(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7696539号
(P7696539)

(45)発行日　令和7年6月23日(2025.6.23)

(24)登録日　令和7年6月13日(2025.6.13)

(51)国際特許分類

Ｃ０３Ｃ　27/12　(2006.01)	Ｃ０３Ｃ	27/12	Ｚ
Ｃ０３Ｃ　23/00　(2006.01)	Ｃ０３Ｃ	23/00	Ｄ
Ｂ６０Ｊ　1/00　(2006.01)	Ｂ６０Ｊ	1/00	Ｅ
Ｂ６０Ｊ　1/02　(2006.01)	Ｂ６０Ｊ	1/00	Ｊ
	Ｂ６０Ｊ	1/02	Ｚ

ＦＩ

請求項の数　12　（全22頁）

(21)出願番号　特願2024-504751(P2024-504751)
(86)(22)出願日　令和5年3月2日(2023.3.2)
(86)国際出願番号　PCT/JP2023/007860
(87)国際公開番号　WO2023/167285
(87)国際公開日　令和5年9月7日(2023.9.7)
審査請求日　令和7年3月18日(2025.3.18)
(31)優先権主張番号　特願2022-32932(P2022-32932)
(32)優先日　令和4年3月3日(2022.3.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000000044
ＡＧＣ株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目５番１号
(74)代理人　110001519
弁理士法人太陽国際特許事務所
(72)発明者　齋藤 勲
東京都千代田区丸の内一丁目５番１号
ＡＧＣ株式会社内
(72)発明者　柴田 章広
東京都千代田区丸の内一丁目５番１号
ＡＧＣ株式会社内
(72)発明者　深見 正生
東京都千代田区丸の内一丁目５番１号
ＡＧＣ株式会社内
審査官　長谷川 真一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　自動車窓用合わせガラス、及び自動車

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、

前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって形成された異質領域が面方向に離間して複数設けられ、

前記異質領域の、平面視の円相当直径に対する厚み方向の長さの比の値が２以上１０００以下である、自動車窓用合わせガラス。

【請求項２】

前記異質領域の前記平面視の円相当直径が０．０１μｍ以上２００μｍ以下であり、前記厚み方向の長さが０．１μｍ以上２０００μｍ以下である、請求項１に記載の自動車窓用合わせガラス。

【請求項３】

車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、

前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって形成された異質領域が面方向に離間して複数設けられ、

前記異質領域の、長手方向に直交する断面の径に対する長手方向の長さの比の値が２以上１０００以下である、自動車窓用合わせガラス。

【請求項４】

前記異質領域の前記径が０．０１μｍ以上２００μｍ以下であり、前記長さが０．１μｍ以上２０００μｍ以下である、請求項３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項５】
前記複数の異質領域が、傾斜した異質領域を含み、
当該傾斜した異質領域の長手方向が、前記異質領域が設けられている前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の主面の法線方向に対して０°超６０°以下の角度をなす、請求項３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項６】
前記複数の異質領域の長手方向の、当該異質領域が設けられている前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の主面の法線方向に対する角度が、０°以上６０°以下の範囲内で分布する、請求項５に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項７】
前記異質領域の面方向のピッチが１mm以上２００mm以下である、請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項８】
前記異質領域は、少なくとも仮想温度が当該異質領域の周辺の領域と異なる領域である、請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項９】
前記異質領域が設けられている前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板がフロートガラスであり、
前記異質領域が、前記フロートガラスの溶融金属接触面の近傍に設けられている、請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項１０】
前記異質領域が、前記車内側の面まで延びている、請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項１１】
前記第１ガラス板及び前記第２ガラス板が前記異質領域を有し、
前記第１ガラス板に形成された異質領域と、前記第２ガラス板に形成された異質領域とが、平面視で重なっている、請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラス。
【請求項１２】
請求項１又は３に記載の自動車窓用合わせガラスと、
前記自動車窓用合わせガラスが取り付けられる開口部を含む車体とを備える、自動車。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、自動車窓用合わせガラス、及び自動車に関する。
【背景技術】
【０００２】
自動車と歩行者等の人との衝突時に、人への衝撃を低減する技術が求められている。例えば、特許文献１には、カウルルーバー及びウインドシールドの周りに対して衝撃が加わった時に、モールによって繋がれたカウルルーバーの後端部とウインドシールドの前端部とが切り離され、人への衝撃が低減される技術が記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１７－２１３９２８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ウインドシールド等の自動車窓用合わせガラスは、自動車と歩行者等の人との衝突時に

、人への衝撃を低減すべく、適切に割れることが求められる。例えば、自動車窓用合わせガラスは、頭部損傷基準値（Head Injury Criterion；ＨＩＣ）が所望の値以下になることが求められる。一方で、自動車窓用合わせガラスは、当該自動車窓用合わせガラスを通して自動車の乗員が自動車外部を視認できることも求められている。

【０００５】

本発明の一態様は、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員による自動車外部の視認を妨げないようすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の一態様は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって形成された異質領域が面方向に離間して複数設けられ、前記異質領域の、平面視の円相当直径に対する厚み方向の長さの比の値が２以上１０００以下である。

【０００７】

本発明の別の一態様は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスであって、前記第１ガラス板及び／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって形成された異質領域が面方向に離間して複数設けられ、前記異質領域の、長手方向に直交する断面の径に対する長手方向の長さの比の値が２以上１０００以下である。

【発明の効果】

【０００８】

本発明の一態様によれば、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員による自動車外部の視認を妨げない技術を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明の一実施形態による合わせガラスを備えた自動車の正面図である。

【図２】図１に示す合わせガラスの断面図であり、自動車と人との衝突時の合わせガラスの割れについて説明するための図である。

【図３】図１に示す合わせガラスを車内側から見た平面図である。

【図４】図３のＡ－Ａ線断面拡大図であり、異質領域の断面形状について説明するための図である。

【図５Ａ】図４の部分Ｂの拡大図である。

【図５Ｂ】図５Ａに対応する、傾斜した異質領域について説明する図である。

【図５Ｃ】図５Ａに対応する、異質領域の変形例の構造について説明する図である。

【図６】図４に対応する、合わせガラスの変形例を示す図である。

【図７】レーザ光照射装置の模式図である。

【図８】クラックの形成例について説明するための図である。

【図９】クラックの形成例について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、実施形態について図面を参照して説明する。なお、各図面において同一の又は対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略することがある。

【００１１】

図１に、本発明の一実施形態によって製造される自動車窓用合わせガラス１が、自動車１００の窓ガラスとして用いられている例を示す。図１の例では、自動車窓用合わせガラス（以下、単に合わせガラスとも言う）１は、自動車１００の車体２の正面の開口（窓）に装着されたガラス、すなわちフロントガラスである。しかし、合わせガラス１は、フロントガラス以外の窓ガラス、例えば、サイドガラス、リアガラス、ルーフガラスであってもよい。

