



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **89120138.6**

(51) Int. Cl.⁵: **G10K 11/00**

(22) Anmeldetag: **30.10.89**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.05.91 Patentblatt 91/19

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(72) Erfinder: **Burger, Hans-Joachim**
Fasanenweg 1
W-8457 Kümmersbruck(DE)
Erfinder: **Thurn, Rudolf, Dipl.-Ing.**
Oberer Markt 10
W-8584 Waldeck(DE)

(54) **Ultraschall-Schichtwandler mit astigmatischer Schallkeule.**

(57) Bei bisherigen Ultraschall-Schichtwandlern mit astigmatischer Schallkeule, wird ein rechteckiges Piezokeramikplättchen auf der vierten Planarschwingungsmodus betrieben. Dabei auftretende Nebenkeulen können zu Fehlsignalen führen. Daher besteht die Aufgabe, Ultraschall-Schichtwandler für breitstrahlende Näherungssensoren ohne den genannten Störeinfluß zu schaffen. Dies wird dadurch erreicht, daß Dämpfungsteile (5) an den längsseitigen Enden der Ultraschall-Schichtwandler (1) angebracht werden. Derartige Ultraschall-Schichtwandler (1) finden z.B. bei Ultraschall-Näherungsschaltern Anwendung.

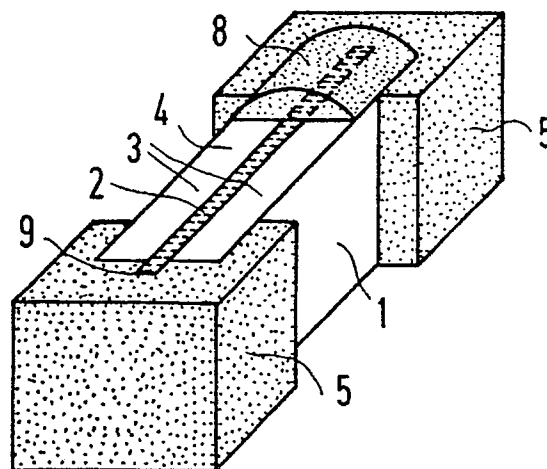


FIG 2

ULTRASCHALL-SCHICHTWANDLER MIT ASTIGMATISCHER SCHALLKEULE

Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Schichtwandler mit astigmatischer Schallkeule, der mindestens ein rechteckiges Piezokeramikplättchen aufweist, dessen beide Seiten mit einer Schicht belegt sind, wobei die Längsseite des Ultraschall-Schichtwandlers als Schallabstrahlfläche dient und der Ultraschall-Schichtwandler auf der vierten Planarschwingungsmode der Piezokeramikplättchen betrieben wird.

Ultraschall-Schichtwandler der obengenannten Art sind für den Einsatz in breitstrahlenden Näherungssensoren bekannt. Durch den Betrieb auf der vierten Planarschwingungsmode der Piezokeramikplättchen wird zwar ein hoher Wirkungsgrad von Schallabstrahlung und -empfang erreicht, aber dieser Mode bringt den Nachteil mit sich, daß an den längsseitigen Enden der Schallabstrahlfläche gegenphasige Schwingungsanteile auftreten. Hierdurch werden starke Nebenkeulen zu der gewünschten schmalen Schallkeule in der Ebene parallel zur Orientierung der Piezokeramikplättchen erzeugt. Dies kann zu Fehlsignalen durch außerhalb des Haupterfassungsbereichs liegende Störreflektoren führen.

