(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-254626
(P2012-254626A)
(43)公開日　平成24年12月27日(2012.12.27)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
B32B 17/10 (2006.01)	B32B 17/10	4F100

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 33 頁）

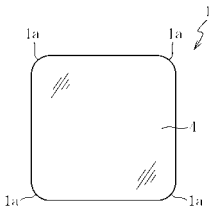
(21)出願番号　特願2012-110812 (P2012-110812)
(22)出願日　平成24年5月14日 (2012.5.14)
(31)優先権主張番号　特願2011-108458 (P2011-108458)
(32)優先日　平成23年5月13日 (2011.5.13)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000232243
日本電気硝子株式会社
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号
(74)代理人　100107423
弁理士　城村　邦彦
(74)代理人　100120949
弁理士　熊野　剛
(74)代理人　100168550
弁理士　友廣　真一
(72)発明者　三和　義治
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号　日本電気硝子株式会社内
(72)発明者　長谷川　義徳
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号　日本電気硝子株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】積層体

(57)【要約】
【課題】積層体の周囲温度に大きな変化が生じた場合でも、剥離や破損などの不具合が生じ難い積層体を提供する。
【解決手段】樹脂板２の両面に、厚みが３００μm以下のガラス板を積層一体化した積層体１であって、隣接する二辺が交差して形成されるコーナー部１ａが、鈍角を組み合わせてなる多角形形状、又は湾曲形状である。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化した積層体において、
隣接する二辺が交差して形成されるコーナー部が、鈍角を組み合わせてなる多角形形状、又は湾曲形状であることを特徴とする積層体。
【請求項２】
樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化してなり、外周に凸部又は凹部からなる形状変化部が形成されるとともに、前記形状変化部に屈曲部を有する積層体であって、
前記屈曲部が、湾曲形状であることを特徴とする積層体。
【請求項３】
樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化してなり、平面内に開口部が形成されるとともに、前記開口部の周囲に屈曲部を有する積層体であって、
前記屈曲部が、湾曲形状であることを特徴とする積層体。
【請求項４】
前記ガラス板の端面に面取り加工が施されていることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の積層体。
【請求項５】
前記樹脂板の端面の少なくとも一部が、前記ガラス板の端面よりも突出していることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の積層体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、樹脂板とガラス板とを積層一体化した積層体の改良技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、使用場所が限定されずに携行性も良好であることから、携帯電話（スマートフォンなど）・タブレット型ＰＣ・携帯型ゲーム機器などの携帯用電子デバイスが普及するに至っている。これらの携帯用電子デバイスでは、携行性を良好に維持すべく、小型化及び軽量化が必要不可欠となる。しかしながら、小型化に伴って携帯用電子デバイスの画面も小さくすると、画面に表示される情報の視認性が低下し、携帯用電子デバイスとしての利便性が極端に低下するという問題がある。そのため、携帯用電子デバイスを小型化したとしても、その画面サイズは大きく確保することが必要となる。そこで、携帯用電子デバイスにおいては、画面外に存在していた操作部を省略し、その操作機能を画面中に組み込んで画面サイズをできるだけ大きく確保するという試みがなされている。この種の携帯用電子デバイスの画面には、タッチパネルが採用されるのが通例である。
【０００３】
このような携帯用電子デバイスに搭載されるタッチパネルの保護カバーには、高硬度（耐擦傷性）や高い気密性が確保でき、見た目の高級感や手触りが良好である等の理由からガラス板が使用されることが多い。しかしながら、ガラスは樹脂（プラスチック）に比べて重いため、保護カバーに要求される諸特性をガラス板のみで実現しようとすると、携帯用電子デバイスの軽量化を図ることが困難になる。
【０００４】
そこで、この問題に対処するものとして、例えば特許文献１及び２では、樹脂板の両面にガラス板を積層一体化した積層体が開示されている。このようにすれば、最外層がガラスで構成されることから、ガラスに由来する耐擦傷性などの諸特性を確保しつつ、中心層がガラスよりも軽量な樹脂で構成されることから、積層体全体の軽量化も図ることが可能となる。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開２００３－３９５９７号公報
【特許文献２】特開平７－４３６９６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、このような積層体は、周囲温度に大きな変化（例えば、２０℃から８０℃まで周囲温度が上昇した場合など）が生じると、ガラス板と樹脂板との間の熱膨張差により、ガラス板と樹脂板との間の接着面に応力が生じる。そして、積層体の直交する二辺が交差して形成されるコーナー部に交差角が９０°以下の角部が存在していると、コーナー部への応力集中が顕著となって、ガラス板と樹脂板との間で剥離が発生し易くなるという問題がある。
【０００７】
ところで、積層体は、上記のように種々の分野に利用されることから、その形状も様々である。そのため、例えば図２０に示すように、積層体１の外周部において、凹部５や凸部６が形成される場合がある。また、図２１に示すように、積層体１の平面内に開口部７が形成される場合もある。
【０００８】
しかしながら、図２０に示すように、凹部５や凸部６に直線同士（例えば、互いに直交する２直線）が交差して形成される屈曲部５ａ，６ａが存在すると、その屈曲部５ａ，６ａに応力集中が生じ易くなる。同様に、図２１に示すように、開口部７の周囲に直線同士が交差して形成される屈曲部７ａが存在すると、その屈曲部７ａに応力集中が生じ易くなる。
【０００９】
そのため、積層体の周囲温度が大きく変化した場合、ガラス板と樹脂板との間の熱膨張差によってガラス板に作用する引張応力が凹部や凸部の屈曲部に集中し、又は、開口部の屈曲部に集中し、ガラス板が破損するという事態が生じ得る。
【００１０】
そこで、本発明は、上記実情に鑑み、積層体の周囲温度に大きな変化が生じた場合でも、剥離や破損などの不具合が生じ難い積層体を提供することを技術的課題とする。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
上記課題を解決するために創案された第１の発明は、樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化した積層体において、隣接する二辺が交差して形成されるコーナー部が、鈍角を組み合わせてなる多角形形状、又は湾曲形状であることに特徴づけられる。なお、樹脂板及びガラス板には、それぞれフィルム状の薄い形態が含まれるものとする（以下、同様）。
【００１２】
このような構成によれば、積層体のコーナー部に９０°以下の鋭角部が存在しなくなる。そのため、積層体の周囲温度が急激に変化しても、コーナー部に生じる応力集中が緩和されることから、ガラス板と樹脂板の間に剥離が発生し難くなる。
【００１３】
上記課題を解決するために創案された第２の発明は、樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化してなり、外周に凸部又は凹部からなる形状変化部が形成されるとともに、前記形状変化部に屈曲部を有する積層体であって、前記屈曲部が、湾曲形状であることに特徴づけられる。なお、湾曲形状とは、屈曲部が略円弧状に滑らかに連続することを意味する。
【００１４】

