

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Ultraschallwandler mit einer Anzahl von Wandlerelementen, der eine piezoelektrische Komponente zur Erzeugung des Ultraschalls aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit einer Anzahl von Wandlerelementen.

[0002] Ein derartiger Ultraschallwandler mit einer Anzahl von Wandlerelementen wird auch als Gruppenstrahler oder Gruppenstrahlersensor bezeichnet. Mit einem solchen Gruppenstrahler lassen sich durch phasenverzögerte Ansteuerung der einzelnen Wandlerelemente Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen in ein zu untersuchendes Werkstück einkoppeln und auch aus unterschiedlichen Richtungen empfangen. Durch Änderung der Phasenbeziehung bei der Ansteuerung der einzelnen Wandlerelemente ist bei ortsfester Positionierung des Ultraschallwandlers ein Schwenk durch das zu prüfende Werkstück möglich.

[0003] Solche Gruppenstrahler werden üblicherweise durch eine Vielzahl linear oder matrixförmig nebeneinander angeordneter und jeweils mit Elektroden versehener, räumlich voneinander getrennter Wandlerelemente gebildet. Insbesondere matrixförmig angeordnete Wandlerelemente erfordern jedoch bei der Herstellung einen hohen Aufwand, da das Kontaktieren der innenliegenden Wandlerelemente und das Führen der elektrischen Leitungen zu deren Elektroden schwierig ist.

[0004] Zur Vermeidung solcher Probleme ist es aus der EP 0 796 669 A2 bekannt, die Wandlerelemente dadurch zu erzeugen, dass ein flacher piezoelektrischer Körper auf jeder Flachseite mit sich in Längsrichtung erstreckenden und parallel zueinander angeordneten Elektroden versehen wird, wobei die Elektroden auf der einen Flachseite sich senkrecht zu den Elektroden der anderen Flachseite erstrecken. Der Überlappungsbereich der jeweils einander gegenüberliegenden elektrisch angesteuerten Elektroden legt dann das jeweils aktive Wandlerelement fest. Zusätzlich können auf der Oberseite und Unterseite des piezoelektrischen Körper zwischen den Elektroden Nuten eingebracht sein, um die durch die Elektroden definierten, in etwa quaderförmigen Wandlerelemente besser voneinander akustisch zu entkoppeln. Da jede Elektrode bis zum Rand des piezoelektrischen Körpers geführt ist, entfällt die Notwendigkeit, innenliegende Wandlerelemente mit einer eigenen elektrischen Leitung zu kontaktieren, und die Herstellung eines matrixförmigen Arrays ist erleichtert.

[0005] Um mit dem Ultraschallwandler eine hohe Ortsauflösung zu erzielen, werden immer höhere Prüffrequenzen, insbesondere über 10 MHz, angestrebt. Die höheren Prüffrequenzen erfordern einen vergleichsweise dünnen piezoelektrischen Körper. Im Falle einer Piezokeramik und für Prüffrequenzen größer als 10 MHz liegt die Dicke der Piezokeramik im Bereich unter 0,1 mm. Um eine ausreichend hohe Ortsauflösung

zu erzielen, müssen außerdem die Elektroden geometrisch fein strukturiert werden. Beispielsweise sollten hierbei die einzelnen Wandlerelemente bei einer Prüffrequenz von größer als 10 MHz eine Breite von etwa kleiner 0,3 mm aufweisen.

[0006] Sowohl die feine geometrische Strukturierung der Elektroden als auch das Bonden der elektrischen Leitungen ist bei solch dünnen piezoelektrischen Körpern aufgrund der Sprödigkeit der Piezokeramik fertigungstechnisch aufwendig.

[0007] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen einfach herstellbaren Ultraschallwandler sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben.

[0008] Die genannte Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit einem Ultraschallwandler mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

[0009] Der wesentliche Vorteil dieses Ultraschallwandlers ist darin zu sehen, dass die geometrische Verteilung der Wandlerelemente im Wesentlichen durch ein geometrisches Leiterbahnmuster der Leiterbahnfolie festgelegt ist. Mit anderen Worten: Die Leiterbahnen oder zumindest Teilbereiche der einzelnen Leiterbahnen legen die Kontaktelektroden für den piezoelektrischen Körper fest. Über diese Kontaktelektroden wird der piezoelektrische Körper durch Beaufschlagung mit einem Spannungsimpuls angeregt und dadurch werden die einzelnen Wandlerelemente in geeigneter Weise eingesteuert. Diese Kontaktelektroden sind durch die einzelnen Leiterbahnen oder zumindest durch Teilbereiche der einzelnen Leiterbahnen der Leiterbahnfolie gebildet. Die Leiterbahnen bzw. Teilbereiche von ihnen liegen entweder unmittelbar oder mittelbar über eine dünne Zwischenschicht am piezoelektrischen Körper an. Die bisher üblichen, auf die Piezokeramik aufgedampften Elektroden sind nicht notwendig. Dadurch entfällt ein Verfahrensschritt bei der Herstellung der piezoelektrischen Komponente, wodurch sich Kosteneinsparungen erzielen lassen. Die Wandlerelemente sind dadurch durch das Zusammenwirken des piezoelektrischen Körpers mit der Leiterbahnfolie gebildet.

[0010] Da es sich bei der Leiterbahnfolie um ein separates Bauteil handelt, ist die Herstellung des Ultraschallwandlers besonders einfach. Denn die Ausbildung des Leiterbahnmusters zur Bestimmung der einzelnen Wandlerelemente kann in einem speziellen Verfahrensprozess bei der Herstellung der Leiterbahnfolie verwirklicht werden, ohne die materialspezifischen Bedingungen der piezoelektrischen Komponente berücksichtigen zu müssen.