Daher besteht die Aufgabe, einen für den industriellen Einsatz tauglichen Ultraschall-Schichtwandler für breitstrahlende Näherungssensoren unter Vermeidung der genannten Nachteile zu schaffen. Dies wird bei einem Ultraschall-Schichtwandler der obengenannten Art dadurch gelöst, daß Dämpfungsteile an den längsseitigen Enden des Ultraschall-Schichtwandlers angebracht sind. Als vorteilhaft erweist sich, wenn die Dämpfungsteile als U-förmige, die Enden des Ultraschall-Schichtwandlers umschließende Dämpfungsklötze ausgebildet sind. Weisen die Dämpfungsklötze mindestens eine Nut zur Aufnahme des Piezokeramikplättchens auf, so wird das Herstellungsverfahren vereinfacht. Als Material für die Dämpfungsteile ist ein mit Füllstoffen versehenes elastifiziertes Polymer vorgesehen (dies gewährleistet gute mechanische Dämpfung). Weist das Polymer mit Füllstoffen eine Dichte von 1,5 bis 4,5 g/cm³ auf, so stellt dies für das Schwingverhalten eine günstige Zusammensetzung dar. Üblicherweise bestehen die Schichten zu beiden Seiten des Piezokeramikplättchens aus dem Kunststoff Polyethylen, der wegen des starken Temperaturgangs seiner mechanischen Materialparameter eine starke Frequenzdrift bei Temperaturänderungen zur Folge hat. Um den Temperaturgang der Frequenz bei sonst gleichbleibend guten akustischen Eigenschaften zu verbessern, ist es von Vorteil, wenn als Material für die Schicht ein mit Hohlglaskugeln gefülltes Epoxidharz vorgesehen ist. Eine günstige Beeinflussung

der Richtcharakteristik und/oder des Wirkungsgrades der Schallabstrahlung läßt sich erreichen, wenn an der schallabstrahlenden Wandlervorderseite eine Anpaßschicht vorgesehen ist. Wird als Material der Anpaßschicht ein mit Hohlglaskugeln gefülltes Epoxidharz verwendet, so läßt sich die Anpaßschicht auf einfache Weise herstellen. Da die gewünschte Schallkeulenform von der Geometrie der Anpaßschicht abhängt, ist es von Vorteil, wenn unterschiedliche Geometrien der Anpaßschicht vorgesehen sind. Der Wandlerwirkungsgrad läßt sich verbessern, wenn unterschiedliche Dicken der Anpaßschicht vorgesehen sind, weil hierüber eine Optimierung hinsichtlich des Wandlerwirkungsgrades möglich ist.

Bei einer Fertigung der Wandler durch Verklebung der Einzelteile sind vorzugsweise reaktive Kleber zu verwenden. Diese Fertigungsmethode erfordert jedoch umfangreiche und genaue Handarbeit, was den Fertigungsprozeß erschwert und verteuert. Um dies zu vermeiden, wird vorteilhafterweise ein Verfahren zur Fertigung des Ultraschall-Schichtwandlers in vorgenannter Ausführung verwendet, bei dem die Dämpfungsteile mittels einer Gießform gegossen werden. Weiterhin erweist es sich als zweckmäßig, wenn das Piezokeramikplättchen nach Füllung des Gießform-Hohlraums in die Nuten der als Dämpfungsteile ausgeführten Beschwerungsklötze mit flüssigem, mit Hohlglaskugeln gefülltem Epoxidharz eingeschoben und anschließend der Ultraschall-Schichtwandler ausgehärtet wird.

Die erfindungsgemäße Verbesserung wird im folgenden durch Gegenüberstellung einer bisherigen und der neuen Ausführungsform anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Ausführungsform eines bekannten Ultraschall-Schichtwandlers,

FIG 2 einen erfindungsgemäß verbesserten Ultraschall-Schichtwandler.

Figur 1 zeigt einen Ultraschall-Schichtwandler 1 bekannter Bauart, der hier zwei Piezokeramikplättchen 2 aufweist, zu deren beiden Seiten Schichten 3 aus dem Kunststoff Polyethylen angebracht sind. Die astigmatische Richtcharakteristik der Schallkeule wird durch die Verwendung der Längsseite 4 des Ultraschall-Schichtwandlers 1 als Schallabstrahlfläche erzielt. Hierbei ist das Verhältnis von Länge zu Breite dieser rechteckigen Fläche dem Verhältnis der Öffnungswinkel von schmaler zu breiter Schallkeule proportional. Der Ultraschall-Schichtwandler 1 wird resonant auf der vierten Planarschwingungsmode der Piezokeramikplättchen 2 betrieben, wodurch ein hoher Wirkungsgrad von Schallabstrahlung und -empfang erreicht wird. Bei

diesem Mode treten jedoch an den längsseitigen Enden der Schallabstrahlfläche sich als nachteilig erweisende gegenphasige Schwingungsanteile auf. Diese führen zu starken Nebenkeulen in der schmalen Schallkeule in der Ebene parallel zur Orientierung der Piezokeramikplättchen 2, wodurch außerhalb des Haupterfassungsbereichs liegende unerwünschte Störreflektoren Fehlsignale zur Folge haben können. Die Verwendung von Polyethylen als Material für die Schichten bringt eine starke Frequenzdrift bei Temperaturänderungen mit sich, da die mechanischen Materialparameter von Polyethylen einen starken Temperaturgang aufweisen. Um dies zu korrigieren, ist bei einem Einsatz in einem Näherungssensor eine aufwendige elektronische Frequenznachführung erforderlich.

