(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 927 263 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(21) Anmeldenummer: **06805695.1**

(22) Anmeldetag: **12.09.2006**

(51) Int Cl.:
H04R 19/01 *(2006.01)* ***H04R 1/38*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/008865

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/031270 (22.03.2007 Gazette 2007/12)

(54) **KAPAZITIVER SCHALLWANDLER MIT PERFORIERTER DÄMPFUNGSSCHEIBE**

CAPACITIVE SOUND TRANSDUCER HAVING A PERFORATED ATTENUATION DISC

TRANSDUCTEUR ACOUSTIQUE CAPACITIF AYANT UN DISQUE D'AMORTISSEMENT PERFORE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **14.09.2005 DE 102005043664**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.2008 Patentblatt 2008/23

(73) Patentinhaber: **Sennheiser electronic GmbH & Co. KG**
30900 Wedemark (DE)

(72) Erfinder: **HIBBING, Manfred**
30900 Wedemark (DE)

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner**
Postfach 10 60 78
28060 Bremen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 821 217
GB-A- 921 818
US-A- 3 418 436
US-A- 4 817 168

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 927 263 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen kapazitiven Schallwandler mit einer Membran und einer in geringem Abstand zu der Membran angeordneten Gegenelektrode, die eine erste Perforierung aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kondensatormikrophon mit einem kapazitiven Schallwandler gemäß der Erfindung.

[0002] Ein kapazitiver Schallwandler eines Kondensatormikrophons enthält eine durch den Schall bewegte ebene Membran und parallel dazu in geringem Abstand eine perforierte Gegenelektrode. Membran und Gegenelektrode sind elektrisch leitfähig ausgeführt und bilden einen elektrischen Kondensator, dessen Kapazität von der vom Schall verursachten Membranauslenkung abhängig ist. Ein solches Kondensatormikrophon ist beispielsweise aus der DE 19715365 bekannt.

[0003] Der luftgefüllte enge Raum zwischen Membran und Gegenelektrode, der sogenannte Luftspalt, wirkt aufgrund der Viskosität der Luft als Reibungswiderstand, der die Membranbewegung hemmt. Dieser Effekt wird zu der Kontrolle der Membranbewegung verwendet. Der Luftspaltwiderstand ist jedoch nicht konstant, sondern hängt vom momentanen Abstand zwischen der Membran und der Gegenelektrode ab. Wenn sich die Membran auf die Gegenelektrode zu bewegt, wird der Luftspalt enger und deshalb der Reibungswiderstand größer, andernfalls kleiner. Daher erzeugt ein Überdruck vor der Membran, der die Membran auf die Gegenelektrode zu bewegt, eine geringere Membranauslenkung als ein gleich großer Unterdruck, der die Membran von der Gegenelektrode fort bewegt. Die Membranbewegung und die dadurch hervorgerufene Kapazitätsänderung ist daher kein lineares Abbild des Schallsignals, sondern sie ist nichtlinear verzerrt.

[0004] Das Ausmaß der Nichtlinearität kann verringert werden, indem die Membranauslenkung durch geeignete Maßnahmen, beispielsweise durch eine stärkere Luftspaltdämpfung, reduziert wird. Daraus ergeben sich aber nachteilige Effekte, weil die Wandlerempfindlichkeit verringert wird und als Folge davon auch die Rauscheigenschaften des Mikrophons ungünstig beeinflusst werden.

[0005] Eine vorteilhaftere Möglichkeit, um die Nichtlinearität der Membranauslenkung zu reduzieren, bietet der sogenannte symmetrische Gegentaktwandler, wie er beispielsweise in der DE 43 07 825 A1 beschrieben ist. Er enthält eine zweite Gegenelektrode mit identischen Eigenschaften wie die erste Gegenelektrode, die so vor der Membran angeordnet ist, dass sich auf beiden Seiten der Membran gleichartig Luftspalte bilden. Die Membranbewegung bewirkt in diesem Fall gegensätzliche Widerstandsänderungen in beiden Luftspalten, die sich gegenseitig kompensieren. Dadurch wird die Membranbewegung linearisiert und die Wandlerverzerrungen werden minimiert.

[0006] Üblicherweise wird bei Gegentaktwandlern die Kapazitätsänderung zwischen den beiden Gegenelektroden und der Membran nach dem HF-Prinzip ausgewertet, indem beide Gegenelektroden mit der elektrischen Schaltung des Mikrophons verbunden werden. Der damit verbundene prinzipielle Nachteil, dass die zusätzliche, vor der Membran angeordnete Gegenelektrode unmittelbar der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt ist, so dass ihre elektrische Isolation beeinträchtigt werden kann, wirkt sich bei dem HF-Prinzip nicht aus, da dieses Prinzip sehr niedrige elektrische Impedanzen ergibt.

[0007] Bei Kondensatormikrophonen und Elektretmikrophonen, die nach dem NF-Prinzip arbeiten, würde der elektrische Betrieb der vorderen Gegenelektrode wegen der dann sehr hohen elektrischen Impedanzen zu einer erheblich erhöhten Feuchtigkeitsempfindlichkeit führen. Dieser Nachteil hat der Einführung des Gegentaktprinzips bisher bei diesen Mikrophontypen im Wege gestanden.

[0008] Ein weiterer Nachteil der in bekannten Kondensatormikrophonen verwendeten kapazitiven Schallwandler ist, dass die Membran in den Bereichen, die perforierten Bereichen der Gegenelektrode gegenüberliegen, bei hohen Frequenzen partielle Eigenschwingungen ausführt, die zu unerwünschten frequenzabhängigen Änderungen der Übertragungseigenschaften des Kondensatormikrophons führen. Die Frequenzen, bei denen partielle Eigenschwingungen auftreten, hängen von der mechanischen Spannung der Membran und von der Größe und Form der Perforierung der Gegenelektrode ab. Sie liegen häufig noch innerhalb des Übertragungsbereichs, also des spezifizierten Arbeitsfrequenzbereichs, und führen zu unerwünschten frequenzabhängigen Änderungen der Übertragungseigenschaften des Kondensatormikrophons.

[0009] Dieses unerwünschte Schwingungsverhalten bei hohen Frequenzen kann in den Bereichen der Membran, die den nichtperforierten Bereichen der Gegenelektroden gegenüberliegen, ausreichend unterdrückt werden, wenn der Abstand zwischen der Membran und der Gegenelektrode so gering ausgeführt wird, dass die Viskosität der Luft in dem von der Membran und der Gegenelektrode gebildeten Luftspalt für eine hinreichende Dämpfung der Membranbewegung sorgt. Diese Dämpfung fehlt jedoch in den Membranbereichen, die den perforierten Bereichen der Gegenelektrode gegenüberliegen, so dass dort die unerwünschten Eigenschwingungen der Membran nicht unterdrückt werden.

