



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 018 170 B4** 2009.04.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 018 170.5**
(22) Anmeldetag: **14.04.2004**
(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.04.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C03C 27/12** (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)

Innerhalb von drei 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:
SAINT-GOBAIN SEKURIT Deutschland GmbH & Co. KG, 52066 Aachen, DE

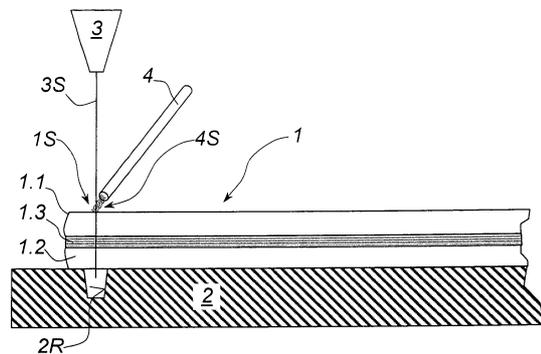
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
WO 05/0 17 580 A1
WO 03/0 57 479 A2

(72) Erfinder:
Beer, Birgit, 52159 Roetgen, DE; Schilde, Heinz, 52146 Würselen, DE; Ohrlein, Alexander, 52134 Herzogenrath, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen einer Verbundscheibe mit einem mehrschichtigen Folienlaminat**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Herstellen einer Verbundscheibe (6) mit einem mehrschichtigen thermoplastischen Folienlaminat (1), das mindestens eine dünne Funktionsfolie (1.3), sowie mindestens zwei diese zwischen sich einschließende Klebefolien (1.1, 1.2) umfasst, wobei die Funktionsfolie mittels der Klebefolien flächig mit starren Scheiben (6.1, 6.2) der Verbundscheibe adhäsiv verbunden wird, mit folgenden Schritten:

- das Folienlaminat (1) wird vor der Verbundbildung mit den starren Scheiben unter lokalem Aufschmelzen einer oder beider Klebefolien (1.1, 1.2) und der Funktionsfolie (1.3) fortlaufend entlang einer dem Umriss der starren Scheiben entsprechenden Linie zugeschnitten und die dabei entstehende Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) wird durch Aufschmelzen ihres Randes versiegelt,
- während des Zuschneidens wird ein Gasstrahl (4S) so in die Schmelze gerichtet, dass das aufgeschmolzene Material der Klebefolie von der Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) weg geblasen wird,
- bei der Verbundbildung mit den starren Scheiben wird die Schnittkante der Funktionsfolie durch aufgeschmolzenes Material mindestens einer der Klebefolien...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen einer Verbundscheibe mit einem mehrschichtigen Folienlaminat nach Patentanspruch 1.

[0002] Bekannt ist aus US 5320893 A ein aus mehreren Kunststofffolien bestehendes Vorlaminat zur Herstellung von Verbundscheiben, das zwei thermoplastische Klebefolien (aus Polyvinylbutyral (PVB)) und eine dazwischen eingebettete Funktions- bzw. Trägerfolie aus PET enthält. Letztere ist mit einem Infrarotstrahlen reflektierenden metallischen Schichtsystem beschichtet, das unter bestimmten Umständen korrosionsanfällig ist. Um ein Übergreifen der vom äußeren Rand des Schichtsystems her einsetzenden Korrosion in die Fläche der Verbundscheibe zu verhindern, trennt man vor dem Herstellen des Verbundes einen schmalen Randstreifen der Trägerfolie und der diese überdeckenden Klebefolie mit einem mechanischen Trennschnitt ab. Die zweite Klebefolie wird nicht geschnitten. Beim Erwärmen des Vorverbundes während des Verbindeprozesses zum Aufschmelzen der Klebefolien zieht sich die vorgeckte Trägerfolie etwas in sich zusammen, während der schmale Randstreifen stehen bleibt. Den dadurch entstehenden Spalt in der Trägerfolie füllt das viskos aufschmelzende Material der nicht geschnittenen Klebefolie auf. Damit ist der zentrale Flächenbereich der Trägerfolie und ihrer Beschichtung vor widrigen Außenbedingungen durch eine umlaufende Versiegelung gut geschützt. Dieser Schutz wirkt vollständig jedoch erst nach dem endgültigen Verbinden des Folienlaminats mit den starren Scheiben der Verbundscheibe. Außerdem verbleibt im Randbereich der Verbundscheibe ein „Opferstreifen“ der Trägerfolie, der gegen Korrosion nicht geschützt ist und deshalb aus optischen Gründen mit einer Kaschierung versehen wird.

[0003] EP 920 377 B1 beschreibt eine ähnliche Verbundscheibe, in der ebenfalls ein mehrschichtiges Folienlaminat als Zwischenschicht zwischen zwei starren Scheiben verwendet wird. Auch dieses Folienlaminat umfasst eine metallhaltig beschichtete Trägerfolie. Nach diesem Patent wird ein schmaler Randstreifen der Trägerfolie abgetrennt und aus dem bereits zwischen die starren Scheiben der Verbundscheibe eingelegten Folienlaminat mechanisch entfernt. Der Schneidvorgang kann mit Laserstrahlung durchgeführt werden, die allerdings nicht näher spezifiziert wird, und man durchtrennt im Wesentlichen nur die Funktions- bzw. Trägerfolie selbst.

