



12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90106773.6**

51 Int. Cl.⁵: **G10K 9/12**

22 Anmeldetag: **09.04.90**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.10.91 Patentblatt 91/42

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

72 Erfinder: **Burger, Hans-Joachim**
Fasanenweg 1
W-8451 Kümmersbruck(DE)
Erfinder: **Thurn, Rudolf, Dipl.-Phys.**
Oberer Markt 10
W-8584 Waldeck(DE)

54 **Frequenzselektiver Ultraschall-Schichtwandler.**

57 Für bestimmte Anwendungsfälle, z.B. bei der Glasbruchdetektion, ist es vorteilhaft, frequenzselektive Ultraschall-Wandler einzusetzen. In diesem Fall kann auf die Nachschaltung aufwendiger Filteranordnungen zur Herausfilterung relevanter Frequenzanteile des aufgenommenen Ultraschall-Spektrums verzichtet werden. Ein Ultraschall-Schichtwandler, der für bestimmte vorzugebende Frequenzen hohe Ansprechempfindlichkeit aufweist, läßt sich dadurch schaffen, daß zumindest eine seiner geometrischen Abmessungen gezielt der an ihn geforderten Fre-

quenzselektivität angepaßt ist. Vorzugsweise weist der Ultraschall-Schichtwandler ein Piezokeramikplättchen (1) auf, das mindestens auf einer seiner beiden Plattenflächen von einer Schicht (2) niedriger akustischer Impedanz umgeben ist. Das Piezokeramikplättchen (1) ist zweckmäßigerweise rechteckig, so daß sich ein quaderförmiger Körper ergibt. Eine der Abmessungen von Höhe, Länge und Breite ist so bestimmt, daß sie einer gewünschten Grundschnwingungsfrequenz entspricht.

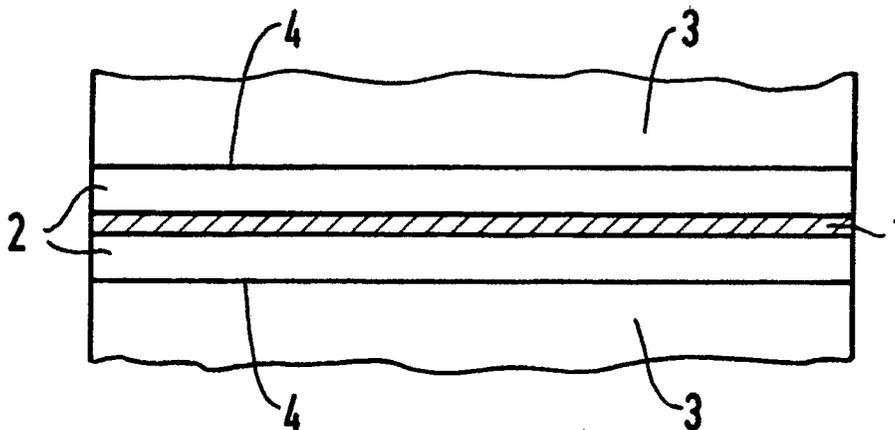


FIG 1

EP 0 451 306 A1

Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Schichtwandler.

Bisher bekannte Ultraschall-Schichtwandler sind als breitbandige Nahdistanzwandler (EP 0 154 706 A2) oder als breitstrahlende Näherungssensoren konzipiert. Sie weisen eine hohe mechanische Dämpfung, d.h. geringe Empfindlichkeit auf und sind infolge hoher Material- und Fertigungskosten vergleichsweise teuer. Ein weiterer Nachteil bisher bekannter Ultraschall-Schichtwandler ist ihr schmales Richtdiagramm in bestimmten Frequenzbereichen, was beispielsweise beim Einsatz zur Rundum-Detektion von Glasbrüchen, z.B. in Kraftfahrzeugen, unerwünscht ist. Für diesen Anwendungsfall können zwar herkömmliche Wandler mit sehr großer Bandbreite verwendet werden, die die beim Brechen einer Glasplatte abgestrahlten Ultraschall-Schwingungen aufnehmen und diese in ein elektrisches Signal mit entsprechenden Frequenzen umwandeln. Die beim Glasbruch typischen Bruchfrequenzen ermöglichen mittels einer dem Ultraschallwandler nachgeschalteten Auswerteschaltung, einen Glasscheibenbruch zu erkennen. Das Auswertegerät muß hierbei zunächst aus dem gesamten Spektrum, in dem der Ultraschallwandler empfindlich ist, die genannten Bruchfrequenzen, z.B. durch Filter, heraustrennen; denn nur die an den betreffenden Bruchfrequenzen auftretenden Signale sind zur Feststellung eines Glasscheibenbruchs relevant. Um z.B. eine solche Auswerteeinrichtung einer Glasbruchmeldeanordnung zu vereinfachen und damit auch Kosten zu sparen, wäre es vorteilhaft, einen Ultraschall-Schichtwandler einzusetzen, der nur für bestimmte Frequenzen, wie z.B. die Bruchfrequenzen beim Brechen einer Glascheibe, empfindlich ist, um auf diese Weise auf den ansonsten in der Auswerteschaltung notwendigen Filter verzichten zu können oder wenigstens den Aufwand bei den Filtern gering halten zu können.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Ultraschall-Schichtwandler zu schaffen, der für bestimmte vorzuziehende Frequenzen hohe Ansprechempfindlichkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zumindest eine der geometrischen Abmessungen des Ultraschall-Schichtwandlers gezielt der an ihn geforderten Frequenzselektivität angepaßt ist. Die Gegenstände nach Anspruch 2 und 3 stellen vorteilhafte Ausgestaltungen dar. Ebenfalls sind auch die Gegenstände gemäß Anspruch 3 bis 5 vorteilhaft ausgebildet, da hier mittels der Zugabe von Füllstoffen die mechanische Dämpfung des Ultraschall-Schichtwandlers in weiten Grenzen variierbar ist. Die Bandbreite der Wandlermoden kann somit gezielt und definiert vergrößert werden, wenn eine zusätzliche Auswertung von Einschwingvorgängen gewünscht wird. Ist dem Ultraschall-Schichtwandler

