

(19)



(11)

EP 2 251 497 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.04.2014 Patentblatt 2014/16

(51) Int Cl.:
E04B 1/86 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10160951.9**

(22) Anmeldetag: **23.04.2010**

(54) Flexible Glaselemente

Flexible glass elements

Eléments en verre flexibles

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **04.05.2009 CH 7062009**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(73) Patentinhaber: **Albers & Co.
8022 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Bähler, Robert
8512 Thundorf (CH)**

(74) Vertreter: **Rentsch Partner AG
Rechtsanwälte und Patentanwälte
Fraumünsterstrasse 9
Postfach 2441
8022 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 015 291 EP-A2- 1 046 493
DE-B- 1 026 511 DE-B- 1 046 294**

EP 2 251 497 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft flexible Glaselemente gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 sowie Verfahren zur Herstellung von flexiblen Glaselementen gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

[0002] In der Patentanmeldung EP-A-1 950 357 der Anmelderin sind Verfahren zum Erstellen von Mikroperforationen und Mikroschlitzten mittels abrasiver Wasserstrahltechnik in Glasplatten beschrieben. Diese Verfahren erlauben es, mittels abrasiver Wasserstrahltechnik auf Anlagen mit einer Mehrzahl von Düsenköpfen Löcher mit einem Durchmesser von 0,2 bis 0,8 mm in Glasscheiben anzubringen. Es wurde eine Prozesssteuerung entwickelt, die das Zerstörungsrisiko der zu perforierenden Glasscheiben zu Beginn des Perforationsvorganges minimiert. Es wurde erkannt, dass a) auch ein kleines Risiko pro Loch beim Erstellen von 40'000 durchgehenden Mikrolöchern zu einer enormen Ausschussquote führt und wirtschaftlich nicht rentabel ist und b) die Prozesssicherheit in einem zwangsweisen "stop and go" Betrieb, bei einer solch hohen Anzahl von Mikroperforationen kaum beherrschbar ist und c) die Bohrzeiten in diesem "stop and go" Betrieb mit allen heute bekannten Verfahren erheblich zu lang sind, um grössere Glasbauteile in vertretbarer Zeit zu perforieren.

[0003] Da beim Durchbohren von Verbundgläsern mit innenliegenden Kunststoffmembran der Wasserstrahl beim Übergang vom Glas zur elastischen Kunststoffmembran kurzzeitig unscharf wird und dadurch ungewollte Kavitäten im Grenzbereich der Glasschichten zum Kunststoff entstehen, die wiederum zu ungewünschten optischen Effekten und Trübungen führen wird, in der EP-A-1 950 357 vorgeschlagen, die Gläser nach dem erfolgreichen Durchbohren, mittels des abrasiven Wasserstrahles mit erheblich gesenktem Zerstörungsrisiko zu Schlitzten oder zu Schneiden. Die unerwünschte Kavitätenbildung im Bereich der Kunststoffolie bei Verbundgläsern bleibt beim Schneiden nach dem Durchbohren aus und die Breite der Mikroschlitzte lässt sich im Gegensatz zum Durchmesser der Löcher auf bis zu 0.1 mm senken. Anstelle der Vielzahl von Bohrungen oder Mikroperforationen werden eine wesentlich reduzierte Anzahl von Schlitzten im Glas angebracht.

[0004] Die Vorteile eines solchen mikrogeschlitzten Schallabsorbers in Glas bestehen darin, dass die Verwirbelung und Reibung der Luft im Mikroschlitz, mit dahinten angeordneten veränderbarem Hohlraum und schallharter Begrenzung durch beliebige Variierung der Schlitzlänge und Schlitzbreite sowie durch die beliebige Anordnung der Mikroschlitzte in der Fläche herstellungstechnisch äusserst effizient erhöht oder verringert werden kann. Die Schallenergie wird in einstellbaren Frequenzbereichen in Wärmeenergie umgewandelt und die Nachhallzeit in einem breiten Frequenzbereich reduziert. Die erforderliche offene Fläche im Glas, im Ausmass von zirka 0,8 bis 3,0% der Beschallungsfläche, kann durch

geeignete Schneidverfahren mit ausreichender Prozesssicherheit und mit einer, um den Faktor 10 verringerten Bearbeitungszeit gegenüber Bohrungen hergestellt werden. Die Gefahr von Mikrorissen kann durch kontrolliertes Schlitzschneiden gegenüber dem Mikrolochbohren verringert werden. Durch eine offensichtliche Reduzierung, der "stop and go" Verluste, kann die Produktivität wesentlich gesteigert werden.

[0005] Für die Akustikelemente gilt im Innenraumbereich mit Personenaufenthalt das Erfordernis der Splitterfreiheit. Das Anbringen von Mikrolöchern oder Mikroschlitzte mit einer offenen Fläche von über 1 % direkt in Trägerglasplatten verursacht oft Abplatzer und Muscheln im Glas, so dass das Trägerglas nicht als ESG oder VSG verwendet werden kann. Die Vielzahl von kleinen Mikrolöchern und schmalen Mikroschlitzten mit einer offenen Fläche von über 1 % macht das Trägerglas zudem statisch instabil. Da heutzutage in der Architektur grossflächige Akustikelemente gefragt sind, bei denen die Formate von 1 m² überschritten werden, müssen auch die Trägergläser entsprechend grossformatig sein. Dadurch werden direkt mit Mikroperforierung oder Mikroschlitzung versehene Gläser unwirtschaftlich. Die Prozesse bei direkter Trägerglasbearbeitung werden durch die grosse Anzahl Mikroeingriffe unbeherrschbar und der zu erwartende Ausfall erheblich. Es ist daher bereits in der EP-A-1 950 357 vorgeschlagen, dass in bestimmten Ausführungsformen rondellenartige mikrogeschlitzte Bauteile in entsprechende in eine Grundplatte eingeschnittene Öffnungen eingesetzt sind. Es ist vorgeschlagen, die ausgeschnittenen Kreisscheiben oder Rondellen in einem separaten Bearbeitungsprozess vom äusseren Umfang her mit Mikroschlitzten zu versehen, so dass ein zentraler Steg entsteht, der die Zinken zweier Kämme trägt. Diese Kammscheiben werden anschliessend wieder in die Grundglasscheibe eingesetzt, respektive eingeklebt. Sie können auch mit separaten Haltern lösbar oder fest in die jeweiligen Öffnungen eingesetzt werden. Die beim Erstellen der Aufnahmeöffnungen anfallenden Rondelle können auch verworfen werden, so dass in die Öffnungen Kammscheiben aus separater Produktion eingesetzt werden. Die Erstellung der Aufnahmeöffnungen muss nicht mit einem Mikroschneidprozess erfolgen, sondern kann mit herkömmlichen Verfahren mit hinreichender Toleranz erfolgen. Die Aufnahmeöffnungen lassen sich sogar schon während der Herstellung der Glasscheiben anbringen. Die Kanten der Aufnahmeöffnungen müssen im Gegensatz zu den Kanten der Mikroschlitzte nicht scharf sein.

