaktiert werden. Dazu ist an der Rückseite mit einer Metallisierung eine elektrische Kontaktfläche 9 ausgebildet, die zum Löten oder Drahtbonden oder für eine anderweitige Verbindungsmöglichkeit genutzt werden kann.

[0031] Auf den Elektroden 2 ist eine aktive Schicht 3, hier aus Aluminiumnitrid aufgebracht, die wiederum von einer weiteren Elektrode 8 überdeckt ist. Die weitere Elektrode 8 dient dem Anschluss an das Massepotential. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen den Elektroden 2 und 8 wird die aktive Schicht 3 in dem Flächenbereich der Elektroden 2 in Schwingung versetzt, die sich bei Berührung mit einem zu prüfenden Körper oder einem Koppelmedium als Ultraschallwelle ausbreiten. In Pausen, in denen keine elektrische Spannung zwischen Elektroden 2 und 8 anliegt, kann eine zeitaufgelöste Detektion von Messignalen zwischen Elektroden 2 und 8 in Folge von zurück reflektierten Schallwellen erfolgen.

[0032] Bei dem in Figur 2 gezeigten Beispiel soll eine mögliche Aufweitung von elektrischen Anschlussstrukturen verdeutlicht werden.

[0033] Dabei sind auf einer Oberfläche des Substrates 1 wieder diskret und elektrisch isoliert zueinander Elektroden 2 ausgebildet. Auf den Elektroden 2 ist eine aktive Schicht 3 aus piezoelektrischem Werkstoff, die mit einer weiteren Elektrode 8 überdeckt ist, vorhanden.

[0034] Durch das Substrat 1 sind zu jeder einzelnen Elektrode 2 jeweils eine eigene Durchkontaktierung 4 bis zur Rückseite des Substrates 1 geführt. Auf dieser Rückseite sind bei diesem Beispiel sechs elektrisch nicht leitende Schichten 6.1 bis 6.6 als Mehrschichtaufbau ausgebildet. Auf den elektrisch isolierenden Schichten 6.1 bis 6.5 sind Leiterbahnen 7 ausgebildet, die mittels der Durchkontaktierungen 5 in den elektrisch nicht leitenden Schichten (6.1 bis 6.6) mit Kontaktflächen 10 elektrisch leitend verbunden sind. So wird erkennbar, dass bei einer kleinen für die Emittierung von Schallwellen nutzbaren Fläche, durch die Aufweitung eine viel größere Fläche für elektrische Anschlüsse an der Rückseite erhalten werden kann.

[0035] Mit den Figuren 3 und 4 sind Beispiele für Anordnungen und Gestaltungen von Elektroden 2 an einem erfindungsgemäßen System aufgezeigt.

[0036] Beim in Figur 3 gezeigten Beispiel sind auf der Oberfläche eines Substrats 1 streifenförmige Elektroden 2 in einer Reihenanordnung oder Linienanordnung ausgebildet. Der maximal mögliche Mittenabstand der Elemente bestimmt dabei die maximal mögliche Breite der einzelnen streifenförmigen Elektroden (2).

[0037] Bei der in Figur 4 gezeigten Matrixanordnung sind die Elektroden 2 mit einer quadratischen Fläche mit jeweils gleicher Flächengröße und gleichen Abständen zueinander ausgebildet. Der maximal mögliche Mittenabstand der Elektroden 2 bestimmt dabei die maximal möglichen Seitenlängen der einzelnen Elektroden (2).

[0038] Es können aber auch andere geometrische Elektrodenflächenformen als die hier gezeigten eingesetzt werden. Es besteht auch die Möglichkeit die Größe und/oder die Abstände von Elektroden 2 in einer Reihen- oder Matrixanordnung zu variieren.

