



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G10K 11/162

(21) Anmeldenummer: 97107998.3

(22) Anmeldetag: 16.05.1997

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

(72) Erfinder: Hauf, Günter, Dr.  
55543 Bad Kreuznach (DE)

(30) Priorität: 21.05.1996 DE 19620375

(74) Vertreter:  
Müller-Gerbes, Margot, Dipl.-Ing.  
Friedrich-Breuer-Strasse 112  
53225 Bonn (DE)

(71) Anmelder: Polymer-Chemie GmbH  
55566 Sobernheim (DE)

(54) **Schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil mit Erhebungen und Vertiefungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil (1) mit in ein thermoplastisch verformbares Flächengebilde auf Basis von Kunststoffschaum eingeformten Formelementen in Gestalt von Erhebungen (1.1,1.2) und zwischen den Erhebungen (1.1,1.2) ausgebildeten Vertiefungen (2), wobei die Erhebungen (1.1,1.2) von Seitenwänden (6.10,6.11,6.20,6.21) und einem mittels einer Membran

(7.10,7.11,7.20,7.21) mit den Seitenwänden (6.10,6.11,6.20,6.21) verbundenen Kopfbereich (4.1,4.2) gebildet sind und die Seitenwänden (6.10,6.11,6.20,6.21) der Erhebungen (1.1,1.2) in dem dem Kopfbereich (4.1,4.2) abgewandten Bereich über einen Bodenbereich (5.1,5.2,5.3) verbunden sind.

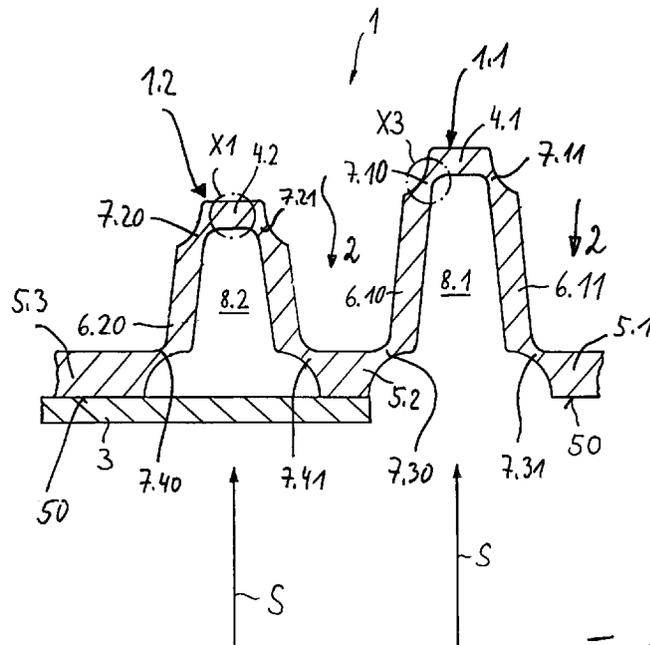


Fig. 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil mit in ein thermoplastisch verformbares Flächengebilde auf Basis von überwiegend bis durchwegs geschlossenzelligem Kunststoffschäum eingeformten Formelementen in Gestalt von Erhebungen und zwischen den Erhebungen ausgebildeten Vertiefungen wobei die Erhebungen Seitenwandungen und einem mittels Membranen mit den Seitenwandungen verbundenen Kopfbereich gebildet sind und die Seitenwandungen der Erhebungen in dem dem Kopfbereich abgewandten Bereich über einen Bodenbereich verbunden sind und innerhalb der Erhebungen Hohlräume gebildet sind, die in Kontakt mit Schallquellen zur Ausbildung von schwingenden Luftsäulen befähigt sind.

Ein gattungemäßes Bauteil ist aus der DE 4334984 C1 bekannt. Es besteht aus einem geschlossenzelligen Polypropylen-Schaum, wodurch die Fähigkeit zur Dämpfung von Luftschall ungünstig beeinflusst wird. Außerdem erhöht sich in Bereichen, die eine besondere Elastizität aufweisen sollen, durch das polymere Schaumgerüst die dynamische Steifigkeit des Bauteils. Das ist beispielsweise hinsichtlich einer zwischen dem Formteilboden und der Begrenzungswandung vorgesehenen elastischen Membran der Fall. Die Begrenzungswandungen sind nur begrenzt zur Resonanz befähigt.