[0004] Gemäß DE 195 03 510 A1 schneidet man ein Folienlaminat für Verbundscheiben, das ebenfalls eine Funktions- oder Trägerfolie mit einem korrosionsempfindlichen Schichtsystem enthält, kleiner als die starren Scheiben zu, so dass sich nach dem Zu-

sammenlegen der starren Scheiben und des Folienlaminats ein umlaufender Randspalt ergibt. Dieser wird nach dem Absaugen der zwischen den Schichten enthaltenen Luft mit einem Polymer ausgegossen, das sich im nachfolgenden Autoklavprozess mit den Klebefolien des Folienlaminats verbindet und so eine Versiegelung des Randbereichs der Trägerfolie bildet.

[0005] Ein weiteres Verfahren (DE 196 22 566 C1) mit derselben Zielrichtung schneidet ebenfalls das Folienlaminat etwas kleiner zu als die starren Scheiben; anstelle eines gesonderten Versiegelungsschrittes wird bei diesem Verfahren jedoch während des Autoklavprozesses auf die Scheibenflächen ein höherer Druck aufgebracht als auf den Randbereich, bzw. man verringert gezielt lokal den Druck am Randbereich, so dass die aufschmelzenden Klebefolien aufgrund der Druckdifferenz in den Randspalt einfließen und diesen ausfüllen.

[0006] DE 33 39 320 A1 beschreibt ein Verfahren zum Zuschneiden von thermoplastischen Folien für Verbundscheiben mit einem Hochdruck-Wasserstrahl.

[0007] Es sind vielschichtige, metallfreie Folien bekannt (US 5,233,465 A), die ebenfalls ein gutes Infrarot-Reflexionsvermögen haben und anstelle einer metallhaltig beschichteten Folie in Verbundscheiben integrierbar sind. Auch EP 1 055 140 B1 beschreibt eine solche vielschichtige Folie, ebenfalls im Zusammenhang mit Verbundscheiben, in die sie eingelegt werden kann.

[0008] Bei diesen Funktionsfolien – die hier nicht als Trägerfolien bezeichnet werden, da sie ja kein Schichtsystem tragen – stellt sich nicht das Problem der Korrosion. Sie haben des weiteren den Vorteil, dass sie kein Hindernis für hochfrequente Wellen bilden (z. B. Funkwellen), die in manchen Anwendungsfällen, z. B. Fahrzeug-Fensterscheiben, durch die Verbundscheibe gelangen sollen.

[0009] DE 202 20 494 U1 beschreibt allerdings bestimmte Probleme, die ungeachtet der vorgenannten Vorteile bei der Herstellung von Verbundscheiben mit solchen eingebetteten vielschichtigen Folien auftreten. Einerseits sind letztere empfindlich gegen Weichmacher, die in üblichen Klebefolien enthalten sind. Andererseits bringt gerade der in sich vielschichtige Aufbau der metallfreien Folien ein Risiko der Delaminierung mit sich, auch wenn die Folie insgesamt in einen Klebeverbund eingebettet ist.

[0010] WO 03/057479 A2 beschreibt Lamine (in Form von Verbundglasscheiben) und Verfahren zu deren Herstellung, bei denen ebenfalls eine in sich mehrschichtige Wärmestrahlen reflektierende Folie verwendet wird. Nach der Lehre dieses Dokumentes

werden die Folien mithilfe eines Laserstrahls zugeschnitten, vorzugsweise mit einem 10,6 µm CO₂-Laser. Dieses Schneidverfahren führt zum Verschweißen der inneren Folienlagen und hemmt damit eine Delaminierung der Funktionsfolie von ihrem Rand her. Auf diese Weise kann ein dauerhafter Verbund unter Verwendung einer in sich mehrschichtigen Wärme dämmenden Folie hergestellt werden. Beim endgültigen Verbinden der starren Scheiben fließt das Material der Klebefolien über die Schnittkante der Funktionsfolie und versiegelt diese nach außen.

[0011] WO 2005/017580 A1 beschreibt Lamine und Verfahren zu deren Herstellung. Dabei wird eine optische Folie beschrieben, die ihrerseits optische, nichtmetallische, mehrschichtige Folien enthält und eine Solarenergie reflektierende Folie sein kann.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ausgehend von dem vorgenannten Dokument ein noch weiter verbessertes Verfahren zum Herstellen einer Verbundscheibe mit einem mehrschichtigen Folienlaminat zu schaffen.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Merkmale der Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen dieser Erfindung an.

[0014] Abweichend von den bekannten Maßnahmen wird erfindungsgemäß zugleich mit dem Zerschneiden des Folienlaminats mithilfe einer lokalen intensiven Wärmezufuhr das Versiegeln der Schnittkante der Funktionsfolie mittels des aufgeschmolzenen Materials der Klebefolie(n) und/oder der Funktionsfolie selbst bewirkt. Dieses Verfahren ist grundsätzlich unabhängig davon anwendbar, ob die Funktionsfolie eine Trägerfolie mit einem IR-reflektierenden Schichtsystem oder eine metallfreie, in sich mehrschichtige Funktionsfolie ist.