45 Patentansprüche

1. Ultraschallwandlersystem, bei dem an einer Oberfläche eines elektrisch nicht leitfähigen oder halbleitenden Substrats (1) diskret zueinander angeordnete Elektroden (2), die als metallische Dünnschicht ausgebildet und jeweils einzeln mit Durchkontaktierungen (4) zur Substratrückseite hindurch geführt und an der Substratrückseite über eine Kontaktfläche (9) mit einer elektrischen Spannungsquelle verbunden sind; dabei auf der Oberfläche der Elektroden (2) mindestens eine aus einem piezoelektrischen Material gebildete aktive Schicht (3) ausgebildet ist, die mit mindestens einer weiteren Elektro-

- de (8) und damit mit dem anderen Pol der Spannungsquelle oder dem Massepotential der Spannungsquelle elektrisch leitend verbunden ist.
2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Rückseite des Substrates (1), die der Oberfläche, an der die Elektroden (2) ausgebildet sind, gegenüberliegt, mindestens eine elektrisch nicht leitende Schicht (6.1 bis 6.6) ausgebildet ist, zwischen oder auf der/denen elektrische Leiterbahnen (7) vorhanden sind, die mittels weiterer Durchkontaktierungen (5), durch die elektrisch nicht leitende(n) Schicht(en) (6.1 bis 6.n) geführt sind, elektrisch leitend mit Kontaktflächen (10) auf der Rückseite des Substrates (1) verbunden sind und dabei die Kontaktflächen (10) auf einer Fläche verteilt sind, die größer als die Fläche der aktiven Schicht(en) (3) auf der Vorderseite des Substrates (1) ist.

5
 3. System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (2) Reihenanordnung, eine Linienanordnung, Ringanordnung oder eine Matrixanordnung bilden.

20
 4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine aktive Schicht (3) alle auf der Oberfläche des Substrates (1) ausgebildete Elektroden (2) überdeckt.

25
 5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (1) eine Dicke aufweist, die größer als die Wellenlänge der emittierten Schallwellen im Substratwerkstoff ist.

30
 6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (2) eine Breite aufweisen, die kleiner als die Wellenlänge der Schallwellen in einem Werkstoff, in den die Schallwellen emittiert werden, ist.

35
 7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder einzelnen Elektrode (2) eine gesonderte aktive Schicht (3) zugeordnet und auf dieser ausgebildet ist.

40
 8. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere (n) Elektrode(n) (8) auf einer aktiven Schicht (3) ausgebildet ist/sind.

45
 9. Verfahren zur Emittierung von Ultraschallwellen mit einem System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Beeinflussung der Ultraschallemissionsrichtung elektrische Spannung mit einem Zeitversatz an einzelne Elektroden (2) und Elektroden (8) angelegt wird.

50
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ultraschallwellen mit einer Frequenz von mindestens 30 MHz emittiert werden.

55
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** reflektierte Ultraschallwellen zeitaufgelöst detektiert werden und mit den detektierten Messsignalen eine orts aufgelöste Abbildung der inneren Struktur eines Körpers, in den Ultraschallwellen detektiert und von dort reflektiert worden sind, berechnet wird.

10
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektrische Spannung als Einzelpuls angelegt wird.

