



(10) **DE 20 2012 013 654 U1 2019.02.14**

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2012 013 654.2**

(51) Int Cl.: **C03C 27/12 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: **11.06.2012**

**B32B 17/10 (2006.01)**

(67) aus Patentanmeldung: **EP 18 15 0842.5**

(47) Eintragungstag: **03.01.2019**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **14.02.2019**

(30) Unionspriorität:

**61/500,766** 24.06.2011 US  
**13/247,182** 28.09.2011 US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

**Epping Hermann Fischer**  
Patentanwaltsgeellschaft mbH, 80639 München,  
DE

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

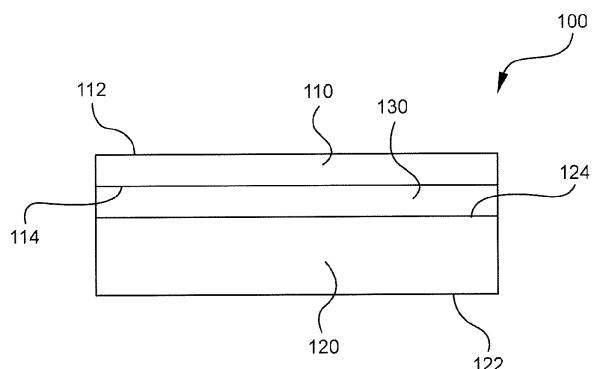
**Corning Incorporated, Corning, N.Y., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Leichte Hybrid-Glaslamine**

(57) Hauptanspruch: Glaslaminat, aufweisend

- eine Innenfläche,
- eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine Polymerzwischenschicht in direktem physischen Kontakt mit der nicht chemisch verstärkten Glasscheibe und der chemisch verstärkten Glasscheibe,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe eine Dicke von 0,5 mm bis 0,7 mm hat,
- wobei ein Elastizitätsmodul der Polymerzwischenschicht von ca. 1 MPa bis 75 MPa reicht,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe die Innenfläche bereitstellt, und
- wobei die Innenfläche in Kontakt mit dem Inneren der Struktur steht, die das Glaslaminat beinhaltet.



**Beschreibung****QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht gemäß 35 U.S.C. § 119 die Priorität aus der vorläufigen US-Anmeldung mit der lfd. Nr. 61/500,766, die am 24. Juni 2011 eingereicht wurde, und gemäß 35 U.S.C. §120 die Priorität aus der US-Anmeldung mit der lfd. Nr. 13/247182, die am 28. September 2011 eingereicht wurde, deren Inhalte die Basis für diese Anmeldung bilden und die hiermit durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen sind.

**HINTERGRUND**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein auf Glaslamine, insbesondere auf Hybrid-Glaslamine, die eine chemisch verstärkte äußere Glasscheibe und eine nicht chemisch verstärkte innere Glasscheibe umfassen. Solche Hybridlamine zeichnen sich durch geringes Gewicht, gute Schalldämmung und hohe Schlagfestigkeit aus. Insbesondere erfüllen die offenbarten Hybridlamine die gewerbl. anwendbaren Kriterien für den Impact-Test bzw. Schlagversuch für Anwendungen, bei denen es nicht um Windschutzscheiben geht.

**[0003]** Glaslamine können als Fenster und Verglasungen in Architekturanwendungen und im Verkehrswesen, darunter Autos, Schienenfahrzeuge und Flugzeuge, eingesetzt werden. Wie hierin verwendet, ist eine Verglasung ein transparenter oder halbtransparenter Teil einer Wand oder einer anderen Struktur. Gängige Arten von Verglasungen, die in Architektur- und Automobilanwendungen zum Einsatz kommen, umfassen durchsichtige und getönte Gläser, einschließlich Verbundglas. Verbundverglasungen mit gegenüberliegenden Glasscheiben, die beispielsweise durch eine plastifizierte Poly(vinylbutyral)-(PVB)-Folie getrennt sind, können als Fenster, Windschutzscheiben oder Schiebedächer verwendet werden. In bestimmten Anwendungen sind Glaslamine mit hoher mechanischer Festigkeit und schalldämmenden Eigenschaften wünschenswert, um eine sichere Barriere zu schaffen und gleichzeitig die Schallübertragung von äußeren Quellen her zu reduzieren.

**[0004]** In vielen Fahrzeuganwendungen ist der Kraftstoffverbrauch abhängig vom Fahrzeuggewicht. Daher ist es wünschenswert, das Gewicht der Verglasungen für solche Anwendungen zu reduzieren, ohne die Festigkeit und die schalldämmenden Eigenschaften zu beeinträchtigen. In diesem Zusammenhang kann es von Vorteil sein, wenn ein Glaslaminat mechanisch robust gegenüber äußeren Schlagereinwirkungen wie zum Beispiel Einbruchsversuchen oder Kontakt mit Steinen oder Hagel ist, und dennoch die von inneren Schlagereinwirkungen wie z.B. einem Kontakt mit einem Insassen bei einer Kollision hervorrührende Energie (und Bruch) entsprechend ableitet. Vor diesem Hintergrund sind dünne, leichte Verglasungen wünschenswert, die die Haltbarkeit und Schalldämmungseigenschaften von dickeren, schwereren Verglasungen aufweisen.

**ZUSAMMENFASSUNG**

**[0005]** Gemäß einem Aspekt der Offenbarung umfasst ein Glaslaminat eine äußere Glasscheibe, eine innere Glasscheibe und eine zwischen der äußeren und der inneren Glasscheibe gebildete Polymerzwischenschicht. Um das Schlagverhalten des Glaslaminats zu optimieren, umfasst die äußere Glasscheibe chemisch verstärktes Glas und kann eine Dicke von weniger als oder gleich 1 mm aufweisen, während die innere Glasscheibe nicht chemisch verstärktes Glas umfasst und eine Dicke von weniger als oder gleich 2,5 mm aufweisen kann. In Ausführungsformen kann die Polymerzwischenschicht (z.B. Poly(vinylbutyral) oder PVB) eine Dicke von weniger als oder gleich 1,6 mm aufweisen. Die offenbarte hybride Glaslaminatarchitektur kann Spannungen als Reaktion auf Stöße vorteilhaft verteilen. So können die offenbarten Glaslamine zum Beispiel eine hervorragende Schlagfestigkeit bieten und gegen Bruch als Reaktion auf äußere Schlagereinwirkungen resistent sein, während sie gleichzeitig als Reaktion auf innere Schlagereinwirkungen Energie angemessen abbauen und in geeigneter Weise brechen.

**[0006]** Zusätzliche Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung dargelegt und sind für den Fachmann zum Teil aus dieser Beschreibung leicht ersichtlich oder können durch die hierin beschriebene praktische Umsetzung der Erfindung nachvollzogen werden, einschließlich der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung, der Ansprüche sowie der beigefügten Zeichnungen.

**[0007]** Es versteht sich, dass sowohl die vorstehende allgemeine Beschreibung als auch die folgende detaillierte Beschreibung Ausführungsformen der Erfindung darstellen und einen Überblick oder Rahmen für das Verständnis von Art und Charakter der Erfindung, wie sie beansprucht ist, geben sollen. Die beigefügten Zeichnungen dienen dem besseren Verständnis der Erfindung und sind in diese Beschreibung integriert und bilden

einen Teil davon. Die Zeichnungen veranschaulichen verschiedene Ausführungsformen und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, die Prinzipien und Funktionsweise der Erfindung zu erklären.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine schematische Ansicht eines beispielhaften planaren Hybrid-Glaslaminats gemäß Ausführungsformen; und

**Fig. 2** ist eine schematische Ansicht eines beispielhaften, gebogenen Hybrid-Glaslaminats gemäß Ausführungsformen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0008]** Die hierin offenbarten Glaslaminate sind so ausgelegt, dass sie eine äußere, chemisch verstärkte Glasscheibe und eine innere, nicht chemisch verstärkte Glasscheibe aufweisen. Wie hierin definiert, ist bei Verwendung der Glaslaminate eine äußere Glasscheibe in der Nähe oder in Kontakt mit der Umgebung, während eine innere Glasscheibe in der Nähe oder in Kontakt mit dem Innenraum (z.B. Kabine) der Struktur oder des Fahrzeugs (z.B. Automobil) steht, bei dem das Glaslaminat verbaut ist.

