

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84100977.2

51 Int. Cl.³: **H 04 R 7/10**
H 04 R 7/02

22 Anmeldetag: 01.02.84

30 Priorität: 28.05.83 DE 3319423

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.84 Patentblatt 84/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **VISATON Peter Schukat**
Pfalzstrasse 5-7
D-5657 Haan 1(DE)

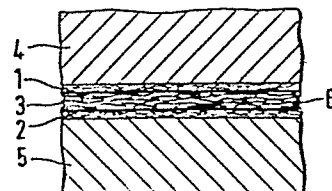
72 Erfinder: **Bolz, Michael**
Friedenstrasse 6
D-4000 Düsseldorf(DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. Walter Kuborn**
Dipl.-Phys. Dr. Peter Palgen
Mulvanystasse 2
D-4000 Düsseldorf(DE)

54 **Lautsprechermembran.**

57 Eine Lautsprechermembran aus zwei Papierschichten, zwischen denen eine Zwischenschicht aus einem mit kleinen Unterbrechungen (6) versehenen Kunststoff mit einem Elastizitätsmodul von mehr als 25 000 daN/cm² vorgesehen ist, die eine Dicke von mindestens dem Einfachen bis höchstens dem Dreifachen der Dicke einer der Papierschichten aufweist und diese flächig miteinander verbindet. Die Membran ist besonders leicht und formsteif.

Fig. 2



V I S A T O N Peter Schukat
in 5657 H a a n 1

L a u t s p r e c h e r m e m b r a n

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lautsprecher-membran der dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entsprechenden Art.

Werkstoffe für Lautsprechermembranen müssen außer einem bestimmten Dämpfungsverhalten ein möglichst niedriges Flächengewicht aufweisen, damit die Membran den Verlagerungen der Spule trägheitsarm folgen kann, und außerdem eine möglichst hohe Formsteifigkeit (Biegefestigkeit) besitzen, damit die Membran sich unter den Kräften der Spule beim Beschleunigen nicht verformt und nicht "atmet", d.h. unerwünschte Nebenschwingungen zeigt.

Zur Herbeiführung dieser Eigenschaftskombination ist es bereits frühzeitig unternommen worden, die Membran als Laminatstruktur auszubilden, die einen Sandwich-Effekt zeitigt.

- 2 -

So ist zum Beispiel in der DE-PS 974 931 eine Lautsprechermembran beschrieben, die aus erstarrtem Schaum besteht und zwei äußere H ä u t e etwa aus Papier einer Dicke von einigen Hundertstel Millimeter, höchstens jedoch einem Zehntel der Membrandicke aufweist, die den Schaumkörper überall festhaftend überziehen.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß derartige Membranen noch nicht befriedigen können. Entweder ist der Schaum fest und besitzt ein entsprechend hohes Raumgewicht - dann ist die Membran zwar formsteif aber zu schwer und zu tr ä g e. Oder der Schaum ist besonders leicht - dann ist die Membran zwar nicht tr ä g e, dafür aber ist die Scherfestigkeit der zwischen den beiden Deckschichten gelegenen Schaumschicht zu gering und der Sandwich-Effekt, d.h. der Gewinn an Formsteifigkeit, zu gering.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Membran der dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entsprechenden Art so weiterzuentwickeln, daß bei geringem Gewicht eine höhere Formsteifigkeit erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Der Ausdruck "kleine Unterbrechungen" soll besagen, daß die Zwischenschicht aus Kunststoff keine massive, kompakte Kunststoffschicht sein soll, sondern daß die Kunststoffschicht Ausnehmungen oder Hohlräume aufweisen soll, die ihr Gewicht herabsetzen. Die Abmessungen der "kleinen Unterbrechungen" sollen etwa in der Größenordnung der Schichtstärken liegen, wobei die zwischen den Unterbrechungen stehenbleibenden

Bereiche von höchstens gleicher, vorzugsweise jedoch geringerer Größenordnung sein sollen. Die Verbindung der beiden Papierschichten miteinander soll durch die zwischen den kleinen Unterbrechungen stehenbleibenden Bereiche, Stege oder Wände des Kunststoffs erfolgen, in denen dieser dann allerdings massiv ist. Wegen des hohen Elastizitätsmoduls des Kunststoffs, d.h. seiner hohen Formsteifigkeit, im Verein mit der geringen Dicke der Zwischenschicht ergibt sich eine Verbindung der Papierschichten, die nur sehr geringe Scherungen zuläßt, wodurch ein deutlicher Sandwich-Effekt, d.h. ein deutlicher Gewinn an Formsteifigkeit des Dreischichtenmaterials, zu verzeichnen ist. Die hohe Formsteifigkeit und die "Löchrigkeit" des Kunststoffs sind für die Erfindung wesentlich, was z.B. daraus hervorgeht, daß mittels eines dauerelastischen Kontaktklebers ganzflächig verklebte Papierschichten die erstrebten Effekte nicht ergeben: Sie sind wegen der massiven Zwischenschicht zu schwer und haben wegen der Dauerelastizität derselben keine gute Biegefestigkeit.