15

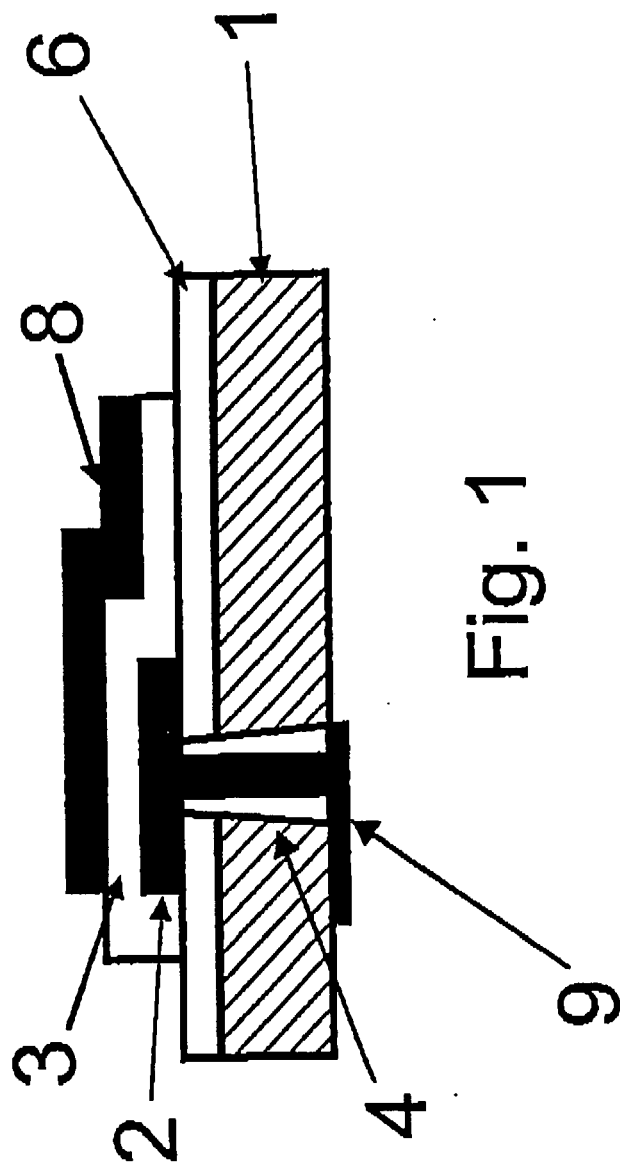


Fig. 1