【００１２】
図２に、図１に示す合わせガラス１の部分断面図を示す。図２に示すように、合わせガラス１は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板１０と、中間膜３０と、第２ガラス板２０と、をこの順で備えている。第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とは、中間膜３０によって接合されている。図２に示すように、第１ガラス板１０は、車外側の面である第１面Ｆ１と、車内側の面である第２面Ｆ２とを有し、第２ガラス板２０は、車外側の面である第３面Ｆ３と、車内側の面である第４面Ｆ４とを有する。
【００１３】
合わせガラス１における第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０（以下、合わせて単にガラス板ともいう）を構成する材料は、無機ガラスが好ましい。無機ガラスとしては、ソーダライムシリケートガラス、アルミノシリケートガラス、ボレートガラス、リチウムアルミノシリケートガラス、ホウ珪酸ガラス等が挙げられる。無機ガラスからなるガラス板の成形法は特に限定されないが、ガラス板は、例えばフロート法により成形されたガラス（フロートガラス）であると好ましい。
【００１４】
また、合わせガラス１の製造のために用いられるガラス板は、未強化ガラス（生ガラス）であってよい。未強化ガラスは、溶融ガラスを板状に成形し、徐冷したガラスであり、風冷強化処理、化学強化処理等の強化処理が施されていないものである。未強化ガラスを用いることによって、ガラスが衝撃を受けて割れた場合であっても全面が細かく粉砕せず、事故発生時にも乗員の視界を確保できる。
【００１５】
第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の厚みは同じであってもよいし、互いに異なっていてもよい。第１ガラス板１０の厚みは１．１ｍｍ以上３．５ｍｍ以下であってよい。また、第２ガラス板２０の厚みは、０．５ｍｍ以上２．３ｍｍ以下であってよい。さらに、合わせガラス１全体の厚みは、２．３ｍｍ以上８．０ｍｍ以下とすることができる。なお、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の構成（ガラス板を構成する材料、ガラス板の製法等）も同じであってもよいし、互いに異なっていてもよい。
【００１６】
中間膜３０の材料は特に限定されないが、熱可塑性樹脂であると好ましい。中間膜３０の材料としては、可塑化ポリビニルアセタール系樹脂、可塑化ポリ塩化ビニル系樹脂、飽和ポリエステル系樹脂、可塑化飽和ポリエステル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、可塑化ポリウレタン系樹脂、エチレン－酢酸ビニル共重合体系樹脂、エチレン－エチルアクリレート共重合体系樹脂、シクロオレフィンポリマー樹脂、アイオノマー樹脂等の、従来から等用途に用いられている熱可塑性樹脂が挙げられる。また、特許第６０６５２２１号に記載されている変性ブロック共重合体水素化物を含有する樹脂組成物も好適に使用できる。これらの中でも、透明性、耐候性、強度、接着力、耐貫通性、衝撃エネルギー吸収性、耐湿性、遮熱性、及び遮音性等の諸性能のバランスに優れることから、可塑化ポリビニルアセタール系樹脂が好適に用いられる。上記の熱可塑性樹脂は、単独で又は２種以上組み合わせて用いてもよい。上記可塑化ポリビニルアセタール系樹脂における「可塑化」とは、可塑剤の添加により可塑化されていることを意味する。その他の可塑化樹脂についても同様である。
【００１７】
中間膜３０は、可塑剤を含有していない樹脂、例えばエチレン－酢酸ビニル共重合体系樹脂等であってもよい。上記ポリビニルアセタール系樹脂としては、ポリビニルアルコール（ＰＶＡ）とホルムアルデヒドとを反応させて得られるポリビニルホルマール樹脂、ＰＶＡとアセトアルデヒドとを反応させて得られる狭義のポリビニルアセタール系樹脂、ＰＶＡとｎ－ブチルアルデヒドとを反応させて得られるポリビニルブチラール樹脂（ＰＶＢ）等が挙げられ、特に、透明性、耐候性、強度、接着力、耐貫通性、衝撃エネルギー吸収性、耐湿性、遮熱性、及び遮音性等の諸性能のバランスに優れることから、ＰＶＢが好適な材料として挙げられる。なお、上記の樹脂は、単独で又は２種以上組み合わせて用いて

もよい。

【００１８】

中間膜３０は、単層構造、及び複数層構造のいずれでもよい。中間膜３０は、接着以外の機能を有してもよい。例えば、中間膜３０は、遮音層、有色透明層、紫外線カット層、及び赤外線カット層などから選ばれる１つ以上を有してもよい。

【００１９】

中間膜３０の厚みは、接着性の観点から、０．５mm以上であってよい。また、中間膜３０の厚みは、軽量性及び取扱い性の観点から、３mm以下であってよい。中間膜３０の厚みは、一定であってもよいし、位置に応じて変化してもよい。

【００２０】

合わせガラス１の製造方法は、例えば、下記（ａ）～（ｃ）の工程を含む。（ａ）中間膜３０を介して第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とを重ね合わせ、積層体を作製する。（ｂ）積層体をゴム袋等の収容体の内部に収容し、収容体の内部を減圧しながら加熱し、第１ガラス板１０と第２ガラス板２０とを中間膜３０で接着する。収容体の内部の気圧は、大気圧を基準として、例えば－１００ｋＰａ～－６５ｋＰａである。収容体の加熱温度は、例えば７０℃～１１０℃である。（ｃ）収容体から取り出した積層体を、１００℃～１５０℃で加熱しながら、０．６ＭＰａ～１．３ＭＰａの圧力で圧着する。圧着には、例えばオートクレーブが用いられる。なお、合わせガラス１の製造方法は、一般的なものであればよく、上記（ｃ）の工程を含まなくてもよい。

【００２１】

図２に示すように、合わせガラス１は、全体として又は部分的に車外側に凸となるように湾曲していてよい。その場合、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０が、曲げ成形によってそれぞれ、一方向又は二方向に所望の所定の曲率に加工され、湾曲され得る。図１に示すような合わせガラス１は、自動車の前後方向及び上下方向に湾曲した複曲であるが、前後方向又は上下方向にのみ湾曲した単曲であってもよい。合わせガラス１の曲率半径は、２００mm以上３００，０００mm以下であってよい。

【００２２】

第１ガラス板１０と第２ガラス板２０は、上記（ａ）の工程の前に曲げ成形される。曲げ成形は、加熱によってガラスを軟化した状態で行われる。曲げ成形時のガラスの加熱温度は、例えば５５０℃～７００℃である。第１ガラス板１０と第２ガラス板２０は、別々に曲げ成形されてもよいし、重ねて同時に曲げ成形されてもよい。曲げ成形は、重力成形、又はプレス成形などを含み、両者を含んでもよい。

【００２３】

合わせガラス１の周縁には、合わせガラス１を車体に接着して保持するシーラント等を保護するための遮蔽層若しくは遮光層４０が設けられていてよい（図１及び図３）。遮蔽層４０は、例えば、黒色顔料を含有する溶融性ガラスフリットを含む、黒色、灰色、茶褐色等の低明度色のセラミックカラーペーストを塗布し、焼成することによって形成できる。遮蔽層４０は、合わせガラス１の第２面Ｆ２、第３面Ｆ３、及び第４面Ｆ４（図２）の１以上に、好ましくは第２面Ｆ２及び第４面Ｆ４（図２）の少なくとも一方の周縁に形成されていてよい。遮蔽層４０は、ガラス板の周縁端から１０mm以上３００mm以下の位置までにわたって設けられていてよい。本形態では、合わせガラスに形成された遮蔽層４０で覆われている領域（遮光領域ともいう）を除いた領域が透視領域５となる。透視領域５は、自動車１００の乗員に自動車１００の外部を視認させる領域である。別の言い方をすると、自動車１００の乗員は、透視領域５を通して外部を視認可能である。

【００２４】

上述のように、自動車窓用合わせガラス１には、自動車と、歩行者、サイクリスト等の人との衝突時に人への衝撃を低減すべく、適切に割れることが求められている。例えば、合わせガラス１は、頭部損傷基準値（Head Injury Criterion；ＨＩＣ）が所望の値以下（例えば１０００以下、好ましくは６５０以下）になることが求められている。

【００２５】

ここで、合わせガラス１と人とが衝突した場合の合わせガラス１の割れ方について説明する。図２に示すように、合わせガラス１と人２００とが衝突した場合、合わせガラス１は車外側から車内側に向けて押される。その結果、第１ガラス板１０の車内側の面である第２面Ｆ２に引張応力が生じ、第２面Ｆ２近傍の異質領域（欠陥）を起点に第１ガラス板１０が割れる。また、第２ガラス板２０の車内側の面である第４面Ｆ４にも引張応力が生じ、第４面Ｆ４近傍の異質領域（欠陥）を起点に第２ガラス板２０が割れる。このように、第１ガラス板１０においても第２ガラス板２０においても、割れ（破壊）は車内側で始まり、続いて亀裂が車内側から車外側に進展していく。

【００２６】

本形態による合わせガラス１では、第１ガラス板１０及び／又は第２ガラス板２０が、車内側の面（車内側の表面）の近傍に、すなわち車内側の表面に現れる位置で、又は第１ガラス板１０及び／又は第２ガラス板２０の内部であるが車内側の表面に近い深さ位置で、ガラス板の面方向に離間して形成された複数の異質領域を有する。別の言い方をすると、第１ガラス板１０の内部の第２面Ｆ２に近い領域に、面方向に間隔をおいて複数の異質領域が形成されており、且つ／又は第２ガラス板２０の内部の第４面Ｆ４に近い領域に、面方向に間隔をおいて複数の異質領域（若しくは異質相）が形成されている。本形態における異質領域は、レーザ光を照射すること（後に詳述）による異質化により形成される。

【００２７】

本明細書において、「異質領域（若しくは異質相）」とは、ガラス板内でガラスが局所的に異質化した微小な領域であり、異質化とは、局所的に物理的及び／又は化学的特性を変化させることである。本明細書では、異質領域は、仮想温度、密度、屈折率、応力、結晶状態、組成、イオン価数、空洞形成の１以上の特性を、レーザ光の照射（後に詳述）によって局所的に変化させた領域であってよい。よって、異質化領域は、クラック、凹み、気泡等を含む領域であってよい。また、異質領域は、例えば、仮想温度が異質化前の値よりも高い領域であってよく、具体的には、異質化前の値から３０℃以上変化した領域であってよい。仮想温度は、例えば、ラマン分光法又は赤外分光法等の分光学的評価により評価することができる。また、異質領域は、屈折率が異質化前の値よりも低い又は高い領域であり、例えば、異質化前の値を１００％として０．１％以上の変化があった領域であってよい。