[0010] Bei den bekannten Verfahren zur Dämpfung der Membranbewegung, beispielsweise durch eine auf der Rückseite der Gegenelektrode angebrachte poröse Gewebeschicht, lässt sich keine ausreichende Dämpfung der partiellen Eigenschwingungen erreichen, da bei hohen Frequenzen eine hinreichend direkte Einwirkung durch die akustischen Federungseigenschaften der in den perforierten Bereichen der Gegenelektrode eingeschlossenen Luft verhindert wird.

[0011] US 4,817,168 offenbart ein Richtmikrofon in Form eines Kondensatormikrofons, bei dem eine Membran in geringem Abstand zu einer Gegenelektrode mit einer Perforierung angeordnet ist. Ferner ist dort, durch

eine Luftkammer von der Gegenelektrode getrennt, eine Zwischenwand 25 mit Öffnungen vorgesehen.

[0012] Aus der GB 921,818 ist ein Kondensatormikrofon bekannt, das eine zweifache Anordnung eines konventionellen Membran-Gegenelektrodensystems aufweist, die durch einen festen Körper mit einem Verbindungskanal getrennt sind.

[0013] Aus der DE 821 217 ist ein Kondensatormikrofon bekannt, bei dem hinter der Membran zwei voneinander beabstandete perforierte Platten mit zueinander versetzter Perforierung und eine Dämpfungsschicht angeordnet sind.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen kapazitiven Schallwandler zur Verfügung zu stellen, der auf einfache Weise die nichtlinearen Verzerrungen und die störenden partiellen Eigenschwingungen der Membran wirksam unterdrückt.

[0015] Die Aufgabe wird bei einem kapazitiven Schallwandler der eingangs genannten Art erfindungsgemäße gelöst durch eine schalldurchlässige Dämpfungsscheibe, die eine zweite Perforierung aufweist, wobei die erste Perforierung und die zweite Perforierung zueinander versetzt angeordnet sind, die Membran zwischen der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe angeordnet ist und der Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe und der Membran im wesentlichen gleich dem Abstand zwischen der Gegenelektrode und der Membran ist.

[0016] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei einem geringen Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe und der Membran die unerwünschten partiellen Membraneigenschwingungen auch in den Bereichen, die den perforierten Bereichen, also den Löchern, der Gegenelektrode gegenüberliegen, durch die Viskosität der zwischen der Membran und der zusätzlichen Dämpfungsscheibe eingeschlossenen Luft wirksam unterdrückt werden. Um diesen Effekt zu nutzen, wird die zweite Perforierung derart versetzt angeordnet, dass perforierte Bereiche der ersten und zweiten Perforierung sich nicht oder nur teilweise überdecken. Dabei können die Perforierungen der Gegenelektrode und Dämpfungsscheibe beliebig gestaltet werden. Das betrifft sowohl die Anordnung der perforierten Bereiche, also der Löcher, als auch ihre Größe, Anzahl und Form.

[0017] Grundsätzlich weist jede Membran Moden auf. Die Frequenzen der Moden, bei denen die Membran als Ganzes schwingt, sind so niedrig, dass die zugehörigen Wellenlängen so groß im Vergleich zur Perforierungsstruktur der Gegenelektrode sind, dass hier die Unterbrechungen des Luftspalts in den perforierten Bereichen nur eine graduelle Verminderung der Gesamtdämpfung bewirken. Bei den hohen Frequenzen der Partialmoden sind die Verhältnisse dagegen grundsätzlich anders. Die den perforierten Bereichen der Gegenelektrode gegenüberliegenden Bereiche der Membran sind mit Partialmembranen vergleichbar, die am Perforierungsrand eingespannt sind. Die Partialmembranen können im Lochbereich frei und relativ ungedämpft schwingen. Es bleibt lediglich die innere Dämpfung des Membranmaterials und der Einfluss des umgebenden Luftspaltbereichs übrig, der aber kaum über die nur geringe Biegesteifigkeit der Membran in den Lochbereich hineinwirken kann.

[0018] Bei der tiefsten partiellen Eigenschwingung (Grundmode) schwingt die Partialmembran in der Mitte am stärksten. Deshalb muss hier der dämpfende Einfluss am größten sein. Erfindungsgemäß wird dies erreicht, indem zumindest der mittlere Bereich der Partialmembran durch mindestens einen Luftspalt bedämpft wird. Im Randbereich der Partialmembran können sich die Perforierungen der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe teilweise überlappen, ohne dass dadurch der dämpfende Effekt wesentlich beeinträchtigt wird. Als Richtwert für eine ausreichende Bedämpfung kann gelten, dass mindestens die halbe Partialmembranfläche von mindestens einem Luftspalt überdeckt wird.

[0019] Weitere Partialschwingungsmoden bei noch höheren Frequenzen sind in der Regel so schwach ausgeprägt, dass sie in diesem Zusammenhang nicht besonders berücksichtigt werden müssen.

[0020] Durch die erfindungsgemäße schalldurchlässig perforierte Dämpfungsscheibe werden die übrigen akustischen Eigenschaften des kapazitiven Schallwandlers nur minimal beeinflusst, die Eigenschwingungen der Membran und Verzerrungen der Membranbewegung aber wirksam unterdrückt, was zu einer deutlich verbesserten Übertragungsqualität des Wandlers insbesondere bei hohen Frequenzen führt. Durch die Anordnung der erfindungsgemäßen Dämpfungsscheibe wird eine Dämpfung erreicht, die lokal und unmittelbar in den Bereichen der Membran wirkt, die zu partiellen Eigenschwingungen neigen. Die lokale und unmittelbare Wirkung wird erreicht, indem die Viskosität der zwischen der Membran und der Dämpfungsscheibe befindlichen Luft direkt, also ohne zusätzliche mechanische oder akustische Koppelelemente, zur Dämpfung genutzt wird.

[0021] Bei hinreichend geringem Abstand zwischen der Membran und der Gegenelektrode einerseits und der Membran und der Dämpfungsscheibe andererseits kann eine ausreichend hohe und möglichst gleichmäßig über die Membran verteilte Dämpfungswirkung auch dann erreicht werden, wenn sich die perforierten Bereiche der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe teilweise überlappen.

[0022] Diese Anordnung ist außerdem besonders vorteilhaft, da die Dämpfungsscheibe bei beliebiger Membranauslenkung für eine gegensinnige Änderung der akustischen Impedanzen in den beiden Luftspalten sorgt, so dass die gesamte akustische Impedanz des erfindungsgemäßen kapazitiven Schallwandlers weniger als bei konventionellen kapazitiven Schallwandlern von der Membranauslenkung abhängt. Dadurch werden auf einfache Art und Weise die Eigenschwingungen der Membran und die nichtlinearen Verzerrungen geschwächt, ohne die übrigen Eigenschaften des kapazitiven Schallwandlers zu beeinträchtigen.