Die kleinen Unterbrechungen können beispielsweise in der Zwischenschicht vorhandene Blasen sein (Anspruch 2), wenn die Zwischenschicht aus einem vor oder bei der Zusammenfügung des Materials geschäumten Kunststoff besteht. Hierbei müssen nicht notwendig in der Zwischenschicht offene Durchgänge von einer Papierschicht zur anderen vorhanden sein. Das Material hat aber innere Aushöhlungen und auch eine über die Fläche ungleichmäßige Massenverteilung. Ein anderes

in Betracht kommendes Ausführungsbeispiel (Anspruch 3) sieht vor, daß die kleinen Unterbrechungen dadurch erzeugt werden, daß die Zwischenschicht als Gitterwerk ausgebildet ist. Das Ausgangsmaterial für die Zwischenschicht kann also beispielsweise eine durchlöchernte Folie, ein Gewebe oder ein entsprechend lockeres Vlies oder Fadengelege sein. In diesem Fall befinden sich also auch beim fertigen Membranmaterial in der Zwischenschicht durchgehende Unterbrechungen, in deren Bereich keine Verbindung der einander benachbarten Seiten der Papierschichten gegeben ist.

Es ist zwar nicht grundsätzlich ausgeschlossen, daß die Zwischenschicht mit Hilfe eines separaten scherfesten Binde- oder Klebemittels mit den Papierschichten verbunden ist, doch sieht die bevorzugte Ausführungsform eine unmittelbare Verbindung der Zwischenschicht mit den Papierschichten vor (Anspruch 4). Dies empfiehlt sich schon wegen der geringen Dicke der Zwischenschicht, aber auch wegen der erstrebten maximalen Scherfestigkeit und der Einfachheit der Herstellung.

Eine bevorzugte Bemessung der Zwischenschicht besteht darin, daß diese etwa die gleiche bis doppelte Dicke wie eine der Papierschichten aufweist.

Normalerweise werden die beiden Papierschichten etwa gleiche Dicke aufweisen und gleich ausgebildet sein, schon um im wesentlichen gleiche Eigenschaften der Membran bei Beanspruchung in den beiden Richtungen senkrecht zur Membranfläche zu gewährleisten. Unterschiedliche Papierschichten sind jedoch für bestimmte Anwendungsfälle nicht ausgeschlossen.

Vorzugsweise ist der Kunststoff ein thermoplastischer Kunststoff, insbesondere Polystyrol (Ansprüche 6, 7), welches durch seinen hohen Elastizitätsmodul von $30\,000\text{ daN/cm}^2$ eine erhebliche Steifigkeit besitzt und außerdem sehr leicht durch thermische Einwirkung plastifizierbar und unmittelbar mit den Papierschichten verbindbar ist.

Herstellungsmäßig von besonderem Vorteil ist die Verwendung eines flachgedrückten geschäumten Flächenmaterials (Anspruch 8) als Zwischenschicht.

Derartiges Material liegt beispielsweise aus Polystyrol in feinporig geschäumten Bahnen vor und wird bei der Herstellung des Membranmaterials zwischen die Papierschichten gelegt und dann der Einwirkung von Druck und Wärme ausgesetzt, wobei es teilweise aufschmilzt und sich mit dem Papier verbindet. Die Blasen in dem geschäumten Flächenmaterial sorgen dafür, daß es nicht zu einer ganzflächigen kompakten Schicht zwischen den Papierschichten kommt, sondern daß bei geeigneter Steuerung des Verfahrens die Schaumstruktur am fertigen Membranmaterial noch zu erkennen ist.

Die Steifigkeit einer Sandwich-Struktur hängt von der Widerstandsfähigkeit der Deckschichten gegen Beanspruchungen in ihrer Ebene ab. Es versteht sich daher, daß für die erfindungsgemäße Lautsprechermembran möglichst feste Papiere verwendet werden, also nicht etwa vliesähnliche oder löschpapierähnliche Sorten.