**[0009]** Ein beispielhaftes Glaslaminat ist in **Fig. 1** dargestellt. Das Glaslaminat **100** umfasst eine äußere Glasscheibe **110**, eine innere Glasscheibe **120** und eine Polymerzwischenschicht **130**. Die Polymerzwischenschicht kann jeweils in direktem physischen Kontakt mit der äußeren und inneren Glasscheibe stehen (z.B. darauf auflaminiert sein). Die äußere Glasscheibe **110** hat eine Außenfläche **112** und eine Innenfläche **114**. In ähnlicher Weise weist die innere Glasscheibe **120** eine Außenfläche **122** und eine Innenfläche **124** auf. Wie in der veranschaulichten Ausführungsform dargestellt, sind die Innenfläche **114** der äußeren Glasscheibe **110** und die Innenfläche **124** der inneren Glasscheibe **120** jeweils in Kontakt mit der Polymerzwischenschicht **130**.

**[0010]** Während des Gebrauchs ist es wünschenswert, dass die Glaslaminate gegenüber Bruch als Reaktion auf äußere Aufprallereignisse resistent sind. Als Reaktion auf innere Aufprallereignisse, z.B. das Aufprallen eines Insassen eines Fahrzeugs auf die Glaslaminate, ist es jedoch wünschenswert, dass das Glaslaminat den Insassen im Fahrzeug hält und dennoch beim Aufprall Energie ableitet, um Verletzungen zu minimieren. Der ECE **R43** Kopfformtest, der Aufprallereignisse aus dem Inneren eines Fahrzeugs heraus simuliert, ist ein behördlicher Test, der verlangt, dass Verbundverglasungen im Ansprechen auf einen genau festgelegten inneren Aufprall brechen.

**[0011]** Ohne an die Theorie gebunden sein zu wollen, werden bei einem Aufprall auf eine Scheibe eines Verbunds aus Glasscheibe/Polymerzwischenschicht/Glasscheibe die entgegengesetzte Oberfläche der getroffenen Scheibe sowie die Außenfläche der gegenüberliegenden Scheibe unter Spannung gesetzt. Berechnete Spannungsverteilungen für einen Verbund aus Glasscheibe/Polymerzwischenschicht/Glasscheibe unter biaxialer Belastung zeigen, dass die Größe der Zugspannung an der entgegengesetzten Oberfläche der getroffenen Scheibe vergleichbar mit der Größe der Zugspannung an der Außenfläche der entgegengesetzten Scheibe bei niedrigen Belastungsraten sein kann (oder sogar etwas größer). Bei hohen Belastungsraten jedoch, die für Stoßwirkungen charakteristisch sind, wie sie typischerweise bei Fahrzeugen auftreten, kann die Größe der Zugspannung an der Außenfläche der gegenüberliegenden Scheibe noch viel größer sein als die Zugspannung an der entgegengesetzten Oberfläche der betroffenen Scheibe. Wie hierin dargelegt, kann durch die Konfiguration der Hybrid-Glaslaminate mit einer chemisch verstärkten, äußeren Glasscheibe und einer nicht chemisch verstärkten, inneren Glasscheibe die Stoßfestigkeit sowohl für äußere als auch für innere Aufprallereignisse optimiert werden.

**[0012]** Geeignete Innenglasscheiben sind nicht chemisch verstärkte Glasscheiben wie z.B. Kalk-Natron-Glas. Optional können die inneren Glasscheiben wärmegehärtet werden. In Ausführungsformen, in denen Kalk-Natron-Glas als nicht chemisch verstärkte Glasscheibe verwendet wird, können konventionelle Dekormaterialien und Verfahren (z.B. Glasfrittenlacke und Siebdruck) verwendet werden, was den Herstellungsprozess von Glaslaminate vereinfachen kann. Getönte Kalk-Natron-Glasscheiben können in ein Hybrid-Glaslaminat eingebaut werden, um eine gewünschte Durchlässigkeit und/oder Dämpfung über das elektromagnetische Spektrum hinweg zu erreichen.

**[0013]** Geeignete äußere Glasscheiben können durch ein Ionenaustauschverfahren chemisch verstärkt werden. Bei diesem Verfahren werden typischerweise durch Eintauchen der Glasscheibe in ein Salzschmelzbad für eine vorbestimmte Zeitdauer Ionen an oder nahe der Oberfläche der Glasscheibe gegen größere Metallionen aus dem Salzbad ausgetauscht. In einer Ausführungsform beträgt die Temperatur des Salzschmelzbades

ca. 430°C und die vorgegebene Zeitspanne liegt bei etwa acht Stunden. Die Einbindung der größeren Ionen in das Glas verstärkt die Scheibe, indem in einem oberflächennahen Bereich eine Druckspannung erzeugt wird. In einem zentralen Bereich des Glases wird eine entsprechende Zugspannung induziert, um die Druckspannung auszugleichen.

**[0014]** Beispiele für ionenaustauschfähige Gläser, die sich zur Bildung von Hybrid-Glaslaminaten eignen, sind Alkalialuminosilikatgläser oder Alkalialuminoborosilikatgläser, obwohl auch andere Glaszusammensetzungen in Betracht kommen. Wie hierin verwendet, bedeutet „ionenaustauschfähig“, dass ein Glas in der Lage ist, Kationen, die sich an oder in der Nähe der Oberfläche des Glases befinden, durch Kationen gleicher Valenz auszutauschen, die entweder größer oder kleiner sind. Ein Beispiel für eine Glaszusammensetzung ist  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  und  $\text{Na}_2\text{O}$ , wobei  $(\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3) \geq 66 \text{ Mol-}\%$  und  $\text{Na}_2\text{O} \geq 9 \text{ Mol-}\%$ .

**[0015]** Die Glasscheiben enthalten mindestens 6 Gew.-% Aluminiumoxid. Geeignete Glaszusammensetzungen umfassen in einigen Ausführungsformen ferner  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  und/oder  $\text{CaO}$ . In einer bestimmten Ausführungsform kann das Glas 61-75 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 7-15 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-12 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 9-21 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0-4 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0-7 Mol-%  $\text{MgO}$ ; und 0-3 Mol-%  $\text{CaO}$  umfassen.

**[0016]** Eine weitere beispielhafte Glaszusammensetzung, die zum Bilden von Hybrid-Glaslaminaten geeignet ist, umfasst: 60-70 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 6-14 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-15 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0-15 Mol-%  $\text{Li}_2\text{O}$ ; 0-20 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0-10 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0-8 Mol-%  $\text{MgO}$ ; 0-10 Mol-%  $\text{CaO}$ ; 0-5 Mol-%  $\text{ZrO}_2$ ; 0-1 Mol-%  $\text{SnO}_2$ ; 0-1 Mol-%  $\text{CeO}_2$ ; weniger als 50 ppm  $\text{As}_2\text{O}_3$ ; und weniger als 50 ppm  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ; wobei  $12 \text{ Mol-}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20 \text{ Mol-}\%$  und  $0 \text{ Mol-}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 10 \text{ Mol-}\%$ .

**[0017]** Ein noch weiteres Beispiel einer Glaszusammensetzung umfasst: 63,5-66,5 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 8-12 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-3 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0-5 Mol-%  $\text{Li}_2\text{O}$ ; 8-18 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0-5 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 1-7 Mol-%  $\text{MgO}$ ; 0-2,5 Mol-%  $\text{CaO}$ ; 0-3 Mol-%  $\text{ZrO}_2$ ; 0,05-0,25 Mol-%  $\text{SnO}_2$ ; 0,05-0,5 Mol-%  $\text{CeO}_2$ ; weniger als 50 ppm  $\text{As}_2\text{O}_3$ ; und weniger als 50 ppm  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ; wobei  $14 \text{ Mol-}\% \leq (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18 \text{ Mol-}\%$  und  $2 \text{ Mol-}\% \leq (\text{MgO} + \text{CaO}) \leq 7 \text{ Mol-}\%$ .