【００２８】

本形態では、ガラス板の両面のうち、合わせガラス１が外部から衝撃を受けた場合に最初に割れが生じる側である車内側の面に近い位置に異質領域を形成しておくことで、異質領域が割れの起点となってガラス板の割れが開始されやすくなり、これにより、合わせガラス１の適切な割れが助成される。また、複数の異質領域５０が、車内側の面の近傍に且つ面方向に離間して設けられているので、異質領域５０内の引張応力に対抗して生じた周囲の圧縮応力が表面（車内側の面）に現れ、さらに表面に現れた圧縮応力の間に連続した引張応力が表面全体にわたって生じるため、表面の強度が全体として低下し、割れやすくなる。よって、自動車と人とが衝突した場合でも、割れることで合わせガラス１がその衝撃を吸収でき、人が受ける衝撃を低減できる。なお、本形態では、ガラス板の車内側の面（第２面Ｆ２及び／又は第４面Ｆ４）における異質領域の周辺部との平面応力値の差は、０．２ＭＰａ以上２０ＭＰａ以下となり得る。

【００２９】

本形態では、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０のどちらかに異質領域が形成されていれば、上記のような合わせガラス１が適切に割れるという効果を得ることができる。但し、異質領域が、中間膜３０と接していない、外部（車内）に露出する第２ガラス板２０に少なくとも形成されていると、合わせガラス１を効果的に弱化できる。さらに、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方にそれぞれ異質領域が形成されていると、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０のそれぞれが車内側から割れやすくなるので、全体として合わせガラス１が適切に割れやすくなり、また、亀裂が厚み方向に進展しやすくなり、好ましい。

【００３０】
図３に、合わせガラス１を第４面Ｆ４から見た平面図を示す。合わせガラス１は、ガラス板内に複数の異質領域５０、５０、…を有する。図３に示す例では、異質領域５０、５０、…は、第１ガラス板１０内で面方向に全体にわたって離間して散在する複数の第１異質領域５１、５１、…と、第２ガラス板２０内で面方向に全体にわたって離間して散在する複数の第２異質領域５２、５２、…とを含む。第１異質領域５１、５１、…及び第２異質領域５２、５２、…はそれぞれ、平面視で格子状に配置されているが、各配置は格子状に限られず、例えば千鳥状になっていてもよい。また、図３に示す例では、各第１異質領域５１と各第２異質領域５２とは平面視で重なっていないが、第１異質領域５１、５１、…の一部又は全てが、第２異質領域５２、５２、…と重なっていてもよい。さらに、図３に示す例では、第１異質領域５１、５１、…及び第２異質領域５２、５２、…（合わせて異質領域５０、５０、…）を見た場合、平面視で千鳥状となっているが、その配置も千鳥状に限られず、例えば格子状になっていてもよい。
【００３１】
第１異質領域５１、５１、…のピッチＰ１は、好ましくは１ｍｍ以上２００ｍｍ以下、より好ましくは１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下、さらに好ましくは２０ｍｍ以上１００ｍｍ以下であってよい。ピッチＰ１は、１つの第１異質領域５１の中心位置と、最も近くに配置されている別の第１異質領域５１の中心位置との距離である。ピッチＰ１は、透視領域５にわたって均一であってもよいし、場所によって異なっていてもよく、後者の場合は平均値とする。ピッチＰ１を１ｍｍ以上とすることで、第１異質領域５１、５１同士が近接しすぎて、表面に生じた圧縮応力が面方向に連続して分布し、却ってガラス板が割れにくくなるという現象を抑制できる。一方、ピッチＰ１を２００ｍｍ以下とすることで、第１異質領域５１、５１、…の車内側の面（第２面Ｆ２）において割れの起点が適度に分布し、合わせガラス１の車外側から衝撃が加わった場合に、合わせガラス１がより適切に割れやすくなる。
【００３２】
第２異質領域５２のピッチＰ２も、第１異質領域５１、５１、…のピッチＰ１と同様であり、好ましくは１ｍｍ以上２００ｍｍ以下、より好ましくは１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下、さらに好ましくは２０ｍｍ以上１００ｍｍ以下であってよい。第２異質領域５２のピッチＰ２を１ｍｍ以上２００ｍｍ以下とすることによる効果も、ピッチＰ１について述べた車内側の面における効果と同様である。
【００３３】
図４に、図３の合わせガラス１のＡ－Ａ線断面の部分拡大図を示す。また、図５Ａに、図４において１つの異質領域５０（第２異質領域５２）が含まれる部分Ｂの拡大図を示す。図４に示すように、第１異質領域５１、５１、…は、第２面Ｆ２（車内側の面）の近傍に形成されている。また、第２異質領域５２、５２、…は、第４面Ｆ４（車内側の面）の近傍に形成されている。別の言い方をすると、ガラス板内に形成された異質領域５０（第１異質領域５１又は第２異質領域５２）の厚み方向での場所が、当該ガラス板の車外側の面よりも車内側の面に近い。また、ガラス板を厚み方向の中央の位置にて仮想的に分割した場合、異質領域５０が、当該中央の位置からガラス板の車内側の面までの範囲内に含まれていることが好ましい。また、異質領域５０が、当該中央の位置からガラス板の車外側の面までの範囲に含まれていないことが好ましい。
【００３４】
異質領域５０は、当該異質領域５０が形成されているガラス板の車内側の面（第２面Ｆ２又は第４面Ｆ４）まで延びていても延びていなくてもよい。すなわち、異質領域５０が車内側の表面に現れていてもいなくてもよい。しかしながら、異質領域５０が車内側の面に接している、若しくは異質領域５０が車内側の面に現れていると、車内側の面における割れの起点ができやすく、また、車内側の表面において引張応力が生じやすいという観点で、好ましい。一方、衝突のない通常の使用時の合わせガラス１の堅牢性を確保するという観点からは、異質領域５０の形状、サイズによっては、異質領域５０が車内側の面に現

れていないことが好ましい。

【００３５】

図５Ａに模式的に示すように、異質領域５０は、厚み方向に細長の形状を有する。さらに、異質領域５０は、ガラス板の厚み方向に軸線を有する円柱状、又はそれに近い形状であって、厚み方向の中央付近で径が大きく、ガラス板の車内側の面及び車外側の面に近付くほど径が小さくなっていてよい。例えば、図５Ａに示すように、厚み方向で切った断面が楕円形となる形状を有していてよい。このような異質領域５０の形状は、異質領域５０のレーザを用いた所定の形成に起因する。よって、異質領域５０は、図５Ａ等に示す形状を有するものに限られず、レーザの照射条件等によって様々な構成を有し得る。

【００３６】

異質領域５０の厚み方向の長さＬ（図５Ａ）は、好ましくは０．１μｍ以上２０００μｍｍ以下、より好ましくは１μｍ以上１０００μｍ以下、さらに好ましくは１０μｍ以上１０００μｍ以下、さらにより好ましくは５０μｍ以上１０００μｍ以下、特に好ましくは１００μｍ以上１０００μｍ以下であってよい。０．１μｍ以上２０００μｍｍ以下とすることで、人との衝突時に亀裂が厚み方向に進展しやすくなって、合わせガラス１の効果的な弱化ができる一方、衝突時でない通常の使用時での自動車窓としての堅牢性及び外部視認性を確保できる。また、上記長さＬの、異質領域５０が設けられているガラス板の厚みに対する比の値（Ｌ／ガラス板厚）は、好ましくは０．００１以上１．０以下、より好ましくは０．０１以上０．７以下、さらに好ましくは０．０５以上０．７以下であってよい。０．００１以上１．０以下とすることで、人との衝突時に割れが厚み方向に進展しやすくなって、合わせガラス１の効果的な弱化ができる一方、衝突時でない通常の使用時での自動車窓としての堅牢性を確保できる。

【００３７】

異質領域５０の面方向に切った断面の平面視の最大円相当直径Ｄ（図５Ａ）は、好ましくは０．０１μｍ以上２００μｍ以下、より好ましくは０．１μｍ以上２００μｍ以下、さらに好ましくは１μｍ以上２００μｍ以下、さらにより好ましくは１０μｍ以上２００μｍ以下、特に好ましくは２０μｍ以上１５０μｍ以下であってよい。なお、異質領域５０の面方向に切った断面の形状が円形である場合には、上記の最大円相当直径Ｄは、その最大直径となる。最大円相当直径Ｄを０．０１μｍ以上２００μｍ以下とすることで、ガラス板の車内側の面に適切に引張応力場を形成でき、また、異質領域５０の衝突時の割れの起点としての機能も向上できるので、合わせガラス１が適切に割れるという効果を向上でき、且つ自動車１００の乗員による外部の視認も妨げない。なお、最大円相当直径Ｄの２００μｍとの上限は、日本自動車技術会規格（Japanese Automotive Standards Organization：ＪＡＳＯ）により許容される黒点のサイズ（５００μｍ）よりも小さい。