このような構成によれば、積層体外周の凸部や凹部に形成される屈曲部に鋭利な角が存在しなくなる。そのため、積層体の周囲温度が急激に変化しても、屈曲部に作用する応力集中が緩和され、ガラス板が破損し難くなる。

【００１５】

上記課題を解決するために創案された第３の発明は、樹脂板の少なくとも一方の面に、厚みが３００μｍ以下のガラス板を積層一体化してなり、平面内に開口部が形成されるとともに、前記開口部の周囲に屈曲部を有する積層体であって、前記屈曲部が、湾曲形状であることに特徴づけられる。なお、湾曲形状とは、屈曲部が略円弧状に滑らかに連続することを意味する。

【００１６】

このような構成によれば、積層体の開口部に形成される屈曲部に鋭利な角が存在しなくなる。そのため、積層体の周囲温度が急激に変化しても、屈曲部に作用する応力集中が緩和され、ガラス板が破損し難くなる。

【００１７】

上記の構成において、前記ガラス板の端面に面取り加工が施されていることが好ましい。

【００１８】

このようにすれば、ガラス板の端面から角張った部分が切除される。その結果、ガラス板の端面に他部材が衝突した場合であっても、ガラス板の端面に生じる応力集中が緩和される。そのため、ガラス板端面の破損や、ガラス板と樹脂板との間に生じる剥離を抑制することができる。

【００１９】

上記の構成において、前記樹脂板の端面の少なくとも一部が、前記ガラス板の端面よりも突出していることが好ましい。

【００２０】

このようにすれば、積層体の側方から、他の積層体や搬送手段（例えば、搬送ローラや搬送ベルト）などの他部材が接触した場合であっても、他部材がガラス板の端面よりも樹脂板の端面に優先的に接触する確率が高い。そのため、他部材が、ガラス板の端面に直接接触する事態を低減することができる。

【発明の効果】

【００２１】

以上のように本発明によれば、積層体の周囲温度に大きな変化が生じた場合でも、ガラス板と樹脂板との熱膨張差によって、積層体に応力集中が生じ難い形状となっていることから、ガラス板の剥離や破損が生じ難い。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の第１実施形態に係る積層体を示す断面図である。
【図２】第１実施形態に係る積層体を示す平面図である。
【図３】本発明の第２実施形態に係る積層体を示す平面図である。
【図４】本発明の実施例に係る積層体の評価試験結果を示す図である。
【図５】本発明の第３実施形態に係る積層体を示す平面図である。
【図６】本発明の実施例に係る積層体の評価試験結果を示す図である。
【図７】本発明の第４実施形態に係る積層体を示す平面図である。
【図８】本発明の実施例に係る積層体の評価試験結果を示す図である。
【図９】本発明の第５実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１０】本発明の第６実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１１】本発明の第７実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１２】本発明の第８実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１３】本発明の第９実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１４】本発明の第１０実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。