**[0018]** In einer bestimmten Ausführungsform umfasst ein Alkalialuminosilikatglas Aluminiumoxid, mindestens ein Alkalimetall und in einigen Ausführungsformen mehr als 50 Mol-%  $\text{SiO}_2$ , in anderen Ausführungsformen mindestens 58 Mol-%  $\text{SiO}_2$  und in noch weiteren Ausführungsformen mindestens 60 Mol-%  $\text{SiO}_2$ , wobei das

Verhältnis  $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3}{\sum \text{Modifikatoren}} > 1$ , wobei im Verhältnis die Komponenten in Mol-% angegeben sind und es sich bei den Modifikatoren um Alkalimetalloxide handelt. In bestimmten Ausführungsformen umfasst dieses Glas, besteht im Wesentlichen aus oder besteht aus: 58-72 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 9-17 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 2-12 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 8-16

Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; und 0-4 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ , wobei das Verhältnis  $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3}{\sum \text{Modifikatoren}} > 1$ .

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Alkalialuminosilikatglas Folgendes, besteht im Wesentlichen aus oder besteht aus: 61-75 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 7-15 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-12 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 9-21 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0-4 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0-7 Mol-%  $\text{MgO}$ ; und 0-3 Mol-%  $\text{CaO}$ .

**[0020]** In noch einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Alkalialuminosilikatglassubstrat Folgendes, besteht im Wesentlichen aus oder besteht aus: 60-70 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 6-14 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-15 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0-15 Mol-%  $\text{Li}_2\text{O}$ ; 0-20 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0-10 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0-8 Mol-%  $\text{MgO}$ ; 0-10 Mol-%  $\text{CaO}$ ; 0-5 Mol-%  $\text{ZrO}_2$ ; 0-1 Mol-%  $\text{SnO}_2$ ; 0-1 Mol-%  $\text{CeO}_2$ ; weniger als 50 ppm  $\text{As}_2\text{O}_3$ ; und weniger als 50 ppm  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ; wobei  $12 \text{ Mol-}\% \leq \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \leq 20 \text{ Mol-}\%$  und  $0 \text{ Mol-}\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} \leq 10 \text{ Mol-}\%$ .

**[0021]** In noch einer weiteren Ausführungsform umfasst ein Alkalialuminosilikatglas Folgendes, besteht im Wesentlichen aus oder besteht aus: 64-68 Mol-%  $\text{SiO}_2$ ; 12-16 Mol-%  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 8-12 Mol-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0-3 Mol-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 2-5 Mol-%  $\text{K}_2\text{O}$ ; 4-6 Mol-%  $\text{MgO}$ ; und 0-5 Mol-%  $\text{CaO}$ , wobei:  $66 \text{ Mol-}\% \leq \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{CaO} \leq 69 \text{ Mol-}\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} > 10 \text{ Mol-}\%$ ;  $5 \text{ Mol-}\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} \leq 8 \text{ Mol-}\%$ ;  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3) - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 2 \text{ Mol-}\%$ ;  $2 \text{ Mol-}\% \leq \text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 6 \text{ Mol-}\%$ ; und  $4 \text{ Mol-}\% \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 10 \text{ Mol-}\%$ .

**[0022]** Das chemisch verstärkte und auch das nicht chemisch verstärkte Glas werden in einigen Ausführungsformen mit 0-2 Mol-% mindestens eines Schönungsmittels versetzt, ausgewählt aus einer Gruppe, die  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{KBr}$  und  $\text{SnO}_2$  beinhaltet.

**[0023]** In einer beispielhaften Ausführungsform können Natriumionen im chemisch verstärkten Glas durch Kaliumionen aus dem Schmelzbad ersetzt werden, obgleich andere Alkalimetallionen mit größeren Atomradien, wie etwa Rubidium oder Cäsium, kleinere Alkalimetallionen im Glas ersetzen können. Nach bestimmten Ausführungsformen können kleinere Alkalimetallionen im Glas durch  $\text{Ag}^+$ -Ionen ersetzt werden. Ebenso können andere Alkalimetallsalze, wie beispielsweise Sulfate, Halogenide und dergleichen, im Ionenaustauschverfahren verwendet werden, ohne auf diese beschränkt zu sein.

**[0024]** Der Ersatz kleinerer Ionen durch größere Ionen bei einer Temperatur unterhalb derjenigen, bei dem sich der Glasverbund entspannen kann, erzeugt eine Verteilung von Ionen über die Glasoberfläche hinweg, die zu einem Spannungsprofil führt. Das größere Volumen der eintretenden Ionen erzeugt eine Druckspannung (CS) auf der Oberfläche und eine Zugspannung (Mittenspannung, oder CT) in der Mitte des Glases. Die Druckspannung hängt mit der zentralen Spannung über folgende Beziehung zusammen:

$$CS = CT \left( \frac{t - 2DOL}{DOL} \right),$$

wobei  $t$  die Gesamtdicke der Glasscheibe und DOL die Austauschtiefe, auch als Schichttiefe bezeichnet, ist.

**[0025]** Gemäß verschiedenen Ausführungsformen besitzen Hybrid-Glaslamine, die ionenausgetauschtes Glas aufweisen, eine Reihe von gewünschten Eigenschaften, darunter geringes Gewicht, hohe Schlagfestigkeit und verbesserte Schalldämmung.

**[0026]** In einer Ausführungsform kann eine chemisch verstärkte Glasscheibe eine Oberflächendruckspannung von mindestens 300 MPa aufweisen, z.B. mindestens 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750 oder 800 MPa, eine Schichttiefe von mindestens ca. 20 µm (z.B. mindestens ca. 20, 25, 30, 35, 40, 45 oder 50 µm) und/oder eine Mittenspannung von über 40 MPa haben (z.B. größer als 40, 45 oder 50 MPa), aber kleiner als 100 MPa (z.B. kleiner als 100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65, 60 oder 55 MPa).

**[0027]** Ein Elastizitätsmodul einer chemisch verstärkten Glasscheibe kann von ca. 60 GPa bis 85 GPa (z.B. 60, 65, 70, 75, 80 oder 85 GPa) reichen. Der Elastizitätsmodul der Glasscheibe(n) und der Polymerzwischenschicht kann sowohl die mechanischen Eigenschaften (z.B. Durchbiegung und Festigkeit) als auch das akustische Verhalten (z.B. Transmissionsverlust) des sich ergebenden Glaslaminats beeinflussen.

**[0028]** Beispiele für Verfahren zur Bildung von Glasscheiben sind Schmelzziehprozesse und Schlitzziehprozesse, die jeweils Beispiele für einen Abwärtsziehprozess sind, sowie Float-Prozesse. Mit diesen Verfahren können sowohl chemisch verstärkte als auch nicht chemisch verstärkte Glasscheiben gebildet werden. Der Schmelzziehprozess verwendet einen Ziehbehälter, der über einen Kanal zur Aufnahme von geschmolzenem Glasrohstoff verfügt. Der Kanal hat Überläufe, die oben entlang der Länge des Kanals auf beiden Seiten des Kanals offen sind. Wenn sich der Kanal mit geschmolzenem Material füllt, läuft das geschmolzene Glas über die Überläufe. Durch die Schwerkraft fließt das geschmolzene Glas an den Außenflächen des Ziehbehälters herunter. Diese Außenflächen erstrecken sich nach unten und innen, so dass sie an einer Kante unterhalb des Ziehbehälters zusammenlaufen. Die beiden fließenden Glasflächen verbinden sich an dieser Kante, um zu verschmelzen und eine einzige fließende Scheibe zu bilden. Das Schmelzziehverfahren bietet den Vorteil, dass, da die beiden über den Kanal strömenden Glasschichten miteinander verschmelzen, keine Außenfläche der resultierenden Glasscheibe mit irgendeinem Teil der Vorrichtung in Kontakt kommt. Somit werden die Oberflächeneigenschaften der schmelzgezogenen Glasscheibe durch einen solchen Kontakt nicht beeinträchtigt.

**[0029]** Das Schlitzziehverfahren unterscheidet sich vom Schmelzziehverfahren. Hier wird das geschmolzene Glasrohrmaterial einem Ziehbehälter zugeführt. Der Boden des Ziehbehälters weist einen offenen Schlitz mit einer Düse auf, die sich über die Länge des Schlitzes erstreckt. Die Glasschmelze fließt durch den Schlitz/die Düse und wird als durchgehende Scheibe nach unten in einen Glühbereich gezogen. Der Schlitzziehprozess kann eine dünnere Scheibe als der Schmelzziehprozess liefern, da nur eine einzige Scheibe durch den Schlitz gezogen wird und nicht zwei Scheiben miteinander verschmolzen werden.