[0015] Für eine metallfreie, in sich mehrschichtige Funktionsfolie wird das aufgeschmolzene Material der Klebefolie durch die bei der Laserbearbeitung in kürzester Zeit freigesetzte Wärme von der so erzeugten Schnittkante der Funktionsfolie weggeblasen. Besonders vorteilhaft wird dieser Prozess durch die Zufuhr von Druckluft ergänzt und unterstützt. Durch die Einwirkung des Lasers wird die Funktionsfolie an der Schnittkante getrennt und gleichzeitig derart verschmolzen, dass die Funktionsfolie versiegelt und gegenüber äußeren Umwelteinflüssen geschützt wird.

[0016] Die Schnittkante der übereinander liegenden hauchdünnen Folien des Schichtsystems der Funktionsfolie wird versiegelt und die Möglichkeit zur Delamination oder des Eindringens von korrosiven Angriffen praktisch ausgeschlossen.

[0017] Bei Verwendung einer metallhaltigen oder metallbeschichteten Funktionsfolie wird das in der funktionellen Folie enthaltene Metall während der Erhitzung oxidiert und somit passiviert. Damit entsteht eine passivierte Schutzschicht, welche den Rest der metallhaltigen Funktionsfolie umgibt.

[0018] Besonders bevorzugt wird zum Schneiden des Folienlaminats ein für dieses spezielle (organische) Material optimierter Laser verwendet, der insbesondere im mittel- und langwelligen Infrarotbereich arbeitet. Als gut geeignet wird ein gepulster CO₂-Laser mit 10,6 Mikrometer Wellenlänge eingesetzt. Damit werden aufgrund der hohen Energie- und Wärmebündelung sehr hohe Schnittgeschwindigkeiten erreicht.

[0019] Es ist jedoch auch denkbar, den Schneidvorgang mittels eines Gas- oder Flüssigkeitsstrahls, oder per Ultraschall oder Mikrowelle durchzuführen oder auch den Laser-Schnitt mit einem solchen Strahl zu unterstützen. Besonders vorteilhaft ist es hierbei einen erhitzten Gas- oder Flüssigkeitsstrahl für den Prozess zu benutzen.

[0020] Man kann die Schnittlinie exakt entlang der Umrisslinie der starren Scheiben führen, besonders wenn die zu verwendende Folie beim Laminieren des Scheibenverbundes noch schrumpft. Dann lassen sich sogar Überstände realisieren, dies hängt von der Schrumpffähigkeit der eingesetzten Funktionsfolie und auch der Klebefolie ab. Man bevorzugt jedoch einen geringen Rückschnitt des Folienlaminats von bis zu 10 mm, idealerweise im Bereich von 0,1 bis 2,0 mm. Einerseits werden damit gewisse Maßabweichungen der starren Scheiben (die aus Glas oder aus Kunststoff bestehen können) tolerierbar, weil jedenfalls auf ein Nacharbeiten des Folienlaminats nach dem Abschluss des Verbindeprozesses dann verzichtet werden kann, wenn dieses nicht über den Außenumschrieb der Verbundscheibe vorsteht. Andererseits wird der durch den Rückschnitt des Folienlaminats entstehende Randspalt beim Aufschmelzen der Klebefolien zumindest teilweise aufgefüllt, so dass sich dann eine Überdeckung der Schnittkante der Funktionsfolie mit dem Klebermaterial ergibt. Diese Überdeckung schützt die empfindliche Kante der Funktionsfolie vor mechanischen Schädigungen und trägt somit dazu bei, dass die verschmolzene Schnittkante der Funktionsfolie dauerhaft ihren versiegelnden Charakter bewahrt.

[0021] Ein beachtlicher Vorteil dieser Vorgehensweise ist eine sehr glatte, und optisch kaum wahrnehmbare Schnittkante der Funktionsfolie. Die hier beschriebene erfindungsgemäße Schneidmethode erzeugt unmittelbar einen produktionsfertigen Zugschnitt des Folienlaminats, das nach dem Schneiden direkt dem Verbindeprozess zugeführt werden kann und keiner weiteren Bearbeitung mehr bedarf.

[0022] Je nach Verwendungszweck der fertigen Verbundscheibe kann sogar auf eine optische Kaschierung des Randbereichs verzichtet werden. Dies ist z. B. insbesondere interessant bei Türfensterscheiben von Kraftfahrzeugen, die rahmenlos nur im eigentlichen Türkörper geführt sind und deren Kanten bei geöffneter Tür frei liegen, und vor allem mit der hier hauptsächlich beschriebenen/verwendeten metallfreien Funktionsfolie, die weniger eingefärbt und damit gerade im Randbereich optisch weniger auffällt als vergleichbare metallisch Wärme reflektierend beschichtete Folien.