Das Flächengewicht sollte im Bereich von 20 bis 100 g/m^2 liegen.

Weiterhin hängt die Festigkeit einer Sandwich-Struktur von der Güte der Verankerung der Schichten aneinander ab. Damit insbesondere bei der Verwendung von Polystyrol, welches unter der Einwirkung von Temperatur und Druck mit den Papierschichten zusammengefügt wird, eine gute Haftung erzielt wird, sollte das Papier auf der entsprechenden Seite eine gewisse Mindestrauhigkeit aufweisen (Anspruch 10).

Eine Papierart, die sich in Versuchen als besonders geeignet herausgestellt hat, ist Pergamentpapier (Anspruch 11), welches eine besonders hohe Zug- und Druckfestigkeit aufweist.

Eine bevorzugte Verfahrensweise zur Herstellung der Lautsprechermembran ist in Anspruch 12 wiedergegeben.

Das Zusammenpressen von mehrschichtigen Materialien für Lautsprechermembranen zwischen Heizplatten ist an sich aus der DE-OS 25 00 397 bekannt. Allerdings bestehen die Deckschichten bei der darin beschriebenen Lautsprechermembran aus Kunststofffolien und nicht aus Papier. Die Arbeitsweise ist im übrigen so, daß sich zwischen den Deckschichten eine kompakte Kunststoffschicht ausbildet, was erfindungsgemäß gerade vermieden werden soll.

Ein mehrschichtiger Aufbau einer Membran für einen Lautsprecher geht auch aus der DE-OS 28 51 745 hervor. Auch hierbei bestehen indessen alle drei Schichten aus kompaktem Kunststoffmaterial.

- 7 -

In der Zeichnung ist die Herstellung und Prüfung von erfindungsgemäßen Lautsprechermembranen schematisch angedeutet.

In Fig. 1 sind die übereinander angeordneten Papierschichten mit einer Schaumstoff-Zwischenschicht im Ausgangszustand dargestellt;

Fig. 2 zeigt das Zusammenpressen zu einem in sich zusammenhängen Laminat;

Fig. 3 und 4 zeigen entsprechende Schnittansichten mit einer Gitterzwischenschicht;

Fig. 5 zeigt eine Prüfanordnung für die Biegesteifigkeit.

In Fig. 1 sind zwei Papierschichten 1,2 zu erkennen, zwischen welchen ein Bahnmaterial 11 aus einem geschäumten Polystyrol angeordnet ist, dessen Ausgangsdicke die Dicke der Papierschichten erheblich übersteigt. In dem Bahnmaterial 11 sind sehr viele innere Leerstellen in Form von Blasen 6 vorhanden, die durch relativ dünnwandige Zwischenbereiche 7 aus massivem Kunststoffmaterial verbunden sind. Der Volumenanteil der Blasen 6 übersteigt den des Kunststoffmaterials bei weitem, so daß das Bahnmaterial 11 vor dem Pressen insgesamt eine Dichte von etwa 0,02 bis 0,1 aufweist. Der mittlere Bläschendurchmesser beträgt 0,1 mm. Die Dickenverhältnisse vor dem Pressen sind in Fig. 1 etwa maßstäblich dargestellt, denn die Papierstärke beträgt in einem Ausführungsbeispiel etwa 0,06 mm, die Stärke des Bahnmaterials 11 etwa 3 mm.

- 8 -

Die drei Schichten 1,2,11 werden sodann zwischen beheizte Preßplatten 4,5 gebracht, die die Schichten zusammenpressen, bis das Bahnmaterial 11 zu einer Zwischenschicht 3 zusammengedrückt ist, die nur noch etwa die doppelte Dicke wie die einzelnen Papierschichten 1,2 aufweist. Die unterbrochene Struktur des Ausgangsmaterials bleibt in der Zwischenschicht 3 jedoch erhalten, d.h. die Zwischenschicht 3 schmilzt nicht zu einer kompakten Schicht zusammen, sondern weist nach wie vor erkennbare kleine Unterbrechungen in Gestalt flachgedrückter Blasen bzw. Leerstellen 6' auf, zwischen denen das kompakte Kunststoffmaterial der Blasenwände vorhanden ist, welches sich unter der Einwirkung von Druck und Wärme unmittelbar mit den Papierschichten 1,2 verbindet. Die Zwischenschicht 3 bildet schärfste Stege zwischen den Papierschichten 1,2.

