

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 971 557 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

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

(21) Anmeldenummer: **99109344.4**

(22) Anmeldetag: **31.05.1999**

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

Ultrasonic foil transducer

Transducteur à feuilles ultrasoniques

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.2000 Patentblatt 2000/02

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:

- **Anders, Peter**
38543 Hillerse (DE)
- **Rieck, Klaus**
38108 Braunschweig (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 825 585	DE-A1- 3 309 218
DE-A1- 3 309 234	US-A1- 5 550 790

EP 0 971 557 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 Wechselspannung zwischen den Elektroden kommt es zu einer Krafteinwirkung, 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 Wechselspannung 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 EP-A-0 825 585 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 Pro-

blem 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 des Standes der Technik (Figur 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 1 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 Än-

derungen. 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 Kunststoffolie 9 und die Isolierfolie 3 sich einfach laminieren lassen und als Rollenware zur Verfügung stehen. Die Kunststoffolie 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 eine Elektrode bildende Kunststoffolie 9 bereits als Folie ausgebildet ist, kann auf die separate Folie 7 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 Kunststoffolie 9 aufgebracht werden.

[0010] In der Fig. 3 ist eine Draufsicht auf den Ultraschallfolien Wandler 1 dargestellt, wobei die Kunststoffolie 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 Kunststoffolien 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 Kunststoffolie 10 integriert werden, da dann die Isolierfolie 3 wie die Kunststoffolie 9 unstrukturiert ausgebildet werden kann. Dadurch lassen sich die beiden Folien 3, 9 in einem hinsichtlich der Ausrichtung zueinander unkritischen Vorprozeß zusammenlaminieren und stehen als Rollenware zur Verfügung, auf die dann ebenfalls ohne kritische Justage die Kunststoffolie 10 aufgebracht werden muß.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Folien-Wandler (1), umfassend zwei elektrisch leitende Folien (9, 10), zwischen denen eine Isolierschicht (3) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrisch leitenden Folien (9, 10) aus leitfähigem Kunststoff gebildet sind.

2. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kunststoff als mit leitfähigen Partikeln gefüllter Isolator ausgebildet ist.
3. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Partikel aus Kohlenstoff gebildet sind.
4. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Partikel Rußteilchen sind.
5. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kunststoff aus einem PVC gebildet ist.
6. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die eine elektrisch leitende Kunststoffolie (9) als unstrukturierte, die schwingungsfähige Membrane bildende Folie ausgebildet ist.
7. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite elektrisch leitende Kunststoffolie (10) derart strukturiert ist, daß sich singuläre Elektroden (5) und Leiterbahnen ausbilden, wobei die Kunststoffolie (10) im Bereich der Elektroden (5) im Querschnitt pilzförmig ausgebildet ist.
8. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Isolierschicht (3) mit konzentrischen Teileinschnitten ausgebildet ist.
9. Ultraschall-Folien-Wandler (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Isolierschicht (3) als unstrukturierte Folie und die Kunststoffolie (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 Kunststoffolie (9) mit der Isolierfolie (3) und
 - b) Aufbringen der zweiten elektrisch leitenden Kunststoffolie (10) auf die gemäß Verfahrensschritt a) erzeugte laminierte Folie.

Claims

1. Ultrasonic film transducer (1) comprising two electrically conductive films (9, 10), between which an insulating layer (3) is arranged, **characterized in**

that the electrically conductive films (9, 10) are formed from conductive plastic.

2. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 1, **characterized in that** the plastic is formed as an insulator filled with conductive particles. 5
3. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 2, **characterized in that** the particles are formed of carbon. 10
4. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 3, **characterized in that** the particles are carbon black particles.
5. Ultrasonic film transducer (1) according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** the plastic is formed of a PVC. 15
6. Ultrasonic film transducer (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** one electrically conductive plastic film (9) is formed as an unstructured film forming the diaphragms capable of oscillating. 20
7. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 6, **characterized in that** the second electrically conductive plastic film (10) is structured in such a way that singular electrodes (5) and conductor tracks are formed, the plastic film (10) having a mushroom-like cross section in the region of the electrodes (5). 25
8. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the insulating layer (3) is formed with concentric part incisions. 30
9. Ultrasonic film transducer (1) according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the insulating layer (3) is formed as an unstructured film and the plastic film (10) is formed with structures forming air pads in the region of the electrodes (5). 35
10. Method of producing an ultrasonic film transducer (1) according to Claim 9, comprising the following method steps: 40
 - a) laminating the first electrically conductive plastic film (9) to the insulating film (3) and
 - b) applying the second electrically conductive plastic film (10) to the laminated film produced in accordance with method step a). 45

Revendications 55

1. Convertisseur à films à ultrasons (1) comprenant deux films conducteurs d'électricité (9, 10) entre

lesquels est disposée une couche isolante (3), **caractérisé en ce que** les films conducteurs d'électricité (9, 10) sont constitués de matière plastique conductrice.

2. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la matière plastique est constituée d'un isolant rempli de particules conductrices.
3. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les particules sont en carbone.
4. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les particules sont des particules de suie.
5. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** la matière plastique est du PVC.
6. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'un des films en matière plastique conducteur d'électricité (9) est réalisé sous la forme d'un film non structuré formant la membrane oscillante.
7. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le deuxième film en matière plastique conducteur d'électricité (10) est structuré de manière à former des électrodes singulières (5) et des pistes conductrices, le film en matière plastique (10) étant réalisé avec une section en forme de champignon à proximité des électrodes (5).
8. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la couche isolante (3) est réalisée avec des entailles partielles concentriques.
9. Convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la couche isolante (3) est réalisée sous la forme d'un film non structuré et le film en matière plastique (10) est réalisé avec des structures formant des coussins d'air à proximité des électrodes (5).
10. Procédé de fabrication d'un convertisseur à films à ultrasons (1) selon la revendication 9, comprenant les étapes de procédé suivantes :
 - a) laminage du premier film en matière plastique conducteur d'électricité (9) avec le film isolant (3) et
 - b) application du deuxième film en matière plastique conducteur d'électricité (10) sur le

film laminé produit conformément à l'étape de procédé a).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

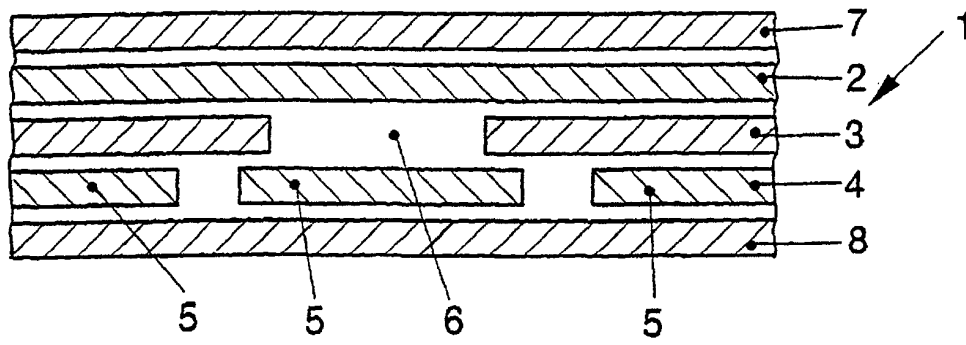


FIG. 1

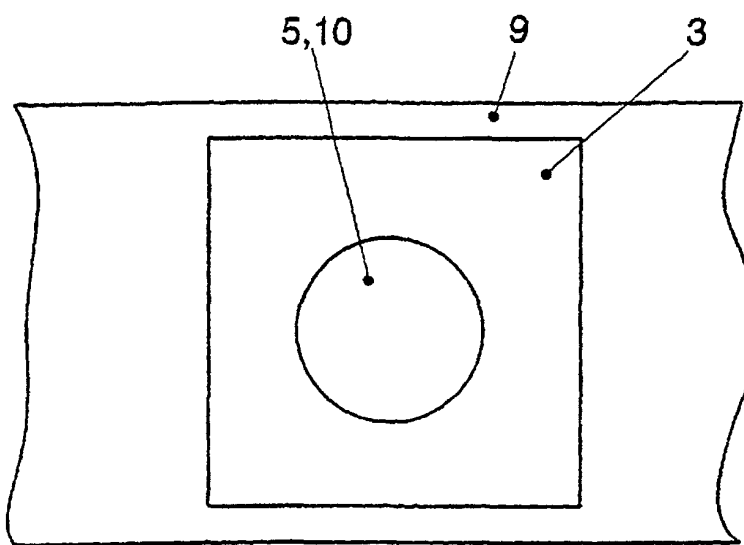


FIG. 3

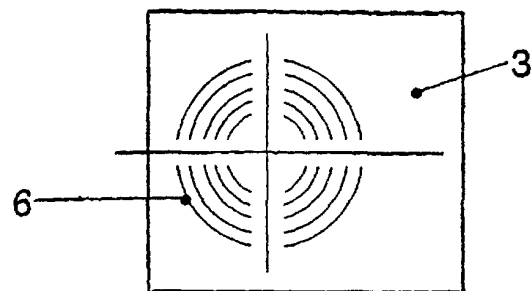


FIG. 4

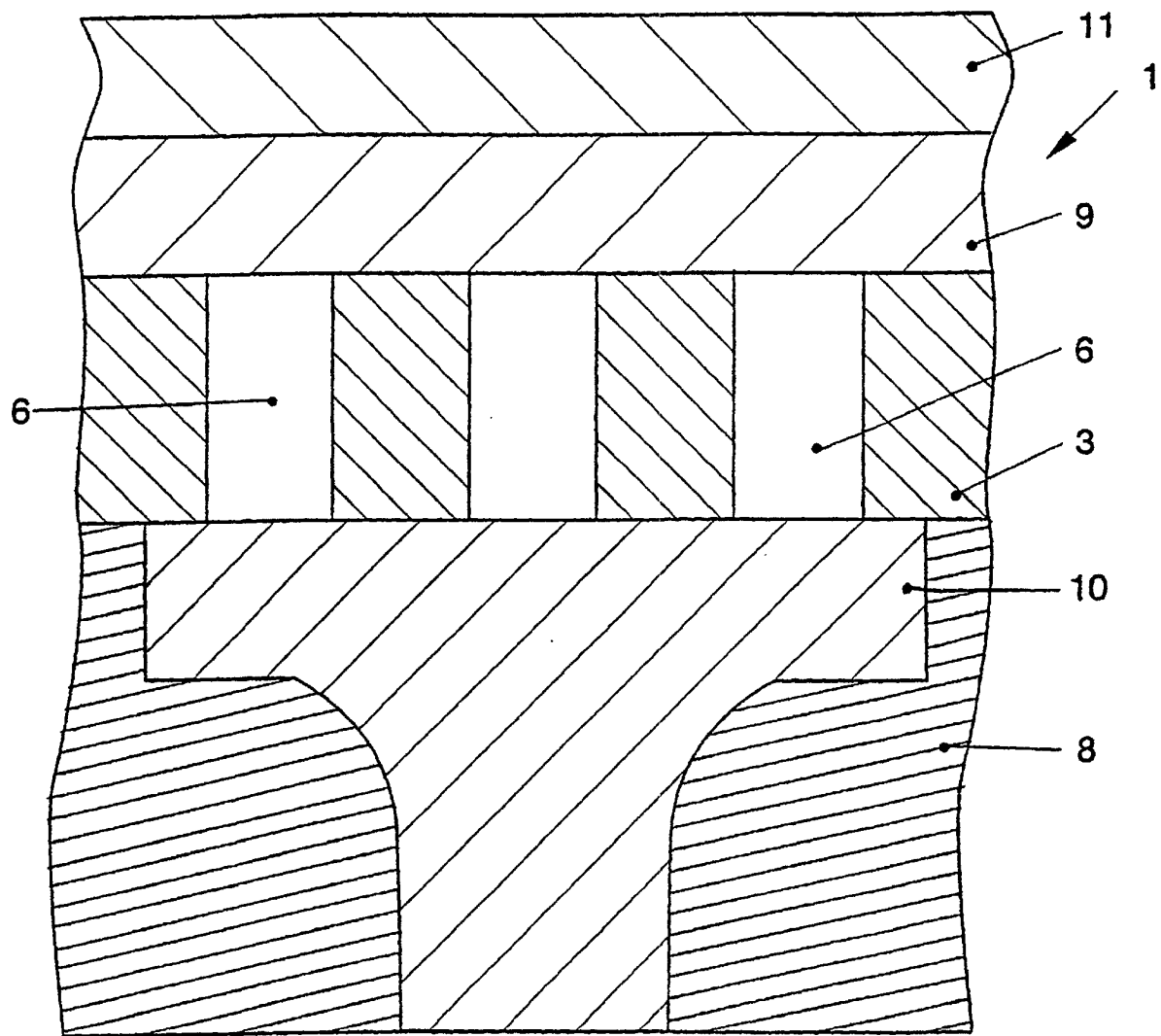


FIG. 2