[0011] Die Verwendung einer Leiterbahnfolie ermöglicht außerdem die fertigungstechnisch einfache Verwirklichung sowohl einfacher als auch komplexer Geometrien. Neben einfachen geradlinigen Leiterbahnen sind auch komplexe Muster durch verwinkelte oder gekrümmte Leiterbahnen möglich. Hierbei besteht insbesondere die Möglichkeit, ein Array von Wandlerelementen mit beispielsweise quadratischer Grundfläche auszubilden und anzusteuern.

[0012] Als piezoelektrischer Körper ist hierbei insbesondere ein handelsüblicher piezokeramischer Körper vorgesehen. Alternativ hierzu kann auch ein Piezo-Komposite als piezoelektrischer Körper herangezogen werden. Als Piezo-Komposite wird im Allgemeinen ein Bauteil bezeichnet, bei dem piezoelektrische, insbesondere piezokeramische Stäbchen, in einer passiven Phase, insbesondere Kunststoff, eingebettet sind. Ein Piezo-Komposite ist weniger spröde als eine Vollkeramik und insbesondere in gewissem Maße biegsam. Ein weiterer Vorteil ist seine gute Dämpfungseigenschaft, die im Wesentlichen durch die elastischen Eigenschaften der Kunststoffmatrix bestimmt wird.

[0013] Die Verwendung einer Leiterbahnfolie zur Ausbildung des Ultraschallwandlers hat außerdem den Vorteil, dass die Kontaktierung der zum Ansteuern der einzelnen Wandlerelemente notwendigen Steuerleitungen mit den einzelnen Leiterbahnen in einfacher Weise möglich ist. Bei herkömmlichen Ultraschallwandlern sind auf die Piezokeramik die einzelnen Elektroden aufgedampft, an denen unmittelbar die dem jeweiligen Wandlerelement zugeordnete Steuerleitungen kontaktiert sind. Die Kontaktierung erfolgt dabei in der Regel durch Löten oder Leitkleben. Der Anschluss der Steuerleitungen wirkt jedoch bei zunehmend feineren geometrischen Strukturen Probleme auf. Die Verwendung einer Leiterbahnfolie hat hier den entscheidenden Vorteil, dass die das geometrische Muster der Wandlerelemente bestimmenden Leiterbahnen beispielsweise über die piezoelektrische Komponente hinaus in einen Kontaktbereich geführt werden. Im Kontaktbereich enden die schmalen Leiterbahnen bevorzugt in ausreichend großen Kontaktflächen zum Kontaktieren der einzelnen Steuerleitungen.

[0014] Für eine besonders einfache und damit auch kostengünstige Ausbildung weist der piezoelektrische Körper eine einfache geometrische Form ohne spezielle Strukturierung auf. Sie ist beispielsweise als flacher, quaderförmiger Körper ausgebildet. Solche quaderförmigen piezokeramischen Komponenten sind in einfacher Weise herstellbar.

[0015] Zweckdienlicherweise ist für eine gute Kontaktierung oder Ankopplung zwischen dem piezoelektrischen Körper und der Leiterbahnfolie die Leiterbahnfolie auf den piezoelektrischen Körper aufgeklebt oder durch mechanische Anpressung mit diesem fest verbunden.

[0016] Für eine einfache Herstellung des Ultraschallwandlers ist auf der Rückseite des piezoelektrischen Körpers, wobei diese Rückseite der Leiterbahnfolie abgewandt ist, eine einzige Masseelektrode vorgesehen. Die geometrische Verteilung oder das geometrische Muster der Wandlerelemente wird also einzig und allein durch die Leiterbahnfolie bestimmt.

[0017] In einer vorteilhaften Ausbildung ist der piezoelektrische Körper gekrümmt ausgebildet. Aufgrund der zweiteiligen Ausgestaltung des Ultraschallwandlers ist dies herstellungstechnisch ohne großen Aufwand zu

verwirklichen, da in den gekrümmten piezoelektrischen Körper, insbesondere Piezokeramik, keine Einkerbungen eingebracht werden müssen. Vielmehr schmiegt sich die elastische Leiterbahnfolie an den gekrümmten piezoelektrischen Körper an.

[0018] In einer zweckdienlichen Ausgestaltung weist die piezoelektrische Komponente zwischen den einzelnen Wandlerelementen Einschnitte auf. Zwar wirkt dies insbesondere bei sehr feinen geometrischen Strukturen und bei der Verwendung einer Piezokeramik herstellungstechnische Probleme auf, wie sie eingangs erwähnt wurden. Jedoch wird durch die Einschnitte eine verbesserte akustische Entkopplung zwischen den einzelnen Wandlerelementen erzielt. Dadurch wird die Qualität des Ultraschallwandlers verbessert.

[0019] Zur erfindungsgemäßen Lösung der auf ein Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit einer Anzahl von Wandlerelementen bezogenen Aufgabe ist es vorgesehen, dass auf einen piezoelektrischen Körper eine Leiterbahnfolie mit einem Leiterbahnmuster aufgebracht wird, die im Wesentlichen die geometrische Verteilung der einzelnen Wandlerelemente bestimmt.

[0020] Dieses Verfahren ermöglicht ein besonders einfaches und kostengünstiges Herstellen des Ultraschallwandlers. Die im Hinblick auf den Ultraschallwandler erwähnten Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen sind sinngemäß auch auf das Verfahren anwendbar. Weitere vorteilhafte Ausführungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen jeweils in schematischen Darstellungen:

- FIG 1 einen Querschnitt durch einen Ultraschallwandler längs der Leiterbahnen einer auf einer Piezokeramik aufgetragenen Leiterbahnfolie,
- FIG 2 einen Querschnitt längs der Leiterbahnen durch eine alternative Ausgestaltung eines Ultraschallwandlers,
- FIG 3 einen Querschnitt senkrecht zu den Leiterbahnen durch einen Ultraschallwandler
- FIG 4 einen Querschnitt senkrecht zu den Leiterbahnen durch eine alternative Ausgestaltung des Ultraschallwandlers,
- FIG 5 eine Aufsicht auf eine Leiterbahnfolie, und
- FIG 6 eine Aufsicht auf eine alternative Leiterbahnfolie.

