



(10) **DE 10 2007 022 453 B4** 2020.02.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 022 453.4**  
(22) Anmeldetag: **10.05.2007**  
(43) Offenlegungstag: **13.11.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.02.2020**

(51) Int Cl.: **B32B 15/01 (2006.01)**  
**B32B 15/18 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**ThyssenKrupp Steel Europe AG, 47166 Duisburg, DE**

(74) Vertreter:  
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB, 40211 Düsseldorf, DE**

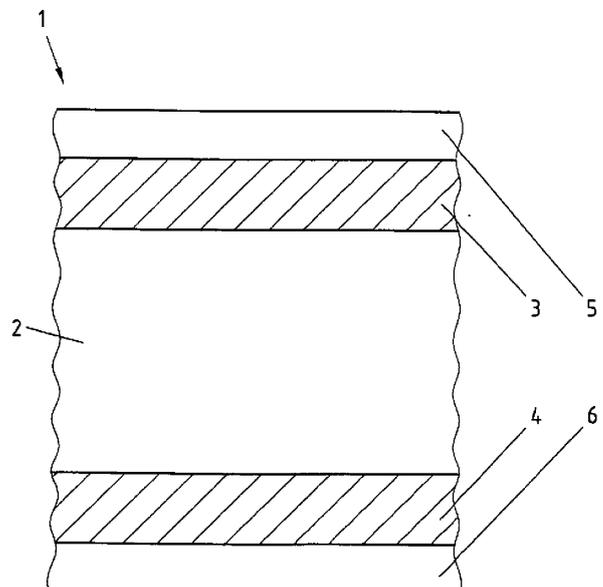
(72) Erfinder:  
**Becker, Jens-Ulrik, Dr.-Ing., 47058 Duisburg, DE; Seyfried, Peter, Dipl.-Ing., 44145 Dortmund, DE; Steinhorst, Michael, Dr.-Ing., 45357 Essen, DE; Tamlar, Horst Walter, Dr., 58453 Witten, DE; Wunderlich, Roland, Dipl.-Phys., 59192 Bergkamen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	199 21 961	C1
DE	10 2005 006606	B3
DE	33 39 904	A1
DE	689 12 683	T2
DE	20 62 552	A

(54) Bezeichnung: **Mehrschichtiges Verbundteil und aus diesem hergestelltes Bauteil**

(57) Hauptanspruch: Mehrschichtiges Verbundteil (1) für ein Strukturbauteil oder ein Außenhautteil eines Kraftfahrzeuges, bestehend aus einer Mehrzahl miteinander verbundener Stahllegierungsschichten (2, 3, 4, 5, 6) mit mindestens einer Kernschicht (2) und mindestens einer auf der Kernschicht angeordneten Stahllegierungsschicht (3, 4) aus einer höchstfesten Stahllegierung, dadurch gekennzeichnet, dass die Kernschicht (2) aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung besteht, dass mindestens eine äußere Stahllegierungsschicht (5, 6) bestehend aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung auf der auf der Kernschicht angeordneten Stahllegierungsschicht vorgesehen ist, wobei die weiche, gut verformbare Stahllegierung eine Streckgrenze unterhalb von 300 MPa und gleichzeitig eine Bruchdehnung von  $A_{80} > 20\%$  aufweist, wobei die höchstfeste Stahllegierung eine Streckgrenze von mehr als 300 MPa und eine Bruchdehnung von  $A_{80} < 35\%$  aufweist, wobei die Dicke der Kernschicht (2) mindestens 30 % und maximal 80 % der Gesamtdicke des Verbundteils entspricht und dass die Gesamtdicke maximal 2,0 mm beträgt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein mehrschichtiges Verbundteil für ein Strukturbauteil oder ein Außenhautteil eines Kraftfahrzeuges, bestehend aus einer Mehrzahl miteinander verbundener Schichten aus Stahllegierungen mit mindestens einer Kernschicht und mindestens einer auf der Kernschicht angeordneten Schicht aus einer höchstfesten Stahllegierung. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein aus dem Verbundteil hergestelltes Bauteil.