Nachstehend sind Arbeitsbeispiele wiedergegeben, bei denen als Zwischenschicht 3 geschäumtes Polystyrolmaterial in Bahnform und für die Papierschichten 1,2 für Schreibzwecke vorgesehenes, entsprechend gestrichenes weißes Papier verwendet wurden, um Lautsprechermembranen für einen Baßlautsprecher und einen Mittel/Hochtöner herzustellen. Für die Angaben über Glätte und Rauigkeit wird auf das "Papierlexikon", Verlag Dr. Sändig, 2. Aufl., (1971) S. 1274 verwiesen.

- 9 -

	Baß	Mittel/Hoch
Papier für die Schichten 1 und 2	50 g/m ²	30 g/m ²
Glätte auf der der Zwischenschicht 3 zugewandten Seite in Bekksekunden	6,3	17,7
Rauhigkeit auf der der Zwischenschicht 3 zugewandten Seite nach Bendtsen	608 l/min	425 l/min
Dichte des geschäumten Polystyrolmaterials	0,04 g/cm ²	
Dicke des geschäumten Polystyrolmaterials vor dem Pressen	6 mm	3 mm
Flächengewicht des geschäumten Polystyrolmaterials	120 g/m ²	240 g/m ²
Flächengewicht des fertigen Membranmaterials	180 g/m ²	340 g/m ²

Die aufeinandergelegten Schichten 1,2,3 wurden zwischen auf 110-120°C beheizten Preßflächen 4,5 bei einem Druck von 3000 Pa ca. 10 Sekunden gepreßt. Das Material wurde in einer einfachen Vorrichtung (Fig. 5) auf seine Biegefestigkeit geprüft. 2 cm breite Probestreifen 15 wurden flach auf 5 cm voneinander entfernte Stützen 8,9 gelegt und in der Mitte mit einem Gewicht 10 belastet. Die Biegefestigkeit errechnet sich dann aus dem Quotienten Gewicht 10/Durchbiegung 9, wobei die Durchbiegungen natürlich geringgehalten wurden. Es ergab sich

- 10 -

	Baß	Mittel/Hoch
Biegefestigkeit bei einer herkömmlichen Membran aus massiver Pappe	0,3-0,4 N/mm	0,1 N/mm
bei einer Membran aus dem vorstehend beschriebenen Material	0,5 N/mm	0,2 N/mm
Gewicht (12"-Chassis)		(4"-Chassis)
bei einer herkömmlichen Membran aus massiver Pappe	22 g	1,6 g
bei einer Membran aus dem vorstehend beschriebenen Material	17 g	0,8 g

Die neue Membran ist also steifer und leichter als die bekannten Membranen. Die dadurch erzielte Verbesserung der akustischen Eigenschaften ist im Vergleich deutlich hörbar.

In den Fig. 3 und 4 ist eine andere Ausführungsform dargestellt, bei welcher die Zwischenschicht 3' aus einem lockeren Gewebe 12 aus einem thermoplastischen Kunststoff besteht. Zwischen dem Kett- und Schußstück verbleiben offene Stellen 13 in der Größenordnung von 0,2 - 1,0 mm, während die Fäden Durchmesser von 0,1 - 0,4 mm aufweisen. Nach dem Zusammenpressen zwischen den erwärmten Preßplatten 4,5 ergibt sich etwa die in Fig. 4 angedeutete Struktur, bei der die Papierschichten 1,2 an den über die Fläche gleichmäßig verteilten Stellen 14 mit der Zwischenschicht 3' verbunden sind. Das Material des Gewebes 12 hat hinsichtlich des Elastizitätsmoduls die gleichen Eigenschaften wie das Material des geschäumten Polystyrols 11.

V I S A T O N Peter Schukat
in 5657 H a a n 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Lautsprechermembran aus zwei Papierschichten, die durch eine Zwischenschicht aus Kunststoff miteinander ganzflächig verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (3) aus einem mit kleinen Unterbrechungen (6) versehenen Kunststoff mit einem Elastizitätsmodul von mehr als $25\,000\text{ daN/cm}^2$ besteht und eine Dicke aufweist, die mindestens das Einfache und höchstens das Dreifache der Dicke einer der Papierschichten (1,2) beträgt.

2. Lautsprechermembran nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kleinen Unterbrechungen Blasen (6) sind.

3. Lautsprechermembran nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kleinen Unterbrechungen die Hohlräume eines Gitterwerks sind.

