



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 971 557 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
12.01.2000 Patentblatt 2000/02

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H04R 1/00**, H04R 17/00

(21) Anmeldenummer: **99109344.4**

(22) Anmeldetag: **31.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder:  
**Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)**

(30) Priorität: **09.06.1998 DE 19825581**

(72) Erfinder:  
• **Anders, Peter  
38543 Hillerse (DE)**  
• **Rieck, Klaus  
38108 Braunschweig (DE)**

(54) **Ultraschall-Folien-Wandler**

(57) Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Folien-Wandler (1), umfassend zwei elektrisch leitende Folien (9, 10), zwischen denen eine Isolierschicht (3) angeordnet ist, wobei die elektrisch leitenden Folien (9, 10) aus einem leitfähigen Kunststoff gebildet sind und ein Verfahren zur Herstellung von Ultraschall-Folien-Wandlern (1).

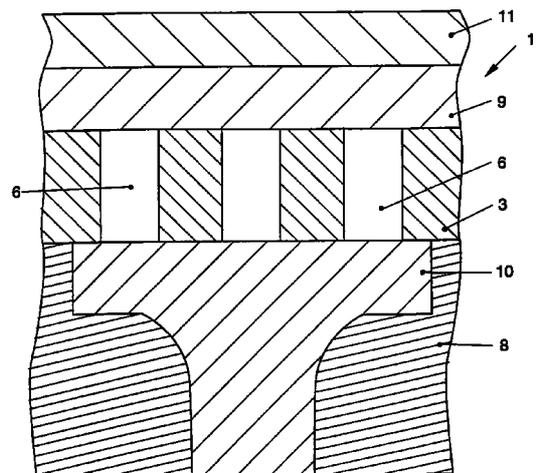


FIG. 2

EP 0 971 557 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Ultraschall-Folien-Wandler, umfassend zwei Elektroden und eine zwischen den Elektroden angeordnete Isolierschicht.

**[0002]** Ein elektrostatischer Ultraschallwandler ist ähnlich wie ein Plattenkondensator aufgebaut, bei dem eine dünne leitfähige Membran gegenüber einer massiven Elektrode angeordnet ist, wobei die Membrane gleichzeitig als Gegenelektrode fungiert. Durch Anlegen einer Wechselfspannung zwischen den Elektroden kommt es zu einer Kraffteinwirkung, die die flexible Membrane zur Schwingung anregt, wodurch Schallwellen in der umgebenden Luft erzeugt werden. Da die elektrostatische Kraft auf die Membran proportional zum Quadrat der angelegten Spannung ansteigt, wird der Arbeitspunkt auf der quadratischen Kennlinie durch Anlegen einer hohen Gleichspannung verschoben, so daß die Änderungen aufgrund der Wechselfspannung nahezu linear sind.

**[0003]** Wird die Membrane über eine isolierende Zwischenschicht direkt auf die Elektrode aufgebracht, so entsteht ein Ultraschall-Sellwandler, wobei prinzipiell zwei Varianten bestehen, um das für die Schallerzeugung notwendige Luftpolster zu erzeugen. Zum einen kann die Rauigkeit der Oberfläche der Elektrode ausgenutzt werden. Da die Elektrode niemals völlig plan ist, liegt die Isolierschicht auf winzigen Erhebungen auf, so daß sich zwischen der Elektrode und Isolierschicht bzw. Membrane ein dünnes und nachgiebiges Luftpolster einstellt, in dem die Membrane schwingen kann. Die Oberflächenbeschaffenheit der Elektrode ist maßgeblich für die Grenzfrequenz und die Empfindlichkeit des Ultraschallwandlers verantwortlich. Bei polierter Oberfläche wird ein Frequenzbereich bis ca. 500 kHz bei relativ geringer Empfindlichkeit erreicht. Wird die Oberfläche der Elektrode hingegen aufgeraut oder beispielsweise mit Rillen strukturiert, so nimmt die Grenzfrequenz bei erhöhter Empfindlichkeit ab. Zum anderen kann die Isolierschicht beispielsweise mit Durchbrüchen strukturiert sein, so daß sich zwischen der Membran und der Elektrode ein Luftpolster ausbildet.