【００３８】

異質領域５０の最大円相当直径Ｄに対する厚み方向の長さＬの比の値（Ｌ／Ｄ）は、２以上１０００以下、好ましくは２．５以上５００以下、より好ましくは２．５以上１００以下、さらに好ましくは３以上１００以下、さらにより好ましくは５以上１００以下、特に好ましくは１０以上５０以下であってよい。異質領域５０の上記（Ｌ／Ｄ）の値が２以上であることで、衝突時に合わせガラス１が適切に割れるという効果を向上できる。上記（Ｌ／Ｄ）の値が１０００以下であることで、衝突時でない通常の使用時での自動車窓としての堅牢性も確保できる。また、自動車１００の乗員による外部の視認も妨げない。

【００３９】

また、異質領域５０の長手方向の長さＬｉ（図５Ａ～図５Ｃ）は、好ましくは０．１μｍ以上２０００μｍｍ以下、より好ましくは１μｍ以上１０００μｍ以下、さらに好ましくは１０μｍ以上１０００μｍ以下、さらにより好ましくは５０μｍ以上１０００μｍ以下、特に好ましくは１００μｍ以上１０００μｍ以下であってよい。異質領域５０自体の長手方向長さＬｉを０．１μｍ以上２０００μｍｍ以下とすることで、人との衝突時に亀裂が厚み方向に進展しやすくなって、合わせガラス１の効果的な弱化ができる一方、衝突時でない通常の使用時での自動車窓としての堅牢性及び外部視認性を確保できる。なお、

異質領域５０の長手方向は、異質領域５０の軸方向であり、異質領域形成時のレーザ光の照射方向に相当し得る。

【００４０】

異質領域５０の長手方向に直交する断面の径Ｄｉ（図５Ａ～図５Ｃ）は、好ましくは０．０１μｍ以上２００μｍ以下、より好ましくは０．１μｍ以上２００μｍ以下、さらに好ましくは１μｍ以上２００μｍ以下、さらにより好ましくは１０μｍ以上２００μｍ以下、特に好ましくは２０μｍ以上１５０μｍ以下であってよい。なお、異質領域の径Ｄｉは、異質領域５０の長手方向に直交する断面が最も大きい位置での円相当直径（同面積を有する円の直径）であってよい。また、異質領域の径Ｄｉは、異質領域５０の長手方向に直交する断面の形状が円形であった場合、異質領域５０の断面が最も大きい位置での直径となる。異質領域５０自体の径Ｄｉを０．０１μｍ以上２００μｍ以下とすることで、ガラス板の車内側の面に適切に引張応力場を形成でき、また、異質領域５０の衝突時の割れの起点としての機能も向上できるので、合わせガラス１が適切に割れるという効果を向上できる。

【００４１】

異質領域５０のアスペクト比、すなわち径Ｄｉに対する長手方向の長さＬｉの比の値（Ｌｉ／Ｄｉ）は、２以上１０００以下、好ましくは２．５以上５００以下、より好ましくは２．５以上１００以下、さらに好ましくは３以上１００以下、さらにより好ましくは５以上１００以下、特に好ましくは１０以上５０以下であってよい。異質領域５０の上記（Ｌｉ／Ｄｉ）の値（アスペクト比）が２以上であることで、衝突時に合わせガラス１が適切に割れるという効果を向上できる。上記（Ｌｉ／Ｄｉ）の値が１０００以下であることで、衝突時でない通常の使用時での自動車窓としての堅牢性も確保できる。また、自動車１００の乗員による外部の視認も妨げない。

【００４２】

なお、図５Ａに示す例では、異質領域５０の厚み方向の長さＬは、異質領域５０自体の長手方向の長さＬｉでもある。また、異質領域５０の平面視の最大円相当直径Ｄは、異質領域５０自体の径Ｄｉでもある。

【００４３】

細長形状の異質領域５０の長手方向は、厚み方向（ガラス板が湾曲している場合には法線方向）に対して、図５Ａに示すように平行であってもよいし、図５Ｂに示すように０°超６０°以下の角度をなしていてもよい。なお、本明細書において平行とは、完全な平行から１０°以内で傾いた方向も含む。

【００４４】

ここで、図５Ｂに、異質領域の別の例として、異質領域５０の長手方向若しくは軸Ａｘの方向が、厚み方向若しくは法線Ｎに対して角度θをなすものを示す。このような、傾斜した異質領域は、例えばレーザを照射する角度を、ガラス板表面の法線方向に対して傾斜させることによって形成できる。レーザ照射角度は、例えばガルバノスキャナ等の走査装置を用いることで調整できる。

【００４５】

複数の異質領域５０の長手方向は、合わせガラス１の効果的な弱化という観点からは、好ましくは、厚み方向若しくは法線方向に平行に揃っていてよい。一方、異質領域に入射した外光を様々な方向に散乱させることで、自動車外部の視認性を向上させるという観点からは、好ましくは、複数設けられた異質領域５０の長手方向が揃っておらず異なっており、より好ましくは、角度θが０°超６０°以下の範囲内での分布があってよい。また、他の例として、細長形状の異質領域５０の長手方向は、異質領域自体を見難くして視認性を確保するという観点からは、自動車に組付けた状態において水平方向に平行であってもよい。また、自動車に組付けた状態において乗員の目の位置から合わせガラス１に向かう視線に沿った方向に平行とすることもできる。これにより乗員の視界からみた異質領域の大きさを最小化することができ、視認性への影響を低減できる。

【００４６】

さらに、図５Ｃに、異質領域５０の変形例の構造の一例を示す。図５Ｃは、図５Ａ及び図５Ｂと同様、異質領域５０の位置でガラス板を厚み方向に切った断面の模式的な図である。図５Ｃに示すように、異質領域５２（５０）は、異質領域５２（５０）における中央に位置する中央異質部５２ａ（５０ａ）と、その周囲に形成されたクラック５２ｃ（５０ｃ）とを含む領域であってよい。図５Ｃに示す例では、中央異質部５０ａは、ガラス板表面からガラス板を構成する材料が除去されてなる凹部である。異質領域５０内に形成されているクラックは１つであってもよいし複数であってもよい。また、クラック５０ｃには、中央異質部５０ａの内面から周囲へと延びるように形成されたクラックが含まれていると好ましく、さらに、中央異質部５０ａから離隔して形成されたクラックが含まれていてよい。中央異質部５０ａから離隔して形成されたクラックは、例えば、中央異質部５０ａから厚み方向に離隔して形成されていてよく、異質領域５０の軸線上に形成され得る。また、異質領域内のクラックには、ガラス板の表面に達するクラックが含まれていると好ましい。

【００４７】

中央異質部５０ａの周囲にクラック５０ｃが形成されている異質領域５０においては、異質領域５０の厚み方向の長さＬは、ガラス板の車内側の面からクラック５０ｃが延在する最も深い位置までの長さであってよく、異質領域５０の平面視での円相当直径Ｄは、平面視で、クラック５０ｃが延在する範囲が収まる最小円の直径であってよい。

【００４８】

上記の中央異質部５０ａは、異質領域５０の形成のためのレーザの照射により直接的に形成される部分であって、レーザの照射径に近い大きさの径Ｄａを有し得る。これに対し、クラック５０ｃは、レーザの照射による中央異質部５０ａの形成中又は形成後に直ちに生成し得る。当該中央異質部５０ａが凹部である場合、凹部はレーザアブレーションにより形成されたアブレーション部であってよい。

【００４９】

中央異質部５０ａの平面視での円相当直径Ｄａ、すなわち中央異質部５０ａの平面視面積と同じ面積を有する円の直径は、好ましくは１０μｍ以上２００μｍ以下、より好ましくは２０μｍ以上１００μｍ以下であってよい。また、中央異質部５０ａの厚み方向の長さＬａは、好ましくは０μｍ超２００μｍ以下、より好ましくは５μｍ以上５０μｍ以下であってよい。また、比の値（Ｌａ／Ｄａ）は、好ましくは１以下、より好ましくは０．８以下であってよい。また、（Ｌａ／Ｄａ）の下限は特に限定されず、（Ｌａ／Ｄａ）は０超であってよいが、例えば０．０５以上であってよい。

【００５０】

異質領域５０の厚み方向の位置（深さ位置）は、車内側の面から０μｍ以上２００μｍ以下の深さとなっていることが好ましい。深さ位置は、厚み方向で見て、車内側の表面から異質領域５０の当該車内側の面に近い方の端までの長さを指す。深さ位置が０μｍの場合には、異質領域５０は車内側の表面に達している。異質領域５０が車内側に表面に達していると、ガラス板の表面においてその機能を発揮でき、衝突時の適切な割れが促進されるので、好ましい。