[0022] Gleichwirkende Teile sind in den einzelnen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0023] Gemäß den FIG 1 und 2 weist ein Ultraschallwandler 2 ein Gehäuse 4 auf, welches durch eine punktierte Linie angedeutet ist. Im Gehäuse 4 des Ultraschallwandlers 2 ist ein piezoelektrischer Körper, insbesondere eine plattenförmige Piezokeramik 6, eine Leiterbahnfolie 8 sowie ein Dämpfungskörper 10 angeordnet. Die Leiterbahnfolie 8 ist auf der Piezokeramik 6 aufgebracht.

[0024] Die beiden Ausführungsbeispiele gemäß FIG 1 und FIG 2 unterscheiden sich im Wesentlichen dahingehend, dass gemäß FIG 1 die Piezokeramik 6 zwischen der Leiterbahnfolie 8 und dem Dämpfungskörper 10 angeordnet ist, und dass gemäß FIG 2 die Leiterbahnfolie 8 zwischen der Piezokeramik 6 und dem Dämpfungskörper 10 angeordnet ist. Die Leiterbahnfolie 8 ist auf der Piezokeramik 6 beispielsweise durch Kleben oder durch mechanisches Anpressen aufgebracht. Das mechanische Anpressen erfolgt gemäß FIG 2 dadurch, dass die Leiterbahnfolie 8 sandwichartig zwischen dem Dämpfungskörper 10 und der Piezokeramik 6 eingeklemmt wird.

[0025] Die Piezokeramik 6 ist insbesondere als quaderförmiger Körper einfacher Geometrie ausgebildet mit einer ersten Flachseite 12, auf der die Leiterbahnfolie 8 angebracht ist. Der Flachseite 12 gegenüber weist die Piezokeramik 6 eine Rückseite 14 auf. An dieser ist auf der Piezokeramik 6 eine Masseelektrode 16, beispielsweise durch Bedampfen, aufgebracht. Diese Masseelektrode 16 erstreckt sich über die gesamte Rückseite 14 der Piezokeramik 6. Über einen seitlich an der Piezokeramik 6 angeordneten Kontaktpunkt 16 ist eine Masseleitung 20 mit der Masseelektrode 16 kontaktiert.

[0026] Gemäß FIG 1 weist die Piezokeramik 6 auch auf ihrer ersten Flachseite 12 eine weitere Elektrode 21 auf. Derartige Piezokeramiken 6 mit beidseitig aufgedampften Elektroden 21, 16 sind standardmäßig erhältlich. Im Ausführungsbeispiel der FIG 1 sind auf der weiteren Elektrode 21 Kontaktelektroden 22 angeordnet, die von den Leiterbahnen 24 der Leiterbahnfolie 8 gebildet sind. Die Leiterbahnen 24 legen eine geometrische Struktur oder ein geometrisches Muster der Leiterbahnfolie 8 fest (vgl. zur Ausbildung der Leiterbahnfolie 8 insbesondere FIG 5 und FIG 6). Im Fall der FIG 1 ist es erforderlich, dass die aufgedampfte weitere Elektrode 21 zwischen den einzelnen Leiterbahnen 24 des Leiterbahnmusters elektrisch unterbrochen ist, um einen flächigen Kontakt über die gesamte Piezokeramik 6 zwischen den einzelnen Leiterbahnen 24 zu vermeiden. Mit anderen Worten: Die weitere Elektrode 21 muss in einer der geometrischen Struktur des Leiterbahnmusters entsprechenden Weise strukturiert werden.

[0027] Die unmittelbar auf die Piezokeramik 6 aufgedampfte weitere Elektrode 21 ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Eine derartige Ausbildung ohne weitere Elektrode 21 ist in FIG 2 dargestellt, gemäß der die Leiterbahnfolie 8 unmittelbar ohne Zwischenfügen einer aufgedampften Elektrode 21 auf der Piezokeramik 6 angeordnet ist.

[0028] Zu jeder Leiterbahn 24 der Leiterbahnfolie 8 ist ein Kontaktpunkt 18 vorgesehen, an den eine Steuerleitung 26 angeschlossen ist. Über die Steuerleitung 26 wird der Ultraschallwandler 2 mit einem Spannungsimpuls beaufschlagt, so dass die Piezokeramik 6 zum Schwingen angeregt wird. Die Schwingungsfrequenz

der Piezokeramik 6 und damit die Prüffrequenz des Ultraschallwandlers 2 wird im Wesentlichen durch die Dicke D der Piezokeramik 6 bestimmt. Um Prüffrequenzen oberhalb von 10 MHz zu erreichen, ist es notwendig, dass die Dicke D etwa 0,1 mm und kleiner ist. Der vom Ultraschallwandler 2 erzeugte Schall wird in durch einen Pfeil dargestellte Signal- oder Abstrahlrichtung 28 abgestrahlt.

[0029] Der Ultraschallwandler 2 ist als Gruppenstrahler oder Gruppenstrahlsensor ausgebildet und weist hierzu eine Anzahl von einzelnen Wandlerelementen 30 auf, die am besten in den FIG 3 und 4 zu erkennen sind, wo sie schraffiert dargestellt sind. In FIG 3 und FIG 4 ist der Ultraschallwandler 2 nur teilweise ohne Gehäuse 4 und Dämpfungskörper 10 dargestellt.