**[0004]** Ein solcher Ultraschall-Sellwandler ist beispielsweise aus der DE 196 33 566 bekannt, um den Abstand von Objekten zu sensieren. Zur einfacheren Herstellung einer Vielzahl von Ultraschallwandlern, wie sie im Kraftfahrzeugbereich beispielsweise benötigt werden, wird ein Folienaufbau vorgeschlagen, der in Fig. 1 dargestellt ist. Wird nun ein derartiger Ultraschall-Wandler in eine Zierleiste oder einen Stoßfänger eingespritzt, so treten größere Drücke auf, die aufgrund der unterschiedlichen Elastizität der Folien zu unerwünschten Abständen zwischen den Folien führen können, die dann die Funktionalität des Wandlers beeinträchtigen. Insbesondere in den Metallfolien der Elektroden kann es darüber hinaus zu Haarrissen führen, die dann langfristig zu einem Totalausfall des Wandlers führen.

**[0005]** Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, einen derartigen Ultraschall-Wandler und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, bei denen die zuvor beschriebenen Probleme vermieden werden.

**[0006]** Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 10. Durch die Ausbildung der elektrisch leitenden Folien aus einem leitfähigen Kunststoff passen diese sich an verschiedenste Konturen an, ohne Verwerfungen oder Risse zu bilden. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0007]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Fig. zeigen:

- Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Ultraschall-Folien-Wandler (Stand der Technik),
- Fig. 2 einen Querschnitt durch einen Ultraschall-Folien-Wandler,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Ultraschall-Folien-wandler und
- Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Isolierfolie.

**[0008]** Der Ultraschall-Folien-Wandler 1 umfaßt eine erste Metallschicht 2, eine Isolierschicht 3 und eine zweite Metallschicht 4. Die Metallschicht 4 ist dabei derart strukturiert, daß sich Elektroden 5 und nicht dargestellte Leiterbahnen zu den Elektroden 5 ausbilden. Die Isolierschicht 3, die als Folie ausgebildet ist, dient dabei zur elektrischen Trennung der beiden Metallschichten 2, 4 und weist im Bereich der Elektrode 5 einen Durchbruch 6 auf, so daß sich zwischen den beiden Metallschichten 2, 4 ein Luftpolster ausbilden kann. Die erste Metallschicht 2, die unstrukturiert ausgebildet ist, kann entweder mit der Isolierschicht 3 eine gemeinsame Folie bilden oder auf einer separaten Folie 7 aufgebracht werden. Der Ultraschall-Folien-Wandler 1 wird im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik in Fahrzeugteile 8, wie beispielsweise Zierleisten oder Stoßfänger, integriert, wobei der Ultraschall-Folien-Wandler 11 dabei vorzugsweise in das Fahrzeugteil 8 eingespritzt wird. Aufgrund der beim Einspritzvorgang auftretenden Drücke kann es in den Metallschichten 2, 4 zu Haarrissen kommen, die sich dann im Laufe des Betriebes ausdehnen und zu einem vollkommenen Abreißen der Metallschichten 2, 4 führen können. Des weiteren weisen die Metallschichten 2, 4 trotz ihrer geringen Dicke von 100 µm eine gewisse Starrheit gegenüber den anderen Folien auf, so daß es zu Verwerfungen kommen kann, da sich die Metallschichten 2, 4 nicht ausreichend den Konturen im Spritzwerkzeug anpassen können.