[0023] Wenn dieses Verfahren sich auch hauptsächlich für die Verwendung von in sich mehrschichtigen Funktionsfolien in den Folienlaminaten anbietet, so kann es doch auch bei Folienlaminaten mit beschichteten Trägerfolien mit gleichem Gewinn angewendet werden.

[0024] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels und deren sich im folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

[0025] Es zeigen in vereinfachter, nicht maßstäblicher Darstellung

[0026] [Fig. 1](#) eine Ausführungsphase des erfindungsgemäßen Verfahrens beim Schneiden eines Folienlaminats in einer Vorrichtung,

[0027] [Fig. 2](#) eine Teil-Schnittansicht einer zusammengelegten Verbundscheibe mit einem erfindungsgemäß bearbeiteten Folienlaminat vor dem Verbindungsprozess,

[0028] [Fig. 3](#) eine mikroskopische Aufnahme eines Schnittes eines mit Laser geschnittenen Folienlaminats,

[0029] [Fig. 4](#) eine mikroskopische Übersichtsaufnahme des Folienlaminats nach dem Verbinden mit zwei starren Scheiben im Schnitt quer zur lasergeschnittenen Kante.

[0030] Gemäß [Fig. 1](#) ist ein Folienlaminat **1** aus einer ersten Klebefolie **1.1**, einer Funktionsfolie **1.3** und einer zweiten Klebefolie **1.2** auf eine feste Unterlage **2** aufgelegt. Es ist erforderlich, das Folienlaminat **1** für den folgenden Zuschneidevorgang zu fixieren. Die Unterlage **2** ist deshalb hier ein Bestandteil einer Bearbeitungsvorrichtung. Ihre Auflagefläche, auf der das Folienlaminat **1** fixiert ist, hat eine Vertiefung oder Unterbrechung **2R**, die u. a. entlang dem vorgegebenen Verlauf des Schnitts verläuft, mit dem das Folienlaminat **1** zugeschnitten wird.

[0031] Die Bearbeitungsvorrichtung zum Zuschnei-

den des Folienlaminats **1** umfasst außerdem einen Laserkopf **3**, der in nicht näher gezeigter Weise entlang der gewünschten geschlossenen bzw. umlaufenden Umrisslinie des Folienlaminats **1** bzw. der Rinne **2R** der Unterlage **2** führbar ist, beispielsweise und bevorzugt mithilfe eines Roboterarmes oder auf einem Zweikoordinaten-Bearbeitungstisch, gegebenenfalls ergänzt durch eine Führung quer zur Schneidrichtung. Der Laserbearbeitungskopf **3** lässt einen auf das Folienlaminat gerichteten Laserstrahl **3S** austreten. Letzterer ist hinsichtlich Wellenlänge, Fokussierung und Leistung so ausgelegt, dass er von dem Material des Folienlaminats gut absorbiert wird.

[0032] Für das Schneiden der hier in Rede stehenden organischen Kunststofffolien hat sich ein gepulster CO₂-Laser mit 10,6 Mikrometer Wellenlänge als besonders geeignet erwiesen. Damit wird im Bereich einer Schneide- oder Schmelzzone **1S** ein sehr rasches, lokal eng begrenztes Aufschmelzen des Folienlaminats **1** auf seiner gesamten Dicke sicher erreicht und zugleich eine sehr saubere Schnittkante erzeugt.

[0033] Es sei angemerkt, dass die Funktionsfolie **1.3** sehr viel dünner ist als die Klebefolien. Im Sinne eines konkreten, jedoch nicht einschränkenden Beispiels sind letztere im Durchschnitt z. B. etwa 0,38 mm dick, während die Funktionsfolie nur etwa 50 Mikrometer dick ist. Hieraus ergibt sich eine Gesamtdicke des Folienlaminats von nominell etwa 0,76 mm.

[0034] Die Klebefolien bestehen vorzugsweise aus PVB, während als Funktionsfolie z. B. SRF verwendet werden kann. Die waagerechte Schraffur der Funktionsfolie **1.3** im Schnitt deutet an, dass diese in sich mehrschichtig aus einer Vielzahl von hauchdünnen Folien aufgebaut ist.

[0035] Die Bearbeitungsvorrichtung umfasst zusätzlich eine Blaseinrichtung **4**, mit der ein Gas- oder Luftstrahl **4S** auf die Schmelzzone **1S** gerichtet wird. Die Glaseinrichtung **4** (z. B. eine Düse mit geeigneter Zuleitung) wird synchron mit dem Laserkopf **3** so geführt, dass der austretende (vorzugsweise heiße, etwa auf die Schmelztemperatur der Klebefolien vorgeheizte) Luftstrahl stets in einer vorgegebenen Richtung auf die Schmelzzone trifft. Er bewirkt ein effizientes und rasches Entfernen (Wegblasen) des aufgeschmolzenen Kunststoffes der Klebefolien **1.1** und **1.2** von der Schnittkante der Funktionsfolie **1.3** weg. Die Austrittsgeschwindigkeit des Luftstrahls und die geförderte Luftmenge sind in Versuchen mit verhältnismäßig geringem Aufwand bestimmbar.