**[0030]** In Down-Draw-Prozessen werden Glasscheiben mit gleichmäßiger Dicke hergestellt, die weitgehend makellose Oberflächen aufweisen. Da die Festigkeit der Glasoberfläche durch die Anzahl und Größe der Oberflächenfehler bestimmt wird, hat eine makellose Oberfläche, die minimalen Kontakt hatte, eine höhere Anfangsfestigkeit. Wenn dieses hochfeste Glas dann chemisch verstärkt wird, kann die resultierende Festigkeit höher sein als die einer Oberfläche, die geläppt und poliert wurde. Down-Draw-Glas kann bis auf eine Dicke

von weniger als ca. 2 mm gezogen werden. Darüber hinaus hat das Down-Draw-Glas eine sehr flache, glatte Oberfläche, die in seiner endgültigen Anwendung ohne aufwendiges Schleifen und Polieren zum Einsatz kommen kann.

**[0031]** Beim Floatglasverfahren wird eine Glasscheibe, die durch glatte Oberflächen und gleichmäßige Dicke gekennzeichnet sein kann, hergestellt, indem man geschmolzenes Glas auf einem Bett aus geschmolzenem Metall, typischerweise Zinn, aufschwimmen lässt. In einem beispielhaften Prozess bildet geschmolzenes Glas, das auf die Oberfläche des geschmolzenen Zinnbettes aufgegeben wird, ein schwimmendes Band. Während das Glasband entlang des Zinnbades fließt, wird die Temperatur allmählich gesenkt, bis eine feste Glasscheibe vom Zinn auf Rollen abgehoben werden kann. Nach dem Verlassen des Bades kann die Glasscheibe weiter gekühlt und geglüht werden, um die Eigenspannung zu reduzieren.

**[0032]** Glasscheiben können zur Bildung von Glaslaminaten verwendet werden. Wie hierin definiert, umfasst ein Hybrid-Glaslaminat eine nach außen gewandte, chemisch verstärkte Glasscheibe, eine nach innen gewandte, nicht chemisch verstärkte Glasscheibe und eine zwischen den Glasscheiben gebildete Polymerzwischenschicht. Die Polymerzwischenschicht kann eine monolithische Polymerfolie, eine mehrlagige Polymerfolie oder eine Verbundpolymerfolie umfassen. Die Polymerzwischenschicht kann beispielsweise eine plastifizierte Poly(vinylbutyral)-Folie sein.

**[0033]** Glaslamine können so angepasst werden, dass sie eine optisch transparente Barriere in Architektur- und Automobilöffnungen, z.B. Automobilverglasungen, bilden. Glaslamine können mit einer Vielzahl von Prozessen gebildet werden. In einer beispielhaften Ausführungsform wird bei einer Konfektionierung eine erste Glasscheibe abgelegt, eine Polymerzwischenschicht, wie beispielsweise eine PVB-Folie, darübergelegt, eine zweite Glasscheibe abgelegt und dann das überschüssige PVB an den Rändern der Glasscheiben abgeschnitten. Ein Pressschritt kann beinhalten, den größten Teil der Luft aus den Grenzflächen zu entfernen und das PVB teilweise mit den Glasscheiben zu verbinden. Der Endschritt, der typischerweise bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck ausgeführt wird, schließt die Verbindung jeder der Glasscheiben mit der Polymerzwischenschicht ab. In der vorstehenden Ausführungsform kann die erste Scheibe eine chemisch verstärkte Glasscheibe und die zweite Scheibe eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe sein, oder umgekehrt.

**[0034]** Ein thermoplastisches Material wie PVB kann als vorgeformte Polymerzwischenschicht aufgebracht werden. Die thermoplastische Schicht kann in bestimmten Ausführungsformen eine Dicke von mindestens 0,125 mm aufweisen (z.B. 0,125, 0,25, 0,38, 0,5, 0,7, 0,76, 0,81, 1, 1,14, 1,19 oder 1,2 mm). Die thermoplastische Schicht kann eine Dicke von weniger als oder gleich 1,6 mm aufweisen (z.B. von 0,4 bis 1,2 mm, z.B. von ca. 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1 oder 1,2 mm). Die thermoplastische Schicht kann die beiden gegenüberliegenden Hauptflächen des Glases zum Großteil oder vorzugsweise im Wesentlichen vollständig bedecken. Sie kann auch die Randflächen des Glases bedecken. Die Glasscheiben, die mit der thermoplastischen Schicht in Berührung kommen, können über den Erweichungspunkt des Thermoplasten hinaus erwärmt werden, z.B. um mindestens 5°C oder 10°C über den Erweichungspunkt, um die Verbindung des thermoplastischen Materials mit den jeweiligen Glasscheiben zu fördern. Die Erwärmung kann so durchgeführt werden, dass das Glas unter Druck mit den thermoplastischen Schichten in Kontakt ist.

**[0035]** Ausgewählte handelsübliche polymere Zwischenschichtenmaterialien sind in Tabelle 1 zusammengefasst, die auch die Glasübergangstemperatur und den Modul für jede Produktprobe angibt. Die Daten zu Glasübergangstemperatur und Modul wurden aus technischen Datenblättern des Herstellers oder mit einem Differenz-Wärmestrom-Kalorimeter DSC 200 (Seiko Instruments Corp., Japan) bzw. nach der ASTM D638-Methode für die Glasübergangs- und Moduldaten bestimmt. Eine weitere Beschreibung der im ISD-Harz verwendeten Acryl/Silikon-Harzmaterialien ist im US-Patent Nr. 5,624,763 offenbart, und eine Beschreibung des akustisch modifizierten PVB-Harzes ist im japanischen Patent Nr. 05138840 offenbart, deren gesamte Inhalte hiermit durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen sind.

Table 1. Beispielhafte polymere Zwischenschichtenmaterialien

Zwischenschichtmaterial	T <sub>g</sub> (°C)	Modul, psi (MPa)
EVA (STR Corp., Enfield, CT)	-20	750-900 (5,2-6,2)
EMA (Exxon Chemical Co., Baytown, TX)	-55	<4500 (27,6)
EMAC (Chevron Corp., Orange, TX)	-57	<5000 (34,5)

Zwischenschichtmaterial	T <sub>g</sub> (°C)	Modul, psi (MPa)
PVC plastifiziert (Geon Company, Avon Lake, OH)	-45	<1500 (10,3)
PVB plastifiziert (Solutia, St. Louis, MO)	0	<5000 (34,5)
Polyethylen, Metallocen-katalysiert (Exxon Chemical Co., Baytown, TX)	-60	<11000 (75,9)
Polyurethan hart (97 Shore A)	31	400
Polyurethan halbsteif (78 Shore A)	-49	54
ISD-Harz (3M Corp., Minneapolis, MN)	-20	
Akustisch modifiziertes PVB (Sekisui KKK, Osaka, Japan)		140
Uvekol A (flüssige härtbare Harze) (Cytec, Woodland Park, NJ)		

**[0036]** Eine oder mehrere Polymerzwischenschichten können in ein hybrides Glaslaminat eingebracht werden. Eine Vielzahl von Zwischenschichten kann ergänzende oder unterschiedliche Funktionen bereitstellen, einschließlich Haftungsförderung, akustische Steuerung, UV-Durchlässigkeitssteuerung, Tönung, Färbung und/oder IR-Durchlässigkeitssteuerung.

**[0037]** Ein Elastizitätsmodul der Polymerzwischenschicht kann von ca. 1 MPa bis 75 MPa reichen (z.B. ca. 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 oder 75 MPa). Bei einer Belastungsrate von 1 Hz kann ein Elastizitätsmodul einer Standard-PVB-Zwischenschicht ca. 15 MPa und ein Elastizitätsmodul einer PVB-Zwischenschicht mit Akustikqualität ca. 2 MPa betragen.

**[0038]** Während des Laminierungsprozesses wird die Zwischenschicht typischerweise auf eine Temperatur erwärmt, die zum Erweichen der Zwischenschicht beiträgt, was eine konforme Anpassung der Zwischenschicht an die jeweiligen Oberflächen der Glasscheiben fördert. Für PVB kann eine Laminiertemperatur ca. 140°C betragen. Mobile Polymerketten innerhalb des Zwischenschichtmaterials entwickeln Bindungen zu den Glasoberflächen, die die Haftung fördern. Erhöhte Temperaturen beschleunigen auch die Diffusion von Restluft und/oder -feuchtigkeit aus der Glas-Polymer-Grenzfläche.