【００５１】

なお、第１異質領域５１と第２異質領域５２とでは、形状、厚み方向の長さＬ、最大円相当直径Ｄ、異質領域自体の長手方向の長さＬｉ及び径Ｄｉ、並びに傾斜角度θ及びその分布状態の１以上が同じであってもよいし、異なっていてもよい。

【００５２】

合わせガラス１を構成しているガラス板１０、２０がフロートガラスである場合、異質領域５０、５０、…は、ガラス板１０の２つの主面のうち、製造時に溶融金属、例えば溶融スズ又は溶融スズ合金と接触していた面（以下、ボトム面という）近傍に形成されていると好ましい。この点について、以下に説明する。

【００５３】

フロート法は、溶融ガラスを、フロートバス内の溶融スズ等の溶融金属上に浮かべて成

形する方法である。ここで、溶融スズと接触していたボトム面は表面近傍にスズを含有しているが、ボトム面とは反対側の主面であり、溶融スズと接していなかったトップ面はほとんどスズを含有しない。スズをほとんど含有しないトップ面では、ガラス中のナトリウムイオンと外気中の水素イオンとのイオン交換反応が進み、徐々に表面水和層が形成される。表面水和層は硬度が低いため、トップ面は経時的に脆さが低減し、亀裂（クラック）が生成・成長しにくくなる。このため、トップ面側に異質領域５０、５０、…が形成されていても、経時的に破壊強度が上昇してしまう。その結果、歩行者等の人が自動車に衝突した際の合わせガラス１の割れが開始され難くなり、人を保護する機能が十分でない場合がある。一方で、スズを含有するボトム面では、非対称性イオンであるスズの効果により、水素イオンとナトリウムイオンとのイオン交換反応が阻害されるため、表面水和層の形成が進みにくい。よって、ボトム面近傍に異質領域５０、５０、…を形成することで、破壊強度が経時的に変化しにくく、人を保護する機能が長期間にわたり維持される。

【００５４】

以上より、本実施形態では、スズを多く含有するボトム面近傍に異質領域５０、５０、…を形成することが望ましい。そして、合わせガラス１の製造においては、ガラス板１０、２０は、それぞれ車内側の面（第２面Ｆ２及び第４面Ｆ４）がボトム面となるように配置されることが好ましい。また、スズ等の金属を多く含有するボトム面においては、特にＵＶ領域での光吸収率が優位に向上する。このため、異質領域５０、５０、…の形成時に、レーザ照射をボトム面側から行うことで、より低エネルギーの照射で処理ができるという利点もある。

【００５５】

なお、スズを多く含有するボトム面と、スズをほとんど含有しないトップ面とは、例えばＢｏｈｌｅ社製のスズ面計測器ＴｉｎＣｈｅｃｋを用いて両面のスズ濃度を計測することにより判別できる。また、ボトム面においては、蛍光Ｘ線法やＥＰＭＡ法を用いて定量的にスズ濃度を計測することにより、厚みが５～１５μｍのスズ含有層を検出できる。

【００５６】

また、本実施形態により得られる合わせガラス１の、ガラス板の車内側の面（第２面Ｆ２及び／又は第４面Ｆ４）の強度（破壊応力）（算出方法は後述する）の分布を求めた場合、強度の最大値は、好ましくは３５０ＭＰａ以下、より好ましくは２５０ＭＰａ以下であってよい。また、強度の最小値は、好ましくは６０ＭＰａ以上、より好ましくは８０ＭＰａ以上であってよい。最大値が３５０ＭＰａ以下であることで、合わせガラス１が衝突時に適切に割れ易くなり、人への衝撃の低減という効果を向上させることができる。最小値が６０ＭＰａ以上であることで、飛び石による合わせガラス１の破壊を抑制することができる。

【００５７】

図６に、異質領域５０、５０、…の配置の変形例を示す。図６に示す例のように、第１異質領域５１、５１、…と第２異質領域５２、５２、…とが平面視で重なって配置されていてもよい。別の言い方をすると、第１異質領域５１及び第２異質領域５２が共に、厚み方向に平行な１本の直線Ｚ上に配置されるようになっていてもよい。第１異質領域５１と第２異質領域５２とが平面視で重なっていると、自動車１００と人２００との衝突時に厚み方向にわたって亀裂が進展しやすくなるので、好ましい。

【００５８】

上述のように、異質領域５０、５０、…はレーザを用いて形成される。レーザ光は、指向性若しくは収束性が高く、また、小さなスポット径（集光位置での径）の照射が可能であるため、微小な領域を局所的に加熱して、精密なサイズ、配置で異質領域５０を形成できる。図７に、異質領域５０、５０、…を形成するためのレーザ光照射装置３００を模式的に示す。レーザ光照射装置３００から発せられたレーザ光ＬＢを、ガラス板の主面に照射する。図７に示す例では、レーザ光ＬＢは、合わせガラス１の車内側（第４面Ｆ４の側）から照射しているが、合わせガラス１の車外側（第１面Ｆ１の側）から照射してもよいし、両側から照射してもよい。

【００５９】
レーザ光ＬＢは、ガラス板の内部に集光できるような条件で照射する。より具体的には、第１ガラス板の内部の第２面Ｆ２の近傍に、且つ／又は第２ガラス板の内部の第４面Ｆ４の近傍に、集光できるような条件で照射する。これにより、ガラス板の内部が優先的に加熱され、ガラス板の内部の微小領域を異質化して、異質領域を形成できる。
【００６０】
レーザ光ＬＢの照射においては、非線形吸収を利用してもよいし、線形吸収を利用してもよい。非線形吸収を利用する場合、光子密度は１×１０^{８}Ｗ／$ｃｍ^{２}$以上１×１０^{１４}Ｗ／$ｃｍ^{２}$以下であってよい。非線形吸収では多光子吸収が生じる。多光子吸収が生じる確率は非線形吸収であって、光子密度が高いほど飛躍的に高くなる。例えば、２光子吸収が生じる確率は、光子密度の自乗に比例する。非線形吸収の場合、線形吸収が小さい波長を選定することで、集光部のみに選択的に光吸収させることができるため、ガラス板の内部の深い位置で異質領域５０を形成しやすい。
【００６１】
一方、線形吸収では、光子密度により、ガラス板の厚み方向での任意の位置で１光子吸収が生じる。１光子吸収は光子密度に比例する。また、ランベルト・ベールの法則（Lambert-Beer's law）に従ってレーザ光ＬＢの強度が減衰する。すなわち、レーザ光ＬＢがガラス板中を距離Ｅ（単位［ｃｍ］）だけ移動する間にレーザ光ＬＢの強度が$Ｉ_{０}$から$Ｉ$に変化したとすると、ガラス板の吸収係数をα（単位［$ｃｍ^{-１}$］）として、$Ｉ＝Ｉ_{０}\times ｅｘｐ（－α\times Ｅ）$の式が成立する。ガラス板の内部でレーザ光ＬＢを吸収させるという観点からは、吸収係数αが０超１００未満となるように、レーザ光ＬＢを照射することが好ましい。線形吸収の場合、例えば色付きのガラスであっても、吸収係数αを適宜選択することによって異質領域５０のサイズ、形状を制御しやすい。また、線形吸収では、ガラス板の表面に現れる異質領域を形成しやすい。
【００６２】
レーザ光ＬＢの波長は、合わせガラス１に含まれるガラス板の組成等にもよるが、上述のようにガラス板の内部を加熱できるように、レーザ光ＬＢが少なくとも部分的に透過可能な波長とすることが好ましい。より具体的には、レーザ光ＬＢの波長は、２５０ｎｍ以上５０００ｎｍ以下であってよく、好ましくは３１０ｎｍ以上３０００ｎｍ以上であってよい。上記範囲の波長では、吸収係数αを適切な範囲にすることができ、また、アブレーションの発生の有無、度合等も調整できる。
【００６３】
レーザ光の光源としては、例えば、Ｙｂファイバーレーザ（波長：１０００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下）、Ｙｂディスクレーザ（波長：１０００ｎｍ以上１１００ｎｍ以下）、Ｎｄ：ＹＡＧレーザ（波長：１０６４ｎｍ）、高出力半導体レーザ（波長：８０８ｎｍ以上９８０ｎｍ以下）等の近赤外線レーザが挙げられる。また、レーザ光の光源は、ＵＶレーザ（波長：３１０ｎｍ以上３６０ｎｍ以下）、グリーンレーザ（波長：５１０ｎｍ以上５４０ｎｍ以下）、Ｈｏ：ＹＡＧレーザ（波長：２０８０ｎｍ）、Ｅｒ：ＹＡＧレーザ（２９４０ｎｍ）、中赤外光パラメトリック発振器を使用したレーザ（波長：２６００ｎｍ以上３４５０ｎｍ以下）等であってもよい。波長変換素子と組み合わせたＬＤ励起固体(Diode Pumped Solid State：ＤＰＳＳ)レーザであってもよい。
【００６４】
なお、レーザ光ＬＢはパルス発振式で照射しても、連続発振式で照射してもよい。但し、パルス発振式では、照射部近傍への意図しない損傷を低減できるという観点で好ましい。また、パルスの操作モードも特に限定されないが、バーストパルスモードであると、高出力の照射ができるため、照射時間を短縮でき、好ましい。パルス発振式の場合、ナノ秒パルスレーザ、ピコ秒パルスレーザ、フェムト秒パルスレーザ等を利用できる。
【００６５】
レーザ光照射のその他の条件としては、０．０００１ｎｓ以上１００ｎｓ以下、パルスエネルギー１０μＪ以上１０００μＪ以下、照射回数１回以上１０００回以下、繰り返し