[0006] In der EP-A-1 950 357 ist ebenfalls offenbart, dass zwecks Erhöhung der mechanischen Stabilität und insbesondere beim Einsatz von Scheiben aus Sicherheitsglas zweiteilige Glasbausteine eingesetzt werden. Die Grundplatten aus Glas werden wie oben beschrieben mit grösseren Bohrungen/Aufnahmeöffnungen versehen und mit vorgefertigten mikrogeschlitzten Glaseinsätzen bestückt. Die bei der Absorption wirksamen Einsätze können gemäss der EP-A-1 950 357 in weiteren bevor-

zugten Ausführungsformen der Erfindung in unterschiedlichen Stärken aus Glas, aber auch aus anderen Materialien wie Kunstglas, anderen Kunststoffen oder Metall bestehen. Die mikrogeschlitzten Einsätze werden wie bereits erwähnt mit Einlagen, Haltern oder Verklebungen in die Aufnahmeöffnungen der Grundglasplatte eingepasst. Diese Nicht-Glaseinsätze lassen sich zwar auch mit der abrasiven Wasserstrahltechnik herstellen, sie können aber im Gegensatz zum Glas auch mit anderen bekannten Schneid- oder Stanzverfahren hergestellt werden.

[0007] Insbesondere bei den Ausführungsformen, bei denen die Absorptions-Einsätze mittels Einlagen oder Haltern in den Aufnahmeöffnungen gehalten sind, ist das Verletzungsrisiko und die Bruchgefahr auf ein Minimum reduziert, da sich die Haltekraft auf die Stabilität des Absorptions-Einsatzes anpassen lässt. Fällt oder stösst jemand gegen den Einsatz, so löst sich dieser aus der Grundplatte bevor er bricht. Dieser Vorteil kommt vor allem bei Einsätzen aus Glas zum Tragen.

[0008] Aus der Europäischen Patentanmeldung Nr. EP-A-2 015 291 der Anmelderin sind weitere Akustikelemente mit schallabsorbierenden Eigenschaften aus Glas und weiterentwickelte Herstellungsverfahren bekannt. Für die breitbandigen mikrogeschlitzten Absorber werden Schlitzbreiten von unter 0.3 mm benötigt und gleichzeitig muss die offene Fläche auf über 3% zur Grundfläche des Akustikelements erhöht werden. Als unerwartetes alternatives Verfahren zum abrasiven Wasserstrahlschneiden ist in der Patentanmeldung Nr. EP-A-2 015 291 das Slurry-Drahtsägen offenbart. Mit diesem Verfahren können die Schlitzbreiten gegenüber dem abrasiven Wasserstrahlschneiden massiv verkleinert werden und es lassen sich Schlitzbreiten von 0.1 bis 0.3 mm erreichen. Das wirtschaftlich interessante Slurry-Drahtsägen-Verfahren für solche Abmessungen ist vom Wafer-schneiden aus der Halbleiterindustrie bekannt. Mit diesem Verfahren lassen sich nicht nur sehr schmale Schlitzze von bis zu 0.1 mm sägen, sondern es lassen sich auch schmale Stege von unter 2 mm Breite herstellen, ohne dass diese während dem Sägen brechen. Die geforderte Leistung kann durch das Schichten von mehreren Glasplatten hintereinander zu Blöcken und das gleichzeitige Sägen von mehreren Blöcken erreicht werden.

[0009] Für dieses Slurry-Drahtsägen-Verfahren sind auf dem Markt Maschinen und Betriebsmittel, zum Beispiel für die Silizium-Waferfabrikation, erhältlich. Durch entsprechende Applikationsanpassungen können Glaseinsätze in Kammform derart gesägt werden, dass dieses Verfahren den Anforderungen für die effiziente Herstellung von entkoppelten Einsätzen mit einer hohen Dichte von feinen Schlitzzen entsprechen kann, so dass die Kosten für die Maschineninvestition und vor allem die Betriebskosten für die Verschleissmaterialien Draht und Trennflüssigkeit gerechtfertigt sind. Die so gesägten filigranen entkoppelten Elemente müssen zum Einsetzen in das Trägerglas vorerst auf drei Seiten vorzugsweise mit Glasstäbchen verleimt und stabilisiert werden.

[0010] Als alternatives Verfahren zur Herstellung akustisch wirksamer Absorberelemente wird in der Patentanmeldung Nr. EP-A-2 015 291 vorgeschlagen, Absorberelemente mit Mikrospalten aus einzelnen dünnen Glasstäbchen aufzubauen. Die einzelnen Stäbchen sind dabei vorzugsweise recht oder mehreckig und werden mit Abständen von zum Beispiel 0.2 mm zu einem Element zusammengesetzt und vorzugsweise verklebt, so dass Mikrospalten von 0.2 mm entstehen. Bei einer Stäbchenbreite von zum Beispiel 1.8 mm und einem Abstand von 0.2 mm zwischen den Stäbchen lassen sich Absorber mit einer offenen Mikrospalfläche von 10% bezogen auf die Oberfläche des Absorberelements herstellen. Es hat sich gezeigt, dass die Spaltenbreite zwischen 0.1 und 0.8 mm liegen sollte. Breitere Spalten zeigen nur noch sehr unbefriedigende Absorptionsleistungen. Vorzugsweise liegen die Spaltbreiten bei 1.5 bis 3 mm. Die Dicke der Stäbchen, und damit die Breite der Stege, sollte zwischen 1 und 8 mm gewählt werden, vorteilhafterweise liegt sie zwischen 1.5 und 3 mm. In bevorzugten Ausführungsbeispielen ist sie bei 1.8 mm gewählt.

[0011] Aus 100 Glasstäbchen mit rechteckigem Querschnitt und einer Grösse von 1.8 mm x 4 mm x 200 mm, welche am Markt erhältlich sind, lassen sich zum Beispiel Absorberelemente in der Grösse von 200 x 200 mm mit 99 Mikrospalten von 0.2 mm Breite wirtschaftlich effizient herstellen.

[0012] Die rationelle Herstellung feiner Glasstäbchen kann mittels Glasritzen und Brechen oder über andere bekannte Verfahren wie Ziehen, Pressen oder Giessen erfolgen. Wesentlich dabei ist, dass die Glasflächen ohne Muscheln und Abplatzer sowie vorzugsweise spiegelblank bleiben. Im Format der fertigen Glaselemente wird eine Rahmenkonstruktion aus Glas oder Kunstglas so verklebt, dass die feinen Glasstäbchen eine zusätzliche Stabilität erhalten, zum Beispiel durch ein Profilrahmen. Das Verleimen der Glasstäbchen mit Zwischenräumen, welche der geforderten Schlitzbreite entsprechen, erfolgt weitgehend vollautomatisch, mittels einem Montagoroboter. Die muschelfreien Glasstäbchen werden nach der Kalibrierung vorzugsweise chemisch oder thermisch gehärtet, so dass diese wie die Trägerplatten aus Glas splitterfrei den passiven Sicherheitsanforderungen in öffentlichen und privaten Räumen entsprechen. Im Weiteren wird damit eine Erhöhung der Schlagfestigkeit, Biegefestigkeit und Kratzfestigkeit erreicht. Die Vorteile dieser Aufbaumethode gegenüber der Mikroperforier- oder Mikroschlitzmethoden sind transparente Einselemente ohne Trübung der Kantenflächen, eine höhere Festigkeit der gehärteten Stäbchen und eine Erhöhung der passiven Sicherheit der Absorber-Einsätze.