ein Auswertegerät nachgeschaltet, mit welchem empfangene Ultraschallspektren mit dem für Glasbruch typischen Ultraschallspektrum vergleichbar und auswertbar sind, so stellt dies eine einfache Ausführung zur Detektion eines Glasscheibenbruchs dar. Eine weitere Vereinfachung ist gegeben, wenn die Glasbruchmeldeanordnung einen Mikroprozessor zur Abspeicherung des für Glasbruch typischen Ultraschallspektrums enthält.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 einen Querschnitt eines Ultraschall-Schichtwandlers und

FIG 2 eine Draufsicht desselben.

In FIG 1 ist ein Ultraschall-Schichtwandler mit einem rechteckigen Piezokeramikplättchen 1 dargestellt, das vorzugsweise beidseits von jeweils einer Schicht 2 aus Kunststoffmaterial niedriger akustischer Impedanz umgeben ist. Die beiden Schichten 2 bestehen z.B. aus mit Hohglaskugeln gefülltem Epoxidharz. Die geometrischen Außenmaße des quaderförmigen Ultraschall-Schichtwandlers sind so abgestimmt, daß sich mit den effektiven Schallgeschwindigkeiten des Kunststoff-Keramik-Verbundes schmalbandige Resonanzstellen der Empfindlichkeit bei den Frequenzen ergeben, bei denen auch im auszuwertenden Glasbruchspektrum die charakteristischen Maxima auftreten. Somit kann vorteilhafterweise die Glasbruch-Emission frequenzselektiv mit hoher Empfindlichkeit registriert werden. Der genannte Kunststoff-Keramik-Verbund ist von elastischem Einbettmaterial 3 umgeben, welches mengenmäßig variierbare Füllstoffe zur Dämpfung enthält. Dies bedeutet, daß durch Zugabe der Füllstoffe die mechanische Dämpfung des elastischen Einbettmaterials 3 in weiten Grenzen veränderbar ist. So kann die Bandbreite der Wandlermoden gezielt und definiert vergrößert werden, wenn eine zusätzliche Auswertung von Einschwingvorgängen gewünscht wird. Die schmale Längs- 5 oder Breitseite 6 des Ultraschall-Schichtwandlers kann als schallempfangende Oberfläche benutzt werden. Sie wird von dem Einbettmaterial 3 freigehalten. Die Abmessungen eines derartigen Ultraschall-Schichtwandlers können beispielsweise 20 x 10 x 2 mm betragen, wobei das Piezokeramikplättchen Abmessungen von beispielsweise 20 x 10 x 0,2 mm aufweist. Ein solcher Ultraschall-Schichtwandler besitzt selektive Empfangsempfindlichkeit bei 60 und 120 kHz. Als schallempfangende Fläche wird die schmale Längsseite benutzt. Der breite Teil des astigmatischen Richtdiagramms ist hier bei beiden Frequenzen größer als 120°. Somit ist dieser Ultraschall-Schichtwandler zum Einsatz z.B. in einem Glasbruchdetektor für Kraftfahrzeuge geeignet; denn dieser Ultraschall-Schichtwandler ist robust und ko-

stengünstig und hat zudem in einem weiten Öffnungswinkelbereich (größer 120°) eine hohe Empfindlichkeit. Damit ist die Möglichkeit gegeben, den Innenraum eines Kraftfahrzeugs durch einen einzigen Ultraschall-Schichtwandler zu überwachen. Abweichend von der dargestellten Ausführungsform ist die Ausbildung eines Ultraschall-Schichtwandlers möglich, dessen Piezokeramikplättchen 1 nur auf einer Seite mit einer Schicht 2 niedriger akustischer Impedanz umgeben ist. Außerdem sind anstelle einer Rechteckform des Piezokeramikplättchens 1 andere Formen, z.B. runde Formen oder andere Vieleckformen realisierbar.