**[0039]** Die Anwendung von Druck fördert das Fließen des Zwischenschichtmaterials und unterbindet auch die Blasenbildung, die sonst durch den kombinierten Dampfdruck von an den Grenzflächen eingeschlossenem Wasser und Luft verursacht werden könnte. Um die Blasenbildung zu unterbinden, werden auf die Baugruppe gleichzeitig Wärme und Druck in einem Autoklaven aufgebracht.

**[0040]** Hybrid-Glaslamine können vorteilhafte Effekte erzielen, einschließlich der Dämpfung von akustischen Geräuschen, der Reduzierung der UV- und/oder IR-Lichtdurchlässigkeit und/oder der Verbesserung der Ästhetik einer Fensteröffnung. Die einzelnen Glasscheiben, die die offenen Glaslamine sowie die gebildeten Laminate umfassen, können durch ein oder mehrere Attribute charakterisiert werden, einschließlich Zusammensetzung, Dichte, Dicke, Oberflächenmetrologie sowie verschiedene Eigenschaften wie Optik, Schalldämmung und mechanische Eigenschaften wie Schlagfestigkeit. Verschiedene Aspekte der offenen Hybrid-Glaslamine werden hierin beschrieben.

**[0041]** Die Hybrid-Glaslamine können für den Einsatz z.B. als Fenster oder Verglasungen angepasst und in jeder geeigneten Größe und Abmessung konfiguriert werden. In Ausführungsformen weisen die Glaslamine eine Länge und Breite auf, die unabhängig voneinander von 10 cm bis 1 m oder mehr variieren (z.B. 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2 oder 5 m). Unabhängig davon können die Glaslamine eine Fläche von mehr als 0,1 m<sup>2</sup> aufweisen, z.B. mehr als 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10 oder 25 m<sup>2</sup>.

**[0042]** Die Glaslamine können für bestimmte Anwendungen im Wesentlichen flach oder auch geformt sein. So können die Glaslamine beispielsweise als Biege- oder Formteile zur Verwendung als Windschutzscheiben oder Deckscheiben geformt sein. Die Struktur eines geformten Glaslaminats kann einfach oder komplex sein. In bestimmten Ausführungsformen kann ein geformtes Glaslaminat eine komplexe Krümmung aufweisen, wobei die Glasscheiben einen unterschiedlichen Krümmungsradius in zwei unabhängigen Richtungen aufweisen. Solche geformten Glasscheiben können daher dadurch gekennzeichnet sein, dass sie eine „Kreuzkrümmung“ aufweisen, bei der das Glas entlang einer Achse gekrümmkt ist, die parallel zu einer gegebenen Dimension verläuft, und auch entlang einer Achse gekrümmkt ist, die senkrecht zu derselben Dimension verläuft. Ein

Autoschiebedach zum Beispiel misst typischerweise ca. 0,5 m × 1,0 m und hat einen Krümmungsradius von 2 bis 2,5 m entlang der Nebenachse und einen Krümmungsradius von 4 bis 5 m entlang der Hauptachse.

**[0043]** Geformte Glaslaminate gemäß bestimmter Ausführungsformen können durch einen Biegefaktor definiert werden, wobei der Biegefaktor für ein bestimmtes Teilstück gleich dem Krümmungsradius entlang einer gegebenen Achse geteilt durch die Länge dieser Achse ist. So ist beispielsweise für das Autoschiebedach mit Krümmungsradien von 2 m und 4 m entlang der jeweiligen Achsen von 0,5 m und 1,0 m der Biegefaktor entlang jeder Achse gleich 4. Geformte Glaslaminate können einen Biegefaktor von 2 bis 8 aufweisen (z.B. 2, 3, 4, 5, 6, 7 oder 8).

**[0044]** Ein beispielhaftes geformtes Glaslaminat **200** ist in **Fig. 2** dargestellt. Das geformte Laminat **200** umfasst eine äußere (chemisch verstärkte) Glasscheibe **110**, die an einer konvexen Oberfläche des Laminats ausgebildet ist, während eine innere (nicht chemisch verstärkte) Glasscheibe **120** auf einer konkaven Oberfläche des Laminats ausgebildet ist. Es ist jedoch zu beachten, dass die konvexe Oberfläche einer nicht veranschaulichten Ausführungsform eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe umfassen kann, während eine gegenüberliegende konkave Oberfläche eine chemisch verstärkte Glasscheibe umfassen kann.

**[0045]** Verfahren zum Biegen und/oder Formen von Glaslaminate können Schwerkraftbiegen, Pressbiegen und Verfahren, die Mischformen davon sind, beinhalten. Bei einem traditionellen Verfahren zum Schwerkraftbiegen von dünnen, flachen Glasscheiben in gebogene Formen wie beispielsweise Windschutzscheiben für Automobile werden kalte, vorgeschnittene Einzel- oder Mehrfachglasscheiben auf eine starre, vorgeformte, umlaufende Auflagefläche einer Biegevorrichtung aufgelegt. Die Biegevorrichtung kann aus einem Metall oder einem feuerfesten Material hergestellt sein. In einem beispielhaften Verfahren kann eine schwenkfähige Biegevorrichtung verwendet werden. Vor dem Biegen wird das Glas typischerweise nur an wenigen Kontaktpunkten abgestützt. Das Glas wird erwärmt, in der Regel durch die Einwirkung erhöhter Temperaturen in einem Kühlofen, der das Glas weicher macht, so dass die Schwerkraft das Glas in Formübereinstimmung mit der Umfangsstützfläche sich durchbiegen oder absenken lässt. Im Wesentlichen steht dann die gesamte Auflagefläche im Allgemeinen in Kontakt mit dem Umfang des Glases.

**[0046]** Eine verwandte Technik ist das Pressbiegen, bei dem eine einzelne Flachglasscheibe auf eine Temperatur erwärmt wird, die im Wesentlichen dem Erweichungspunkt des Glases entspricht. Die erwärmte Scheibe wird dann zwischen männlichen und weiblichen Formelementen mit komplementären Formflächen durch Pressen oder Formen auf die gewünschte Krümmung gebracht. Die Formteile, welchen den Oberflächen die Form geben, können Vakuum oder Luftstrahlen für den Kontakt mit den Glasscheiben beinhalten. In Ausführungsformen können die formgebenden Flächen so konfiguriert sein, dass sie im Wesentlichen die gesamte entsprechende Glasfläche berühren. Alternativ kann eine oder beide der gegenüberliegenden Formflächen die jeweilige Glasfläche über einen separaten Bereich oder an separaten Kontaktstellen berühren. So kann beispielsweise eine weibliche Formoberfläche eine ringförmige Oberfläche sein. In Ausführungsformen kann eine Kombination aus Schwerkraftbiege- und Pressbiegetechniken verwendet werden.

**[0047]** Die Gesamtdicke des Glaslamins kann ca. 2 mm bis 5 mm betragen, wobei die äußere, chemisch verstärkte Glasscheibe eine Dicke von 1 mm oder weniger aufweisen kann (z.B. von 0,5 bis 1 mm, wie z.B. 0,5, 0,6, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 oder 1 mm). Weiterhin kann die innere, nicht chemisch verstärkte Glasscheibe eine Dicke von 2,5 mm oder weniger aufweisen (z.B. von 1 bis 2 mm, wie z.B. 1, 1,5, 2 oder 2,5 mm). In Ausführungsformen beträgt die Gesamtdicke der Glasscheiben im Glaslaminat weniger als 3,5 mm (z.B. weniger als 3,5, 3, 2,5 oder 2,3 mm).

**[0048]** Beispiele für Glaslaminatstrukturen sind in Tabelle 2 dargestellt, wobei sich die Abkürzung GG auf eine chemisch verstärkte Aluminosilikatglasscheibe bezieht, der Begriff „Glas“ auf eine nicht chemisch verstärkte Natronkalk-(SL)-Glasscheibe verweist und PVB für Poly(vinylbutyral) steht, das optional in akustischer Qualität (A-PVB) vorliegen kann. Die Beispiele 1-6 repräsentieren die Erfindung, während die Beispiele A und B Vergleichsbeispiele sind.