[0023] Der erfindungsgemäße kapazitive Schallwandler ermöglicht einen gleichmäßigen Verlauf des Fre-

quenzgangs bei hohen Frequenzen. Der Frequenzgang ist eine der wichtigsten dokumentierbaren Wandlereigenschaften. Eine Verbesserung ist für den Nutzer eines erfindungsgemäßen kapazitiven Schallwandlers sofort ersichtlich und schlägt sich ummittelbar positiv in der Übertragungsqualität nieder.

[0024] Die erfindungsgemäße Dämpfungsscheibe erfordert nur eine geringe bauliche Veränderung eines kapazitiven Schallwandlers, wodurch die Dämpfung von störenden Einflüssen auf einfache und kostengünstige Weise ermöglicht wird.

[0025] Bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen kapazitiven Schallwandlers sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0026] Vorteilhafterweise sind die erste Perforierung und die zweite Perforierung derart zueinander versetzt, dass perforierten Bereichen, also den Löchern, der Gegenelektrode jeweils nichtperforierte Bereiche der Dämpfungsscheibe gegenüberliegen. Auf diese Weise liegt jedem Bereich der Membran mindestens ein dämpfender Luftspalt gegenüber, der die störenden Eigenschwingungen dämpft. Durch eine solche Anordnung der Perforierungen zueinander wird ein maximaler Dämpfungseffekt der Partialschwingungen erreicht.

[0027] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die erste Perforierung und die zweite Perforierung derart zueinander versetzt , dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode jeweils ein Teil eines perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe gegenüberliegt. Bei einer solchen Anordnung der Perforierungen zueinander überlappen sich die perforierten Bereiche der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe teilweise. Es gibt somit Bereiche der Membran, denen kein nichtperforierter Bereich gegenüberliegt. Dies ist besonders vorteilhaft, da dann die perforierten Bereiche der ersten und zweiten Perforierung enger beieinander liegend und in größerer Anzahl angeordnet werden können. Das ist vorteilhaft, weil dadurch die Schalldurchlässigkeit der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe erhöht und so der Wandlerwirkungsgrad bei den hohen Frequenzen verbessert wird.

[0028] Bevorzugt sind die erste Perforierung und die zweite Perforierung derart zueinander versetzt, dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode jeweils ein Teil eines ersten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe und mindestens ein Teil eines zweiten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe gegenüberliegt. In dieser Ausführungsform wird ein perforierter Bereich der Gegenelektrode von mindestens zwei perforierten Bereichen der Dämpfungsscheibe überlappt. Dies ermöglicht eine erfindungsgemäße Dämpfung auch in dem Fall, in dem eine große Anzahl von perforierten Bereichen der ersten Perforierung vorgesehen ist, zu der eine ebenfalls große Anzahl von perforierten Bereichen der zweiten Perforierung versetzt angeordnet ist.

[0029] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist der Teil eines perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe, der mindestens einem perforierten Bereich der Gegenelektrode gegenüberliegend angeordnet ist, ein Randbereich des perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe. In einer solchen Anordnung überlappen sich die Löcher der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe teilweise geringfügig in den Randbereichen. Auf diese Weise liegt einem mittleren Bereich einer Partialmembran stets mindestens ein nichtperforierter Bereich gegenüber. Eine solche Anordnung ermöglicht einen Kompromiss zwischen einem maximalen Dämpfungseffekt (keine Überlappung der Perforierungen) und dichter Anordnung und/oder große Anzahl von Perforierungen der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe (Teile der Perforierungen überlappen).

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung ist es vorgesehen, dass die zweite Perforierung im wesentlichen gleichartig perforierte Bereiche wie die erste Perforierung aufweist. Auf diese Weise werden die akustischen Eigenschaften der Dämpfungsscheibe an die der Gegenelektrode angeglichen. Beispielsweise sind Größe, Form, Anzahl und Anordnung der perforierten Bereiche, also der Löcher, identisch, so dass sich durch einen entsprechenden Versatzwinkel zwischen der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe, also durch eine Verdrehung der Dämpfungsscheibe um ihre senkrecht zur Dämpfungsscheibe liegende Rotationsachse gegenüber der Gegenelektrode, eine wirksame Bedämpfung der Membran einerseits und eine für eine verzerrungsarme Membranbewegung günstige Symmetrie andererseits erreichen lässt.

[0031] Vorteilhaft ist es, perforierte Bereiche unterschiedlicher Größen innerhalb der ersten und/oder der zweiten Perforierung anzuordnen. Unterschiedliche Lochgrößen ergeben eine entsprechende Verteilung der Partialschwingungsfrequenzen. Dadurch können die Resonanzeffekte über einen größeren Frequenzbereich verteilt werden, sodass sie nicht bei einer Frequenz konzentriert in Erscheinung treten. Allerdings sind die Partialschwingungen ohne die erfindungsgemäße Anordnung einer Dämpfungsscheibe weiterhin ungedämpft und wirken sich durch störendes Ein- und Ausschwingen nachteilig auf die Übertragungsqualität aus. Deshalb ist es auch in diesem Fall vorteilhaft, die erfindungsgemäße Bedämpfung vorzunehmen.

[0032] Die Perforierungen können besonders vorteilhaft rotationssymmetrisch, kreisförmig, in Reihen oder Waben angeordnet werden. Eine Rotationssymmetrie kreisförmiger Lochanordnungen erleichtert die symmetrische Gestaltung der beiden perforierten Scheiben und gestattet es somit in einfacher Weise, akustisch symmetrische Lösungen mit gleichen Lochanzahlen in akustisch gleichwertigen Bereichen der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe zu finden. Diese Anordnung ist für die Realisierung eines symmetrischen Gegentaktwandlers besonders vorteilhaft. Die Anordnung der Perforierungen in Reihen oder auch Wabenform ermöglicht besonders vorteilhaft eine gleichmäßigere und engere Struktur der perforierten Bereiche. Dadurch wird eine höhere akustische Durchlässigkeit ermöglicht, die sich ins-

besondere bei hohen Frequenzen günstig auswirkt.