Ein weiteres für die Schallabsorption vorgesehenes Bauteil ist aus der DE 9215132U1 bekannt und besteht aus einem offenporigen PU-Schaum, der durch eine PU-Folie abgedichtet ist. Die offenzellige Struktur begünstigt zwar die Dämpfung von Luftschall, ist jedoch für die Dämmung von Körperschall nachteilig. Weiterhin ist der mehrschichtige Aufbau aus PU-Schaum und PU-Folie in wirtschaftlicher Hinsicht unbefriedigend.

Weiterhin ist aus der DE 4334342 A1 ein schallabsorbierendes Formteil mit schichtweisem Aufbau bekannt, das aus einer geschlossenzellig ausgebildeten Weichschaumschicht mit geringer Dichte und einer Außenschicht mit hohem spezifischen Gewicht besteht. Auch dieses Formteil weist aufgrund seines Aufbaus keine günstige Luftschall-Absorption auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bauteil aus einem Kunststoffschäum zu schaffen, das über eine verbesserte Dämpfung von Luftschall sowie eine verbesserte Dämmung von Körperschall zum Beispiel bei der Motorkapselung von Kraftfahrzeugen verfügt. Darüber hinaus muß das Bauteil auch über eine erhöhte Wärmeformbeständigkeit verfügen, um die Motorwärme von Kraftfahrzeugmotoren auszuhalten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch Weiterbildung eines gattungsgemäßen Bauteils zur Dämmung und Dämpfung von Schall dadurch gelöst, bei dem die Seitenwandungen der Erhebungen sowohl mit den Kopfbereichen als auch mit den Bodenbereichen mittels Membranen verbunden sind und die Kopfbereiche und die Bodenbereiche und die Seitenwandungen aus überwiegend bis und geschlossenzelligem Kunststoffschäum von einer Außenhaut aus kompaktem

Kunststoff umschlossen sind und die den Kopfbereichen bzw. den Bodenbereich mit den Seitenwandungen verbindenden Membrane aus weitgehend kompaktiertem Kunststoffschäum bestehen.

Dieser Aufbau vermindert die dynamische Steifigkeit der Formelemente und erhöht die Resonanzfähigkeit des Bodens der Formelemente relativ zu deren Begrenzungswandungen.

Das Bauteil weist allseitig eine geschlossene Oberfläche auf, wodurch das Eindringen von Flüssigkeiten ausgeschlossen ist.

Hierdurch eignet es sich beispielsweise gut auch für Anwendungen zur Kapselung von Kraftfahrzeugmotoren, insbesondere wenn geeignete Kunststoffe auf Basis von Polyolefinen, wie Polypropylene oder Polystyrole eingesetzt werden. Bevorzugt werden gut verformbare Kunststoffe und hieraus hergestellte, überwiegend geschlossenzellige Kunststoffschäume mit hoher Wärmebeständigkeit, beispielsweise auch Polypropylene mit hoher Schmelzfestigkeit, sogenannte HMS-Polypropylene.

Der den Formelementen des Bauteils zukommende unterschiedliche Aufbau aus Kunststoffschäum und Bereichen mit weitgehend kompaktem Kunststoff aus kompaktiertem Kunststoff ist zusammen mit der Kunststoff-Matrix des verwendeten Kunststoffschäumtes Ergebnis der Formteilbildung, d.h. die unterschiedlichen Schaumungscharakteristiken werden aus einem Rohmaterial durch unterschiedliche Grade der Verformung während der Herstellung des erfindungsgemäßen Bauteiles erhalten. Mit der Erfindung werden mehrlagige Schichtwerkstoffe vermieden.