**[0002]** Um weitere Einsatzmöglichkeiten von Stahl oder Stahllegierungen zu schaffen, werden an Bleche, Halbzeuge und Bauteile immer höhere Anforderungen gestellt. Die daraus resultierenden Eigenschaften der Bleche widersprechen sich jedoch zunehmend. Beispielsweise wird durch die Verringerung der Blechdicken und die Abnahme des Gewichts der Einsatz von höher und höchstfesten Stählen gefordert. Diese haben jedoch eine schlechte Umformbarkeit und weisen üblicherweise auch eine verringerte Oberflächenqualität auf, so dass deren Einsatz als lackierte Außenhautteile nicht möglich ist. Aus der deutschen Patentschrift DE 10 2005 006 606 B3 ist beispielsweise ein Verfahren zur Plattierung von Stahlbändern bekannt, um bestimmte Eigenschaftskombinationen der Stahlbänder zu erzielen, die mit einem einzigen Werkstoff nicht erzielbar sind. Durch die Kombination verschleißfester äußerer Schichten aus einer höchstfesten Stahllegierung mit einer Kernschicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung kann eine gute Verschleißfestigkeit mit einer guten Verformbarkeit des so hergestellten Verbundteils erreicht werden. Aber auch die bekannten plattierten Stahlbleche erfüllen teilweise die Anforderungen im Fahrzeugbau nicht. Beispielsweise muss ein als Außenhaut eingesetztes Halbzeug oder Bauteil neben sehr hohen Festigkeitswerten nach dem Umformen sehr gute Oberflächeneigenschaften und eine sehr gute Lackhaftung aufweisen. Die hohen Festigkeitswerte können zwar mit höchstfesten Stählen erzielt werden, deren Oberflächeneigenschaften sind aber nach dem Umformen nicht optimal.

**[0003]** Die DE3339904 A1 offenbart einen Dreischichtstahl und seine Verwendung für Maschinenmesser für die Nahrungsmittel- und pharmazeutische Industrie.

**[0004]** Die DE 199 21 961 C1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundstahlbleches aus martensitahärtendem Stahl zum Schutz von Fahrzeugen mit einer härteren Außenlage und einer zäheren Innenlage.

**[0005]** Die DE 2 062 552 betrifft ein Verbundblech aus Martensitstahl und Austenitstahl für die Raumschiffahrt, die Chemie und die Kerntechnik.

**[0006]** Aus der DE 689 12 683 T2 ist ein Verbundmaterial für Kochgeräte bekannt, das ein wesentlich verringertes Auftreten von Defekten nach dem Umformen aufweist.

**[0007]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein mehrschichtiges Verbundteil zur Verfügung zu stellen, welches sich gleichzeitig durch eine hohe Festigkeit gepaart mit sehr guter Außenhautqualität und sehr guter Lackhaftung auszeichnet. Darüber hinaus liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein aus dem Verbundteil hergestelltes Bauteil vorzuschlagen.

**[0008]** Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein gattungsgemäßes Verbundteil dadurch gelöst, dass die Kernschicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung besteht, dass mindestens eine äußere Stahllegierungsschicht bestehend aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung auf der auf der Kernschicht angeordneten Stahllegierungsschicht vorgesehen ist, wobei die weiche gut verformbare Stahllegierung eine Streckgrenze unterhalb von 300 MPa und gleichzeitig eine Bruchdehnung von  $A_{80} > 20\%$  aufweist, wobei die höchstfeste Stahllegierung eine Streckgrenze von mehr als 300 MPa und eine Bruchdehnung von  $A_{80} < 35\%$  aufweist, wobei die Dicke der Kernschicht mindestens 30 % und maximal 80 % der Gesamtdicke des Verbundteils entspricht und dass die Gesamtdicke maximal 2,0 mm beträgt.

**[0009]** Die innere Kernschicht führt zusammen mit der auf dieser angeordneten Schicht aus einer höchstfesten Stahllegierung einerseits zu guten Umformeneigenschaften und andererseits zu sehr hohen Festigkeitswerten auch bei geringen Dicken. Die mindestens eine äußere Schicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung gewährleistet nun, dass die Oberflächenqualität der äußeren Schicht des Verbundteils verbessert wird, da weiche, gut verformbare Stahllegierungen im Allgemeinen gegenüber höchstfesten Stahllegierungen, bessere Oberflächenqualitäten aufweisen. Das erfindungsgemäße, mehrschichtige Verbundteil ist damit ideal geeignet, als Außenhautteil im Kraftfahrzeugbau eingesetzt zu werden, da es einerseits die notwendige Festigkeit aufgrund der höchstfesten Stahllegierungsschicht aufweist, andererseits eine Optimierung der Oberflächenqualität durch die äußere Schicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung ermöglicht. Eine weiche, gut verformbare Stahllegierung zeichnet sich dadurch aus, dass deren Streckgrenze unterhalb von 300 MPa liegt und gleichzeitig die Bruchdehnung  $A_{80} > 20\%$  ist. Als höchstfeste Stahllegierungen werden Stahllegierungen mit einer Streckgrenze von mehr als 300 MPa angesehen, deren Bruchdehnung  $A_{80} < 35\%$  ist.