[0036] Da die Hitzeeinwirkung des Laserstrahls **3S** sehr engräumig ist, erstarrt die Schmelze sehr rasch wieder. Es genügt aber für den hier beschriebenen Zweck, wenn die Schmelze vor dem Erstarren von der Schnittkante der Funktionsfolie weggeblasen

wurde. Überschüssiges Material aus der Schmelzzone kann ggf. in die Vertiefung **2R** ablaufen.

[0037] Es ist allerdings nicht unbedingt erforderlich, eine derartige Rinne in der Unterlage vorzusehen, da die Schmelzzone, wie erwähnt, sehr eng begrenzt ist und nur ein sehr kleiner Anteil des Materials sich verflüssigt. Man kann deshalb als Unterlage ggf. eine starre Scheibe der herzustellenden Verbundscheibe verwenden, sofern sicher gestellt ist, dass diese starre Scheibe nicht selbst von dem Laserstrahl **3S** geschädigt wird. Die starre Scheibe muss natürlich ggf. ihrerseits in der Bearbeitungsvorrichtung auf einer geeigneten Unterlage fixiert werden.

[0038] Es ist auch nicht unbedingt erforderlich, das Folienlaminat auf ganzer Dicke zu durchtrennen, um die Versiegelung der Schnittkante der Funktionsfolie zu erreichen. Wenn eine hinreichende Gas- bzw. Druckluftzufuhr und eine geeignete geometrische Zuführrichtung der Druckluft sichergestellt wird, kann ggf. ein gewisser Überstand der (unteren) Klebefolie hingenommen werden. Jedoch wird dann nach dem Verbinden eine Nachbearbeitung des Randes des Folienlaminats bzw. der dann entstandenen Zwischenschicht der Verbundscheibe erforderlich sein, was an sich vermieden werden sollte.

[0039] Zweckmäßig ist es in jedem Fall, das zu schneidende Folienlaminat beidseits der Schnittlinie bzw. Schmelzzone **1S** aufzulegen. Würde man es einfach frei über den Rand der Unterlage hinaus ragen lassen, so könnte zwar der abgeschnittene Streifen unter Schwerkrafteinfluss abfallen, er könnte aber möglicherweise zugleich im Bereich der Schnittzone und voreilend dazu aufgrund der Biegesteifigkeit des Folienlaminats eine Welle aufwerfen, wodurch der exakte Verlauf des Schnitts durch Verziehen des Folienlaminats beeinträchtigt werden könnte.

[0040] Es versteht sich von selbst, dass die vom Folienlaminat **1** abgetrennte Fläche (bzw. der abgetrennte Randstreifen bei zuvor erfolgtem groben Zugschnitt) des Vorprodukts nach Abschluss des vorstehend erörterten umlaufenden Trennschnittes entfernt wird.

[0041] **Fig. 2** ist ein Querschnitt durch den Randbereich einer zum Verbindeprozess mit dem zugeschnittenen Folienlaminat **1** vorbereiteten Verbundscheibe **6** mit zwei starren Scheiben **6.1** und **6.2** vor dem Aufschmelzen der Klebefolien. Man erkennt an der wieder links gezeigten Schnittkante des Folienlaminats **1**, dass Material der funktionellen Folie am Rand bzw. an der Schnittkante in einer Schmelzzone **1.4** verschmolzen ist. Dadurch wird eine Versiegelung der Schnittkante der Funktionsfolie **1.3** gegen korrosive Angriffe und gegen Delaminierung erreicht.

[0042] Gleichwohl hat man das Folienlaminat hier so gegenüber dem Umriss der starren Scheiben **6.1** und **6.2** zurückgeschnitten, dass ein geringer Randspalt oder Rücksprung gegenüber den Stirnkanten der starren Scheiben entstanden ist.

[0043] Wird der so zusammengelegte Vorverbund nach dem Entlüften unter Einwirkung von Wärme und Druck (z. B. Autoklav-Prozess) zur fertigen Verbundscheibe transformiert, so wird an der umlaufenden Schnittkante des Folienlaminats **1** noch, durch den Flächendruck verdrängtes Material der Klebefolien **1.1**, **1.2** in den verbleibenden geringen Randspalt eintreten und diesen ggfs. vollständig auffüllen, zumindest aber einen dünnen Film über der Schnittkante der funktionellen Folie bilden (dies ist in **Fig. 4** gezeigt). Ggf. kann ergänzend das vorerwähnte Verfahren angewendet werden, welches im Bereich des Randspalts einen geringeren Druck vorsieht, um das Fließen des Klebematerials zu fördern. Damit wird ein ergänzender mechanischer Schutz der Schmelzzone **1.4** der Funktionsfolie **1.3** erreicht.

[0044] Anders als bei einigen vorbekannten Verbundscheiben mit einer ähnlichen Randversiegelung verbleibt bei dem hier beschriebenen Verfahren kein Reststreifen der Funktionsfolie im Verbund.