[0013] In der Patentanmeldung Nr. EP-A-2 015 291 ist beschrieben, dass die Tragelemente als plattenförmige Bauteile mit einer annähernd planen ersten Oberfläche ausgebildet sind. In bevorzugten Ausführungsformen sind die Tragelemente Trägerglasplatten aus Flachglas oder Spezialglas in Stärken zwischen 2 und 12 mm, die mit Ausnehmungen zur Aufnahme der Absorber verse-

hen werden.

[0014] Die von den Absorbern eingenommene Fläche in den transparenten oder transluzenten Tragelementen wird durch das Erfordernis der Lichtdurchlässigkeit und der Festigkeitsbeanspruchung, respektive die Bruchsi-
 cherheit der Akustikelemente auf einen oberen Grenzwert von etwa 60% begrenzt. Die untere Grenze wird hingegen durch die Absorptionsleistung in dem zu absorbierenden Frequenzbereich bestimmt. Um in einem breiten Frequenzbereich, zum Beispiel im Sprachbereich von 125 Hz bis 1250 Hz, besonders gute Absorptionsleistungen erreichen, werden gemäss erster Ausführungsformen der Erfindung Absorber eingesetzt, bei denen die akustisch wirksame offene Fläche durch Mikroperforation, Mikroschlitz, Mikrospalten oder einer Kombination davon gebildet wird, wobei diese akustisch wirksame offene Fläche 1 bis 12%, vorzugsweise 7 bis 12%, besonders bevorzugt 10% der Gesamtfläche einer ersten Oberfläche des Absorbers entspricht. Es lassen sich dabei sowohl verschiedene Absorptionselemente mit Mikroperforation, Mikroschlitz oder Mikrospalten in einem Tragelement kombinieren, oder innerhalb eines Absorbers können Mikroperforationen, Mikroschlitz und/oder Mikrospalten kombiniert werden. Sowohl Mikroperforation, Mikroschlitz wie auch Mikrospalten lassen sich mit verschiedenen Durchmessern und/oder Breiten im selben oder in verschiedenen Absorbern einsetzen. Die Breiten lassen sich auch innerhalb eines Mikroschlitzes oder innerhalb einer Mikrospalte variieren.

[0015] Gemäss der Patentanmeldung Nr. EP-A-2 015 291 lassen sich die Absorber als Einfeldenelemente oder als Sandwichkonstruktionen mit oder ohne Vliesmaterial herstellen. All diese Kombinationsmöglichkeiten erlauben es, die Bandbreite an wirksam absorbierten Schallfrequenzen zu verbreitern. Es hat sich in Versuchen gezeigt, dass unterschiedliche Schlitz- und Spaltbreiten und unterschiedliche Lochdurchmesser sowie Einfeldenelemente oder Sandwichkonstruktionen Absorptionsmaxima in unterschiedlicher Breite in unterschiedlichen Frequenzbereichen aufweisen. So werden zum Beispiel neben einlagigen mehrlagigen Glasaufbauten mit Mikrospalten zu Sandwichkonstruktionen zusammengefügt. Durch solch einen mehrlagigen Aufbau entstehen zusätzliche Resonatoren, welche die Absorption verstärken und den Frequenzbereich verbreitern. Dadurch entstehen insgesamt breitbandigere Absorber.

[0016] Trotz der relativ hohen Vielfalt an absorbierbaren Frequenzbereichen und verschiedenen Konstruktionsmöglichkeiten besteht weiterhin Bedarf an zusätzlichen und alternativen Absorberkonstruktionen.

[0017] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung Glasbauteile für Schallabsorber und andere Verwendungszwecke und Verfahren zur Herstellung derselben zur Verfügung zu stellen, die es erlauben solche Produkte effizient in grösseren Mengen und Dimensionen herzustellen. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung Glasbauteile zur Verfügung zu stellen die auf Wunsch

transparent sein können und mit vertretbarem technischen Aufwand schnell und wirtschaftlich herstellbar sind und weitere Nachteile der bekannten Glasbauteile vermeiden.

[0018] Diese Aufgaben wird erfindungsgemäss durch die Glasbauteile gemäss Anspruch 1 und die Herstellungsverfahren gemäss Anspruch 6 gelöst, vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0019] Die erfindungsgemässen Glasbauteile werden im folgenden auch als "biegsames Glas" bezeichnet. Unter diesem Begriff werden Materialien wie Glas- und harte Kunstglasbauteile mit einer Vielzahl von Stegen und zwischen den Stegen angeordneten Mikroschlitz verstanden, die durch Befestigung auf, vorzugsweise Verklebung mit, einem elastischen Trägermaterial wie zum Beispiel Kunststoff biegsam gemacht sind.

[0020] Die verfahrenstechnischen Probleme zur industriellen Herstellung von biegsamem Glas konnten bisher keiner Lösung zugeführt werden. In der Innenarchitektur, in vielerlei Gebrauchsgegenständen wie Spiegeln, aber auch in der Optik und in der Asphärenteknologie müssen gebogene Gläser kompliziert und aufwendig geschliffen werden. Die vorliegende Erfindung erlaubt es transparente biegsame Elemente zu erzeugen welche mit variablen Radien zu gekrümmten, zylindrischen, gewellten oder in sich verdrehten Formen oder Kombinationen der vorgenannten geformt werden können. Die erzeugten Glasbauteile sind von hoher optischer Qualität. Die Schlitz- und Stegbreiten sind ebenso variierbar wie die Grösse der fertigen Glasbauteile.

[0021] Die vorliegende Erfindung erlaubt es die biegsamen Glaselemente, auch als Glasbauteile bezeichnet, in grossen Mengen und Dimensionen zu schaffen, die durchsichtig, technisch und wirtschaftlich rationell herstellbar sind.

[0022] Vorteile bei der Herstellung der neuen mikrogeschlitzten biegsamen Glasbauteile, umfassend Mikroschlitz und Stege, ergeben sich unter anderem daraus, dass die Stege vorzugsweise mittels Slurry-Sägeverfahren hergestellt werden und beim Prozessschritt des Sägens mit einem Quersteg verbunden bleiben. Das Slurry-Sägeverfahren erlaubt es die Glasbauteile, insbesondere die Mikroschlitz zwischen den Stegen sehr genau mit kleinsten Toleranzen herzustellen, wobei Steg- und Schlitzbreiten innerhalb sinnvoller Bereiche frei gewählt und variiert werden können. Dadurch lassen sich auch die möglichen Biegeformen und Radien der fertigen Glasbauteile leicht beeinflussen.