**[0010]** Gemäß einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbundteils ist auf beiden Seiten der Kernschicht mindestens eine höchstfeste Schicht angeordnet, wobei vorzugsweise auf beiden höchstfesten Schichten eine äußere Schicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung vorgesehen ist. Zunächst führt die Einbettung der Kernschicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung mit beidseitigen Schichten aus höchstfesten Stahllegierungen dazu, dass die Festigkeit des Verbundteils deutlich gesteigert werden kann. Wird zudem auf beiden höchstfesten Schichten eine äußere Schicht aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung angeordnet, kann das Biegeverhalten und die Oberflächenqualität des Verbundteils bei gleichzeitig sehr hohen Festigkeitswerten optimiert werden. Insbesondere vorteilhaft ist bei dieser Anordnung der Stahllegierungsschichten des Verbundteils, dass die höchstfesten Stahllegierungsschichten nicht in den äußeren Schichten angeordnet sind, so dass kritische Biegeradien vermieden werden können.

**[0011]** Vorzugsweise beträgt der Kohlenstoffanteil der höchstfesten Stahllegierung maximal 1,0 Gew.-%, besonders bevorzugt maximal 0,25 Gew.-%. Ein Kohlenstoffanteil von mehr als 1,0 Gew.-% würde zu einem Verspröden der höchstfesten Stahllegierungsschicht führen, so dass deren Umformbarkeit begrenzt ist. Da mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt die Verformungskräfte nahezu proportional zunehmen, weisen die höchstfesten Stahllegierungsschichten gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform Kohlenstoffanteile von maximal 0,25 Gew.-% auf. Die reduzierten Verformungskräfte, welche zur Umformung des erfindungsgemäßen Verbundteils notwendig sind, lassen eine wirtschaftlichere Bearbeitung und Herstellung von umgeformten Verbundteilen zu.

**[0012]** Ein kostengünstiges Verbundteil wird dadurch zur Verfügung gestellt werden, dass die Dicke der Kernschicht mindestens 30 % der Gesamtdicke des Verbundteils entspricht, da für die weiche, gut verformbare Kernschicht kostengünstige Stahllegierungen verwendet werden können.

**[0013]** Eine gute Verformbarkeit und gleichzeitig eine sehr gute Festigkeit wird dadurch erreicht, dass die Dicke der Kernschicht maximal 80 % der Gesamtdicke des Verbundteils entspricht. Die Festigkeitswerte des Verbundteils können prinzipiell durch die Dicke der höchstfesten Stahllegierungsschicht eingestellt werden.

**[0014]** Aufgrund der sehr guten Eigenschaften des erfindungsgemäßen Verbundteils im Hinblick auf die Verformbarkeit und die erreichbaren Festigkeitswerte beträgt die Gesamtdicke maximal 2,0 mm, insbesondere maximal 1,0 mm, bevorzugt maximal 0,7 mm. Je nach Anforderungen an die Verformbarkeit und Festigkeit

kannt kann mit dem erfindungsgemäßen Verbundteil eine deutliche Gewichtsreduktion erzielt werden, ohne Einbußen im Hinblick auf gewünschte Festigkeits- und Verformungseigenschaften in Kauf nehmen zu müssen. Das erfindungsgemäße Verbundteil mit den genannten Gesamtdicken ist daher insbesondere für Leichtbaukonzepte sehr gut geeignet.

**[0015]** Ist der Schichtaufbau des Verbundteils gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbundteils symmetrisch zur Kernschicht, verhält sich das erfindungsgemäße Verbundteil beim Umformen wie ein einschichtiges Blech. Es ist aber auch denkbar, einen asymmetrischen Schichtaufbau vorzusehen, um beispielsweise das Verbundteil an den Spannungsbelastungszustand für den jeweiligen Einsatzzweck gezielt anzupassen.