[0033] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Dämpfungsscheibe als eine zweite Gegenelektrode ausgebildet. Wird eine zusätzliche Gegenelektrode als Dämpfungsscheibe verwendet, übernimmt diese bei erfindungsgemäßer Anordnung ihrer Perforierung die dämpfende Funktion der Dämpfungsscheibe. Auf diese Weise können die Vorteile eines Gegentaktwandlers mit denen der erfindungsgemäßen Dämpfungsscheibe kombiniert werden. Mit der erfindungsgemäßen versetzten Anordnung der zweiten Perforierung der zweiten Gegenelektrode gegenüber der ersten Perforierung der ersten Gegenelektrode wird es ermöglicht, störende Einflüsse durch Nichtlinearitäten der Membranbewegung und Eigenschwingungen der Membran in einem Gegentaktwandler zu unterdrücken, so dass dieser in hohen Frequenzbereichen deutlich bessere Übertragungseigenschaften aufweist, als es mit einem Gegentaktwandler gemäß dem Stand der Technik bisher möglich war. Diese Ausführung ist vorteilhaft zusammen mit dem HF-Prinzip einsetzbar, während sich die Ausführung mit einer Dämpfungsscheibe ohne elektrische Funktion besonders für Koridensatormikrophone eignet, die nach dem NF-Prinzip arbeiten.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Dämpfungsscheibe nicht elektrisch mit dem Schallwandler gekoppelt und es findet keine elektrische Auswertung statt. Auf diese Weise wird ein sehr einfacher Aufbau eines Schallwandlers ermöglicht, welcher nur um die erfindungsgemäße Dämpfungsscheibe ergänzt wird, ohne an dem elektrischen Aufbau des Wandlers Änderungen vornehmen zu müssen.

[0035] Weiterhin ist es bevorzugt, dass der Abstand zwischen der Gegenelektrode und der Membran gleich dem Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe und der Membran ist. Durch die symmetrische Anordnung wird erreicht, dass beliebige Membranauslenkungen zu gleichgroßen gegensinnigen Änderungen der akustischen Impedanzen in den beiden Luftspalten führen und die gesamte akustische Impedanz des Schallwandlers konstant bleibt. Dadurch werden sowohl die Eigenschwingungen der Membran als auch die nichtlinearen Verzerrungen des Schallwandlers unterdrückt.

[0036] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kondensatormikrophon mit einem Schallwandler, wie er in den Ansprüchen 1 bis 11 definiert ist.

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines bekannten Kondensatormik- rophons mit einem kapazitiven Schallwandler,

Fig. 2a eine Draufsicht auf eine Membran bei einem bekannten kapazi- tiven Schallwandler,

Fig. 2b einen Querschnitt durch eine Membran und eine Gegenelektro- de bei einem bekannten kapazitiven Schallwandler,

Fig. 3a eine Draufsicht auf eine Dämpfungsscheibe bei einem erfin- dungsgemäßen kapazitiven Schallwandler gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3b einen Querschnitt durch eine Dämpfungsscheibe, Membran und Gegenelektrode bei einem erfindungsgemäßen kapazitiven Schallwandler gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfin- dung,

Fig. 4 eine zweite Ausführungsform in einer Draufsicht auf eine Dämp- fungsscheibe bei einem erfindungsgemäßenkapazitiven Schallwandler, und

Fig. 5 eine dritte Ausführungsform in einer Draufsicht auf eine Dämp- fungsscheibe bei einem erfindungsgemäßenkapazitiven Schallwandler.

[0038] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch ein bekanntes Kondensatormikrophon (Elektretmikrophon) mit einem kapazitiven Schallwandler, welches vielfach in identischer oder ähnlicher Weise produziert wird. Innerhalb des mit einer Schalleinlassöffnung 11 versehenen Mikrophongehäuses 13 sind dort folgende Elemente vorgesehen: ein Membranring 12, eine auf dem Membranring 12 aufgeklebte Membran 3, eine Distanzscheibe 4, eine Elektretfolie 15, eine damit verbundene Gegenelektrode 1, ein Kontaktring 17, ein Isolierteil 18 und eine Platine 19 mit einer darauf angebrachten Schaltungsanordnung 20 (insbesondere mit einem Feldeffekt-Transistor) und mit Anschlusskontakten 21. Der Luftspalt 5 zwischen der Membran 3 und der Elektretfolie 15 bzw. der Gegenelektrode 1 wird dabei definiert durch die Distanzscheibe 4.

[0039] Eine solche Konstruktion weist jedoch Nachteile auf, so dass ein solches Kondensatormikrophon sich nicht besonders als hochwertiges Mikrophon eignet. Im Bereich hoher Frequenzen werden Eigenschwingungen der Membran 3 in den Bereichen angeregt, die nicht einem dämpfenden Luftspalt der Gegenelektrode 1 gegenüberliegen. Diese Eigenschwingungen führen zu störenden Einflüssen auf das Übertragungsverhalten des Kondensatormikrophons.

[0040] Fig. 2a zeigt in schematischer Darstellung eine Draufsicht auf eine Membran eines kapazitiven Schallwandlers bei einem herkömmlichen. Kondensatormikrophon; Fig. 2b zeigt einen Querschnitt des eigentlichen kapazitiven Schallwandlers. Die Membran 3 ist vor der Gegenelektrode 1 mit der Perforierung 2 (gestrichelt) angeordnet. Die im Luftspalt 5 zwischen der Membran 3 und der Gegenelektrode 1 eingeschlossene Luft bedämpft aufgrund ihrer Viskosität die Membranbewegung. Im Bereich der Perforierung wird die Membran 3 jedoch nicht ausreichend bedämpft, sodass sich hier störende Eigenschwingungen 6 ausbilden können.

[0041] Fig. 3a und Fig. 3b stellen in Analogie zu Fig. 2a und Fig. 2b die im wesentlichen geänderten Elemente eines kapazitiven Schallwandlers gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung dar. Vor der Membran 3 ist dabei eine zusätzliche Dämpfungsscheibe 7 mit einer

Perforierung 8 (nicht gestrichelt) angeordnet. Dabei sind die Perforierungen 2, 8 so versetzt zueinander angeordnet, dass sie sich nirgends überlappen. Eine zur Distanzscheibe 4 ähnlich gestaltete Distanzscheibe 9 bestimmt den Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe 7 und der Membran 3. Dadurch wird ein zweiter Luftspalt 10 gebildet. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Membran 3 auf ihrer gesamten Fläche durch einen Luftspalt 5 und/oder einen Luftspalt 10, also durch mindestens einen nichtperforierten Bereich, bedämpft wird. So werden die Eigenschwingungen 6 der Membran 3 wirksam unterdrückt.

[0042] In der in Fig. 3a und Fig. 3b gezeigten Ausführungsform sind die erste Perforierung 2 und die zweite Perforierung 8 derart versetzt zueinander angeordnet, dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode 1 jeweils nichtperforierte Bereiche der Dämpfungsscheibe 7 gegenüberliegen. Die perforierten Bereiche der Dämpfungsscheibe 7 und der Gegenelektrode 1 sind von gleicher Größe und Form, jedoch von unterschiedlicher Anzahl und Anordnung in Reihen.