周波数１ｋＨｚ以上１００００ｋＨｚ以下であってよい。また、レーザ光の照射角度（照射位置におけるガラス板の主面の法線方向に対する角度）は、形成しようとする異質領域５０の傾斜角度θ（図５Ｂ）に対応する照射角度とすることができる。レーザ光の照射角度と、異質領域５０の傾斜角度θとは、ガラス板表面でのレーザ光の屈折により異なる値となる。角度の差異は、ガラス板の屈折率より容易に算出可能である。ガラス板の主面上の複数の異質領域５０、５０、…は、レーザ光の照射角度を変更しながら形成することができる。

【００６６】

異質領域５０、５０、…を形成する際には、レーザ光ＬＢの合わせガラス１に対する相対的な位置を動かしながら、複数の所定位置に間欠的にレーザ光を照射する。例えば、合わせガラス１を位置固定して、レーザ光照射装置３００を面方向に走査することができる。その際、ガルバノスキャナ、ポリゴンスキャナ等のスキャナ（走査装置）を利用することが好ましい。走査装置の利用により、レーザ光ＬＢの照射位置を三次元的に任意に変更できるので、例えば湾曲したガラス板であっても、レーザ光ＬＢを所定位置により確実に照射することが可能である。

【００６７】

第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方に異質領域を形成する場合、レーザ光ＬＢを透視領域５にわたって走査して、第１ガラス板１０内の第１異質領域５１、５１、…を形成し、その後、再度レーザ光ＬＢを透視領域５にわたって走査して、第２ガラス板２０内の第２異質領域５２、５２、…を形成することができる。第１異質領域５１、５１、…及び第２異質領域５２、５２、…の形成順は逆であってもよい。

【００６８】

また、最終製品である合わせガラス１を得るために要するレーザ光ＬＢの走査は１回として、第１ガラス板１０及び第２ガラス板２０の両方に異質領域を形成することもできる。その場合、１回の走査の際に、レーザ光ＬＢの光軸方向で２箇所以上の異なる位置で、すなわち第１ガラス板１０内及び第２ガラス板２０内の両方で集光させる。具体的には、多焦点レンズや多焦点回折光学素子を用いてレーザ光ＬＢを集光照射させることが好ましい。これにより、レーザ光ＬＢの走査にかかる時間を短縮できる。当該方式は、第１異質領域５１及び第２異質領域５２が平面視で見て重なるように配置された構成（図６）を得るために好適である。

【００６９】

なお、本形態による合わせガラス１は、図５Ａ及び図５Ｂに示すように、レーザ光によるアブレーションが生じていない、又はほとんど生じていない形態、すなわち、レーザ光ＬＢの照射を、ガラス板においてアブレーションが生じない、又はほとんど生じない条件で行うことができる。アブレーションは、レーザ光ＬＢの照射によってガラス板の材料の一部が、ガラス板の表面から除去されてしまう現象を指す。アブレーションが生じるとガラス板の表面が粗くなり、合わせガラス１を通した自動車外部の視認を妨げる可能性があるが、本形態では、レーザ光ＬＢ照射の条件がアブレーションが生じないように調整することができ、その場合には、上記視認の妨げを低減できる。なお、本形態による合わせガラス１において、「レーザ光によるアブレーションがほとんど生じていない」とは、レーザ光により深さが１μｍ未満のアブレーションが生じていることを含む。

【００７０】

一方、本形態による合わせガラス１において、レーザ光によるアブレーションが生じていてもよく、例えば図５Ｃを参照して説明したように、異質領域５０における中央異質部５０ａがアブレーション部として形成されていてもよい。中央異質部５０ａがアブレーション部であると、例えば溶融痕のような異質領域と比較した場合、製品の検査時に通常の検査手段で中央異質部５０ａを認識しやすくなり、検査が容易になるという利点がある。

【００７１】

本形態による合わせガラス１においては、少なくとも透視領域５では、第１ガラス板１０の第２面Ｆ２及び第２ガラス板２０の第４面Ｆ４の、ＪＩＳ　Ｂ　０６０１－２０１３に

規定される粗さ曲線の算術平均粗さＲａは、０．１ｎｍ以上１０００ｎｍ以下となり得る。
【００７２】
上述のように、本形態による合わせガラス１における異質領域５０は、中央異質部５０ａとその周囲に形成されたクラック５０ｃとを含む領域であってよい（図５Ｃ）。異質領域５０の形成時には、上述のようにレーザ照射によって直接的に中央異質部が形成され、その形成と同時に又はその直後にクラックが形成される。
【００７３】
ここで、図８及び図９を参照して、例として円筒形の中央異質部５０ａを有する異質領域５０におけるクラックの形成を説明する。図８に、レーザ照射により中央異質部５０ａが形成されると同時に又は中央異質部５０ａの形成後直ちにクラックが発生した時点での状態を、図９に、図８の状態後の、クラック５０ｃが進展した状態を示す。図８（ａ）及び図９（ａ）は、ガラス板の、中央異質部５０ａを含む部分の斜視図であり、図８（ｂ）及び図９（ｂ）は、ガラス板の表面を上から見た図である。レーザ光の照射による加熱によって形成された微小の中央異質部５０ａ内には引張応力が生じるが、その引張応力に対抗して周囲の影響領域５０ｂに圧縮応力が生じ、さらにその周囲には引張応力が生じ、その引張応力によってクラック５０ｃが発生する（図８）。クラック５０ｃは、厚み方向に長さを有し得る。その後、クラック５０ｃは、ガラス板の応力緩和を生じさせながら、影響領域５０ｂから中央異質部５０ａ内まで進展する（図９）。
【００７４】
このように、合わせガラス１が中央異質部５０ａに起因して生じたクラック５０ｃを含むことによって、自動車と人との衝突時での割れの開始が一層促されて、合わせガラス１が適切に割れるという効果が向上する。
【００７５】
本発明の一実施形態は、自動車窓用ガラス板の製造方法であって、ガラス板内の、当該ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって、面方向に離間させて複数の異質領域を形成することを含み、前記異質領域の、平面視円相当直径に対する厚み方向の長さの比の値が２以上１０００以下である、自動車窓用ガラス板の製造方法であってよい。
【００７６】
また、本発明の一実施形態は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスの製造方法であって、前記第１ガラス板の車内側の表面近傍に、且つ／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザを用いて、面方向に離間させて複数の異質領域を形成することを含み、前記異質領域の、平面視円相当直径に対する厚み方向の長さの比の値が２以上１０００以下である、自動車窓用合わせガラスの製造方法であってよい。
【００７７】
また、本発明の一実施形態は、車外側から車内側に向けて、第１ガラス板と、中間膜と、第２ガラス板と、をこの順で備える、自動車窓用合わせガラスの製造方法であって、前記第１ガラス板の車内側の表面近傍に、且つ／又は前記第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザを用いて、面方向に離間させて複数の異質領域を形成することを含み、前記異質領域の、長手方向に直交する断面の径に対する長手方向の長さの比の値が２以上１０００以下である、自動車窓用合わせガラスの製造方法であってよい。
【００７８】
上記の自動車窓用合わせガラスの製造方法において、前記異質領域の形成を、前記第１ガラス板と前記第２ガラス板とを前記中間膜を介して重ねた後に行ってもよい。その場合、第１ガラス板及び／又は第２ガラス板でのレーザ光の吸収率が、中間膜でのレーザ光の吸収率より大きくなるように、レーザ光の照射条件、特にレーザの波長を調整する。上記方法によれば、第１ガラス板１０内に第１異質領域５１、５１、…を形成し、且つ第２ガラス板２０内に第２異質領域５２、５２、…を形成する場合、平面視での両者の位置ずれを防止できる。
【００７９】

さらに、上記の自動車窓用合わせガラスの製造方法において、前記レーザを、前記レーザが照射される前記第１ガラス板及び前記第２ガラス板を曲げた後に照射することができる。これにより、曲げプロセスにおいて、異質領域５０、５０、…の形状、サイズに影響が生じて、異質領域５０、５０、…の機能が面方向の場所によって不均一になることを防止できる。