Um eine besonders gute Schallabsorption zu erhalten, sind gemäß der Erfindung nicht nur die Übergangsbereiche der Seitenwandung zu den Kopfbereichen der als Erhebungen ausgebildeten Formelemente als Membran ausgebildet, sondern auch die Übergangsbereiche der Seitenwandungen zu den Bodenbereichen sind als Membran ausgebildet.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Bauteils sind den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche 2 bis 10 entnehmbar.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung besitzen die Schaumzellen des geschlossenzelligen Kunststoffschäumtes, aus dem die Kopf- und Bodenbereiche der Formelemente bestehen, einen ellipsenförmigen Querschnitt mit einem mittleren Verhältnis Länge zu Dicke der Schaumzellen von 2 bis 5 zu 1, diejenigen im Bereich der Seitenwandungen, die gleichfalls ellipsenförmig gestaltet sind im Verhältnis Dicke zu Länge der Schaumzellen im Bereich von 3 bis 7 zu 1. Dadurch vermindert sich gegenüber geschlossenzelligen Kunststoffschäumstoffen mit kugelförmiger Form der Schaumzellen die dynamische Steifigkeit der Kopf- und Bodenbereiche sowie der Seitenwandungen, wodurch die Aufnahme von Resonanzschwingungen verbessert wird.

Begünstigt wird das Resonanzverhalten und die Wärmeformbeständigkeit des Bauteils dadurch, daß die

Dichte des Kunststoffschaumes im Bereich der Seitenwandungen der Erhebungen größer als die Dichte des Kunststoffschaumes im Bodenbereich und Kopfbereich der Erhebungen ist.

Zweckmäßigerweise weist der geschlossenzellige Kunststoffschaum im Bodenbereich und Kopfbereich der Erhebungen eine Dichte von 0,03 bis 0,4 g/cm<sup>3</sup>, der Kunststoffschaum im Bereich der Seitenwandungen der Erhebungen eine Dichte von 0,05 bis 0,6 g/cm<sup>3</sup> und der weitgehend kompaktierte Kunststoff im Bereich der Membranen eine Dichte 0,85 bis 1,20 g/cm<sup>3</sup> auf.

Als günstig hat sich herausgestellt, daß die Materialdicke der Kopf- und Bodenbereiche zu der Materialdicke der Seitenwandungen im Verhältnis 1 zu 0,9 bis 0,4 und zu der zwischen ihnen befindlichen Membranen im Verhältnis 1 zu 0,1 bis 0,05 steht.

In einer speziellen Ausführungsform sind die Bodenteile, die Begrenzungswandungen sowie die Membranen auf der der Schallquelle abgewandeten Seite beschichtet.

Geeignet sind insbesondere öl- und treibstoffresistente Beschichtungsmassen mit einer Zugfestigkeit > 120 kg/cm<sup>2</sup>.

Das Bauteil kann erfindungsgemäß mit Formelementen mit Erhebungen und Vertiefungen in gleichmäßiger wabenartiger Ausbildung und Verteilung ausgestattet sein. Es ist jedoch bevorzugt, das Bauteil nur bereichsweise mit einer Mehrzahl von Formelementen in erfindungsgemäßer Ausgestaltung mit Erhebungen und Vertiefungen auszubilden. Des weiteren können die Formelemente sowohl bezüglich Höhe als auch Querschnitt sowohl untereinander gleich als auch verschieden ausgebildet sein, um eine optimale Schalldämmung und Schalldämpfung zu erhalten.

Ein Verfahren zum Herstellen des erfindungsgemäßen Bauteils ist den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 11 entnehmbar.

Das erfindungsgemäße Bauteil wird anhand nachstehender Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen auszugsweisen Schnitt durch ein schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil mit Formelementen

Fig. 2 in vergrößerter Darstellung die Einzelheit X1 gemäß Fig. 1

Fig. 3 in vergrößerter Darstellung die Einzelheit X3 gemäß Fig. 1.

In der Fig. 1 ist ein auszugsweiser beispielhafter Querschnitt durch ein schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil 1 mit Formelementen in Gestalt von Erhebungen 1.1 und 1.2 sowie zwischen den Erhebungen 1.1 und 1.2 angeordneten Vertiefungen 2 darstellt. Die Erhebungen 1.1 und 1.2 sind dabei einseitig in Richtung der Schallquelle S geöffnet, währenddessen die Vertiefungen 2 mit ihrer offenen Seite der Schallquelle S abgewendet sind. Jede Erhebung 1.1, 1.2 eines Form-

elementes umfaßt einen Kopfbereich 4.1, 4.2, der der Schallquelle S abgewandt ist, Seitenwandungen 6.10, 6.11 bzw. 6.20, 6.21 und Membrane 7.10, 7.11; 7.20, 7.21, die die Kopfbereiche 4.1 bzw. 4.2 mit den Seitenwandungen 6.10, 6.11; 6.20, 6.21 verbinden.