**[0016]** Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbundteils weist das Verbundteil eine metallische und/oder organische Beschichtung auf. Diese Beschichtung kann beispielsweise ein- oder zweiseitig vorgesehen sein. Beispielsweise kann das Verbundteil feuer- oder elo-verzinkt sein. Es sind aber auch aluminiumbasierte Beschichtungen sowie Lacke als Beschichtung verwendbar. Das erfindungsgemäße Verbundteil ermöglicht aufgrund der weichen äußeren Stahllegierungsschicht eine sehr gute Beschichtung mit guten Oberflächeneigenschaften.

**[0017]** Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch ein Bauteil, welches aus einem erfindungsgemäßen Verbundteil durch Umformen des Verbundteils hergestellt ist, gelöst. Im Hinblick auf die Vorteile des erfindungsgemäßen Bauteils wird auf die Beschreibung der Vorteile des erfindungsgemäßen Verbundteils verwiesen.

**[0018]** Das Verbundteil ist für ein Strukturbauteil oder ein Außenhautteil eines Kraftfahrzeugs vorgesehen. Wie bereits zuvor beschrieben, kombiniert das aus dem erfindungsgemäßen Verbundteil hergestellte Bauteil hohe Festigkeitswerte mit gleichzeitig guten Oberflächeneigenschaften auch nach dem Umformen. Insofern kann aufgrund der herausragenden Oberflächenqualität des hergestellten Bauteils, dieses besonders gut als Außenhautteil verwendet werden und beispielsweise nachträglich lackiert werden. In der Anwendung ergibt sich damit eine sehr gute äußere Lackschicht. Aufgrund der guten Verformbarkeit gepaart mit sehr hohen Festigkeitswerten ist das Bauteil auch ein Strukturbauteil, beispielsweise ein Seitenaufprallträger, eine B-Säule, ein Sitzquerträger oder ein Bodenblech. Alle genannten Strukturbauteile erfordern bei hohen Festigkeitseigenschaften gute Umformbarkeiten bei gleichzeitig niedrigem Gewicht. Diese Anforderungen kann das erfindungsgemäße Bauteil ohne weiteres erfüllen.

[0019] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten das erfindungsgemäße, mehrschichtige Verbundteil oder das erfindungsgemäße Bauteil auszugestalten und weiterzubilden.

[0020] Hierzu wird verwiesen einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 9 nachgeordneten Patentansprüchen sowie andererseits auf die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung. Die Zeichnung zeigt in

**Fig. 1** eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verbundteils und

**Fig. 2** schematisch dargestellt den Verlauf der Streckgrenzen über den Querschnitt des erfindungsgemäßen Verbundteils.

[0021] **Fig. 1** zeigt nun in einer Querschnittsansicht ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen mehrschichtigen Verbundteils **1**, welches eine Kernschicht **2** und auf der Kernschicht angeordneten Schichten aus einer höchstfesten Legierung **3, 4** und einer äußeren Schicht **5, 6** aufweist.

[0022] Die Kernschicht **2** besteht, wie bereits ausgeführt, aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierungsschicht mit einer Dicke von beispielsweise 0,25 mm. Für die Kernschicht können insbesondere alle gut tiefziehfähigen und kostengünstigen Stahllegierungen, beispielsweise mit einer Streckgrenze von weniger als 260 MPa und einer Bruchdehnung von  $A_{80} > 30\%$  verwendet werden. Diese Stahllegierungen sind besonders kostengünstig. Beispielsweise kann für die Kernschicht **2** eine Stahllegierung vom Typ DC **03** mit einer Streckgrenze von 160 MPa und einer Bruchdehnung  $A_{80}$  von mehr als 50 % eingesetzt werden. Die genannte weiche, gut verformbare Stahllegierung stellt allerdings nur ein Beispiel für die Kernschicht **2** des erfindungsgemäßen Verbundbauteils verwendbare Stahllegierung dar.