[0043] Fig. 4 zeigt beispielhaft eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform, bei der die Perforierung 8 der Dämpfungsscheibe 7 die Perforierung 2 der Gegenelektrode 1 teilweise überlappt und bei der die Perforierungen 2, 8 in Reihen angeordnet sind. Dabei sind die erste Perforierung 2 und die zweite Perforierung 8 derart versetzt zueinander angeordnet sind, dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode 1 jeweils ein Teil eines ersten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe 7 und ein Teil eines zweiten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe 7 gegenüberliegt. Auch in diesem Fall kann eine wirksame Bedämpfung der Membran 3 erreicht werden, wenn die Überlappung vornehmlich in den Randbereichen der Perforierungen stattfindet, so dass der Membran auch in den perforierten Bereichen der Löcher 2 bzw. 8 ausreichend große dämpfende Flächen der Gegenelektrode 1 bzw. der Dämpfungsscheibe 7, insbesondere in den mittleren Bereichen der Partialmembranen, gegenüberliegen.

[0044] Fig. 5 zeigt beispielhaft eine dritte mögliche Ausführung mit rotationssymmetrisch angeordneten Perforierungen, bei der sich die Perforierung 8 der Dämpfungsscheibe 7 und die Perforierung 2 der Gegenelektrode 1 nur geringfügig in den Randbereichen überlappen. Die Anzahl der Löcher in der Gegenelektrode 1 und in der Dämpfungsscheibe 7 ist in den hier beispielhaft ausgeführten drei Zonen gleich groß und die akustische Wirkung der Gegenelektrode 1 und der Dämpfungsscheibe 7 folglich gleichartig. Diese Ausführungsform ist besonders geeignet für die Realisierung eines symmetrischen Gegentaktwandlers, der die Vorteile der erfindungsgemäßen Dämpfungsscheibe und eines symmetrischen Gegentaktwandlers in sich vereint.

[0045] In den Figuren 2 bis 5 wurden die Perforierungen stellvertretend durch kreisförmige Löcher mit einheitlichen Lochgrößen dargestellt, die Perforierungen sind aber durchaus mit beliebig anderen Formen und Größen von perforierten Bereichen realisierbar. Weiterhin können die Perforierungen der beiden Scheiben unterschiedlich angeordnet sein und/oder sich in Anzahl und Form voneinander unterscheiden.

[0046] Die reihen- und kreisförmigen Lochanordnungen in den Figuren haben ebenfalls nur beispielhafte Bedeutung, auch andere Anordnungen von perforierten Bereichen können eine äquivalente Dämpfung der Eigenschwingungen der Membran bewirken.

[0047] Die erfindungsgemäße Dämpfungsscheibe kann sowohl in einem kapazitiven Aufnahmewandler wie auch in einem kapazitiven Wiedergabewandler angeordnet werden. In beiden Schallwandlern wirkt eine Dämpfungsscheibe gemäß der Erfindung dämpfend und verzerrungsmindernd und steigert somit die Signalqualität.

[0048] Ein maximaler Dämpfungseffekt der Partialschwingungen wird erreicht, wenn einem perforierten Bereich der Gegenelektrode ein nicht perforierter Bereich der Dämpfungsscheibe gegenüberliegt. Überlappen die perforierten Bereiche der Gegenelektrode und der Dämpfungsscheibe, so wird der Dämpfungseffekt der Partialmoden zwar geringer, jedoch können mehr perforierte Bereiche auf der Gegenelektrode und/oder Dämpfungsscheibe untergebracht werden, was die zu einer Erhöhung der Schalldurchlässigkeit der Gegenelektrode und/oder der Dämpfungsscheibe führt. Für einen speziellen kapazitiven Wandler kann also ein Kompromiss in der Anzahl und Anordnungen der Perforierungen zueinander gewählt werden.

Patentansprüche

1. Kapazitiver Schallwandler mit einer Membran (3) und einer Gegenelektrode (1), die eine erste Perforierung (2) aufweist,
   gekennzeichnet durch eine schalldurchlässige Dämpfungsscheibe (7), die eine zweite Perforierung (8) aufweist, wobei die erste Perforierung (2) und die zweite Perforierung (8) zueinander versetzt angeordnet sind, die Membran (3) zwischen der Gegenelektrode (1) und der Dämpfungsscheibe (7) angeordnet ist und der Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe (7) und der Membran (3) im wesentlichen gleich dem Abstand zwischen der Gegenelektrode (1) und der Membran (3) ist.

2. Kapazitiver Schallwandler nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass die erste Perforierung (2) und die zweite Perforierung (8) derart versetzt angeordnet sind, dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode (1) jeweils nichtperforierte Bereiche der Dämpfungsscheibe (7) gegenüberliegen.

3. Kapazitiver Schallwandler nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass die erste Perforierung (2) und die zweite Perforierung (8) derart versetzt angeordnet sind, dass perforierten Bereichen

der Gegenelektrode (1) jeweils ein Teil eines perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe (7) gegenüberliegt.

4. Kapazitiver Schallwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Perforierung (2) und die zweite Perforierung (8) derart versetzt angeordnet sind, dass perforierten Bereichen der Gegenelektrode (1) jeweils ein Teil eines ersten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe (7) und mindestens ein Teil eines zweiten perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe (7) gegenüberliegt.

5. Kapazitiver Schallwandler nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil eines perforierten Bereiches der Dämpfungsscheibe (7) ein Randbereich des perforierten Bereiches der Dämpfungscheibe (7) ist.

6. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Perforierung (8) im wesentlichen gleichartig perforierte Bereiche, insbesondere in Form, Größe, Anzahl und Anordnung, wie die erste Perforierung (2) aufweist.

7. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** perforierte Bereiche unterschiedlicher Größe innerhalb der ersten Perforierung (2) und/oder der zweiten Perforierung (8) angeordnet sind.

8. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die perforierten Bereiche mindestens einer Perforierung (2, 8) in einer Rotationssymmetrie, in Reihen oder in Waben angeordnet sind.

9. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsscheibe (7) als zusätzliche Gegenelektrode ausgebildet ist.

10. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsscheibe (7) nicht elektrisch mit dem Schallwandler gekoppelt ist.

11. Kapazitiver Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen der Gegenelektrode (1) und der Membran (3) im wesentlichen gleich dem Abstand zwischen der Dämpfungsscheibe (7) und der Membran (3) ist.

12. Kondensatormikrophon mit einem kapazitiven Schallwandler nach einem der vorstehenden Ansprüche.

Claims

1. A capacitive sound transducer comprising a diaphragm (3) and a counterelectrode (1) which is provided with first perforations (2), **characterized by** a sound-permeable attenuation disc (7) having second perforations (8), wherein the first perforations (2) and the second perforations (8) are offset in relation to each other, the diaphragm (3) is arranged between the counterelectrode (1) and the attenuation disc (7), and the distance between the attenuation disc (7) and the diaphragm (3) is substantially equal to the distance between the counterelectrode (1) and the diaphragm (3).