**[0009]** Zur Vermeidung dieser Probleme werden die Metallschichten 2, 4 durch leitfähige Kunststoffolien 9, 10 ersetzt, was in der Fig. 2 im Querschnitt dargestellt ist. Die prinzipielle Schichtenfolge entspricht der aus Fig. 1. Durch die Ausbildung der Elektroden als leitfähige Kunststoffolie 9, 10 ergeben sich jedoch einige

Änderungen. So sind leitfähige Kunststofffolien im Verhältnis zu Metallschichten flexibler, so daß sich diese beim Einspritzvorgang besser den Konturen anpassen und auch durch die anfallenden Drücke sich weniger leicht beschädigen lassen. Zum anderen läßt sich der Herstellvorgang vereinfachen, da beispielsweise die Kunststofffolie 9 und die Isolierfolie 3 sich einfach laminieren lassen und als Rollenware zur Verfügung stehen. Die Kunststofffolie 10 weist im Querschnitt eine pilzförmige Struktur auf, wobei die breitere Oberseite die eigentliche Elektrodenfläche bildet und die schmalere Unterseite zum Ausrichten im Spritzwerkzeug und zum Kontaktieren dient. Diese Form ermöglicht ein ausreichendes Hinterspritzen des Ultraschall-Folien-Wandlers 1 mit Spritzmasse des Teiles 8. Da die die eine Elektrode bildende Kunststofffolie 9 bereits als Folie ausgebildet ist, kann auf die separate Folie 6 gemäß Fig. 1 verzichtet werden. Zum Schutz vor mechanischen Schädigungen und zur farblichen Anpassung an die Umgebung kann dazu alternativ eine Lackschicht 11 auf die Kunststofffolie 9 aufgebracht werden.

**[0010]** In der Fig. 3 ist eine Draufsicht auf den Ultraschallfolien Wandler 1 dargestellt, wobei die Kunststofffolie 10 mit der von ihr gebildeten Elektrode 5 zu den Durchbrüchen 6 der Isolierfolie 3 ausgerichtet ist und diese vollständig bedeckt. Die Durchbrüche 6 sind dabei vorzugsweise als konzentrisch angeordnete Schlitze ausgebildet, wie in der Fig. 4 dargestellt ist.

**[0011]** Besonders geeignet als Basismaterial für die Kunststofffolien 9, 10 sind mit leitfähigen Partikeln gefüllte isolierende Kunststoffe, wobei mit Kohlenstoff, insbesondere mit Ruß, gute Ergebnisse erzielt wurden. Als Kunststoff wird dabei vorzugsweise ein PVC verwendet, das gut verarbeitbar und entsprechend flexibel sich verschiedenen Konturen anpaßt, wozu beispielsweise Rexam 2252 COERX verwendet wird. Die Folien weisen dabei vorzugsweise eine Dicke zwischen 50 bis 100 µm auf.

**[0012]** Besonders einfach lassen sich die Ultraschall-Folien-Wandler 1 herstellen, wenn die Strukturen zur Bildung der Luftpolster in die Kunststofffolie 10 integriert werden, da dann die Isolierfolie 3 wie die Kunststofffolie 9 unstrukturiert ausgebildet werden kann. Dadurch lassen sich die beiden Folien 3, 9 in einem hinsichtlich der Ausrichtung zueinander unkritischen Vorprozeß zusammenaminieren und stehen als Rollenware zur Verfügung, auf die dann ebenfalls ohne kritische Justage die Kunststofffolie 10 aufgebracht werden muß.

### Patentansprüche

1. Ultraschall-Folien-Wandler, umfassend zwei elektrisch leitende Folien, zwischen denen eine Isolierschicht angeordnet ist,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
 die elektrisch leitenden Folien (9, 10) aus leitfähigem Kunststoff gebildet sind.

2. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff als mit leitfähigen Partikeln gefüllter Isolator ausgebildet ist.

3. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel aus Kohlenstoff gebildet sind.

4. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel Rußteilchen sind.

5. Ultraschall-Folien-Wandler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff aus einem PVC gebildet ist.

6. Ultraschall-Folien-Wandler nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eine elektrisch leitende Kunststofffolie (9) als unstrukturierte, die schwingungsfähige Membrane bildende Folie ausgebildet ist.

7. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite elektrisch leitende Kunststofffolie (10) derart strukturiert ist, daß sich singuläre Elektroden (5) und Leiterbahnen ausbilden, wobei die Kunststofffolie (10) im Bereich der Elektroden (5) im Querschnitt pilzförmig ausgebildet ist.

8. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (3) mit konzentrischen Teileinschnitten ausgebildet ist.

9. Ultraschall-Folien-Wandler nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (3) als unstrukturierte Folie und die Kunststofffolie (10) im Bereich der Elektroden (5) mit Luftpolstern bildenden Strukturen ausgebildet sind.

10. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschall-Folien-Wandlers (1) nach Anspruch 9, umfassend folgende Verfahrensschritte:

a) Laminieren der ersten elektrisch leitenden Kunststofffolie (9) mit der Isolierfolie (3) und

b) Aufbringen der zweiten elektrisch leitenden Kunststofffolie (10) auf die gemäß Verfahrensschritt a) erzeugte laminierte Folie.

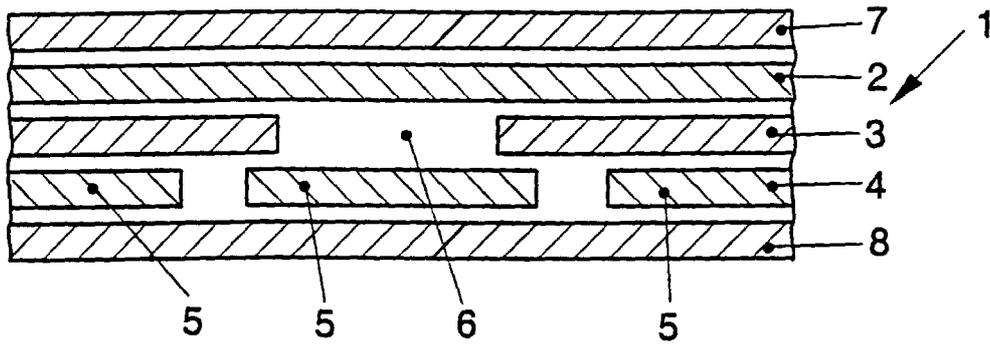


FIG. 1

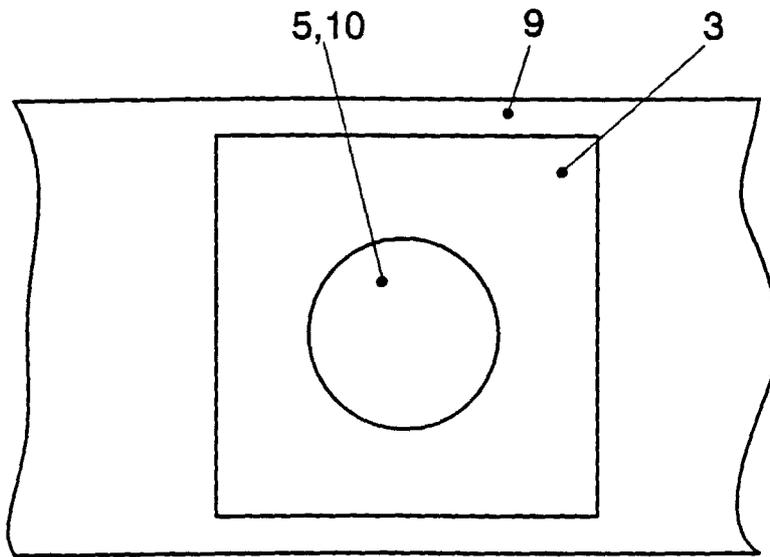


FIG. 3

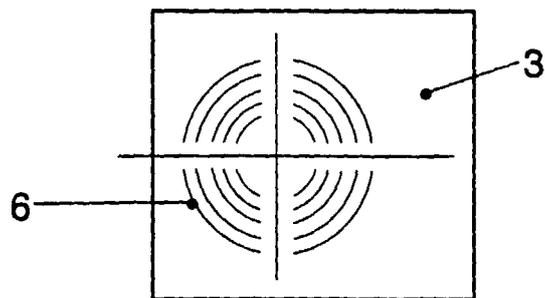


FIG. 4

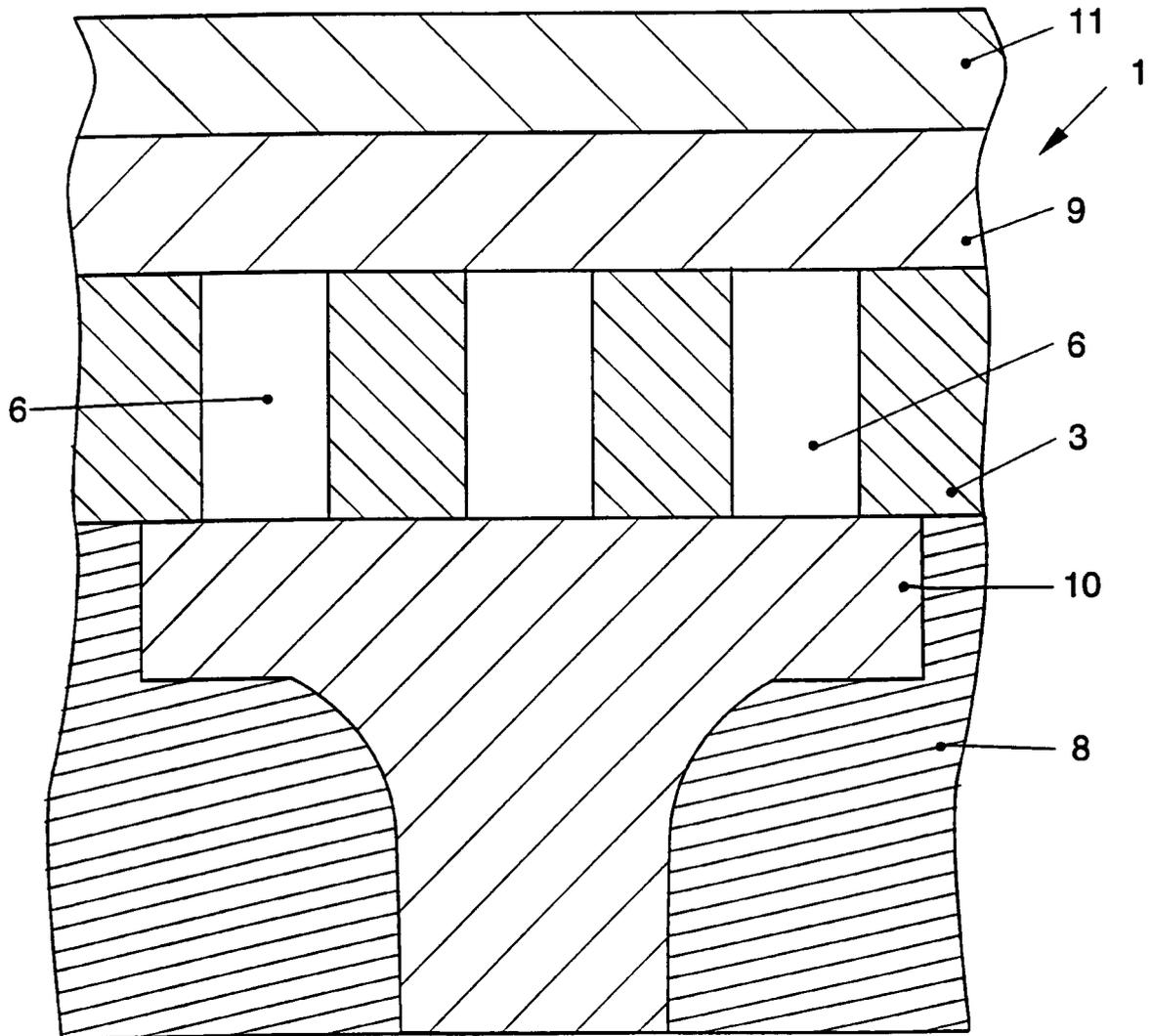


FIG. 2