Auf der den Kopfbereichen 4.1, 4.2 gegenüberliegenden Seite sind Seitenwandungen 6.10, 6.11; 6.20, 6.21 jedes Formelementes jeweils über einen Bodenbereich 5.1, 5.2, 5.3 miteinander verbunden, wobei wiederum der Übergangsbereich zwischen den Bodenbereichen 5.1, 5.2, 5.3 und den Seitenwandungen 6.11, 6.10, 6.21, 6.20 als dünne Membran 7.31, 7.30, 7.41, 7.40 ausgebildet ist.

Auf diese Weise umschließen die Erhebungen 1.1, 1.2 der Formkörper Hohlräume 8.1, 8.2, die in Richtung Schallquelle S offen sind, in denen im Kontakt mit Schallquellen sich schwingende Luftsäulen ausbilden können, so daß die Fortpflanzung der Schallwellen durch das Bauteil 1 stark abgedämpft wird.

Die Größe in bezug auf Querschnitt und Form und Höhe und Anordnung von Erhebungen 1.1, 1.2 ist dabei je nach Anforderung und dem zu dämpfenden Frequenzspektrum der Schallquelle S wählbar.

Die Bodenbereiche 5.1, 5.2, 5.3 bilden auf ihrer der Schallquelle S zugewandten Seite einen Auflagenbereich 50.

Insbesondere ist es auch möglich, zumindest bereichsweise den von den Bodenbereichen gebildeten Auflagebereich 50 mit einer Trägerbahn 3 abzudecken, so daß beispielsweise der Hohlraum 8.2 des Formkörpers 1.2 abgeschlossen wird. Die Trägerbahn 3 kann dabei beispielsweise ein Teil eines Kraftfahrzeuges sein, an dem das Bauteil 1 befestigt wird.

In der Fig. 2 ist der zelluläre Aufbau der Kopfbereiche 4.1, 4.2 und Bodenbereiche 5.1, 5.2, 5.3 und Seitenwandungen aus einem geschlossenzelligen Kunststoffschaum 10, mit Schaumzellen 100, mit ellipsenförmigem Querschnitt dargestellt. Der Kunststoffschaum 10 ist dabei von einer den Schaum umschließenden Außenhaut 13 aus kompaktem Kunststoff umschlossen. Im Bereich der Seitenwandungen ist der Kunststoffschaum stärker gedehnt und verdichtet, so daß die Schaumstoffzellen noch stärker in der Längsrichtung der Seitenwandung ellipsenförmig verformt und zusammengedrückt sind. Hierbei kann es auch zu Aufrissen der Schaumstoffzellen kommen, was von Vorteil für die schalldämmenden Eigenschaften ist.

Die Fig. 3 zeigt im Detail den Aufbau der in der Übergangsbereichen von Kopfbereichen bzw. Bodenbereichen zu den Seitenwandungen angeordneten Membran 7.10, 7.11, 7.20, 7.21, 7.30, 7.31, 7.40, 7.41 hier am Beispiel der Membran 7.10 zwischen der Seitenwandung 6.10 und dem Kopfbereich 4.1 der Erhebung 1.1. Die Membran besteht im wesentlichen aus einem aus dem Kunststoffschaum kompaktierten Kunststoff 12, so daß der Kopfbereich 4.1 leicht schwingfähig an den Seitenwandungen 6.10 bzw. 6.11 des Formteiles 1.1 aufgehängt ist, was gleichermaßen auch für den mittels Membranen 7.30, 7.41 mit den Sei-

tenwandungen 6.10, 6.21 verbundenen Bodenbereich 5.2 gilt.