Figur 2 zeigt einen Ultraschall-Schichtwandler, der, ausgehend von dem in Figur 1 dargestellten Aufbau, an den längsseitigen Enden Dämpfungsklötze 5 aufweist. Diese sind U-förmig gestaltet und haben jeweils eine Nut 9 zur Aufnahme des über die Enden vorstehenden Piezokeramikplättchens 2. Vorzugsweise wird für die Dämpfungsklötze 5 ein stark dämpfendes elastifiziertes Polymer verwendet, welches durch geeignete Füllstoffe auf eine Dichte von 1,5 bis 4,5 g/cm³ gebracht wird. Die Dämpfungsklötze 5 werden durch Gießen oder Spritzgießen in die entsprechende Form gebracht oder durch Schneiden und Schleifen aus Bändern hergestellt. Durch die die Wandlerenden U-förmig umschließenden Dämpfungsklötze 5 wird eine gute Nebenkeulendämpfung in der schmalen Schallkeule des Ultraschall-Schichtwandlers bewirkt.

Die als Verbundmaterial dienenden Schichten 3 werden bei dieser Ausführungsform aus einem mit Hohlglaskugeln gefüllten Epoxidharz hergestellt, wodurch der Temperaturgang der Frequenz bei sonst gleichbleibend guten akustischen Eigenschaften verbessert wird (von ± 10 kHz auf ± 2 kHz im Intervall von -25 °C bis 70 °C). Ein solches Epoxidharz mit Hohlglaskugeln ist auch unter der Bezeichnung "syntaktischer Schaum" bekannt. Der Ultraschall-Schichtwandler nach Figur 2 weist auf der schallabstrahlenden Wandler Vorderseite, wie angedeutet, eine Anpaßschicht 8 auf. Sie wird vorteilhafterweise auch aus einem syntaktischen Schaum hergestellt, der sich gut bearbeiten und damit auf einfache Weise eine der gewünschten Schallkeulenform angepaßte Geometrie formen läßt. Die Geometrie kann zum Beispiel glatt, abgerundet oder abgeschrägt bzw. dachförmig sein. Außerdem läßt sich der Wandlerwirkungsgrad durch Optimierung der Dicke der Anpaßschicht 8 verbessern.

Der beschriebene Ultraschall-Schichtwandler 1 nach Figur 2 kann aus den genannten Einzelteilen durch Verklebung, vorzugsweise mittels reaktiver Kleber, hergestellt werden. Diese Fertigungsverfahren

de erfordert jedoch aufwendige und genaue Handarbeit und ist damit recht kostenaufwendig. Der Fertigungsprozeß läßt sich wesentlich dadurch erleichtern, daß die beschriebene Anordnung durch Gießen hergestellt wird. Hierbei werden beispielsweise die Dämpfungsklötze 5 in eine Gießform eingebracht, die in ihrem Freiraum der Außengeometrie des späteren Wandlers entspricht. Die Beschwerkungsklötze besitzen Nuten 9 zur Aufnahme und Führung des Piezokeramikplättchens 2, das nach Füllung des Gießformhohlraums mit noch flüssigem syntaktischen Schaum eingeschoben wird. Mit Aushärtung ist der Herstellungsprozeß im wesentlichen beendet und der Ultraschall-Schichtwandler 1 kann der Gießform entnommen werden.

Für einige Anwendungsfälle werden Ultraschall-Schichtwandler 1 mit mehreren Piezokeramikplättchen 2 benötigt. Diese werden hierbei derart seitlich aneinandergereiht, daß jeweils eine Schicht 3 aus syntaktischem Schaum dazwischenliegt. In den Dämpfungsklötzen 5 sind der Anzahl an Piezokeramikplättchen 2 entsprechend mehrere Nuten 9 zur Aufnahme derselben vorzusehen.