Tabelle 2. Beispielhafte Glaslaminatstrukturen

Muster	Konfiguration		
	Innere Scheibe	Zwischenschicht	Äußere Scheibe
1	1,5 mm SL-Glas	0,76-0,81 mm PVB	0,7 mm GG
2	1,5 mm SL-Glas	0,76-0,81 mm PVB	1,0 mm GG
3	1,5 mm SL-Glas	0,38-0,4 mm PVB	0,7 mm GG
4	1,5 mm SL-Glas	0,38-0,4 mm PVB	1,0 mm GG
5	1,6 mm SL-Glas	0,76 mm PVB	0,7 mm GG
6	1,6 mm SL-Glas	0,81 mm PVB	0,7 mm GG
7	1,6 mm SL-Glas	1,14 mm PVB	0,7 mm GG
8	1,6 mm SL-Glas	1,19 mm PVB	0,7 mm GG
9	1,6 mm SL-Glas	0,38 mm PVB	0,5 mm GG
10	1,6 mm SL-Glas	0,7 mm PVB	0,5 mm GG
11	2,1 mm SL-Glas	0,76 mm PVB	0,7 mm GG
12	2,1 mm SL-Glas	0,81 mm PVB	1,0 mm GG
A	1,0 mm GG	0,76-0,81 mm PVB	1,0 mm GG
B	1,5 mm SL-Glas	0,76-0,81 mm PVB	1,5 mm SL-Glas

**[0049]** Die Anmelder haben gezeigt, dass die hierin offenbarten Glaslaminatstrukturen eine ausgezeichnete Haltbarkeit, Schlagfestigkeit, Zähigkeit und Kratzfestigkeit aufweisen. Wie unter Fachleuten hinlänglich bekannt ist, wird die Festigkeit und mechanische Schlagleistung einer Glasscheibe oder eines Laminats durch Defekte im Glas begrenzt, einschließlich Oberflächen- und Innenfehler. Bei einem Schlag auf ein Glaslaminat wird der Aufschlagpunkt unter Druck gesetzt, während ein Ring oder „Reifen“ um den Aufschlagpunkt herum sowie die entgegengesetzte Seite der getroffenen Scheibe unter Zugspannung gesetzt werden.

**[0050]** Typischerweise liegt die Versagensursache bei einer Schwachstelle, meist auf der Glasoberfläche, am oder in der Nähe des Punktes mit der höchsten Spannung. Dies kann auf der entgegengesetzten Seite auftreten, aber auch innerhalb des Rings. Wenn eine Schwachstelle im Glas während eines Aufprallereignisses unter Zugspannung gesetzt wird, wird sich die Schwachstelle wahrscheinlich ausbreiten und das Glas wird typischerweise brechen. Daher ist eine hohe Größenordnung und große Tiefe der Druckspannung (Schichttiefe) vorzuziehen.

**[0051]** Aufgrund der chemischen Verstärkung werden eine oder beide Oberflächen der in den offenbarten Hybrid-Glaslaminaten verwendeten chemisch verstärkten Glasscheiben unter Druck gesetzt. Die Einbringung einer Druckspannung in einen oberflächennahen Bereich des Glases kann die Rissausbreitung und den Ausfall der Glasscheibe verhindern. Damit sich Schwachstellen ausbreiten und ein Versagen auftritt, muss die von einem Aufprall herrührende Zugspannung die Oberflächendruckspannung an der Spitze der Schwachstelle überschreiten. In Ausführungsformen ermöglichen die hohe Druckspannung und die große Schichttiefe von chemisch verstärkten Glasscheiben den Einsatz von dünnerem Glas als bei nicht chemisch verstärktem Glas.

**[0052]** Bei Hybrid-Glaslaminaten kann die Laminatstruktur als Reaktion auf die mechanische Beanspruchung ohne Bruch wesentlich weiter einfedern als bei dickeren monolithischen, nicht chemisch verstärkten Gläsern oder dickeren, nicht chemisch verstärkten Glaslaminaten. Diese zusätzliche Einfederung ermöglicht eine stärkere Energieübertragung auf die Laminatzwischenschicht, wodurch die Energie, die auf die entgegengesetzte Seite des Glases gelangt, reduziert werden kann. Infolgedessen können die hierin offenbarten Hybrid-Glaslamine höheren Schlagenergien standhalten als monolithische, nicht chemisch verstärkte Gläser oder nicht chemisch verstärkte Glaslamine ähnlicher Dicke.

**[0053]** Zusätzlich zu ihren mechanischen Eigenschaften können laminierte Strukturen zur Dämpfung von Schallwellen verwendet werden, was Fachleuten bekannt ist. Die hierin offenbarten Hybrid-Glaslamine können die Schallübertragung drastisch reduzieren, während sie gleichzeitig dünneren (und leichteren) Strukturen

verwenden, die auch die erforderlichen mechanischen Eigenschaften für viele Verglasungsanwendungen aufweisen.

**[0054]** Das akustische Verhalten von Laminaten und Verglasungen wird im Allgemeinen durch die Biegeschwingungen der Verglasungsstruktur beeinflusst. Ohne an die Theorie gebunden sein zu wollen, erreicht die menschliche akustische Reaktion typischerweise Spitzenwerte zwischen 500 Hz und 5000 Hz, was Wellenlängen von ca. 0,1-1 m in Luft und 1-10 m in Glas entspricht. Bei einer Verglasungsstruktur mit einer Dicke von weniger als 0,01 m (<10 mm) erfolgt die Übertragung hauptsächlich durch die Kopplung von Schwingungen und Schallwellen an die Biegeschwingung der Verglasung. Laminierte Verglasungsstrukturen können so konzipiert werden, dass sie Energie aus den Biegemodi der Verglasung in Scherspannungen innerhalb der Polymerzwischenschicht umwandeln. Bei Glaslaminaten mit dünneren Glasscheiben ermöglicht die größere Nachgiebigkeit des dünneren Glases eine größere Schwingungsamplitude, die wiederum eine größere Scherspannung der Zwischenschicht bewirken kann. Der niedrige Scherwiderstand der meisten viskoelastischen Polymer-Zwischenschichtmaterialien bringt es mit sich, dass die Zwischenschicht die Dämpfung über die hohe Scherspannung fördert, die unter dem Einfluss von Molekülkettengleiten und Relaxation in Wärme umgewandelt wird.

**[0055]** Neben der Dicke des Glaslaminats kann auch die Beschaffenheit der Glasscheiben, aus denen die Laminate bestehen, die schalldämmenden Eigenschaften beeinflussen. So kann es beispielsweise zwischen chemisch verstärkten und nicht chemisch verstärkten Glasscheiben kleine, aber signifikante Unterschiede an der Glas-Polymer-Zwischenschichtgrenze geben, die zu einer höheren Scherspannung in der Polymerschicht beitragen. Zusätzlich zu ihren offensichtlichen Zusammensetzungsunterschieden weisen Aluminosilikatgläser und Kalk-Natron-Gläser unterschiedliche physikalische und mechanische Eigenschaften auf, einschließlich Modul, Poisson-Verhältnis, Dichte usw., was zu unterschiedlichen akustischen Reaktionen führen kann.

### Beispiele

**[0056]** Konventionelle einachsige Festigkeitsprüfungen, wie Drei- oder Vierpunktbiegeversuche, wurden zur Messung der Festigkeit von Glas- und Keramikmaterialien eingesetzt. Da die gemessene Festigkeit jedoch sowohl von Kanteneffekten als auch vom Grundmaterial abhängt, kann die Interpretation der Ergebnisse einer einachsigen Festigkeitsprüfung schwierig sein.

**[0057]** Biaxiale Biegeversuche hingegen können verwendet werden, um eine Festigkeitsbewertung unabhängig von randinduzierten Phänomenen zu ermöglichen. In einem biaxialen Biegeversuch wird ein Glaslaminat an drei oder mehr Punkten in der Nähe seines Umfangs und mit gleichem Abstand von seiner Mitte abgestützt, und das Laminat wird dann an einer zentralen Position belastet. Die Lage der maximalen Zugspannung erfolgt somit in der Mitte der Laminatoberfläche und ist vorteilhafterweise unabhängig von den Bedingungen am Randbereich.