【実施例】

【００８０】

以下、実験データについて説明する。以下の実験例において、例１～例５は実施例であり、例６は比較例である。

【００８１】

＜破壊応力測定用サンプルの作製＞

（例１）

通常行われている量産工程と同様にして、フロート法により得られたソーダライムシリケートガラス組成のガラス板からガラスサンプル（１００mm×１００mm×厚み２mm）を切り出し、トップ面側からガラスサンプルの面内中央部１箇所にレーザ照射を行った。これにより、ガラスサンプルのボトム面近傍に、１つの異質領域を形成した。表１にレーザの照射条件を示す。照射条件のうち、「照射回数」は、レーザの照射の回数である。「照射角度」は、照射位置におけるガラス板のトップ面（例１）又はボトム面（例２～例５）の法線方向に対する角度である。照射角度が０°であることは、入射面（トップ面又はボトム面）の法線方向に照射されていることを意味する。例１では、異質領域を、照射角度が０°のレーザ照射により形成した。

【００８２】

レーザ照射に用いたレーザ加工装置としては、レーザ光照射装置（ＬＤ励起固体レーザ）、走査装置であるガルバノスキャナから構成される。レーザ加工装置自体は位置固定されるが、レーザ光線を様々な角度で照射できる装置を用いた。ガラス板表面でのレーザ光のスポット直径が$1/e^2$直径で３２μmとなるように、レンズの開口率とワーキングディスタンスを設定した。

【００８３】

レーザ照射後のガラスサンプルを電気加熱炉に入れ、通常行われている曲げ工程と同等の加熱処理として、６５８℃で２００秒間の加熱処理を行った。

【００８４】

（例２～例５）

レーザの照射条件を表１に示すように変更したこと（レーザの入射面をボトム面にしたことを含む）以外は、例１と同様にして、例２～例５のガラスサンプルを得た。なお、例５では、照射角度が２８．００°のレーザ照射によって異質領域を形成した。これにより、軸方向が、ガラス板表面の法線方向に対して１７．７８°傾斜した異質領域が得られた。

【００８５】

（例６）

レーザを照射しなかったこと以外は例１と同様にして、ガラスサンプルを得た。

【００８６】

＜異質領域の形状測定＞

各例のガラスサンプルのボトム面近傍に形成された異質領域を、キーエンス社製のデジタルマイクロスコープＶＨＸ－６０００を用いて、当該異質領域が形成されたボトム面側から撮影した。撮影された画像に基づき、異質領域の径Ｄｉを求めた。さらに、ガラス板の厚み方向に切った断面における異質領域の輪郭を、キーエンス社製のレーザ顕微鏡ＶＫ－Ｘ３０００の一次元分析により求め、当該分析に基づき、異質領域の長さＬｉを求めた。なお、例１～例４では、異質領域の傾斜がないので、異質領域の長手方向の長さＬｉと厚み方向の長さＬは同じであり、異質領域の長手方向に直交する断面の径Ｄｉと平面視の円相当直径Ｄは同じである。結果は表１に示す。

【００８７】

＜強度（破壊応力）の測定＞

上述のように作製したガラスサンプル（１００ｍｍ×１００ｍｍ×厚み２ｍｍ）を１０枚用意し、各ガラスサンプルの強度を、破壊応力（ＭＰａ）として測定した。破壊応力は、ＩＳＯ１２８８－５（２０１６）に準拠し、Ｒ３０により測定した。具体的には、直径６０ｍｍの支持リング及び直径１２ｍｍの荷重リングを用い、毎分０．３ｍｍの荷重速度で荷重リングによって荷重をかけ、破壊荷重を測定した。荷重は、ガラス板のトップ面側に荷重リングを配置して、トップ面側からかけた。さらに、ＩＳＯ１２８８－５（２０１６）に記載の式を用いて、破壊応力を求めた。結果は表１に示す。

【００８８】

上記１０枚のガラスサンプルの強度のデータより、最大値及び最小値を記録し、平均値を算出して記録した。

【００８９】

表１に示すように、径に対する長さの比（Ｌｉ／Ｄｉ）が２～１０００の形状を有する異質領域が設けられている例１～例５では、破壊応力の最大値が３５０ＭＰａ以下であり、最小値が６０ＭＰａ以上であった。一方、異質領域が設けられていない例６では、破壊応力の最大値が３５０ＭＰａ超であった。

【００９０】

＜外部視認性評価用サンプルの作成＞

フロート法により得られたソーダライムシリケートガラス組成のガラス板からガラスサンプル（３００ｍｍ×３００ｍｍ×厚み２ｍｍ）を切り出し、トップ面側（例１）又はボトム面側（例２～例５）からレーザ照射を行った。照射は、間欠的に、３０ｍｍピッチの正方格子状に点在した８１箇所にて行った。レーザの照射条件は、表１に示したとおりである。レーザ照射後のガラスサンプルを電気加熱炉に入れ、通常行われている曲げ工程と同等の加熱処理として、６５８℃で２００秒間の加熱処理を行った。

【００９１】

レーザ照射及び加熱処理をした２枚のガラスサンプルを、ボトム面の向きを揃えて（いずれのガラスサンプルのボトム面も上を向くようにして）、中間膜（ＰＶＢ樹脂）を介して積層し、圧着して合わせガラスとした。厚み２ｍｍのガラスサンプル、厚み０．７６ｍｍの中間膜、及び厚み２ｍｍのガラスサンプルが積層された、合わせガラスサンプルを得た。例６は、レーザを照射しなかったこと以外は例１～例５と同様にして、合わせガラスサンプルを得た。

【００９２】

＜外部視認性評価＞

得られた合わせガラスを、車内側となるガラス板の車内側の面を評価者の顔に対向させて、４００ｍｍ離れた位置に設置し、自然光の下で、合わせガラスの反対側（車外側）の像を見た時のその像の視認性を評価した。評価基準は以下の通りであった。

◎：輝点は全く見えない。

〇：輝点がわずかに見える箇所がある。

△：全体に周期的な輝点が弱く見える。

×：全体に周期的な輝点が強く見える。

各例の評価を、表１に示す。

【００９３】

【表１】

	レーザ照射条件							異質領域特徴				強度(破壊応力)			外部視認性
	入射面	波長[nm]	パルス幅[ns]	パルスエネルギー[μJ]	照射回数	繰返周波数[kHz]	照射角度[deg]	径Di[μm]	長さLi[μm]	Li/Di	角度θ[deg]	最大値[MPa]	最小値[MPa]	平均値(N10)[MPa]	
例1	トップ面	532	20	192	10	40	0	110	310	2.8	0	104	92	100	○
例2	ボトム面	355	20	80	6	100	0	40	696	17.4	0	193	113	165	◎
例3	ボトム面	355	20	120	8	75	0	34	565	16.6	0	115	98	105	◎
例4	ボトム面	355	20	80	20	40	0	41	539	13.1	0	108	89	102	◎
例5	ボトム面	355	20	130	40	40	28.00	61	550	9.0	17.78	112	99	105	◎
例6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	475	128	248	◎

【００９４】

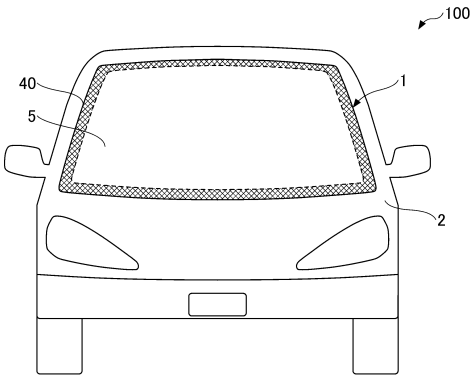
以上によれば、第１ガラス板及び／又は第２ガラス板の車内側の表面近傍に、レーザによって形成された例１～例５の異質領域が面方向に離間して複数設けられる自動車窓用合わせガラスは、自動車と人との衝突時に人への衝撃を低減しつつ、自動車の乗員による自動車外部の視認を妨げない技術を提供できることが分かった。

【００９５】

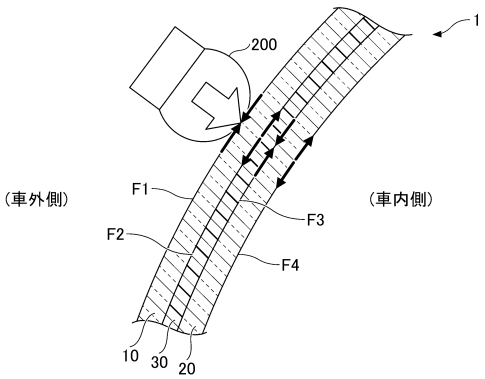
本出願は、２０２２年３月３日に出願された日本国特許出願２０２２－０３２９３２号に基づく優先権を主張するものであり、その全内容をここに援用する。