- 2 -

4. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (3) unmittelbar mit den Papierschichten (1) verbunden ist.

5. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (3) etwa die gleiche bis doppelte Dicke wie eine der Papierschichten (1,2) aufweist.

6. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff ein thermoplastischer Kunststoff ist.

7. Lautsprechermembran nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff Polystyrol ist.

8. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoff ein flachgedrücktes geschäumtes Flächenmaterial ist.

9. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Papierschichten (1,2) ein Flächengewicht von 20 bis 100 g/m² aufweisen.

10. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Papierschichten (1,2) auf der der Zwischenschicht (3) zugewandten Seite eine Rauigkeit von mindestens 400 ml/min nach Bendtsen aufweisen.

11. Lautsprechermembran nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Papierschichten (1,2) aus Pergamentpapier bestehen.

- 3 -

12. Verfahren zur Herstellung einer Lautsprechermembran nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Flächenmaterial aus einem aufgeschäumten Polystyrol mit einer Dichte von 0,02 bis 0,1 und einer Dicke von 1 bis 6 mm zwischen den Papierschichten (1,2) unter einem Druck von 0,005 bis 0,1 daN/cm² zwischen Preßplatten (4,5) von einer Temperatur von 90 bis 120° C während einer Zeit von 2 bis 20 Sekunden zusammengedrückt und die drei Schichten (1,2,3) zu einem Laminat miteinander verbunden werden.

Fig. 1

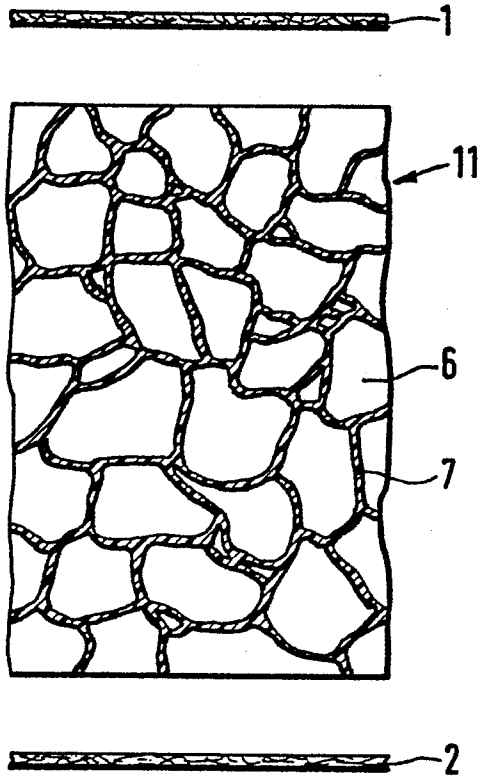


Fig. 2

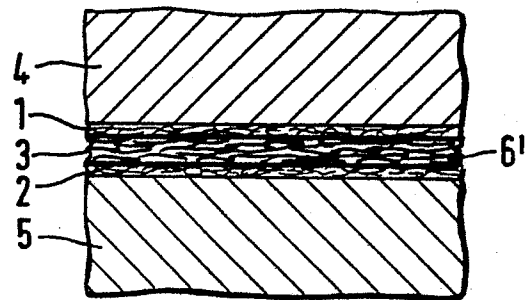


Fig. 3

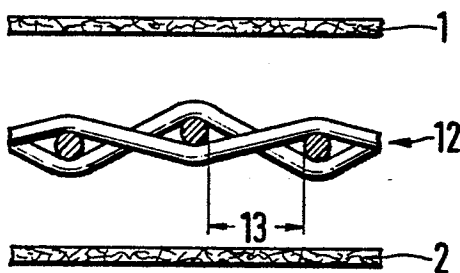


Fig. 4

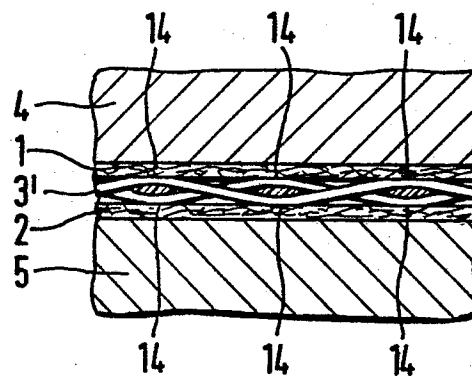


Fig. 5