[0023] Die mikrogesägten Glaselemente, bei denen die Stege kammartig auf dem Quersteg angeordnet sind, werden anschliessend mit einem flexiblen Träger zu einem Halbfabrikat flexibel verbunden, vorzugsweise verklebt.

[0024] Die Biegsamkeit kann durch die Wahl der Trägermaterialien wie Kunststoffrahmen, Kunststoffbänder, faserverstärkte Kunststoffe, Metall oder Glasfasern variabel eingestellt werden.

[0025] Als letzter Prozessschritt wird am starren Halbfabrikat der Quersteg allenfalls zusammen mit Teilen des Trägers vorzugsweise mittels Wasserstrahl abgeschnitten. Aus dem starren Halbfabrikat wird dadurch das biegsame Glaselement gemäss der Erfindung. In den Ausführungsformen gemäss der folgenden Figuren laufen die Tragelemente entlang aller vier Kanten um. Dies ist jedoch nicht zwingend nötig. Um ein Abbrechen der empfindlichen Stege im Kamm des Halbfabrikates bei Belastung der freien Stegenden während dem Wasserstrahlschneiden zu verhindern hat es sich als äusserst vorteilhaft erwiesen zumindest diese Kante durch ein Tragelement zu stabilisieren.

[0026] In weiteren Schritten lässt sich das biegsame Glaselement nun in die gekrümmte, zylindrische, gewellte oder in sich verdrehte Form oder in eine Kombination der vorgenannten bringen. Es ist offensichtlich, dass es die vorliegende Erfindung erlaubt Glaselemente herzustellen, die jede von einer ebenen Form abweichende Form annehmen können, sofern die Integrität der einzelnen Stege gewahrt bleibt. Es lassen sich Elemente mit einfacher Drehrichtung wie Zylindermäntel oder Teile davon, aber auch Elemente mit zwei oder mehreren Drehrichtungsänderungen wie S-Formen oder Wellen. Der Abstand zwischen den Stegen, das heisst die Schlitzbreite und die Höhe der Stege gibt den maximalen Grad der Biegsamkeit vor.

[0027] Die einzelnen Stege entsprechen in bevorzugten einfachen Ausführungsformen Geraden die alle die selbe Länge aufweisen. Gemäss der Erfindung können die Stege jedoch auch unterschiedliche Längen aufweisen und eine von der geraden abweichende Grundform.

[0028] Vorzugsweise sind die Mikroschlitz zwischen den Glasstegen mit einer Breite von 0,1 bis 1,0 mm ausgebildet und homogen oder unregelmässig auf die Fläche verteilt. Die Schlitz können gerade/linear oder in geschwungener Ausführung beliebig in Abhängigkeit von ästhetischen Ansprüchen und unter Berücksichtigung von Festigkeitsbeanspruchung angeordnet werden.

[0029] Die Glasstege mit einer Breite von 0.15 bis 20.0 mm können wiederum homogen oder unregelmässig auf die Fläche verteilt, in gerader oder geschwungener Ausführung beliebig, auf ästhetische Ansprüche und auf Festigkeitsbeanspruchung angeordnet werden.

[0030] In Abhängigkeit der geforderten mechanischen Stabilität und insbesondere beim Einsatz von Sicherheitsglas können erfindungsgemäss Gläser von unterschiedlichen Dicken zum Einsatz kommen. Zur Erzielung gewünschter optischer Effekte können unterschiedliche Glassorten zur Anwendung kommen.

[0031] Geeignet sind alle gängigen Glasplatten oder -bausteine in Stärken zwischen 2 und 12 mm als ebene oder gewölbte Elemente.

[0032] Gemäss einem alternativen Verfahren werden die Glaselemente nicht im Slurry-Sägeverfahren hergestellt, sondern wie oben zum Stand der Technik beschrieben aus einzelnen Stegen aufgebaut. Sobald diese Ein-

zelstege in den flexiblen Träger eingebracht und mit diesem verbunden, vorzugsweise verklebt sind, unterscheiden sich die weiteren Bearbeitungsschritte des Halbfabrikate nicht wesentlich voneinander.

[0033] Die erfindungsgemässen Glaselemente lassen sich bevorzugt als Akustikelemente einsetzen, die einerseits völlig neuartige dreidimensionale Formen aufweisen können und den Gestaltungsspielraum des Architekten, Designers und/oder Akustikers enorm erweitern, andererseits lassen sich durch das Biegen der Elemente die effektiv akustisch wirksamen Schlitzbreiten annähernd beliebig einstellen. Wird der Biegeradius, den die Schlitzbreiten und Steghöhen der Halbfabrikate zulassen, maximal ausgenutzt, so berühren sich die Stege zumindest an einer Kante und die Schlitz sind im akustischen Sinne vollständig geschlossen. In einem Element lassen sich entsprechend in Abhängigkeit des Biegeradius vollständig offene Schlitz erzeugen (an ebenen Stellen ohne Biegung) bis hin zu vollständig geschlossenen Schlitz an Stellen mit maximalem Biegeradius, ohne dass die Schlitz bei der Herstellung der zugehörigen Halbfabrikate variiert werden müssen.

[0034] Bei erfindungsgemässen Glaselementen, die einfach in sich verdreht sind variiert die Querschnittsform der einzelnen Schlitz nicht, die Oberflächen der einzelnen Stege sind aber in Abhängigkeit vom Abstand von der Torsionsachse, um die die Stege gegeneinander verdreht sind, immer weiter voneinander entfernt. Werden die Elemente zusätzlich zur Verdrehung auch noch gebogen, so variiert die Querschnittsform der einzelnen Schlitz über deren Länge.

[0035] In weiteren bevorzugten Ausführungsformen sind die Glaselemente absitmmbar ausgebildet. Dazu greifen am elastischen Tragrahmen Einstellelemente an, mittels derer die Biegung variiert werden kann. Diese Einstellelemente können mechanisch, elektromechanisch, pneumatisch oder hydraulisch wirken. Bei einem derartigen Akustikelement lässt sich zum Beispiel durch das Verändern des Biegeradius die Absorptionswirkung einstellen/ändern. Bei einem optisch wirksamen, zum Beispiel einem biegbaren, verspiegelten Glaselement lässt sich derart der Fokus des reflektierten Lichts verändern.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0036] Anhand von Figuren, welche lediglich Ausführungsbeispiele darstellen, wird die Erfindung im Folgenden erläutert. Es zeigen

- Fig. 1a eine perspektivische Draufsicht auf eine erste Oberfläche eines Halbfabrikats gemäss einer Ausführungsform der Erfindung bei dem ein Quersteg noch nicht abgeschnitten ist,
- Fig. 1b eine Ansicht auf das Halbfabrikat gemäss Figur 1a, nach Entfernen des Querstegs,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Glasele-