【符号の説明】

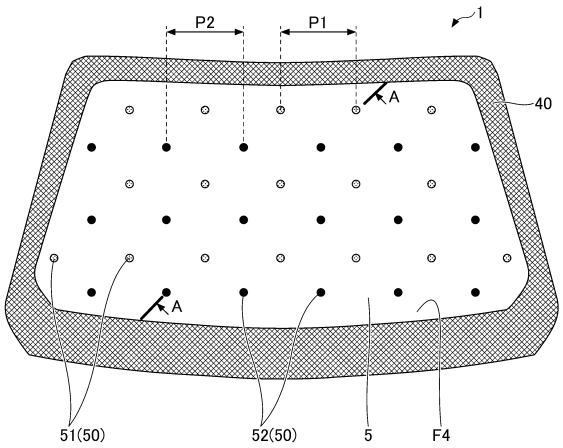
【００９６】
１　合わせガラス
２　車体
５　透視領域
１０　第１ガラス板
２０　第２ガラス板
３０　中間膜
４０　遮蔽層
５０　異質領域
５０ａ　中央異質部（凹部）
５０ｂ　影響領域
５０ｃ　クラック
５１　第１異質領域
５２　第２異質領域
１００　自動車
２００　人
３００　レーザ光照射装置
Ｆ１　第１面
Ｆ２　第２面
Ｆ３　第３面
Ｆ４　第４面
ＬＢ　レーザ光
【図面】
【図１】



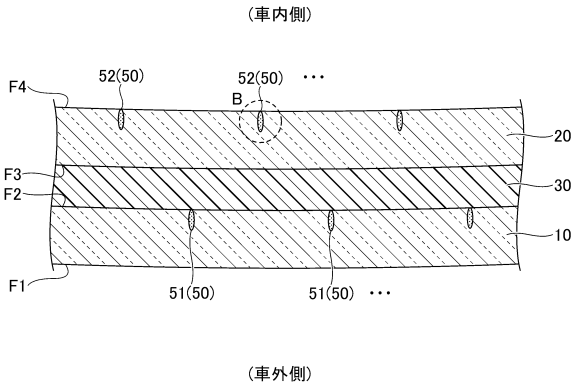
【図２】



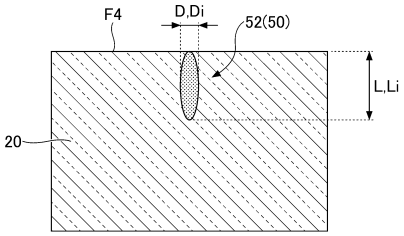
【図３】


P2
P1
1
A
40
A
51(50)
52(50)
5
F4

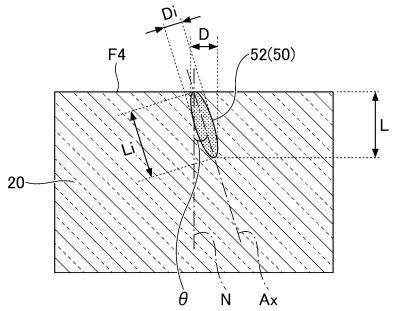
【図４】


(車内側)
F4
52(50)
52(50)
B
20
F3
F2
30
10
F1
51(50)
51(50)
(車外側)

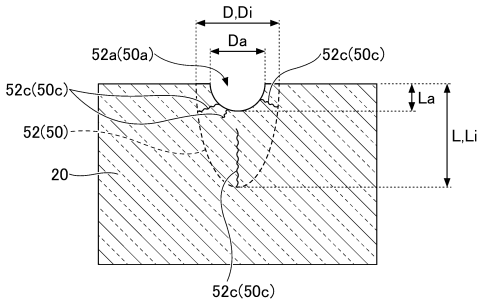
【図５Ａ】


F4
D,Di
52(50)
L,Li
20

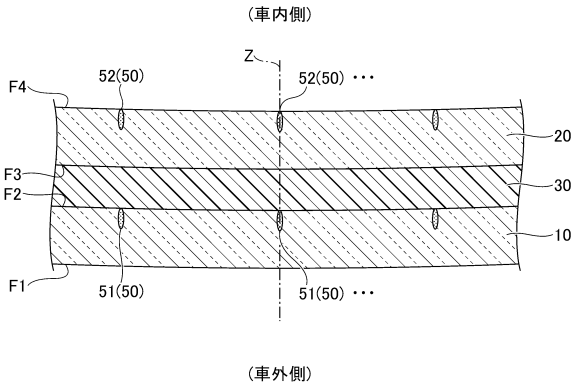
【図５Ｂ】


Di
D
F4
52(50)
L
Li
20
θ
N
Ax

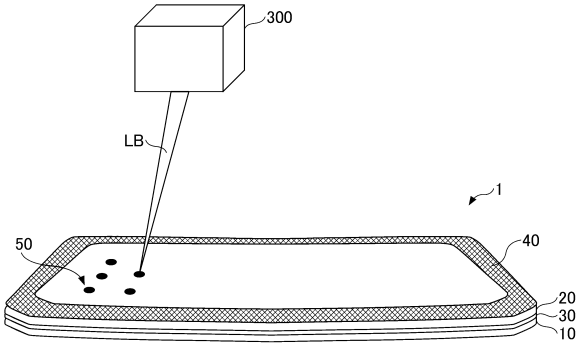
【図５Ｃ】


D,Di
Da
52a(50a)
52c(50c)
52c(50c)
La
L,Li
52(50)
20
52c(50c)

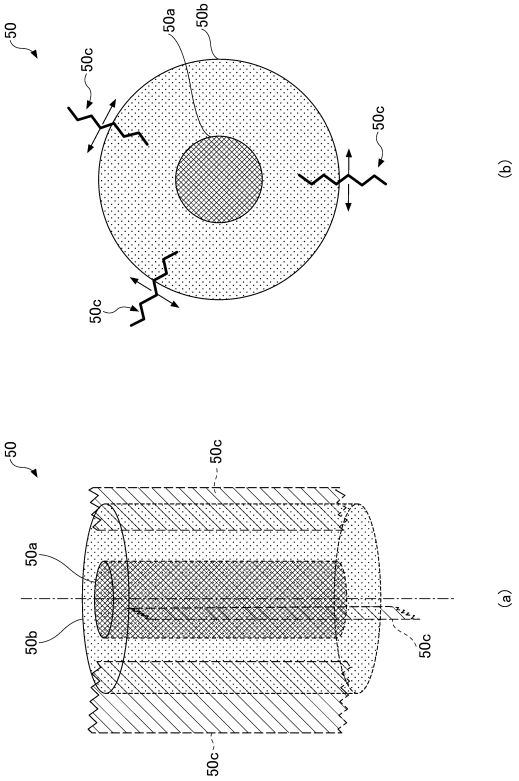
【図６】


(車内側)
Z
F4
52(50)
52(50) ・・・
20
F3
30
F2
10
F1
51(50)
51(50) ・・・
(車外側)

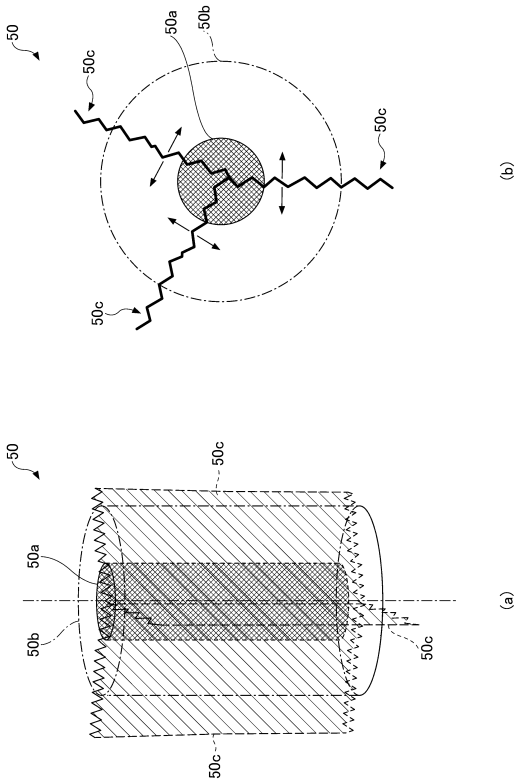
【図７】


300
LB
1
50
40
20
30
10

【図８】


50
50a
50b
50c
50c
(b)
50
50c
50a
50b
50c
50c
(a)

【図９】



フロントページの続き

(56)参考文献　　特表２００５－５３５５４５（ＪＰ，Ａ）
特表２０１５－５２５１９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｃ　２７／１２、２３／００
Ｂ３２Ｂ　１７／１０
Ｂ２３Ｋ　２６／００－２６／７０
Ｂ６０Ｊ　１／００－ １／２０