[0030] Die geometrische Verteilung der einzelnen Wandlerelemente 30 ist gemäß FIG 3 einzig durch die Leiterbahnen 24 der Leiterbahnfolie 8, also durch das Leiterbahnmuster, festgelegt. Dabei ist jedem Wandlerelement 30, beispielsweise dem Wandlerelement 30A, eine Leiterbahn 24, beispielsweise die Leiterbahn 24A, zugeordnet. Über die Leiterbahn 24A, welche als Kontaktelektrode 22 dient, kann das Wandlerelement 30A selektiv und unabhängig von den anderen Wandlerelementen 30 angesteuert werden. Das Wandlerelement 30A ist durch das Zusammenwirken der Leiterbahn 24A mit der Piezokeramik 6 gebildet, da die Leiterbahn 24A die geometrische Abmessung des Wandlerelements 30A bestimmt. Durch die geometrische Begrenzung der Leiterbahn 24A wird die Piezokeramik 6 selektiv, also nur in einem bestimmten Bereich angeregt und schwingt in diesem Bereich, welcher das schraffiert dargestellte Wandlerelement 30A bildet. Durch die selektive Anregung ist eine gewisse akustische Entkopplung zu benachbarten Wandlerelementen 30 erzielt.

[0031] Um die akustische Entkopplung benachbarter Wandlerelemente 30 zu verbessern, ist gemäß FIG 4 vorgesehen, in die Piezokeramik 6 Einschnitte 32 einzubringen. Im Querschnitt gesehen ist die Piezokeramik 6 also zinnenartig ausgebildet, wobei auf den Zinnen 34 die einzelnen als Kontaktelektroden 22 ausgebildeten Leiterbahnen 24 angebracht sind. Durch die bessere akustische Entkopplung benachbarter Wandlerelemente 30 ist der Ultraschallwandler gemäß FIG 4 qualitativ höherwertiger als der gemäß FIG 3. Dies ist insbesondere aufgrund der Problematik beim Einbringen der Einschnitte 32 in die Piezokeramik 6 allerdings mit einem sehr hohen Mehraufwand verbunden. Der Ultraschallwandler 2 gemäß FIG 4 ist daher in seiner Herstellung deutlich kostenintensiver als der gemäß FIG 3. Letzterer bietet sich also insbesondere für Einsatzzwecke an, in denen die Qualität eine untergeordnete Rolle spielt, dafür der Preis des Ultraschallwandlers maßgeblich ist.

[0032] Im Vergleich zu der herkömmlichen Ausbildung, bei der in eine Piezokeramik 6, die auf zwei Seiten bereits mittels Bedampfen aufgebraute durchgehende Elektroden aufweist, zur Ausbildung der Wandlerelemente 30 Einschnitte 32 vorgenommen werden, weist

die Ausführung gemäß FIG 4 einen entscheidenden Vorteil auf. Nämlich ist über die Leiterbahnen 24 eine sehr einfache Kontaktierung der Steuerleitungen 26 ermöglicht. Bei den herkömmlichen Ultraschallwandlern ist demgegenüber die Kontaktierung der Steuerleitungen 26 unmittelbar an der aufgedampften Elektrode, nicht zuletzt aufgrund der feinen geometrischen Strukturen, sehr schwer. Um die durch die hohen Prüffrequenzen erreichbare Ortsauflösung voll ausschöpfen zu können, weisen die einzelnen Wandlerelemente 30 vorzugsweise eine Breite B auf, die im Falle der Prüffrequenzen oberhalb von 10 MHz bei 0,3 mm und darunter liegen.

[0033] Gemäß FIG 5 wird das Leiterbahnmuster der Leiterbahnfolie 8 durch parallel zueinander verlaufende Leiterbahnen 24 gebildet. Endseitig ist an jeder Leiterbahn 24 ein Kontaktpunkt 18 zum Anschluss einer Steuerleitung 26 vorgesehen. Die Leiterbahnen 24 stellen die für die Bestimmung der Wandlerelemente 30 wesentliche geometrische Struktur der Leiterbahnfolie 8 dar. Sie sind zugleich bevorzugt über ihre ganze Länge als Anschlusselektroden 21 ausgebildet und definieren damit im Ausführungsbeispiel der FIG 5 langgestreckte Wandlerelemente 30.

[0034] Ein derartiger Ultraschallwandler 2 mit den parallel zueinander über die gesamte Länge der Piezokeramik 6 verlaufenden Leiterbahnen 24 bildet ein sogenanntes lineares Ultraschallwandler-Array. Bei einem solchen Array ist es möglich, durch phasenverzögerte Ansteuerung der einzelnen Wandlerelemente 30 Ultraschallsignale in unterschiedliche Signal- oder Abschaltrichtungen 28 abzugeben. Werden die Phasenbeziehungen verändert, so kann die Signalrichtung des abgegebenen Ultraschallsignals (und gleichermaßen eines empfangenen Reflexionssignals) variiert werden. Bei einem linearen Array, wie es durch die Ausbildung gemäß Fig. 5 verwirklicht ist, lässt sich die Signalrichtung um eine Schwenkachse in einer Ebene schwenken.