2. The capacitive sound transducer of claim 1, **characterized in that** the first perforations (2) and the second perforations (8) are offset from each other in such a way that perforated regions of the counterelectrode (1) lie opposite non-perforated regions of the attenuation disc (7).

3. The capacitive sound transducer of claim 1, **characterized in that** the first perforations (2) and the second perforations (8) are offset from each other in such a way that perforated regions of the counterelectrode (1) each lie opposite a part of a perforated region of the attenuation disc (7).

4. The capacitive sound transducer of claim 1, **characterized in that** the first perforations (2) and the second perforations (8) are offset from each other in such a way that perforated regions of the counterelectrode (1) each lie opposite a part of a first perforated region of the attenuation disc (7) and at least one part of a second perforated region of the attenuation disc (7).

5. The capacitive sound transducer of any of claims 3 or 4, **characterized in that** the part of a perforated region of the attenuation disc (7) is an edge region of the perforated region of the attenuation disc (7).

6. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** the second perforations (8) has perforated regions that are substantially identical to the first perforations (2), particularly in respect of shape, size, quantity and arrangement.

7. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** perforated regions of various sizes are arranged within the first

perforations (2) and/or the second perforations (8).

8. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** the perforated regions of at least one set of perforations (2, 8) are arranged in rotational symmetry, in rows or in honeycombs.

9. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** the attenuation disk (7) is configured as an additional counterelectrode.

10. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** the attenuation disk (7) is not coupled electrically to the sound transducer.

11. The capacitive sound transducer of any of the preceding claims, **characterized in that** the distance between the counterelectrode (1) and the diaphragm (3) is substantially equal to the distance between the attenuation disc (7) and the diaphragm (3).

12. A condenser microphone provided with a capacitive sound transducer of any of the preceding claims.

Revendications

1. Transducteur acoustique capacitif avec une membrane (3) et une contre-électrode (1) qui présente une première perforation (2),
caractérisé par un disque d'amortissement (7) perméable au son qui présente une seconde perforation (8), la première perforation (2) et la seconde perforation (8) étant disposées en décalage l'une par rapport à l'autre, la membrane (3) étant disposée entre la contre-électrode (1) et le disque d'amortissement (7) et la distance entre le disque d'amortissement (7) et la membrane (3) étant essentiellement identique à la distance entre la contre-électrode (1) et la membrane (3).

2. Transducteur acoustique capacitif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la première perforation (2) et la seconde perforation (8) sont disposées en décalage de telle manière qu'aux zones perforées de la contre-électrode (1) font face respectivement des zones non perforées du disque d'amortissement (7).

3. Transducteur acoustique capacitif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la première perforation (2) et la seconde perforation (8) sont disposées en décalage de telle manière qu'aux zones perforées de la contra-électrode (1) fait face respectivement une partie d'une zone perforée du disque d'amortissement (7).

4. Transducteur acoustique capacitif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la première perforation (2) et la seconde perforation (8) sont disposées en décalage de telle manière qu'aux zones perforées de la contre-électrode (1) font face respectivement une partie d'une première zone perforée du disque d'amortissement (7) et au moins une partie d'une seconde zone perforée du disque d'amortissement (7).

5. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications 3 et 4,
caractérisé en ce que la partie d'une zone perforée du disque d'amortissement (7) est une zone de bord de la zone perforée du disque d'amortissement (7).

6. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la seconde perforation (8) présente des zones perforées essentiellement de manière identique, en particulier en forme, taille, nombre et disposition, à la première perforation (2).

7. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des zones perforées de taille différente sont disposées dans la première perforation (2) et/ou la seconde perforation (8).

8. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les zones perforées au moins d'une perforation (2, 8) sont disposées dans une symétrie de révolution, en ligne ou en nids d'abeilles.

9. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le disque d'amortissement (7) est réalisé en tant que contre-électrode supplémentaire.

10. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le disque d'amortissement (7) n'est pas couplé électriquement au transducteur acoustique.

11. Transducteur acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance entre la contre-électrode (1) et la membrane (3) est essentiellement identique à la distance entre le disque d'amortissement (7) et la membrane (3).

12. Microphone électrostatique avec un transducteur

acoustique capacitif selon l'une quelconque des revendications précédentes.