Die obengenannten Resonanzfrequenzen berechnen sich nach den bekannten physikalischen Gesetzen, d.h. sie hängen sowohl von der Schallgeschwindigkeit im Material als auch von den Abmessungen ab. Aufgrund des quaderförmigen Aufbaus gibt es demnach drei Grund-Resonanzen, nämlich neben der Längsresonanz auch eine Breiten- und Dickenresonanz. Bei kreisscheibenförmigen Ausführungen gibt es die Grundschwingungsmoden der Dickenschwingung und der Radialschwingung. Will man noch zusätzliche Schwingungsmoden und damit-frequenzen ausnutzen, kann man die Oberwellen der jeweiligen Schwingungen heranziehen, deren Frequenzen bei Vielfachen der Grundschwingung liegen.

Der Einsatz eines derartigen Ultraschallwandlers ist aber nicht auf Glasbruchdetektion beschränkt. Die selektive Abstimmung der Wandler-Resonanzfrequenzen kann auch für das zu messende Spektrum anderer Ultraschallemissionen erfolgen. Z.B. kann das charakteristische Emissionsspektrum von bewegten Maschinenteilen untersucht werden, um diese Teile auf Funktionsfähigkeit oder Verschleiß zu prüfen.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Schichtwandler, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine seiner geometrischen Abmessungen gezielt der an ihn geforderten Frequenzselektivität angepaßt ist.
2. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß er ein Piezokeramikplättchen (1) aufweist, das mindestens auf einer seiner beiden Plattenflächen von einer Schicht (2) niedriger akustischer Impedanz umgeben ist.
3. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine der Abmessungen von Höhe, Länge und Breite dieses quaderförmigen Körpers so bestimmt ist, daß sie einer gewünschten Grundschwingungsfrequenz entspricht.
4. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß er an seinen großen Außenflächen (4) der beiden Schichten von elastischem Einbettmaterial (3) umgeben ist, welches mengenmäßig vorbestimmte Füllstoffe zur Dämpfung enthält.
5. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die schmale Längs- (5) oder Breitenseite (6) als schallempfangende Oberfläche verwendbar ist.
6. Ultraschall-Schichtwandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß er Bestandteil einer Glasbruchmeldeanordnung ist.
7. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Ultraschall-Schichtwandler ein Auswertegerät nachgeschaltet ist, mit welchem das empfangene Ultraschallspektrum mit dem für Glasbruch typischen Ultraschallspektrum vergleichbar und auswertbar ist.
8. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Glasbruchmeldeanordnung einen Mikroprozessor zur Abspeicherung des für Glasbruch typischen Ultraschallspektrums enthält.

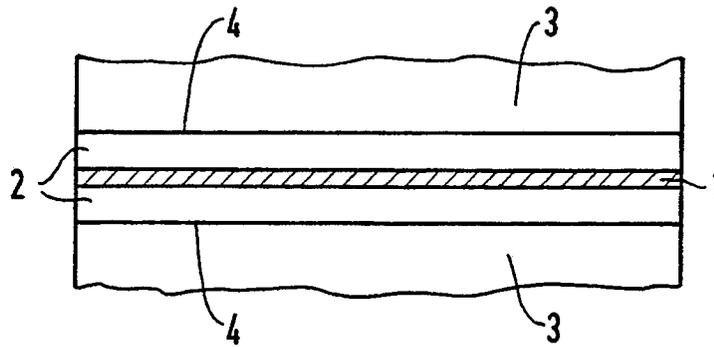


FIG 1

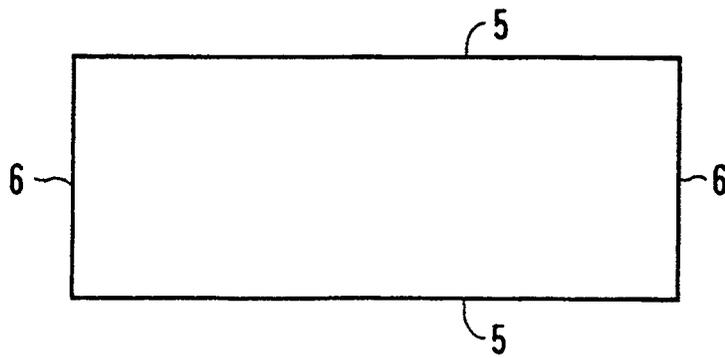


FIG 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X,Y	EP-A-0 104 457 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) * Seite 2, Zeilen 7 - 20 * - - - -	1,3,2,4,5	G 10 K 9/12
D,Y	EP-A-0 154 706 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) * Seite 3, Zeilen 1 - 30; Anspruch 1; Figuren 1, 2 * - - - -	2,4,5	
X	DE-A-3 446 183 (E.ERWIN) * Seite 3, Zeilen 10 - 14 * - - - -	1,3	
A	DE-A-2 842 086 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) * Ansprüche 1, 2 * - - - -	5	
A	EP-A-0 128 049 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO. LTD.) * Seite 5, Zeile 18 - Seite 6, Zeile 1 * - - - - -	2,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTESACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G 10 K B 06 B H 04 R
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	11 Dezember 90	SWARTJES H.M.	
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 : nichtschriftliche 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	