[0035] Eine im Vergleich zur Leiterbahnfolie 8 der FIG 5 komplexere Leiterbahngeometrie weist die Leiterbahnfolie 8 gemäß FIG 6 auf. Bei dieser Ausführung ist das die geometrische Struktur der Wandlerelemente 30 bestimmende Leiterbahnmuster durch Leiterbahnteilstücke in Form von Leiterbahn pads 36 gebildet. Diese sind auf der Leiterbahnfolie 8 matrixförmig ausgeführt. Im Ausführungsbeispiel der FIG 6 bilden sie eine 3x3 Matrix. Jedes der Leiterbahn pads 36 ist über eine Verbindungsleitung 38 der jeweiligen Leiterbahn 24 mit einem Kontaktpunkt 18 verbunden. Sämtliche Kontaktpunkte 18 der einzelnen Leiter pads 36 sind in einem Kontaktbereich 40 der Leiterbahnfolie 8 angeordnet.

[0036] Die Leiterbahn pads 36 bilden die Elektroden 22 und stehen in entweder in unmittelbarem elektrischen Kontakt mit der Piezokeramik 6 (vgl. hierzu FIG 2) oder sind von dieser durch eine dünne, die kapazitive Einkopplung nur unwesentlich beeinflussende Schicht, beispielsweise eine zum Laminieren der Leiterbahnfolie

8 auf die Piezokeramik 6 aufgetragene Klebeschicht, elektrisch isoliert.

[0037] Mit einem derartigen matrixförmigen Ultraschallwandler-Array ist durch eine geeignete phasenverzögerte Ansteuerung der einzelnen durch die Leiterbahn pads 36 bestimmten Wandlerelemente 30 ein Schwenk der Signal- oder Abstrahlrichtung 28 in beliebiger Raumrichtung ermöglicht.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler (2) mit einem piezoelektrischen Körper (6), der eine Anzahl von Wandlerelementen (30) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der piezoelektrische Körper (6) auf einer seiner Flachseiten (12) mit einer Leiterbahnfolie (8) versehen ist, deren Leiterbahnmuster (24,36) im Wesentlichen die geometrische Verteilung der Wandlerelemente (30) bestimmt.
2. Ultraschallwandler (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der piezoelektrische Körper (6) eine einfache geometrische Form ohne spezielle Strukturierung aufweist.
3. Ultraschallwandler (2) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leiterbahnfolie (8) auf den piezoelektrischen Körper (6) aufgeklebt oder durch mechanische Anpressung mit ihm verbunden ist.
4. Ultraschallwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Ansteuern der einzelnen Wandlerelemente (30) Steuerleitungen (26) vorgesehen sind, die an der Leiterbahnfolie (8) kontaktiert sind.
5. Ultraschallwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf der der Leiterbahnfolie (8) abgewandten Rückseite (14) des piezoelektrischen Körpers (6) eine einzige Masseelektrode (16) vorgesehen ist.
6. Ultraschallwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leiterbahnfolie (8) zwischen einem Dämpfungskörper (10) und dem piezoelektrischen Körper (6) angeordnet ist.
7. Ultraschallwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass der piezoelektrische Körper (6) gekrümmt ausgebildet ist.

8. Ultraschallwandler (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass die piezoelektrische Komponente (6) zwischen den einzelnen Wandlerelementen (30) Einschnitte (32) aufweist. 10
9. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers (2) mit einer Anzahl von Wandlerelementen (30),
dadurch gekennzeichnet, 15
dass auf einen piezoelektrischen Körper (6) eine Leiterbahnfolie (8) mit einem Leiterbahnmuster (24,26) aufgebracht wird, und dass das Leiterbahnmuster (24,26) im Wesentlichen die geometrische Verteilung der einzelnen Wandlerelemente (30) bestimmt. 20
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Ansteuern der einzelnen Wandlerelemente (30) vorgesehene Steuerleitungen (26) an der Leiterbahnfolie (8) kontaktiert werden. 25