**[0058]** Beispielhafte planare Hybrid-Glaslamine wurden einem standardisierten biaxialen Biegeversuch (ECE R43 Kopfform wie in Anhang 7/3 dargelegt) unterzogen. Wie weiter unten erläutert, sind beide Glasscheiben gebrochen, wenn ein Glaslaminat (Probe 1) der vorliegenden Erfindung auf der nicht chemisch verstärkten (Natron-Kalk) Seite einen Schlag erhielt. Wenn der Schlag auf das Glaslaminat der Probe 1 jedoch auf die chemisch verstärkte Seite auftraf, brach zwar die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe, aber die chemisch verstärkte Glasscheibe blieb bei 50% der getesteten Proben intakt.

**[0059]** In einem Versuch wird ein Schlag mit hoher Belastungsrate gegen die innere (nicht chemisch verstärkte) Glasscheibe 120 gerichtet. Als Reaktion darauf werden sowohl die Innenfläche 124 der inneren Glasscheibe 120 als auch die Außenfläche 112 der äußeren Glasscheibe 110 unter Zugspannung gesetzt. Da die Größe der Zugspannung an der Außenfläche 112 größer ist als die Zugspannung an der Innenfläche 124, reicht in dieser Konfiguration die gemäßigte Zugspannung auf der Innenfläche 124 aus, um die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe 120 zerbrechen zu lassen, während die erhöhte Zugspannung auf der Außenfläche 112 ausreicht, um auch die chemisch verstärkte Glasscheibe 110 zu brechen. Wenn die Glasscheiben brechen, verformt sich die PVB-Zwischenschicht, verhindert aber, dass das Kopfformschlaggerät durch das Glaslaminat hindurchdringt.

**[0060]** Dies ist eine zufriedenstellende Reaktion im Rahmen der ECE R43 Kopfformerfordernis.

**[0061]** In einem zugehörigen Test wird der Schlag stattdessen gegen die äußere (chemisch verstärkte) Glasscheibe 110 gerichtet. Als Reaktion darauf erfährt die Innenfläche 114 der äußeren Glasscheibe 110 eine

moderate Zugspannung und die Außenfläche **122** der inneren Glasscheibe **120** eine Spannung höherer Größenordnung. Bei dieser Konfiguration führt die erhöhte Spannung an der Außenfläche **122** der inneren, nicht chemisch verstärkten Glasscheibe **120** zum Bruch der nicht chemisch verstärkten Glasscheibe. Die moderate Zugspannung an der Innenfläche **114** der äußeren Glasscheibe **110** ist jedoch offensichtlich nicht hoch genug, um die durch Ionenaustausch induzierte Druckspannung im oberflächennahen Bereich des chemisch verstärkten Glases zu überwinden. In Laborexperimenten führte ein Schlag mit hoher Belastungsrate in nur zwei von sechs getesteten Proben zu einem Bruch der chemisch verstärkten Glasscheibe **110**. Bei den übrigen vier Proben zerbrach zwar die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe **120**, aber die chemisch verstärkte Glasscheibe **110** blieb intakt. Alle erfindungsgemäßen Muster übertrafen die Anforderungen an die Stoßfestigkeit von Nicht-Windschutzscheibenglas, wie sie in der ECE **R43**-Kopfformerfordernis festgelegt sind.

**[0062]** Vergleichsproben A und B wurden ebenfalls dem biaxialen Biegeversuch unterzogen. Vergleichsprobe A, die einen symmetrischen Aufbau aus einer 1 mm dicken, chemisch verstärkten Glasscheibe, 0,76 mm Standard-PVB und einer 1 mm dicken, chemisch verstärkten Glasscheibe aufwies, zeigte keinen Bruch und verfehlte damit die ECE **R43**-Erfordernis, dass das Glaslaminat brechen muss.

**[0063]** Vergleichsprobe B umfasste einen symmetrischen Aufbau aus einer 1,5 mm dicken Kalk-Natron-Glasscheibe, 0,76 mm Standard-PVB und einer 1,5 mm dicken Kalk-Natron-Glasscheibe. Beide Glasscheiben sind als Ergebnis des biaxialen Biegeversuchs gebrochen, und somit hat die Vergleichsprobe B die ECE **R43** Norm (Anhang **7/3**) bestanden. Allerdings brachen bei der Vergleichsprobe B des Glaslaminats beide Glasscheiben unabhängig davon, auf welche Scheibe der Schlag einwirkte, und boten somit nicht die robuste mechanische Beständigkeit gegen äußere Schläge, die bei den Hybridlaminaten erzielt wird. Bei der Prüfung wurde auch festgestellt, dass der Rückstoß (d.h. der Rückprall) der Kopfform für die Vergleichsprobe B größer war als für Probe **1**, was darauf hindeutet, dass der Vergleichsaufbau die Energie nicht so effektiv ableitete wie das Beispiel gemäß der Erfindung.

**[0064]** Das Kopfverletzungskriterium (Head Injury Criterion, HIC) ist ein konventioneller Parameter, mit dem die Sicherheit von Glaslaminaten bewertet werden kann. Der HIC-Wert ist eine dimensionslose Größe, die mit einer Wahrscheinlichkeit korreliert werden kann, mit der eine Verletzung als Folge eines Aufpralls erlitten wird. Für Aufprallereignisse im Innenbereich ist ein niedrigerer HIC-Wert wünschenswert.

**[0065]** Zum Beispiel für planare Hybrid-Glaslamine lag der mittlere HIC-Wert für einen Aufprall auf die nicht chemisch verstärkte Seite einer Schichtung aus 1,6 mm SL / 0,8 mm A-PVB / 0,7 mm GG bei 175, während der mittlere HIC-Wert für einen Aufprall auf die chemisch verstärkte Seite einer Schichtung aus 0,7 mm GG / 0,8 mm A-PVB / 1,6 mm SL einen Wert von 381 erreichte. Für Automobilverglasungsanwendungen ist der mittlere HIC-Wert für einen Aufprall auf die chemisch verstärkte (äußere) Seite vorteilhafterweise höher als der mittlere HIC-Wert für einen Aufprall auf die nicht chemisch verstärkte Seite. So kann beispielsweise der HIC-Wert für die chemisch verstärkte Seite größer oder gleich 400 (z.B. größer oder gleich 400, 450 oder 500) und der HIC-Wert für die nicht chemisch verstärkte Seite kleiner oder gleich 400 (z.B. kleiner oder gleich 400, 350, 300, 250, 200, 150 oder 100) sein, so dass der HIC-Wert für die chemisch verstärkte Seite um mindestens 50 (z.B. mindestens 50, 100, 150 oder 200) größer ist als derjenige der nicht chemisch verstärkten Seite.

**[0066]** Wie hierin verwendet, beinhalten die Singularformen „ein“, „eine“ und „der“/„die“/„das“ auch Verweise auf den Plural, sofern der Kontext nichts anderes vorschreibt. So beinhaltet beispielsweise die Bezugnahme auf ein „Metall“ Beispiele mit zwei oder mehr solchen „Metallen“, es sei denn, der Kontext besagt eindeutig etwas anderes. Bereiche können hierin ausgedrückt sein als Bereiche ab „ca.“ einem bestimmten Wert und/oder bis zu „ca.“ einem anderen bestimmten Wert. Wenn ein solcher Bereich ausgedrückt wird, sind Beispiele umfasst, die ab dem einen bestimmten Wert und/oder bis zu dem anderen bestimmten Wert reichen. Ebenso sollte klar sein, dass, wenn Werte als Annäherungen ausgedrückt sind, durch die Verwendung des vorstehenden Worts „ca.“ der jeweilige Wert einen anderen Aspekt bildet. Es versteht sich ferner, dass die Endpunkte jedes der Bereiche sowohl in Bezug auf den anderen Endpunkt als auch unabhängig vom anderen Endpunkt bezeichnend sind.

**[0067]** Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, ist es in keiner Weise beabsichtigt, dass jegliches hier dargelegte Verfahren so aufgefasst werden soll, dass seine Schritte in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden müssen. Wenn ein Verfahrensanspruch nicht tatsächlich eine Reihenfolge angibt, in der seine Schritte erfolgen sollen, oder wenn in den Ansprüchen oder in der Beschreibung nicht ausdrücklich angegeben ist, dass die Schritte auf eine bestimmte Reihenfolge beschränkt sind, soll also in keiner Weise irgendeine bestimmte Reihenfolge abgeleitet werden.