- ments gemäss einer Ausführungsform der Erfindung mit einer einfachen Biegung,
- Fig.3 eine perspektivische Ansicht eines Glaselements gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mit einer einfachen Biegung,
- Fig. 4 eine Ausschnittsvergrößerung einer Seitenansicht eines Glaselements gemäss Fig. 2, und
- Fig. 5 eine Ausschnittsvergrößerung einer Seitenansicht eines Glaselements gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0037] In der Figur 1 ist eine perspektivische Draufsicht auf ein Halbfabrikat 11 zur Herstellung eines Glaselements gemäss einer Ausführungsform der Erfindung, bei dem eine Glasplatte nach dem Slurry-Drahtsägen eine Vielzahl von Stegen 10 mit dazwischen angeordneten Mikroschlitz 20 aufweist und bereits auf ein flexibles, respektive biegbares Tragelement 40 aufgeklebt ist. Da die Schnitte die Glasplatte nicht in der vollen Breite durchsetzen sind die Stege 10 alle noch über einen Quersteg 50 miteinander verbunden. Das Halbfabrikat 11 ist daher noch nicht biegsam. In der Figur 1b ist das Halbfabrikat 12 dargestellt nachdem der Quersteg, vorzugsweise mittels Wasserstrahlschneiden abgeschnitten ist. Das Halbfabrikat ist nun biegsam und kann der weiteren Bearbeitung zugeführt werden.

[0038] In den Figuren 2 und 3 sind zwei Ausführungsformen von erfindungsgemässen Glaselementen 1 und 3 dargestellt, die unterschiedliche Krümmungsradien und unterschiedlich abgemessene Grundformen aufweisen.

[0039] In der Figur 4 ist eine Ausschnittsvergrößerung A einer Seitenansicht eines Glaselements 1 gemäss Fig. 2 gezeigt. Die einzelnen Stege 10 weisen einen rechteckigen Querschnitt auf und sind gleichmässig voneinander beabstandet auf dem flexiblen Träger 40 aufgeklebt 16. Durch die Biegung des Trägers 40 sind die Stege voneinander entfernt und in einem Winkel α geöffnet. Die Schlitzbreite an der Basis des Schlitzes D_2 entspricht annähernd der Breite des Schlitzes im ungebogenen Halbfabrikat. Die Schlitzbreite D_1 an der - einer ersten Oberfläche 11 des Glaselements zugewandten - Schlitzöffnung ist entsprechend breiter als D_2 . Die Schlitz 20 im Element 1 gemäss der Figuren 2 und 4 weisen in Folge der gleichmässigen Biegung alle eine annähernd identische Querschnittsform auf.

[0040] Im Ausführungsbeispiel gemäss der Figur 5 ist das Glaselement hingegen in einer Wellenform gebogen, so dass sich die Drehrichtung der Biegung von R1 zu R2 umkehrt und dazwischen ein Tangentialer Bereich durchlaufen wird, in dem der Schlitz 20' unverändert vorliegt, da der zugehörige Abschnitt des Trägers eben ist. An beiden Seiten von Schlitz 20' verjüngen sich die

Schlitz mit Winkel b nach oben zur Oberseite 11' hin oder sie erweitern sich mit Winkel α .

[0041] Bei den erfindungsgemässen Glaselementen die als Akustikelemente eingesetzt werden sollen unterscheiden sich die groben Dimensionierung nicht von den vorbekannten. Gemäss dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 sind zwischen die Stege 10 Mikrospalten in einer Breite von 0.2 mm gesägt. Werden auf diese Weise 100 Stege erzeugt, so entsteht zum Beispiel nach dem Entfernen des Querstegs eine Absorberplatte mit einer Fläche von 200 x 200 mm und 99 durchgehenden Mikrospalten 20, die sich zu einer akustisch wirksamen Fläche von annähernd 10% bezogen auf die erste Oberfläche 11 der Absorberplatte addieren.

[0042] Die Biegeformen: konkav, konvex, Wellen, Schrauben etc. und die Masse, die in den Ausführungsbeispielen zu den erfindungsgemässen Glaselementen mit Mikrospalten gegeben sind, sollen den Vergleich dieser Platten mit den vorbekannten erlauben und nicht den Eindruck erwecken, dass sich mittels der beschriebenen Verfahren nur Elemente mit den angegebenen Massen und Formen herstellen lassen. Die beschriebenen Herstellungsverfahren lassen dem Fachmann vielmehr eine grosse Freiheit bei der Dimensionierung und der Einstellung der Form der erfindungsgemässen Elemente und damit der Absorberleistung der bei akustisch aktiven Absorberplatten und der Reflexion, Lichtbrechung und oder Streuung bei optisch aktiven Elementen und Kombinationen davon. Es versteht sich, dass die Elemente sowohl allein in einfachen wie auch zu zweit oder zu mehreren in zusammengesetzten Bauteilen verwendet werden können. Gemäss bevorzugten Ausführungsformen werden gleichzeitig eine Vielzahl von Halbfabrikaten für die Glaselemente aus Glasscheiben mittels Slurry-Drahtsägen und anschliessendem Abschneiden des Querstegs mittels Wasserstrahl hergestellt.

[0043] Die derart hergestellten Halbfabrikate sind zumindest an zwei Endbereichen, vorzugsweise stirnseitig oder besonders bevorzugt umlaufend mit Rahmenelementen stabilisiert und gesichert.

[0044] Angesichts der oben offenbarten Technischen Lehre der vorliegenden Erfindung ist es für den Fachmann offensichtlich, dass im Hinblick auf die Materialauswahl und bautechnische Varianten und insbesondere auch hinsichtlich Form Glaselemente enorme Variationsmöglichkeiten bestehen.

[0045] Gemäss weiteren nicht in den Figuren dargestellten Ausführungsformen werden die transparenten und/oder transluzenten Glaselemente mit Beleuchtungsmitteln kombiniert, um Lichteffekte zu erzeugen. Verstellbare oder abstimmbare Glaselemente wie sie vorgängig beschrieben sind bieten sich in idealer Weise an, um in Kombination mit LEDs, Lichtleitern oder anderen Lichtquellen veränderbare Lichtakzente zu generieren.

Liste der Bezugszeichen

[0046]

1, 2, 3	Glaselement
11	Halbfabrikat
12	Halbfabrikat
3	Absorber
10	Steg
11	erste Oberfläche
12	zweite Oberfläche
16	Verklebung
20	Mikroschlitz
D ₁	Schlitzbreite
D ₂	Schlitzbreite
α	Schlitz-Öffnungswinkel
b	Schlitz-Öffnungswinkel
g	Schlitz-Öffnungswinkel
40	Tragelement
41	innere Oberfläche
R ₁	Drehrichtung 1
R ₂	Drehrichtung 2
50	Quersteg