30

35

40

45

50

55

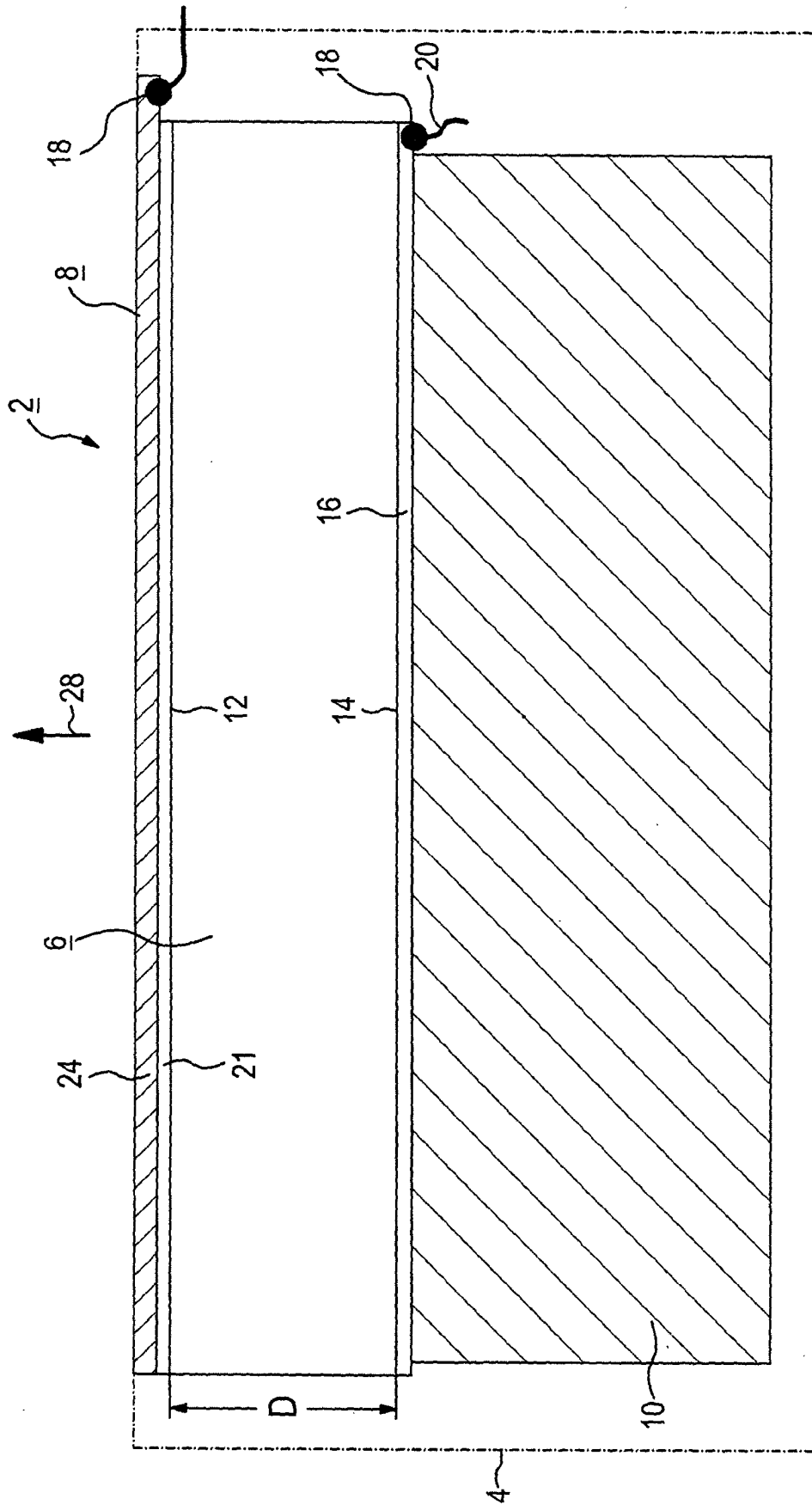


Fig. 1

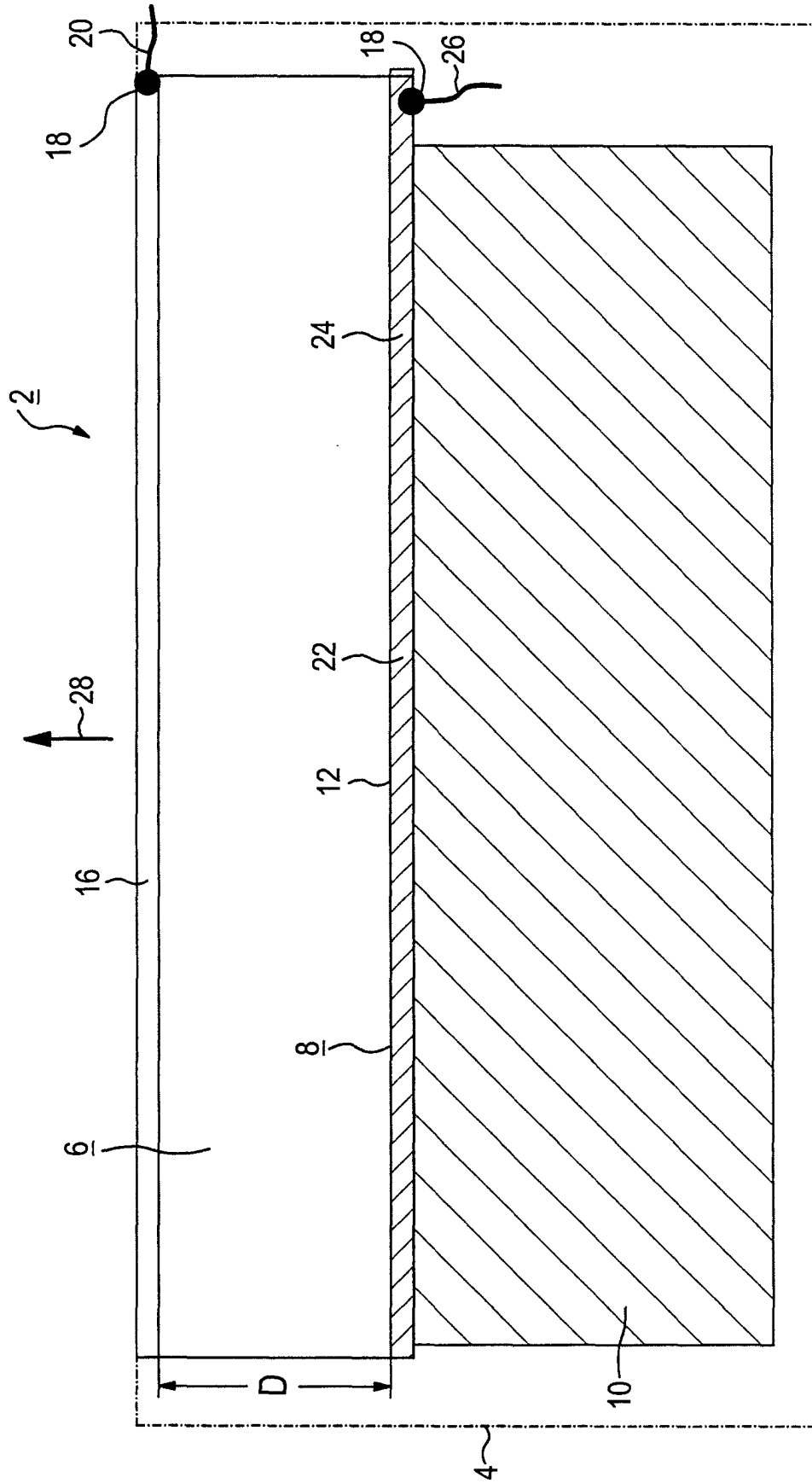