[0023] Beidseitig der weichen, gut verformbaren Kernschicht **2** sind höchstfeste Stahllegierungsschichten **3, 4** angeordnet. Diese können beispielsweise aus einem Martensitphasenstahl nach der Norm prEN 10336 HDT1200M mit einer Streckgrenze von ca. 900 MPa und einer Bruchdehnung von ca. 5 % bestehen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verbundteils **1** beträgt die Dicke der höchstfesten Stahllegierungsschichten **3, 4** 0,075 mm. Aufgrund der extrem hohen Festigkeitseigenschaften bestimmt die Dicke der höchstfesten Stahllegierungsschichten **3, 4** im Wesentlichen die Festigkeitseigenschaften des erfindungsgemäßen Verbundteils. Die äußeren Stahllegierungsschichten **5, 6** bestehen wiederum vorzugsweise aus einem mikrolegierten IF-Stahl der Güte HX160YD (nach EN-Norm), welcher besonders gute Streck- und Tiefzieheigenschaften aufweist und gleichzei-

tig gut verzink- und/oder lackierbar ist. Die äußeren Stahllegierungsschichten weisen im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Dicke von 0,05 mm auf, wobei deren Streckgrenze 120 MPa und die Bruchdehnung ( $A_{80}$ ) ca. 38 % beträgt. Die Gesamtdicke des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verbundteils **1** beträgt insofern 0,5 mm mit einem Kernschichtanteil von 50 %. Der Aufbau des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist symmetrisch zur Kernschicht **2**. Allerdings kann dieser abhängig von den Anforderungen der Anwendung auch asymmetrisch sein. Das in **Fig. 1** dargestellte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verbundteils eignet sich hervorragend zur Herstellung von Außenhautteilen eines Kraftfahrzeugs, da es insbesondere auch eine besonders gute Beulfestigkeit aufweist.

[0024] In **Fig. 2** ist nun qualitativ über die Dicke des Verbundteils **1** die jeweiligen Streckgrenzen der einzelnen Stahllegierungsschichten **2', 3', 4', 5'** und **6'** eingezeichnet. Deutlich erkennt man, dass die höchstfesten Stahllegierungsschichten **3, 4** sehr hohe Streckgrenzen **3', 4'** aufweisen, so dass das Verbundteil des dargestellten Ausführungsbeispiels in Summe eine effektive Streckgrenze von mehr als 300 MPa bei gleichzeitig guter Verformbarkeit über die Gesamtdicke aufweist.

## Patentansprüche

1. Mehrschichtiges Verbundteil (1) für ein Strukturbauteil oder ein Außenhautteil eines Kraftfahrzeugs, bestehend aus einer Mehrzahl miteinander verbundener Stahllegierungsschichten (2, 3, 4, 5, 6) mit mindestens einer Kernschicht (2) und mindestens einer auf der Kernschicht angeordneten Stahllegierungsschicht (3, 4) aus einer höchstfesten Stahllegierung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kernschicht (2) aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung besteht, dass mindestens eine äußere Stahllegierungsschicht (5, 6) bestehend aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung auf der auf der Kernschicht angeordneten Stahllegierungsschicht vorgesehen ist, wobei die weiche, gut verformbare Stahllegierung eine Streckgrenze unterhalb von 300 MPa und gleichzeitig eine Bruchdehnung von  $A_{80} > 20\%$  aufweist, wobei die höchstfeste Stahllegierung eine Streckgrenze von mehr als 300 MPa und eine Bruchdehnung von  $A_{80} < 35\%$  aufweist, wobei die Dicke der Kernschicht (2) mindestens 30 % und maximal 80 % der Gesamtdicke des Verbundteils entspricht und dass die Gesamtdicke maximal 2, 0 mm beträgt.

2. Verbundteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf beiden Seiten der Kernschicht (2) mindestens eine höchstfeste Stahllegierungsschicht (3, 4) angeordnet ist, wobei vorzugsweise auf beiden höchstfesten Stahllegierungsschichten (3, 4) eine äu-

ßere Stahllegierungsschicht (5, 6) aus einer weichen, gut verformbaren Stahllegierung vorgesehen ist.

3. Verbundteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kohlenstoffanteil der höchstfesten Stahllegierung maximal 1,0 Gew.-%, vorzugsweise maximal 0,25 Gew.-% beträgt.

4. Verbundteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtdicke maximal 1,0 mm, bevorzugt maximal 0,7 mm beträgt.

5. Verbundteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schichtaufbau des Verbundteils (1) symmetrisch zur Kernschicht ist.

6. Verbundteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundteil (1) eine metallische und/oder organische Beschichtung aufweist.