Das Bauteil 1 gemäß Fig. 1 kann beispielsweise dadurch hergestellt werden, daß in einem ersten Schritt eine Polypropylenschaumstoffbahn mit einer Dichte von 0,045 g/cm<sup>3</sup> und einer Dicke von 4,5 mm durch Extrusion hergestellt wird und nachfolgend zum Bauteil durch Thermoverformung umgeformt wird. Während dieser Thermoverformung werden die unterschiedlichen Schaumdichten des Kunststoffschäumens 10 in den Kopf- und Bodenbereichen 4.1, 4.2 und 5.1, 5.2, 5.3 und im Bereich der Seitenwandungen 6.10, 6.11, 6.20, 6.21 sowie kompaktierter Kunststoffschäumens bis zum kompakten Kunststoff im Bereich der Membranen 7.10, 7.11, 7.20, 7.30, 7.31, 7.40, 7.41 hervorgerufen. Während die Bodenbereiche und auch die Kopfbereiche infolge des Tiefziehvorgangs nur eine geringfügige Dickenabnahme erfahren und auch in ihrer Zellstruktur entsprechend dem Ausgangsmaterial als geschlossenzelliger Kunststoffschäumens im wesentlichen erhalten bleiben, erfahren die Seitenwandungen 6.10, 6.11, 6.20, 6.21 während des Tiefziehvorgangs eine starke Dehnung, infolgedessen die vormals geschlossenzellige Schaumstruktur mit bevorzugt ellipsenförmigen Schaumzellen teilweise verändert, insbesondere gestreckt und verdichtet wird. Der Kunststoffschäumens der Seitenwandungen wird somit höher verdichtet als im Kopf- und Bodenbereich. In den Übergangsbereichen von den Kopfbereichen und Bodenbereichen, in denen die verbindenden Membranen ausgebildet werden, wird die als Ausgangsmaterial dienende Kunststoffschäumensbahn stark komprimiert, so daß die vormals geschlossenzellige Schaumstruktur in diesem Bereich überwiegend bis vollständig verlorengelht und Membranen aus zu kompaktem Kunststoff kompaktiertem Kunststoffschäumens erhalten werden.

### Patentansprüche

1. Schalldämmendes und -dämpfendes Bauteil mit in ein thermoplastisch verformbares Flächengebilde auf Basis von überwiegend bis durchwegs geschlossenzelligem Kunststoffschäumens eingeformten Formelementen in Gestalt von Erhebungen (1.1, 1.2) und zwischen den Erhebungen ausgebildeten Vertiefungen (2), wobei die Erhebungen (1.1, 1.2) von Seitenwandungen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21) und einem mittels einer Membran (7.10, 7.11; 7.20, 7.21) mit den Seitenwandungen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21) verbundenen Kopfbereich (4.1, 4.2) gebildet sind und die Seitenwandungen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21) der Erhebungen (1.1, 1.2) in dem dem Kopfbereich (4.1, 4.2) abgewandten Bereich über einen Bodenbereich (5.1, 5.2, 5.3) verbunden sind und innerhalb der Erhebungen Hohlräume (8.1, 8.2) gebildet sind, die in Kontakt mit Schallquellen zur Ausbildung von schwingenden Luftsäulen befähigt sind,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Seitenwandun-

gen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21) der Erhebungen (1.1, 1.2) sowohl mit dem Kopfbereich (4.1., 4.2) als auch mit den Bodenbereichen (5.1, 5.2, 5.3) mittels Membranen (7.10, 7.11, 7.20, 7.21; 7.30, 7.31, 7.31, 7.40, 7.41) verbunden sind und die Kopfbereiche und die Bodenbereiche und die Seitenwandungen aus überwiegend bis durchwegs geschlossenzelligem Kunststoffschäumens (10) von einer Außenhaut (13) aus kompaktem Kunststoff umschlossen sind und die den Kopfbereich bzw. den Bodenbereich mit den Seitenwandungen verbindenden Membrane aus weitgehend kompaktiertem Kunststoffschäumens (12) bestehen.