Fig. 2

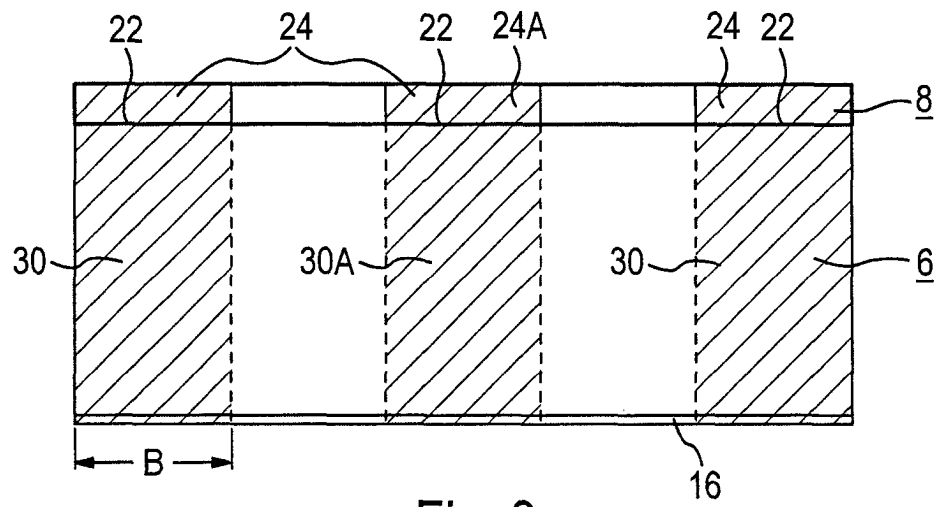


Fig. 3

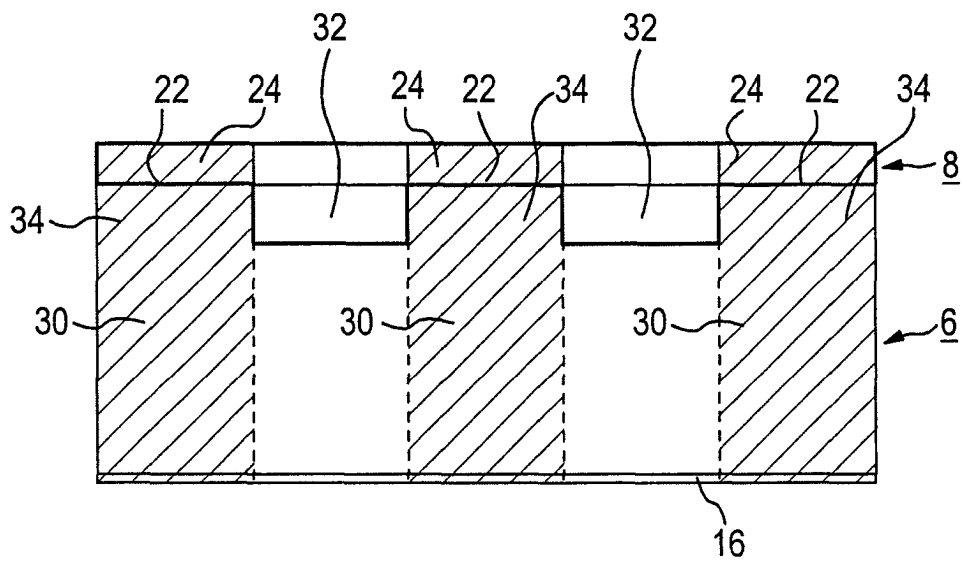