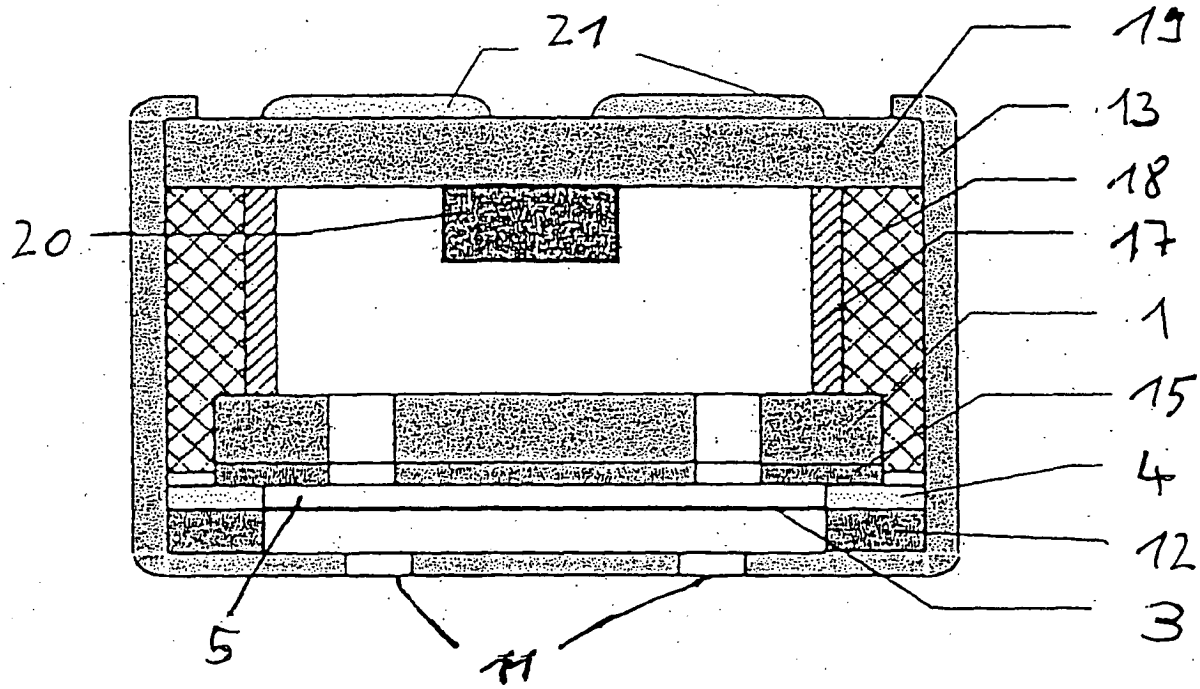


Fig. 1

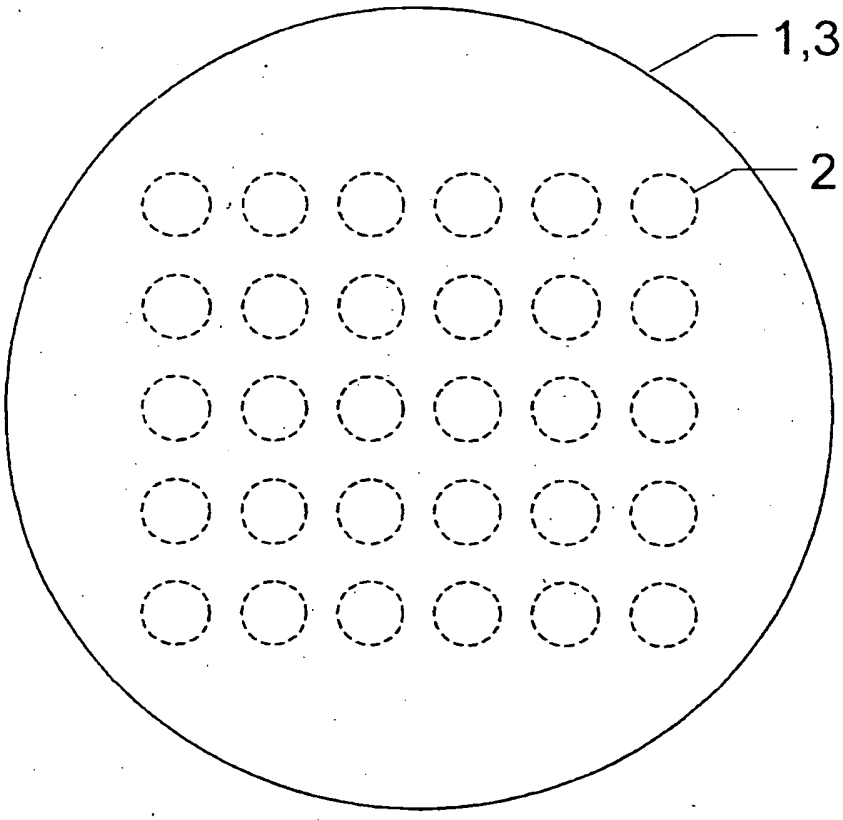


Fig. 2a

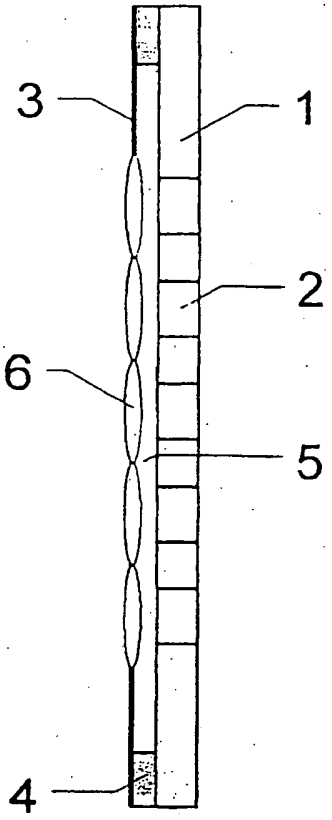


Fig. 2b

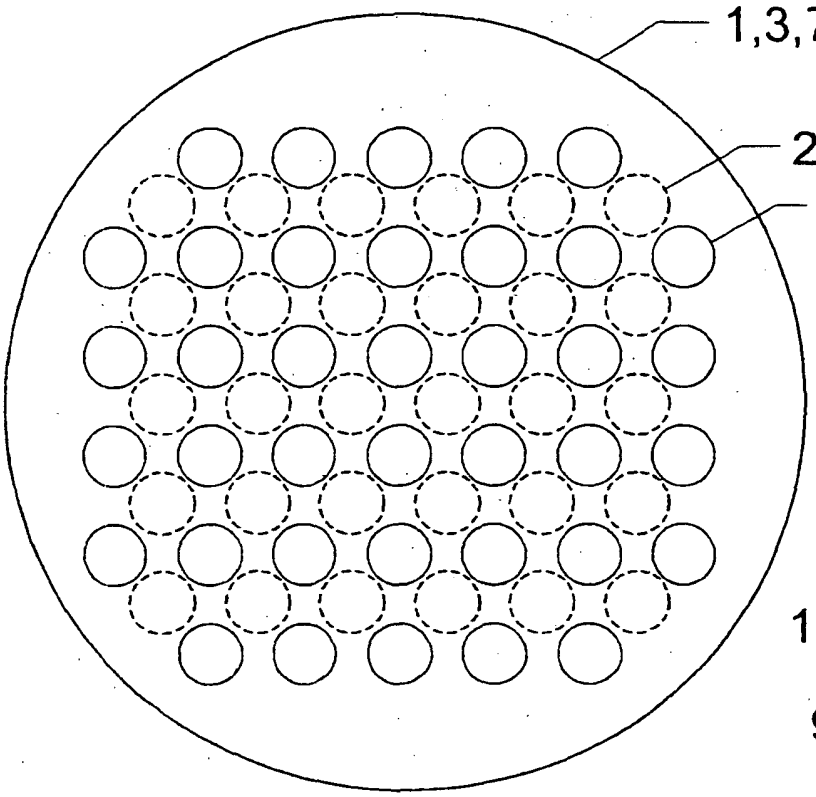


Fig. 3a

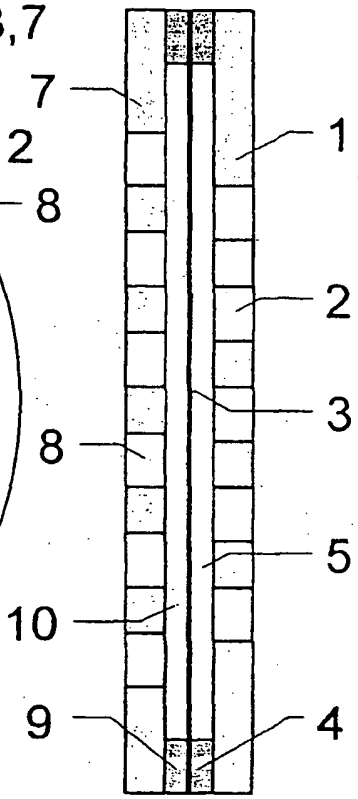


Fig. 3b