2. Bauteil nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die geschlossenzelligen Schaumzellen (100) des Kunststoffschäumens (10) der Bodenbereiche und Kopfbereiche einen ellipsenförmigen Querschnitt mit einem mittleren Verhältnis Länge zu Dicke der Schaumzellen von 2 bis 5 zu 1 aufweisen.
3. Bauteil nach Anspruche 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die geschlossenzelligen Schaumzellen (100) des Kunststoffschäumens (11) im Bereich der Seitenwandungen einen ellipsenförmigen Querschnitt mit einem mittleren Verhältnis Länge zu Dicke der Schaumzellen von 3 bis 7 zu 1 aufweisen.
4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichte des Kunststoffschäumens im Bereich der Seitenwandungen der Erhebungen größer als die Dichte des Kunststoffschäumens im Bodenbereich und Kopfbereich der Erhebungen ist.
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß der Kunststoffschäumens im Bodenbereich und Kopfbereich der Erhebungen eine Dichte von 0,03 bis 0,4 g/cm<sup>3</sup>, der Kunststoffschäumens im Bereich der Seitenwandungen der Erhebungen eine Dichte von 0,05 bis 0,6 g/cm<sup>3</sup> und der weitgehend kompaktierte Kunststoffschäumens (12) der Membranen eine Dichte von 0,85 bis 1,20 g/cm<sup>3</sup> aufweisen.
6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke des Materials des Kopfbereiches (4.1, 4.2) und des Bodenbereiches (5) zu der Dicke des Materials der Seitenwandungen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21) im Verhältnis 1 zu 0,9 bis 0,4 bzw. zu der Dicke des Materials der Membran (7.1, 7.2) im Verhältnis 1 zu 0,1 bis 0,05 steht.
7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß Kunststoff aus der Gruppe der Polyolefine oder Polystyrole verwendet

ist.

8. Bauteil nach Anspruche 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß als Kunststoff Polypropylene eingesetzt sind. 5
9. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß ein von den Bodenbereichen (5.1, 5.2, 5.3) auf der den Erhebungen abgewandten Seites des Bauteiles gebildeter Auflagebereich (50) zumindest bereichsweise mittels einer auf den Auflagebereich (50) aufgetragten Trägerbahn (3) abdeckbar ist. 10
10. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Kopfbereiche (4.1, 4.2) und die Bodenbereiche (5.1, 5.2, 5.3), die Seitenwandungen (6.10, 6.11, 6.20, 6.21)) sowie die Membranen (7.10, 7.11, 7.20, 7.21; 7.30, 7.31, 7.40, 7.41) auf der der Schallquelle abgewandeten Seite mit einem öl- und treibstofffesten Beschichtungsmaterial mit einer Zugfestigkeit > 120 kg/cm<sup>2</sup> versehen sind. 15 20
11. Verfahren zum Herstellen eines schalldämmenden und -dämpfenden Bauteils aus einem thermoplastisch verformbaren Flächengebilde auf Basis von Kunststoffschäum gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Bahn aus überwiegend bis durchwegs geschlossenzelligem Kunststoffschäum mittels Extrusion hergestellt wird und die so gebildete Kunststoffschäumbahn nachfolgend zu dem Flächengebilde mit Formelementen mit Erhebungen und Vertiefungen unter Anwendung von Druck und Wärme tiefgezogen wird, wobei die Seitenwandungen der Erhebungen stärker gedehnt und verdichtet werden als die Bodenbereiche und Kopfbereiche und wobei die Übergangsbereiche zwischen den Kopfbereichen zu den Seitenwandungen und den Bodenbereichen zu den Seitenwandungen unter Ausbildung von Membranen komprimiert werden, so daß die vormals geschlossenzellige Schaumstruktur in diesem Bereich kompaktiert wird. 25 30 35 40 45