**[0068]** Es wird auch darauf hingewiesen, dass sich das hier Vorgetragene auf eine Komponente der vorliegenden Erfindung bezieht, die so „konfiguriert“ oder „angepasst“ ist, dass sie auf bestimmte Art und Weise funktioniert. Insofern ist eine solche Komponente dazu „konfiguriert“ oder „angepasst“, eine bestimmte Eigenschaft oder eine Funktion in einer bestimmten Weise zu verkörpern, wenn es sich bei solchen Darlegungen um strukturelle Darlegungen im Gegensatz zu Darlegungen zu bestimmungsgemäßem Gebrauch handelt. Insbesondere bezeichnen die hierin enthaltenen Verweise auf die Art und Weise, wie eine Komponente „konfiguriert“ oder „angepasst“ wird, einen vorhandenen physikalischen Zustand der Komponente, und sind als solche als eindeutige Darlegung der strukturellen Eigenschaften der Komponente zu verstehen.

**[0069]** Fachleuten wird klar sein, dass an der vorliegenden Erfindung verschiedene Änderungen und Variationen vorgenommen werden können, ohne vom Sinngehalt und Umfang der Erfindung abzuweichen. Da sich Fachleute Änderungen, Kombinationen, Teilkombinationen und Variationen der offenbarten Ausführungsformen, die den Sinngehalt und die Substanz der Erfindung beinhalten, einfallen lassen können, sollte die Erfindung so aufgefasst werden, dass sie alles umfasst, was in den Anwendungsbereich der beigefügten Ansprüche und ihrer Äquivalente fällt.

**[0070]** In den folgenden Abschnitten wird beschrieben:

1. Glaslaminat, umfassend eine äußere Glasscheibe, eine innere Glasscheibe und eine zwischen der äußeren Glasscheibe und inneren Glasscheibe gebildete Polymerzwischenschicht, wobei die äußere Glasscheibe eine chemisch verstärkte Glasscheibe mit einer Dicke von weniger als oder gleich 1 mm umfasst; die Polymerzwischenschicht eine Dicke von weniger als oder gleich 1,6 mm hat; und die innere Glasscheibe eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe mit einer Dicke von weniger als oder gleich 2,5 mm umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Glasscheibe ein oder mehrere Erdalkalioxide beinhaltet, derart, dass der Gehalt an Erdalkalioxiden mindestens ca. 5 Gew.-% beträgt.
2. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die äußere Glasscheibe eine Dicke von ca. 0,5 bis 0,7 mm hat.
3. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die Polymerzwischenschicht eine einzelne Polymerfolie, eine mehrlagige Polymerfolie oder eine Verbundpolymerfolie umfasst.
4. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die Polymerzwischenschicht Poly(vinylbutyral) in Akustikqualität umfasst.
5. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die Polymerzwischenschicht eine Dicke zwischen ca. 0,4 und 1,2 mm hat.
6. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die innere Glasscheibe Kalk-Natronglas aufweist.
7. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die innere Glasscheibe wärmegehärtetes Glas aufweist.
8. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei die innere Glasscheibe eine Dicke zwischen ca. 1,5 mm und 2,5 mm hat.
9. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei eine Gesamtdicke der Glasscheiben weniger als 3 mm beträgt.
10. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei das Glaslaminat eine Fläche von mehr als 1 m<sup>2</sup> aufweist.
11. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei das Glaslaminat einen Krümmungsradius von mindestens 2 m aufweist.
12. Glaslaminat nach Abschnitt 1, wobei ein Wert für das Kopfverletzungskriterium (Head Injury Criteria value, HIC-Wert) für einen Aufprall gegen die äußere Glasscheibe größer ist als ein HIC-Wert für einen Aufprall gegen die innere Glasscheibe.
13. Fahrzeugverglasung, aufweisend das Glaslaminat nach Abschnitt 1.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 61/500766 [0001]
- US 13/247182 [0001]
- US 5624763 [0035]
- JP 05138840 [0035]

**Schutzansprüche**

1. Glaslaminat, aufweisend

- eine Innenfläche,
- eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine Polymerzwischenschicht in direktem physischen Kontakt mit der nicht chemisch verstärkten Glasscheibe und der chemisch verstärkten Glasscheibe,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe eine Dicke von 0,5 mm bis 0,7 mm hat,
- wobei ein Elastizitätsmodul der Polymerzwischenschicht von ca. 1 MPa bis 75 MPa reicht,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe die Innenfläche bereitstellt, und
- wobei die Innenfläche in Kontakt mit dem Inneren der Struktur steht, die das Glaslaminat beinhaltet.

2. Glaslaminat, aufweisend

- eine Innenfläche,
- eine nicht chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine chemisch verstärkte Glasscheibe,
- eine Polymerzwischenschicht in direktem physischen Kontakt mit der nicht chemisch verstärkten Glasscheibe und der chemisch verstärkten Glasscheibe,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe eine Oberflächendruckspannung von mindestens 300 MPa aufweist und eine Dicke von 0,5 bis 1 mm hat,
- wobei ein Elastizitätsmodul der Polymerzwischenschicht von ca. 1 MPa bis 75 MPa reicht,
- wobei die chemisch verstärkte Glasscheibe die Innenfläche bereitstellt, und
- wobei die Innenfläche in Kontakt mit dem Inneren der Struktur steht, die das Glaslaminat beinhaltet.

3. Glaslaminat nach Anspruch 1 oder 2, wobei die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe an einer konvexen Oberfläche des Laminats und die chemisch verstärkte Glasscheibe an einer konkaven Oberfläche des Laminats ausgebildet ist, wobei die konkave Oberfläche die Innenfläche bildet.

4. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Polymerzwischenschicht eine einzelne Polymerfolie, eine mehrlagige Polymerfolie oder eine Verbundpolymerfolie umfasst.

5. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Polymerzwischenschicht Poly(vinylbutyral) in akustischer Qualität umfasst.

6. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Polymerzwischenschicht eine Dicke zwischen ca. 0,4 und 1,2 mm hat.

7. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe Kalk-Natron-Glas umfasst.

8. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe wärmegehärtetes Glas umfasst.

9. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die nicht chemisch verstärkte Glasscheibe eine Dicke von 2,5 mm oder weniger, insbesondere zwischen ca. 1,5 mm und 2,5 mm aufweist.

10. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei eine Gesamtdicke der Glasscheiben weniger als 3 mm beträgt.

11. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Glaslaminat eine Fläche von mehr als 1 m<sup>2</sup> aufweist.

12. Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Glaslaminat einen Krümmungsradius von mindestens 2 m hat.

13. Fahrzeugverglasung, umfassend das Glaslaminat nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

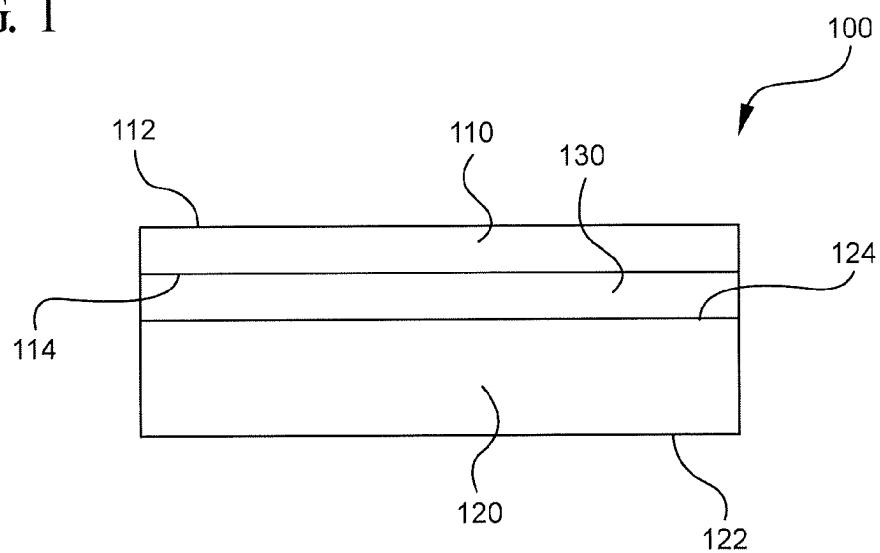


FIG. 2