Patentansprüche

1. Glaselemente (1, 2, 3) umfassend mindestens ein Tragelement (40) und eine Mehrzahl von Stegen (10) aus Glas zwischen denen Mikroschlitze (20) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (40) flexibel und oder biegsam gestaltet sind und die Glaselemente (1, 2, 3) biegsam sind.
2. Glaselemente (1, 2, 3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zu gekrümmten, zylindrischen, gewellten oder in sich verdrehten Formen oder Kombinationen davon geformt sind.
3. Glaselemente (1, 2, 3) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Träger aus Materialien wie Kunststoffrahmen, Kunststoffbändern oder Glasfaserbändern oder faserverstärkten Kunststoffen oder Metall gefertigt sind.
4. Glaselemente (1, 2, 3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (10) mit den Tragelementen (40) verklebt sind.
5. Glaselemente (1, 2, 3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Einstellelemente an den Tragelementen (40) angreifen oder mit den Stegen (10) wirkverbunden sind über die sich die Biegung der Glaselemente (1, 2, 3) verändern lässt.
6. Verfahren zur Herstellung von Glaselementen (1, 2, 3) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine im Slurry-Drahtsägewerkzeug Mikroschlitze (20) in eine Glasplatte gesägt werden, wobei ein Quersteg (50) stehen gelassen wird, der die zwischen den Mikroschlitzen (20)

entstandenen Stege (10) an einer Stirnseite miteinander verbindet, in einem weiteren Schritt die gesägte Platte mit einem biegsamen Tragelement (40) versehen wird und in einem anschliessenden Schritt der Quersteg (50) entfernt und das Glaselement in die gewünschte Form gebogen wird.

7. Verfahren gemäss Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** Glasplatte und Tragelement (40) miteinander verklebt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quersteg (50) mittels Wasserstrahl abgeschnitten wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das biegsamen Glaselemente mit den biegsamen Tragelementen (40) in vorgeformte Aufnahmen eingesetzt werden, die die Glaselemente in die gewünschte Form bringen.
10. Akustikelement umfassend ein Glaselement gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5.

Claims

1. Glass elements (1, 2, 3) comprising at least one support element (40) and a plurality of bars (10) made of glass, between which micro-slots (20) are arranged, **characterized in that** the support elements (40) are designed in a flexible and/or bendable manner and the glass elements (1, 2, 3) are designed in a bendable manner.
2. Glass elements (1, 2, 3) according to Claim 1, **characterized in that** they are formed into curved, cylindrical, corrugated or twisted forms or combinations thereof.
3. Glass elements (1, 2, 3) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the supports are produced from materials such as plastic frames, plastic strips or fibreglass bands or fibre-reinforced plastics or metal.
4. Glass elements (1, 2, 3) according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the bars (10) are adhesively bonded to the support elements (40).
5. Glass elements (1, 2, 3) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** setting elements by way of which the bending of the glass elements (1, 2, 3) can be changed act on the support elements (40) or are operatively connected to the bars (10).
6. Method for producing glass elements (1, 2, 3) ac-

cording to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** micro-slots (20) are sawn into a glass plate by the slurry wire-sawing method, while leaving a cross-bar (50), which interconnects the bars (10) produced between the micro-slots (20) at one end face, in a further step the sawn plate is provided with a bendable support element (40) and in a subsequent step the cross-bar (50) is removed and the glass element is bent into the desired form.

7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the glass plate and the support element (40) are adhesively bonded to one another.
8. Method according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the cross-bar (50) is cut off by means of a water jet.
9. Method according to one of the preceding Claims 6 to 8, **characterized in that** the bendable glass elements are inserted with the bendable support elements (40) into preformed receptacles, which bring the glass elements into the desired form.
10. Acoustic element comprising a glass element according to one of Claims 1 to 5.

Revendications

1. Éléments en verre (1, 2, 3) comprenant au moins un élément de support (40) et une multiplicité de traverses (10) en verre entre lesquelles sont disposées des micro-fentes (20), **caractérisés en ce que** les éléments de support (40) sont réalisés sous forme souple et/ou flexible et les éléments en verre (1, 2, 3) sont flexibles.
2. Éléments en verre (1, 2, 3) selon la revendication 1, **caractérisés en ce qu'ils** sont déformés en des formes incurvées, cylindriques, ondulées ou tordues ou des combinaisons de celles-ci.
3. Élément en verre (1, 2, 3) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisés en ce que** les supports sont fabriqués en des matériaux tels que des cadres en matière plastique, des bandes en matière plastique ou des bandes en fibre de verre ou des matières plastiques renforcées par des fibres ou du métal.
4. Éléments en verre (1, 2, 3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisés en ce que** les lames (10) sont collées aux éléments de support (40).
5. Éléments en verre (1, 2, 3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisés en ce que** des éléments de réglage s'accrochent aux éléments

de support (40) ou sont activement reliés aux lames (10), par lesquels la flexion des éléments en verre (1, 2, 3) peut être modifiée.

6. Procédé de fabrication d'éléments en verre (1, 2, 3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on scie des micro-fentes (20) dans une plaque en verre par un procédé de sciage par fil en bain de boue, dans lequel on laisse une lame transversale dressée (50) qui relie l'une à l'autre sur un côté frontal les lames (10) créées entre les micro-fentes (20), dans une autre étape on munit la plaque sciée d'un élément de support flexible (40) et dans une étape suivante on courbe la lame transversale (50) et l'élément en verre à la forme désirée.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'on colle l'un à l'autre la plaque en verre et l'élément de support (40).
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'on découpe la lame transversale (50) au moyen d'un jet d'eau.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 6 à 8, **caractérisé en ce que** l'on introduit les éléments en verre flexibles avec les éléments de support flexibles (40) dans des logements préformés, qui amènent les éléments en verre à la forme désirée.
10. Élément acoustique comprenant un élément en verre selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