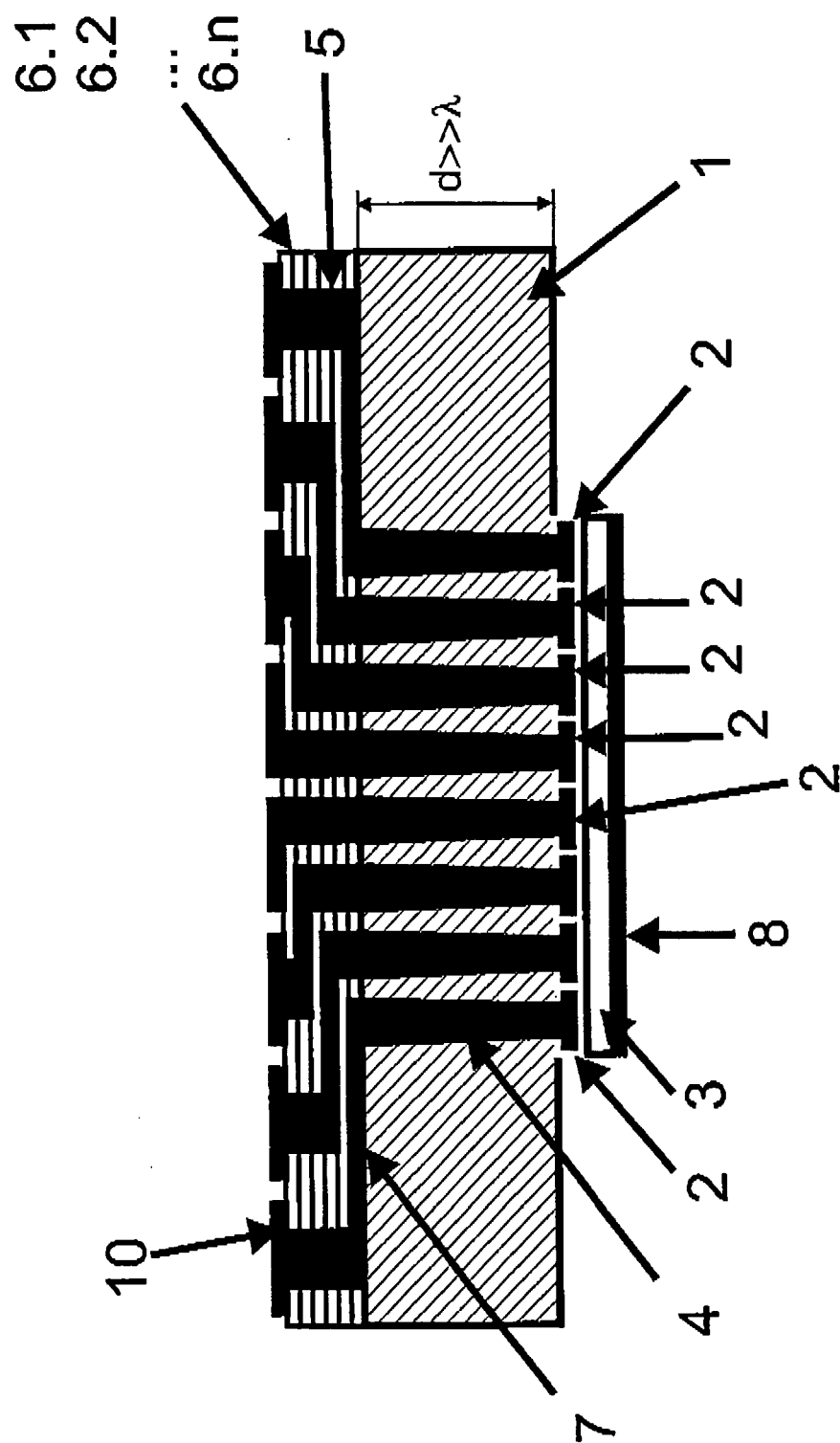
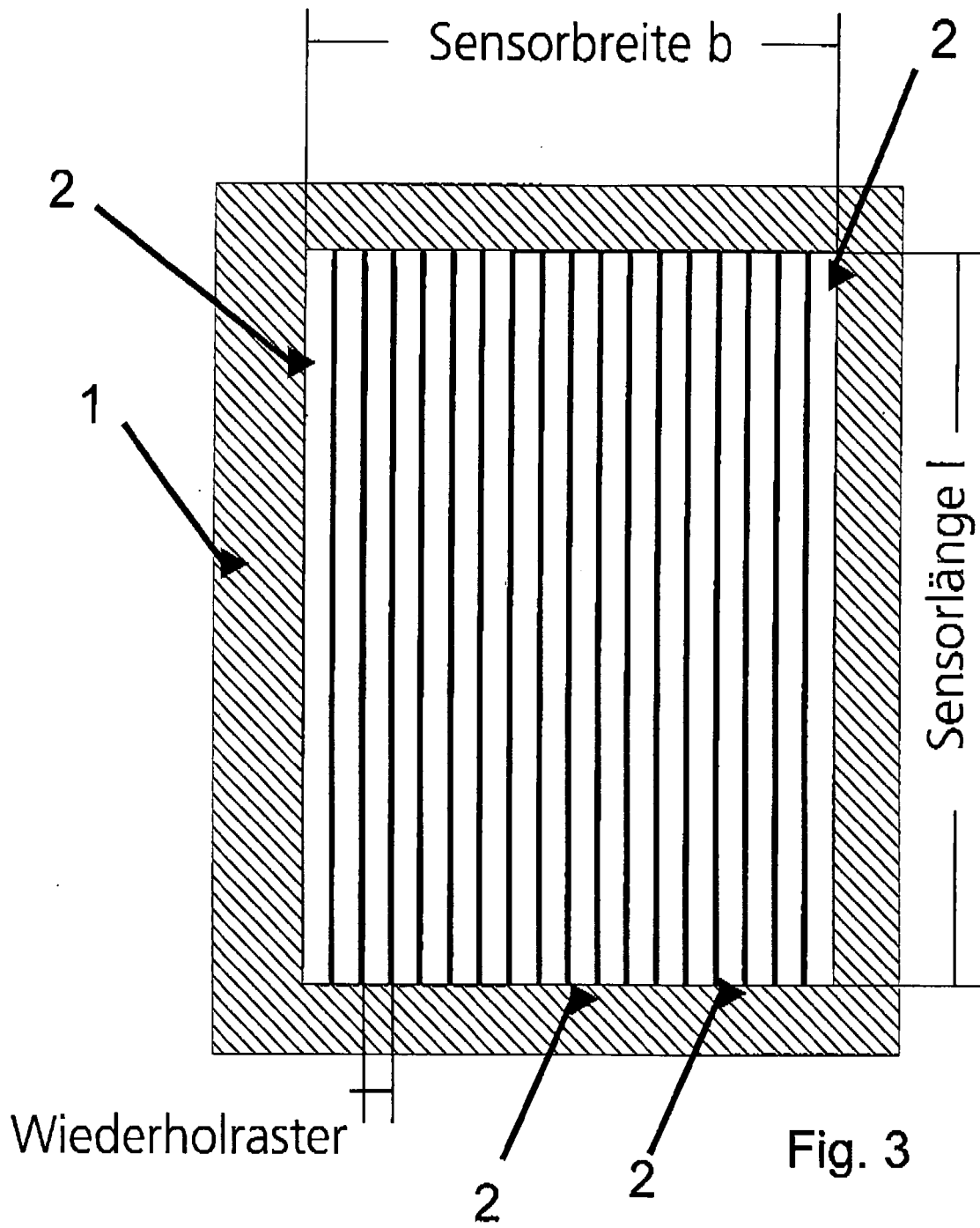