50

55

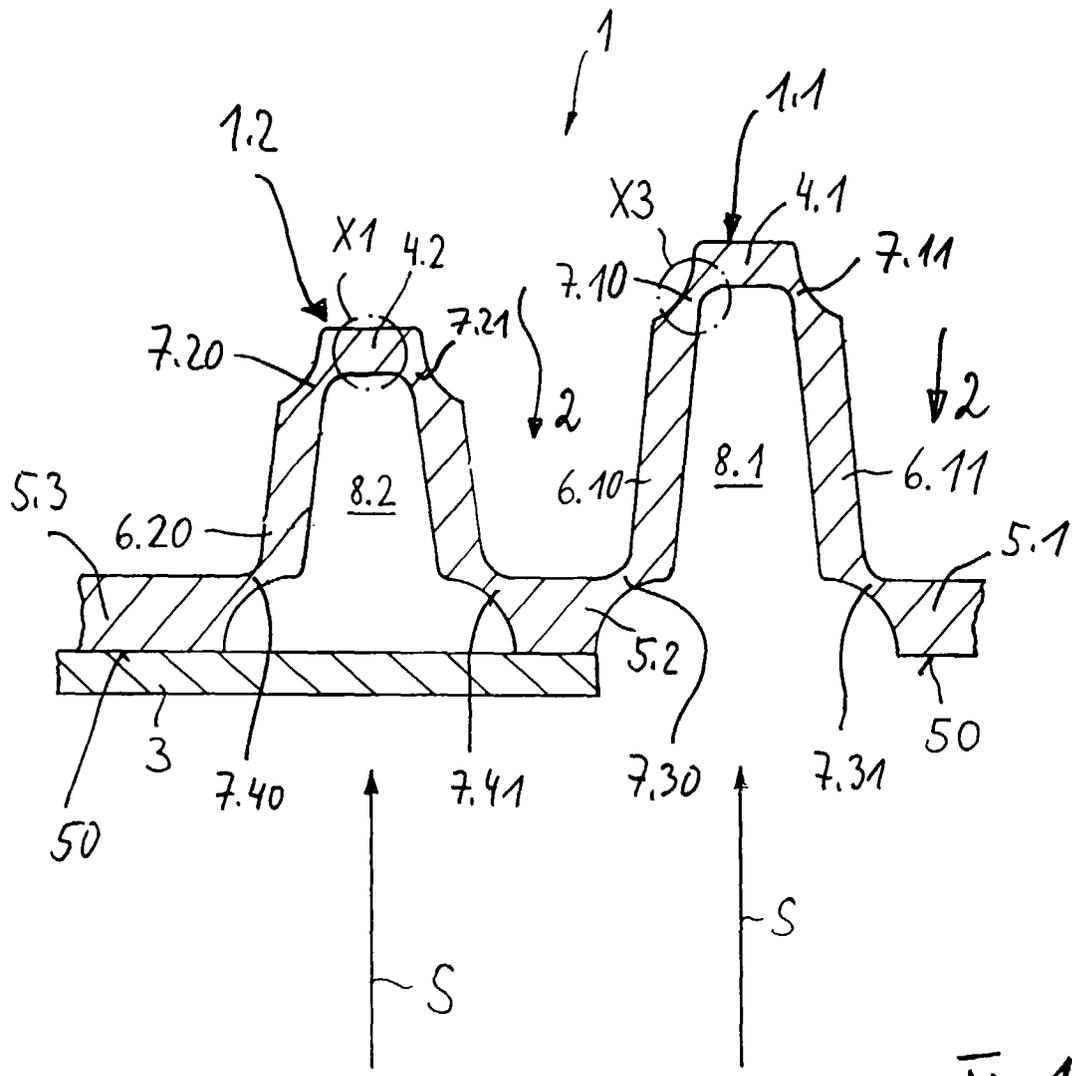


Fig. 1

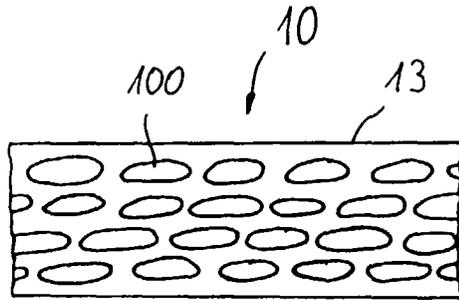


Fig. 2

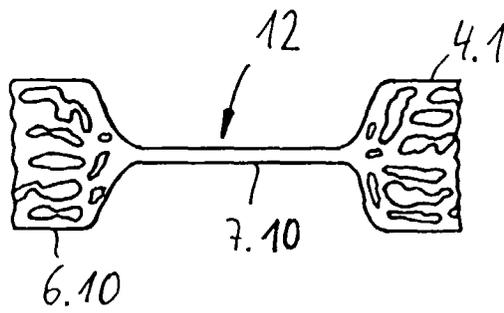


Fig. 3