Fig. 4

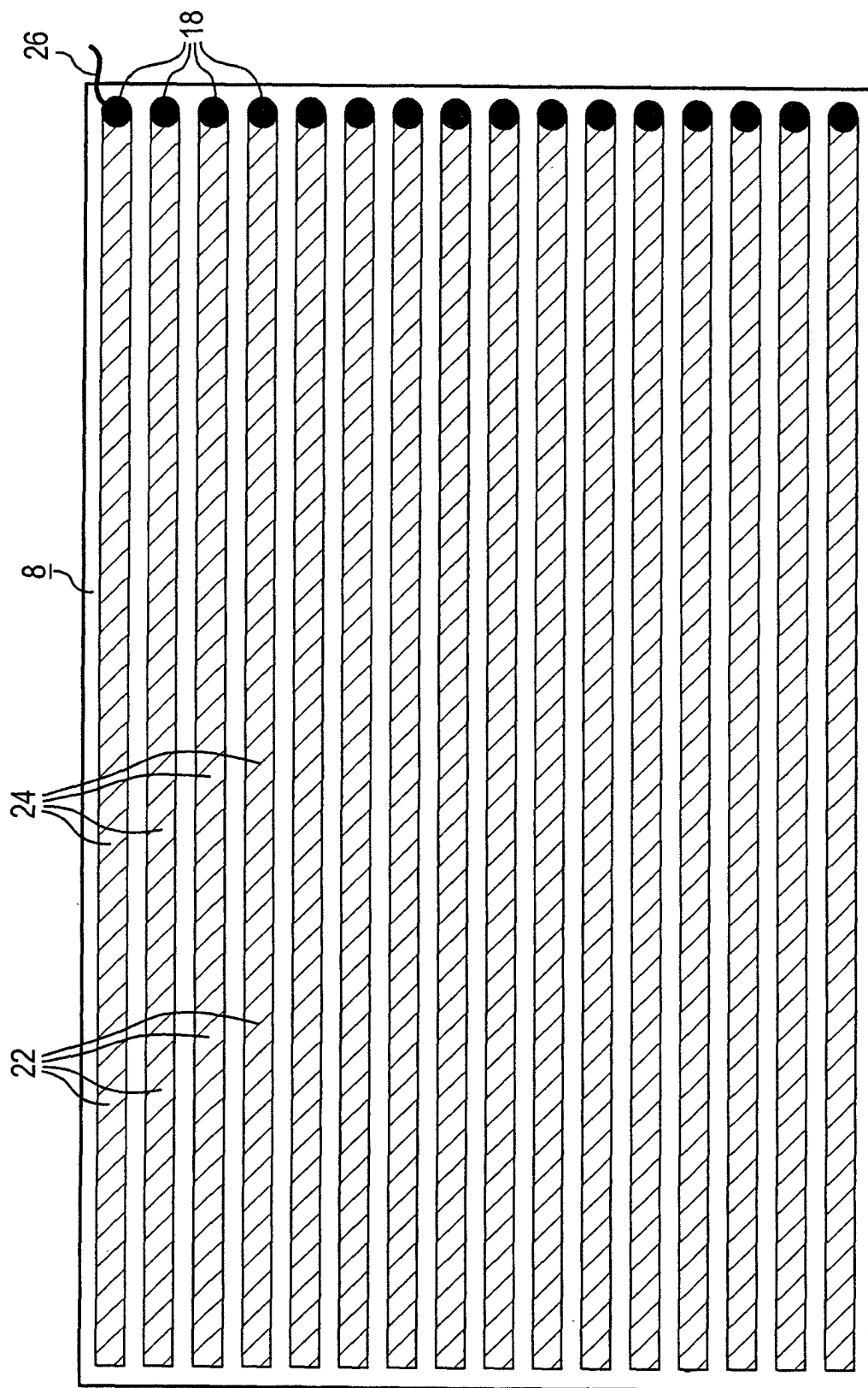


Fig. 5

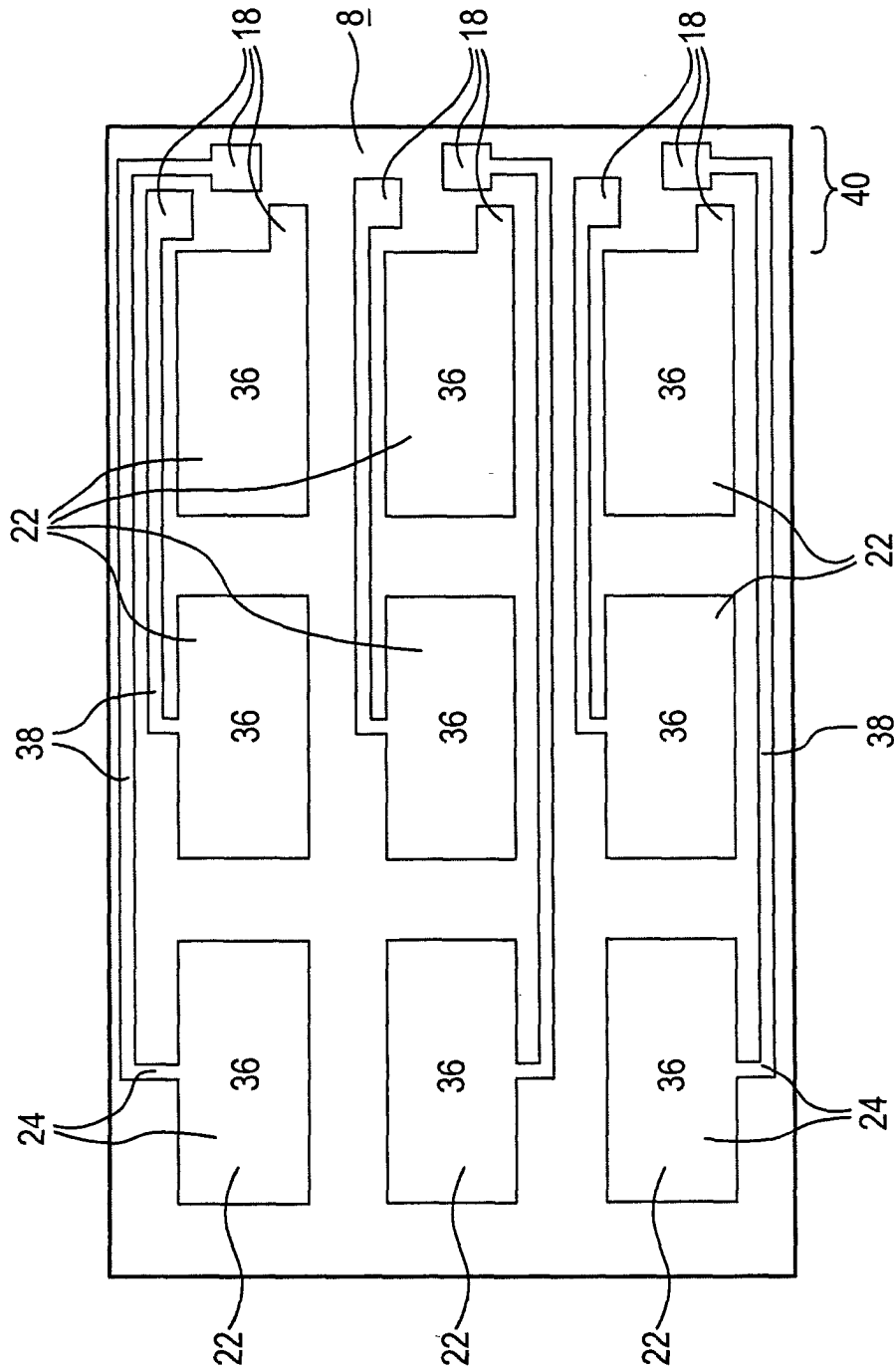


Fig. 6