[0045] Man kann dennoch auch an der fertigen Verbundscheibe noch den Einfluss des vorstehend beschriebenen Bearbeitungsverfahrens nachvollziehen, denn die Verschmelzung der Schmelzzone **1.4** der Funktionsfolie lässt sich im Schnittbild durch die Scheibenkante nachvollziehen, wie in der Abbildung der **Fig. 3** klar erkennbar ist. Auch nach der Behandlung durch z. B. einen Autoklav-Prozess lässt sich anhand des Schnittbildes durch die Scheibenkante die Schmelzzone noch erkennen.

[0046] **Fig. 4** zeigt schließlich einen Schnitt durch die Kante einer versuchsweise zu Demonstrationszwecken hergestellten Verbundscheibe mit den beiden starren Scheiben **6.1** und **6.2** und dem Folienlaminat **1.1/1.2/1.3**, das die starren Scheiben flächig-adhäsiv verbindet. Man erkennt einen gewissen Einzug der Funktionsfolie **1.3** gegenüber dem Rand; dieser kann z. B. durch einen Schrumpfvorgang während des Erhitzens im Verbindeprozess entstehen und trägt zum Glätten von eventuellen Wellen der Funktionsfolie bei. Man erkennt am äußeren Rand bzw. der Schnittkante der Funktionsfolie **1.3**, dass Material von den Klebefolien hier übergeflossen ist und eine zusätzliche Versiegelung der Schmelzzone (**Fig. 3**) gebildet hat. Der Randspalt kann bei Bedarf mit bekannten Methoden aufgefüllt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Verbundscheibe (**6**) mit einem mehrschichtigen thermoplastischen

Folienlaminat (1), das mindestens eine dünne Funktionsfolie (1.3), sowie mindestens zwei diese zwischen sich einschließende Klebefolien (1.1, 1.2) umfasst, wobei die Funktionsfolie mittels der Klebefolien flächig mit starren Scheiben (6.1, 6.2) der Verbundscheibe adhäsiv verbunden wird, mit folgenden Schritten:

- das Folienlaminat (1) wird vor der Verbundbildung mit den starren Scheiben unter lokalem Aufschmelzen einer oder beider Klebefolien (1.1, 1.2) und der Funktionsfolie (1.3) fortlaufend entlang einer dem Umriss der starren Scheiben entsprechenden Linie zugeschnitten und die dabei entstehende Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) wird durch Aufschmelzen ihres Randes versiegelt,
- während des Zuschneidens wird ein Gasstrahl (4S) so in die Schmelze gerichtet, dass das aufgeschmolzene Material der Klebefolie von der Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) weg geblasen wird,
- bei der Verbundbildung mit den starren Scheiben wird die Schnittkante der Funktionsfolie durch aufgeschmolzenes Material mindestens einer der Klebefolien (1.1) überdeckt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zum Schneiden des Folienlaminats ein im mittel- und langwelligen Infrarot arbeitender Laser eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zum Schneiden des Folienlaminats ein gepulster CO₂-Laser bei 10,6 Mikrometer Wellenlänge eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem auf die Schnittlinie ein Gas- oder Flüssigkeitsstrahl, Ultraschall oder Mikrowellen gerichtet wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Folienlaminat (1) auf einer Unterlage (2) liegend zugeschnitten und zugleich mit dem Versiegeln der Schnittkante der Funktionsfolie durch Wärmeeinwirkung ein Fließen der äußeren Klebefolien über die Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) bewirkt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Gasstrahl (4S) ein Luftstrahl in die Schmelze gerichtet wird, um das aufgeschmolzene Material der Klebefolie von der Schnittkante der Funktionsfolie (1.3) weg zu blasen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das Gas/die Luft annähernd auf die Schmelztemperatur der thermoplastischen Klebefolien erhitzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Folienlaminat (1) während des Schneide- und Versiegelungsvorgangs auf eine Un-

terlage (2) aufgelegt und fixiert wird, welche Unterlage (2) eine der Schnittlinie folgende Vertiefung (2R) oder Unterbrechung aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Folienlaminat während des Schneide- und Versiegelungsvorgangs auf eine der starren Scheiben der Verbundscheibe aufgelegt wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Folienlaminat mit dem Durchtrennen durch fortlaufendes lokales Aufschmelzen unmittelbar passend für den folgenden Verbindeprozess zugeschnitten wird.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem ein Folienlaminat mit einer metallfreien, in sich mehrschichtigen Funktionsfolie verwendet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