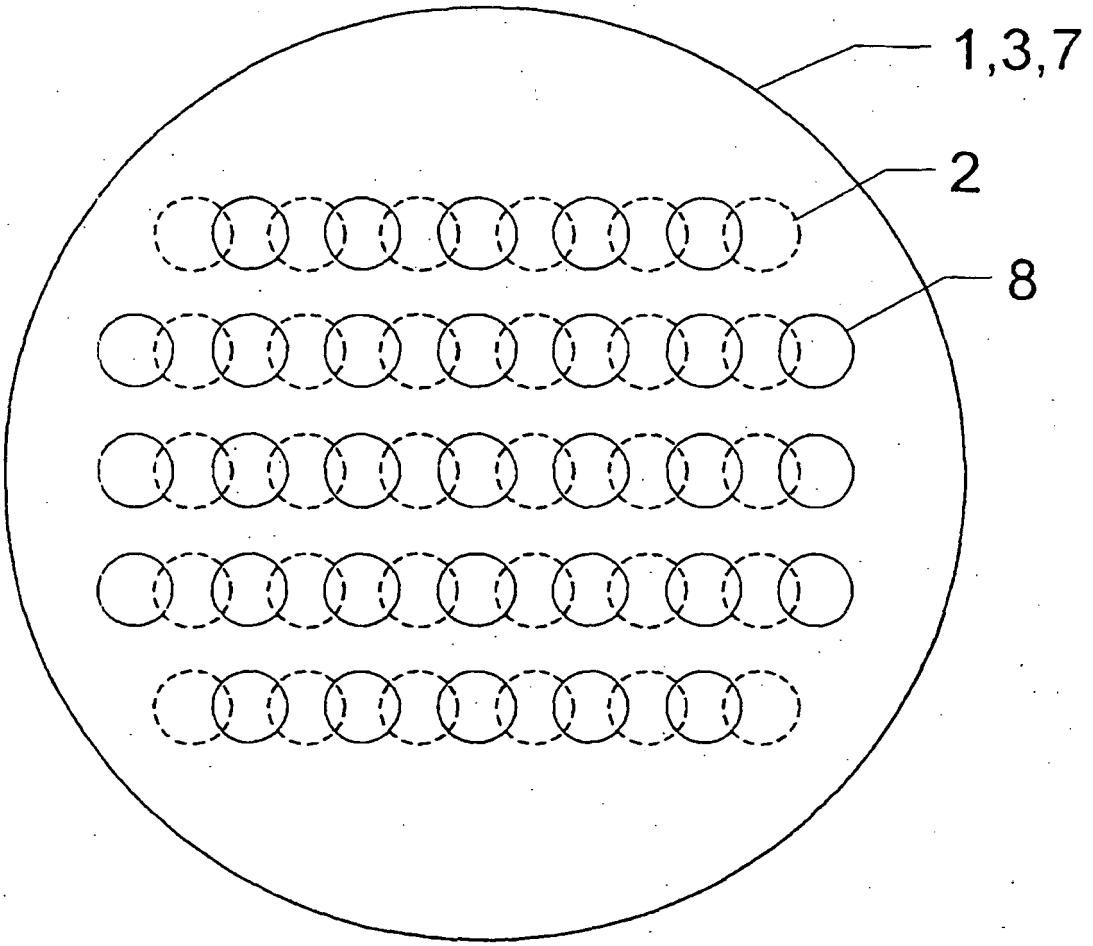


Fig. 4

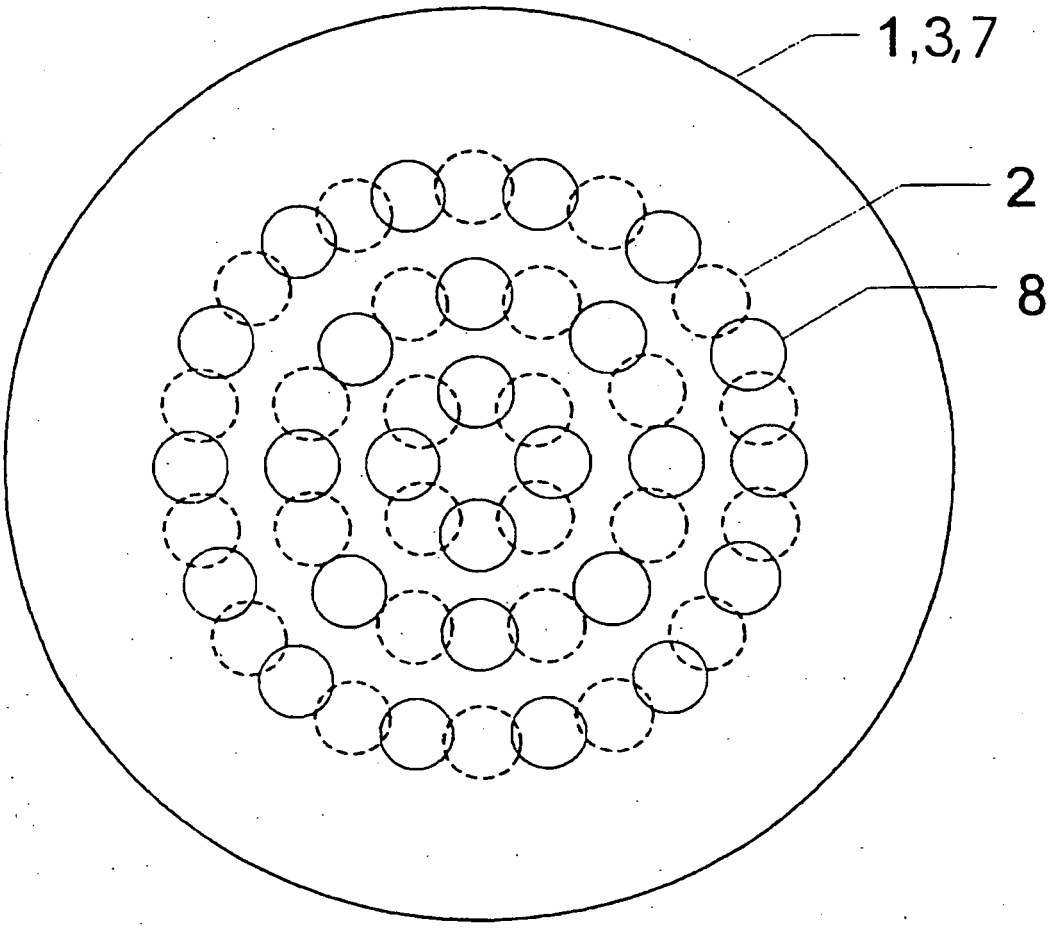


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19715365 **[0002]**
- DE 4307825 A1 **[0005]**
- US 4817168 A **[0011]**
- GB 921818 A **[0012]**
- DE 821217 **[0013]**