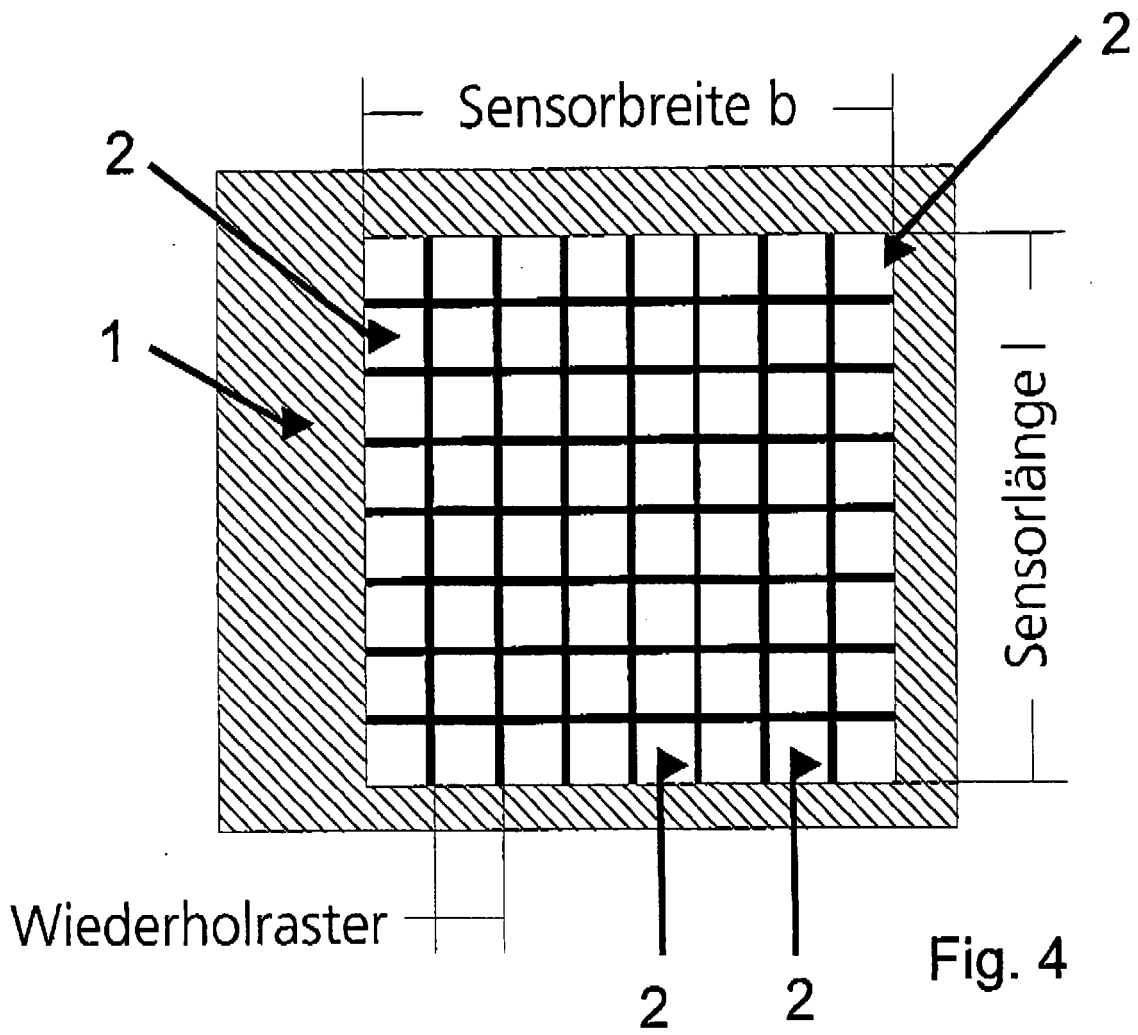