Fig. 1a

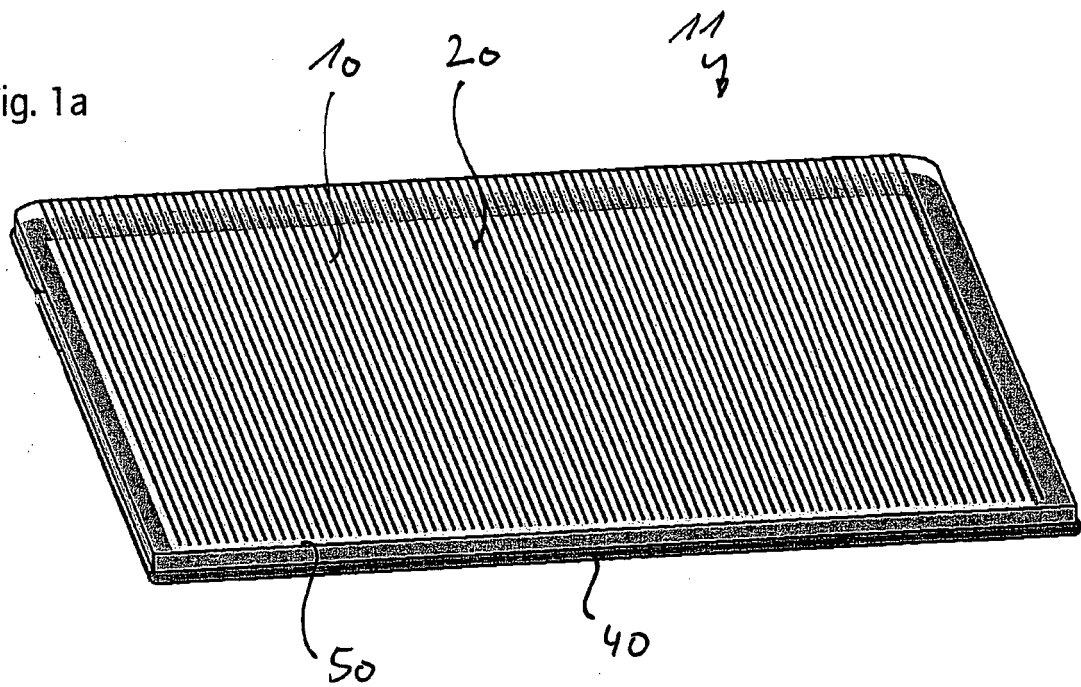


Fig. 1b

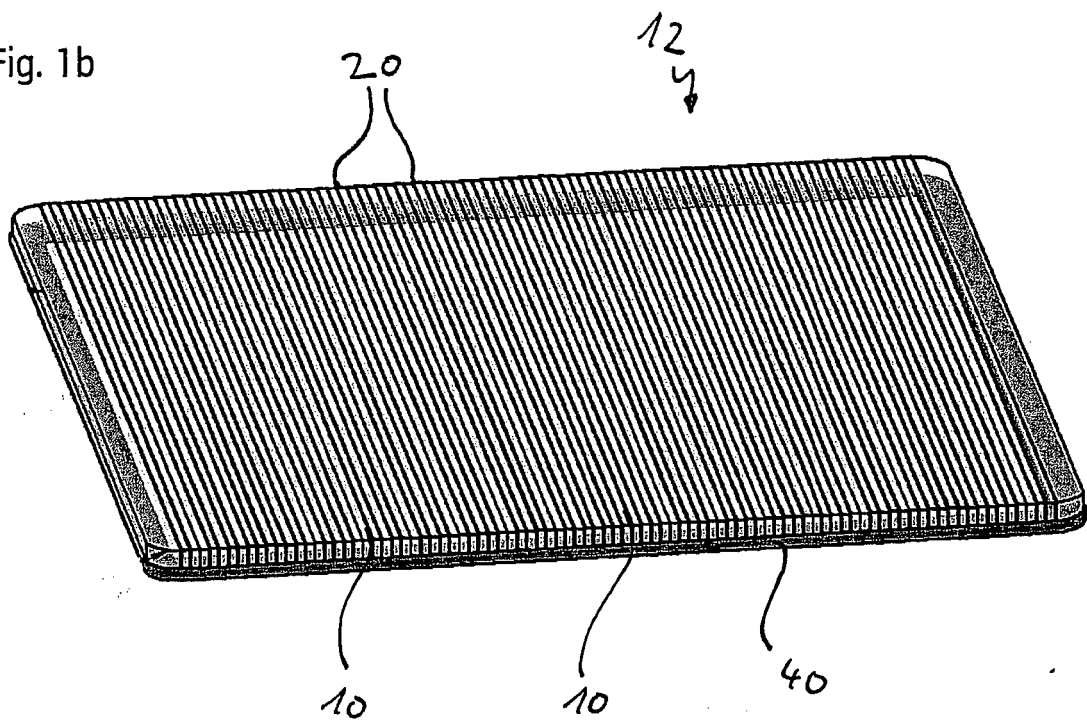


Fig. 2

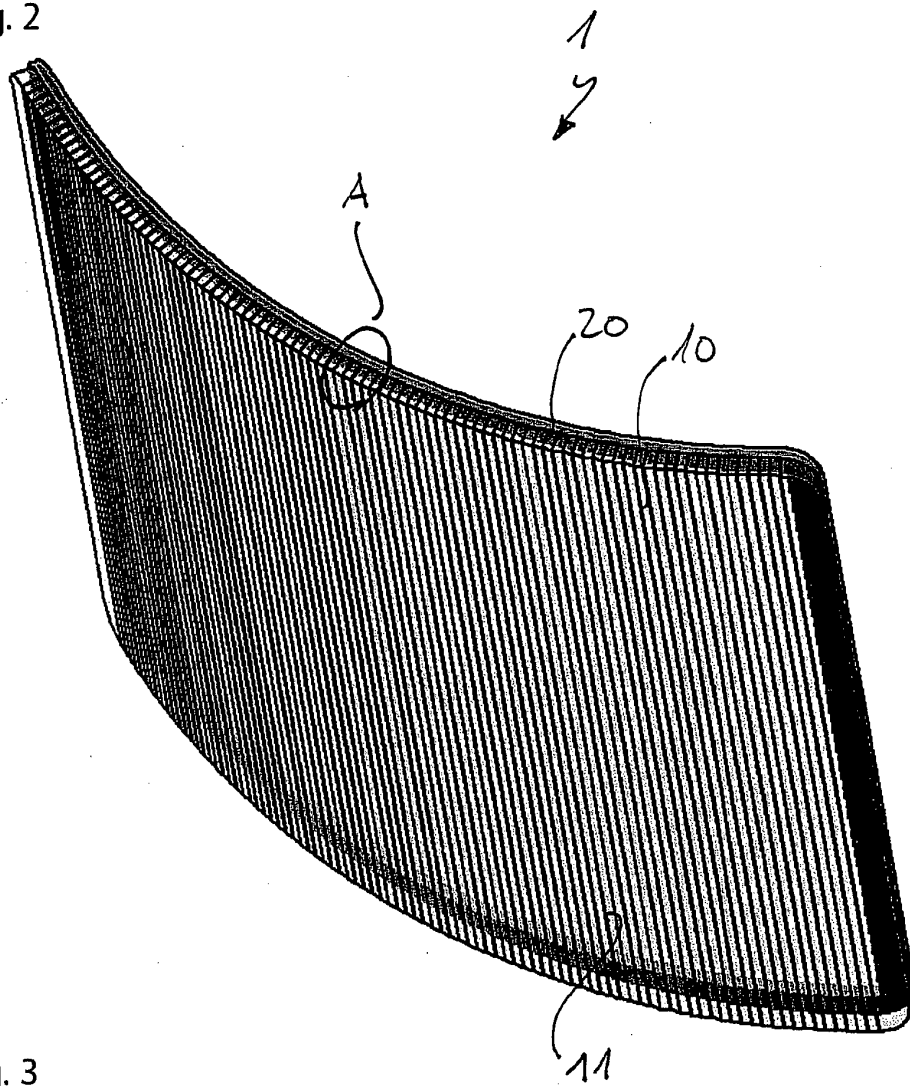
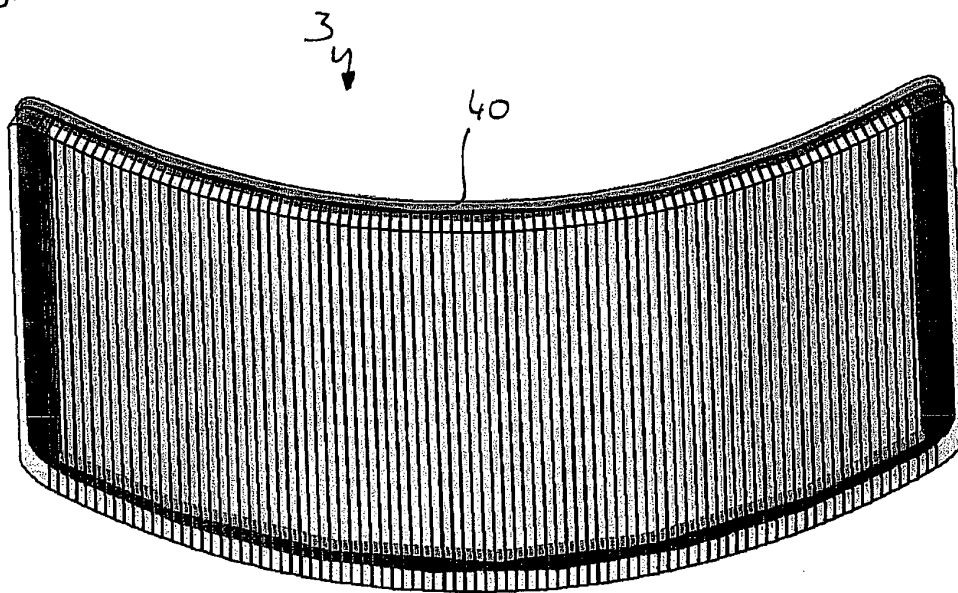