7. Bauteil hergestellt aus einem Verbundteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durch Umformen des Verbundteils.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

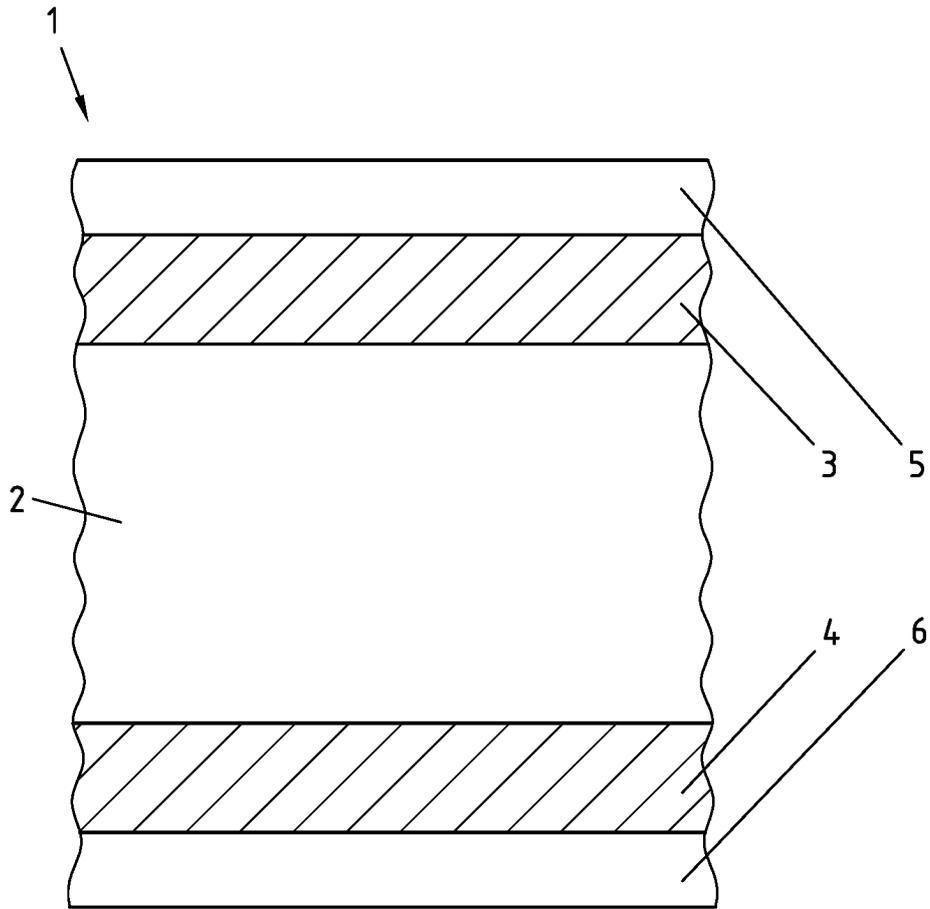


Fig.1

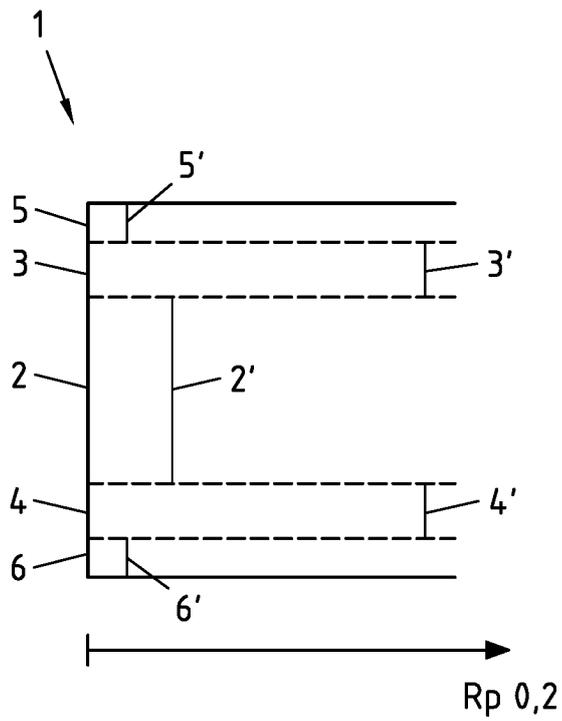


Fig.2