Fig. 2







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0474

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 03/000337 A (BAE SYSTEMS INFORMATION [US]; ERIKSON KENNETH R [US]; LEWIS GEORGE K []) 3. Januar 2003 (2003-01-03) * Seite 10 - Seite 11; Abbildungen 3,4 * * Seite 13, letzter Absatz - Seite 14, Absatz 1; Abbildung 8 * -----	1-3,7,8	INV. B06B1/06
X	US 2003/028108 A1 (MILLER DAVID G [US]) 6. Februar 2003 (2003-02-06) * Absätze [0025] - [0035]; Abbildung 2 * -----	1-3,7,8	
X	US 2003/102777 A1 (KUNIYASU TOSHIKI [JP] ET AL) 5. Juni 2003 (2003-06-05) * Absätze [0036] - [0046]; Abbildung 1 * -----	1-3,7,8	
X	US 2003/013969 A1 (ERIKSON KENNETH R [US] ET AL) 16. Januar 2003 (2003-01-16) * Absätze [0023], [0069] - [0073]; Abbildung 1 * -----	1-3,6-8	
X	US 2003/205947 A1 (KLEE MAREIKE KATHARINE [DE] ET AL) 6. November 2003 (2003-11-06) * Absätze [0032] - [0035]; Abbildungen 2-4 * -----	1,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B06B
Y	YUAN YI-QUAN ET AL: "PVDF-DMOS SENSORS AND ARRAY FOR UNDERWATER ACOUSTIC IMAGING" ACOUSTICAL IMAGING. SENDAI, MAY 31 - JUNE 2, 1988; [PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ACOUSTICAL IMAGING], Bd. VOL. 17, 31. Mai 1988 (1988-05-31), - 2. Juni 1988 (1988-06-02) Seiten 609-617, XP000044002 * Seite 610 - Seite 611; Abbildung 1 * ----- -/--	1,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. April 2010	Prüfer Häusser, Thomas
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 5
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0474

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 96/25244 A1 (PRECISION ACOUSTICS LTD [GB]; AINDOW JOSEPH [GB]) 22. August 1996 (1996-08-22) * Seite 7, Absatz 5 - Seite 10, Absatz 3; Abbildungen 1,2 *	1,4	
X	JP 2006 122105 A (TOSHIBA CORP; TOSHIBA MEDICAL SYS CORP) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * Absätze [0056] - [0066]; Abbildung 1 *	1,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. April 2010	Prüfer Häusser, Thomas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

5

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



Nummer der Anmeldung

EP 09 01 0474

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☒ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

1-8

☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 09 01 0474

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3, 6-8

Ultraschallwandlersystem mit elektrisch nicht leitender Schicht mit elektrischen Leiterbahnen und weiteren Durchkontaktierungen.

2. Anspruch: 4

Ultraschallwandlersystem mit einer aktiven Schicht, die alle Elektroden überdeckt.

3. Anspruch: 5

Ultraschallwandlersystem mit Substrat, die eine Dicke aufweist, die größer als die zu emittierenden Schallwellen sind.

4. Ansprüche: 9-12

Verfahren zur Emittierung von Ultraschallwellen wobei die Elektroden mit Zeitversatz angesteuert werden.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 01 0474

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

07-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03000337 A	03-01-2003	US 2003018267 A1	23-01-2003
US 2003028108 A1	06-02-2003	CN 1531467 A	22-09-2004
		EP 1436097 A2	14-07-2004
		WO 03013181 A2	13-02-2003
		JP 2005507581 T	17-03-2005
US 2003102777 A1	05-06-2003	JP 3985866 B2	03-10-2007
		JP 2003235098 A	22-08-2003
US 2003013969 A1	16-01-2003	AU 2002254198 A1	08-01-2003
		AU 2002315142 A1	08-01-2003
		WO 03001571 A2	03-01-2003
		US 2003120153 A1	26-06-2003
		US 2003018260 A1	23-01-2003
US 2003205947 A1	06-11-2003	AT 330716 T	15-07-2006
		AU 2003219464 A1	17-11-2003
		CN 1649678 A	03-08-2005
		DE 60306367 T2	31-05-2007
		EP 1503871 A1	09-02-2005
		WO 03092916 A1	13-11-2003
		JP 4317123 B2	19-08-2009
		JP 2005523816 T	11-08-2005
WO 9625244 A1	22-08-1996	AT 187904 T	15-01-2000
		AU 720051 B2	25-05-2000
		AU 4725196 A	04-09-1996
		DE 69605770 D1	27-01-2000
		DE 69605770 T2	20-07-2000
		EP 0809542 A1	03-12-1997
		GB 2314205 A	17-12-1997
		NO 973773 A	15-10-1997
		US 6094988 A	01-08-2000
JP 2006122105 A	18-05-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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