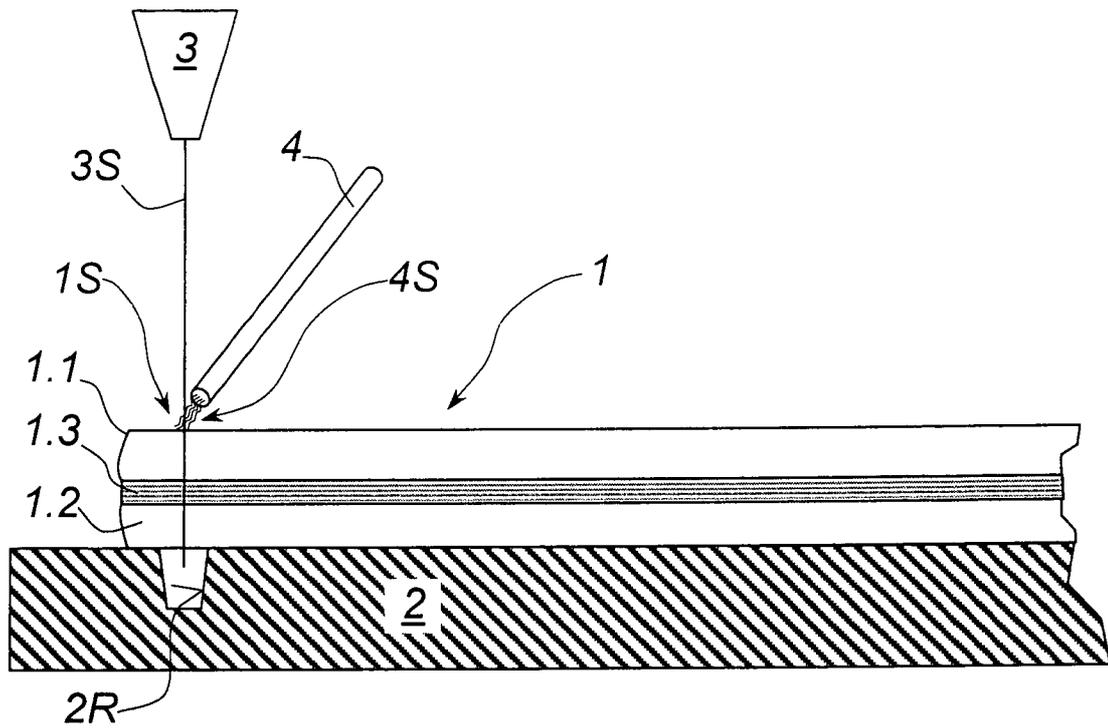


Fig. 1

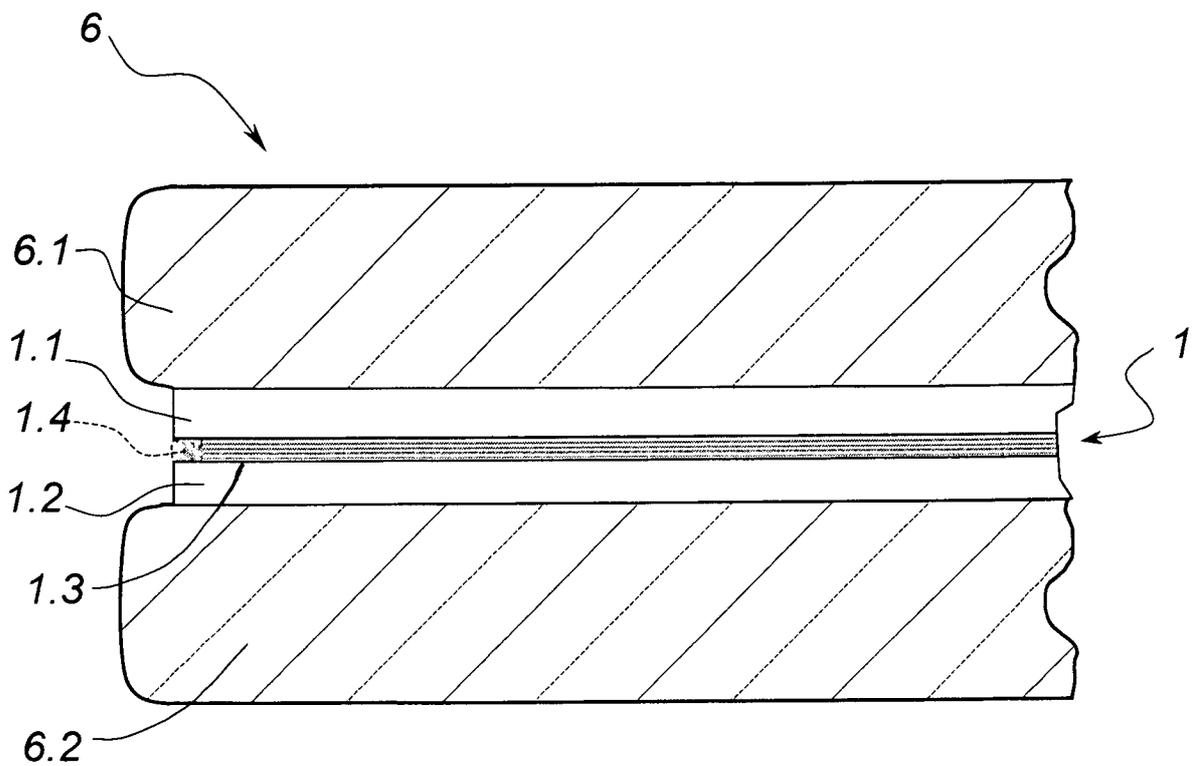


Fig. 2