Ansprüche

1. Ultraschall-Schichtwandler (1) mit astigmatischer Schallkeule, der mindestens ein rechteckiges Piezokeramikplättchen (2) aufweist, dessen beide Seiten mit einer Schicht (3) belegt sind, wobei die Längsseite (4) des Ultraschall-Schichtwandlers (1) als Schallabstrahlfläche dient und der Ultraschall-Schichtwandler (1) auf der vierten Planarschwingungsmode der Piezokeramikplättchen (2) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß Dämpfungsteile (5) an den längsseitigen Enden des Ultraschall-Schichtwandlers (1) angebracht sind.
2. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsteile als U-förmige, die Enden des Ultraschall-Schichtwandlers (1) umschließende Dämpfungsklötze (5) ausgebildet sind.
3. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsklötze (5) mindestens eine Nut (9) zur Aufnahme des Piezokeramikplättchens (2) aufweisen.
4. Ultraschall-Schichtwandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Material für die Dämpfungsteile (5) ein mit Füllstoffen versehenes elastifiziertes Polymer vorgesehen ist.
5. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Polymer mit Füllstoffen eine Dichte von 1,5 bis 4,5 g/cm³ aufweist.
6. Ultraschall-Schichtwandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Material für die Schicht (3) ein mit

Hohlglasskugeln gefülltes Epoxidharz (7) vorgesehen ist.

7. Ultraschall-Schichtwandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der schallabstrahlenden Wandlervorderseite eine Anpaßschicht (8) vorgesehen ist. 5

8. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Material der Anpaßschicht (8) ein mit Hohlglasskugeln gefülltes Epoxidharz (7) verwendet wird. 10

9. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Geometrien der Anpaßschicht (8) vorgesehen sind.

10. Ultraschall-Schichtwandler nach Anspruch 7, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterschiedliche Dicken der Anpaßschicht (8) vorgesehen sind. 15

11. Verfahren zur Fertigung des Ultraschall-Schichtwandlers nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsteile (5) mittels einer Gießform gegossen werden. 20

12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Piezokeramikplättchen (2) nach Füllung des Gießformhohlraums in die Nuten (9) der als Dämpfungsteile ausgeführten Beschwerungsklotze mit flüssigem, mit Hohlglasskugeln gefülltem Epoxidharz (7) eingeschoben und anschließend der Ultraschall-Schichtwandler (1) ausgehärtet wird. 25
30

35

40

45

50

55

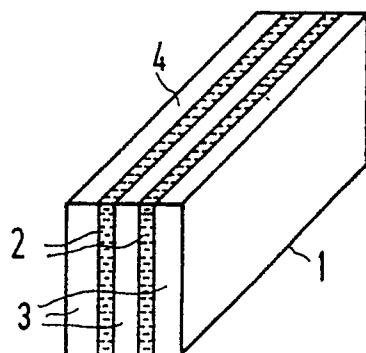


FIG 1

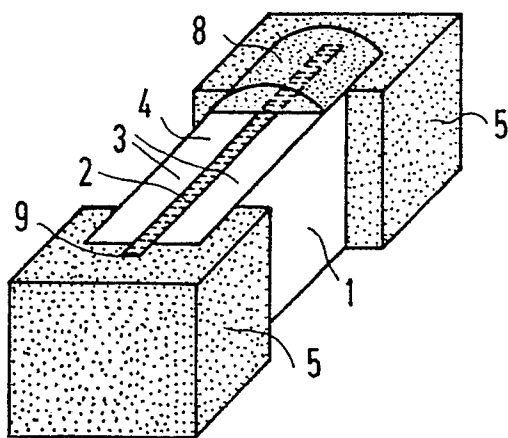


FIG 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 12 0138

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-C- 896 272 (BARWICH) * Anspruch 1; Figur 1 * ---	1	G 10 K 11/00
A	US-A-3 928 777 (MASSA) * Spalte 4, Zeilen 52-58; Figur 2 * ---	1	
A	NAVY TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, Band 4, Nr. 4, April 1979, Seiten 25-28, Arlington, US; C.H. JONES et al.: "Sidelobe suppressors" * Figuren 1,2 * ---	1	
A	US-A-3 949 348 (DORR) * Zusammenfassung; Figur 4 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTESACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 06 B G 10 K
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	22-06-1990	ANDERSON A. TH.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)