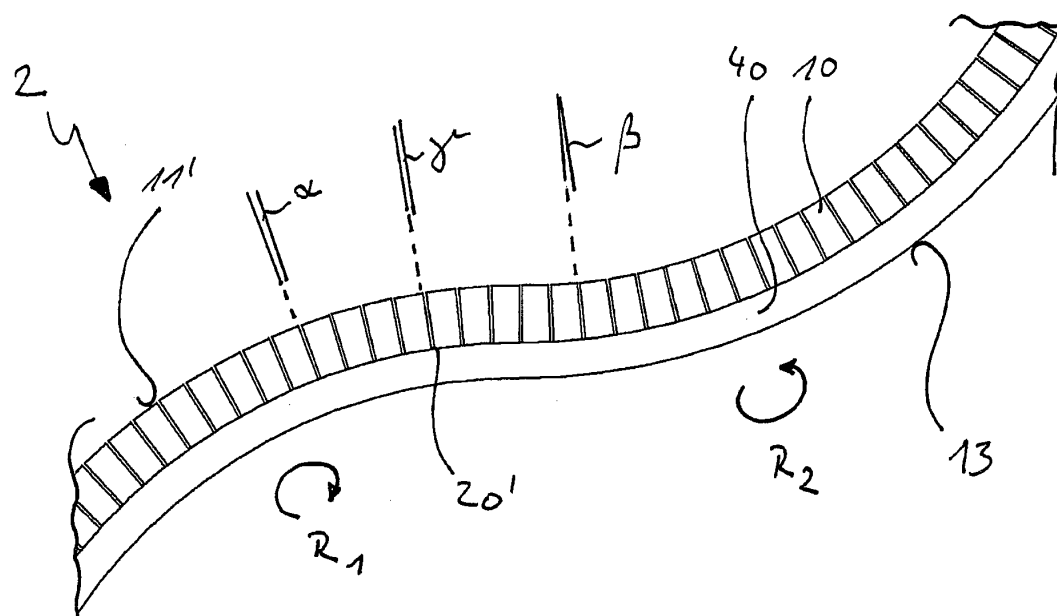
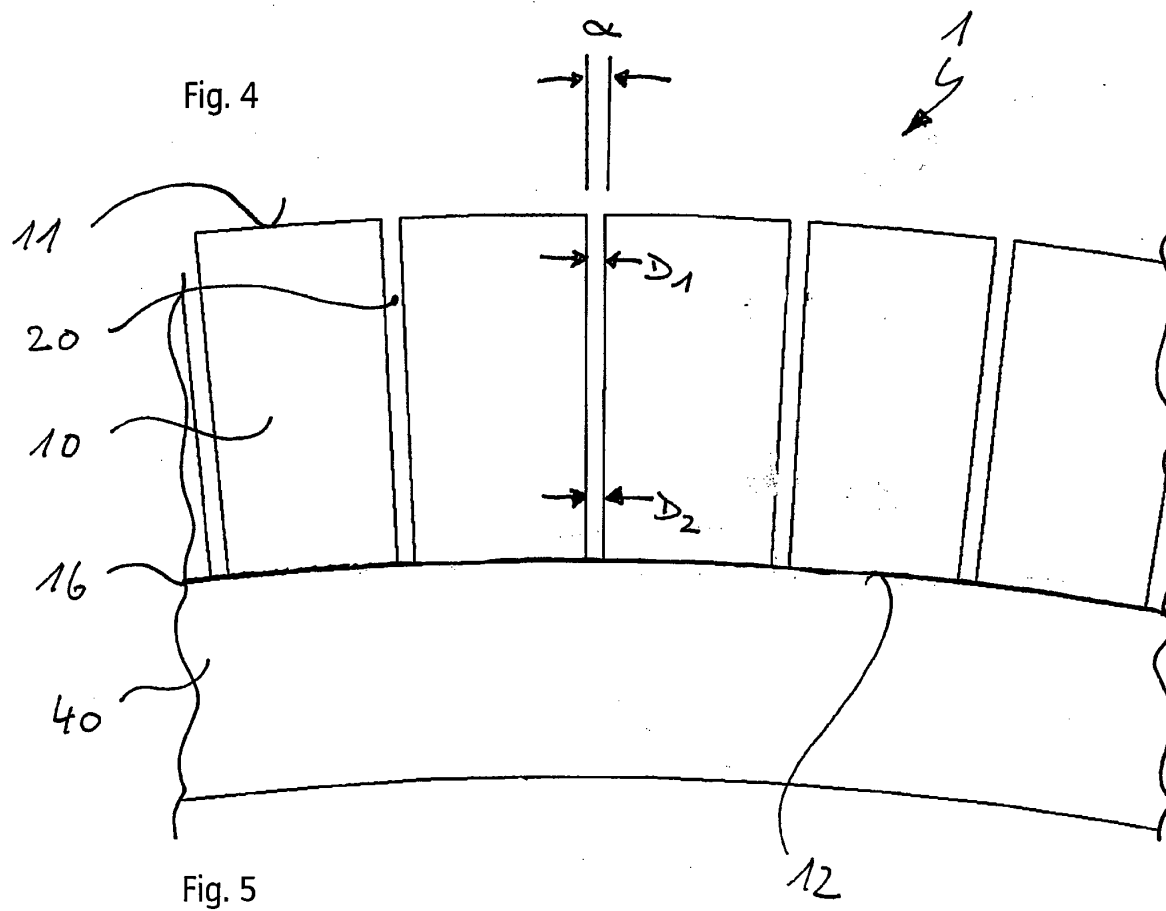


Fig. 3





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1950357 A [0002] [0003] [0005] [0006]
- EP 2015291 A [0008] [0010] [0013] [0015]