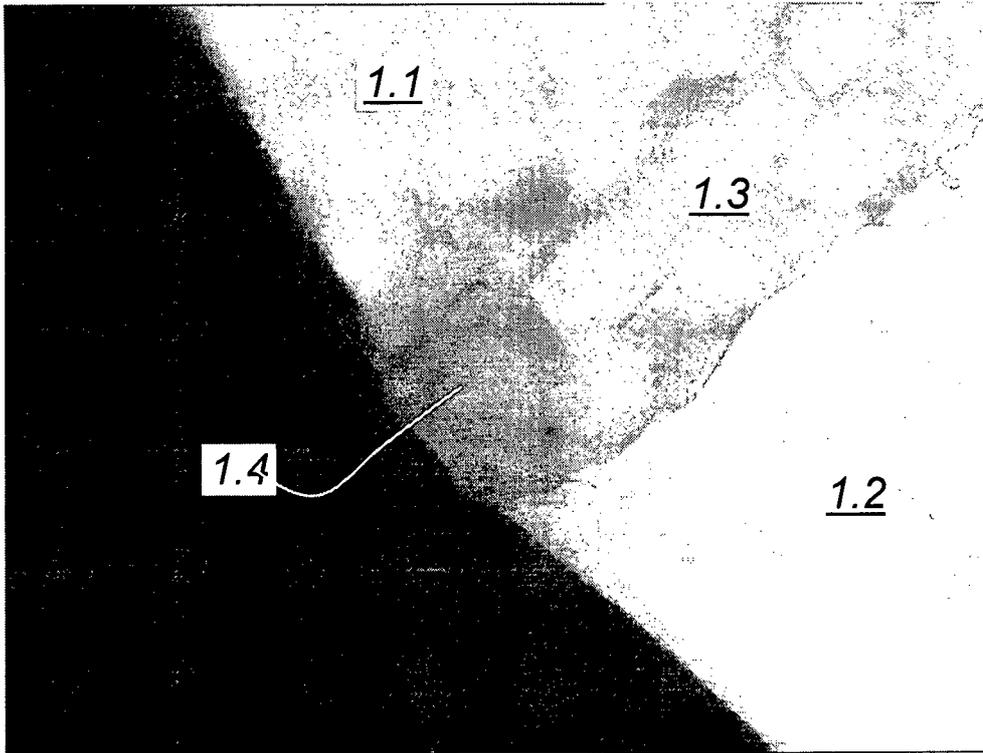


Fig. 3

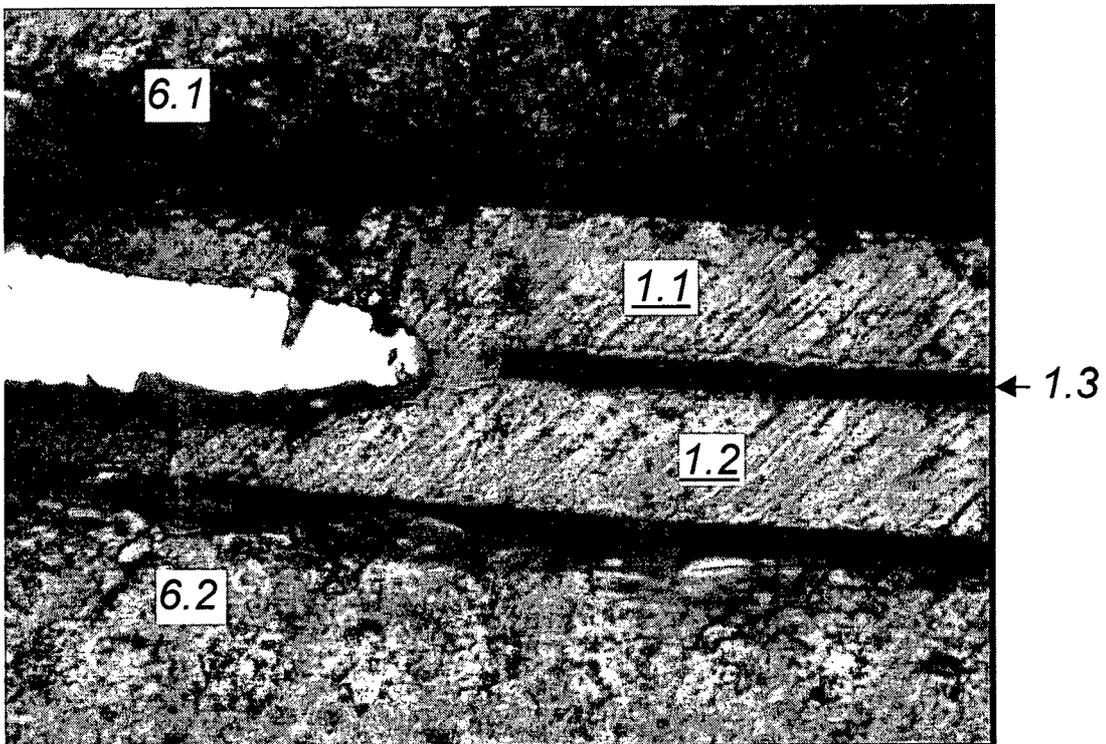


Fig. 4