【図１５】本発明の第１１実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１６】本発明の第１２実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１７】本発明の第１３実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１８】本発明の第１４実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図１９】本発明の第１５実施形態に係る積層体の要部拡大断面図である。
【図２０】従来の積層体の問題点を説明するための図である。
【図２１】従来の積層体の問題点を説明するための図である。
【図２２】本発明の第１関連発明の実施形態に係る積層体の切断方法を含む積層体の製造工程を説明するための図である。
【図２３】（ａ）は本発明の第２関連発明に係る加工方法の適用対象である積層体の概略側面図、（ｂ）及び（ｃ）は仕上げ工程のうち第１段階を概念的に示す図である。
【図２４】（ａ）は仕上げ工程のうち第２段階を概念的に示す図、（ｂ）は仕上げ工程完了後における積層体の部分側面図である。
【図２５】（ａ），（ｂ）共に、第１段階の変形例を概念的に示す図である。
【図２６】（ａ）は他の実施形態に係る第１段階を概念的に示す図、（ｂ）は他の実施形態に係る第２段階を概念的に示す図、（ｃ）は両段階の完了後における積層体の部分側面図である。
【図２７】（ａ）は他の実施形態に係る第１段階を概念的に示す図、（ｂ）は、他の実施形態に係る第２段階を概念的に示す図、（ｃ）は、両段階の完了後における積層体の部分側面図である。
【図２８】従来の切断装置の要部拡大断面図であり、（ａ）はレーザー溶断開始段階の断面図、（ｂ）はレーザー溶断完了直前の断面図である。
【図２９】（ａ）は第３関連発明の一実施形態に係る脆性板状物の切断装置の概略平面図、（ｂ）は（ａ）中のＸ－Ｘ線矢視概略断面図、（ｃ）は、脆性板状物を（ａ），（ｂ）に示す切断装置を使用して製品部と非製品部とに分割した様子を模式的に示す平面図である。
【図３０】（ａ），（ｂ）共に、切断装置を構成する支持部材の変形例を模式的に示す断面図である。
【図３１】第３関連発明の他の実施形態に係る切断装置の要部拡大断面図であり、（ａ）はレーザー溶断開始段階の断面図、（ｂ）はレーザー溶断完了直前の断面図である。
【図３２】脆性板状物の切断態様の変形例を示す概略平面図である。
【図３３】脆性板状物の切断態様の変形例を示す概略平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
以下、本発明の実施形態を添付図面を参照して説明する。
【００２４】
＜第１実施形態＞
図１に示すように、本発明（第１の発明）の第１実施形態に係る積層体１は、樹脂板２の両面に、接着層３によってガラス板４をそれぞれ積層一体化したものであり、例えば携帯用電子デバイスのタッチパネルのカバー材に用いられる。この積層体１は、事後的に樹脂板２とガラス板４が分離されるものではなく、積層体１の状態のまま、電気機器などの装置内に組み込まれる。なお、接着層３を省略して、ガラス板４に樹脂板２を溶着等によって直接接着してもよい。また、樹脂板２の両面のいずれか一方にのみ、ガラス板４を積層一体化するようにしてもよい。
【００２５】
樹脂板２は、厚み０．０１～２０ｍｍ程度であるが、携帯用電子デバイスに搭載されるタッチパネルの保護カバーに用いる場合は０．１～３ｍｍ、特に０．１～２ｍｍ程度が好ましい。樹脂板２の材質としては、例えば、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ＰＥＥＫ、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンナフタレート等の各種樹脂材料を利用できる。ここで、樹脂板２には、

樹脂フィルムも含まれるものとする（以下、同様）。
【００２６】
ガラス板４は、厚み３００μｍ以下、好ましくは１０μｍ以上２００μｍ以下である。なお、ガラス板４は、樹脂板２よりも薄板のものが好ましい。ガラス板４の組成としては、各種ガラスを利用できるが、無アルカリガラスが好ましい。これは、組成にアルカリ成分を含むガラスの場合、経時に伴ってガラス中のアルカリ成分が抜け、積層体に曲げ応力が作用したときに、アルカリ成分の抜けた部分が起点となってガラス板が割れ易くなるためである。ここで、ガラス板４には、ガラスフィルムも含まれるものとする（以下、同様）。
【００２７】
接着層３は、厚み１～５００μｍ程度である。接着層３の材質としては、例えば、アクリル系粘着剤、シリコーン系粘着剤、ゴム系粘着剤、紫外線硬化性アクリル系接着剤、紫外線硬化性エポキシ系接着剤、熱硬化性エポキシ系接着剤、熱硬化性メラミン系接着剤、熱硬化性フェノール系接着剤、エチレンビニルアセテート（ＥＶＡ）中間膜、ポリビニルブチラール（ＰＶＢ）中間膜などが利用できる。
【００２８】
図２に示すように、この積層体１は、平面視で略矩形状を呈している。積層体１の二辺が交差する４つのコーナー部１ａには、それぞれ角取り加工が施されている。
【００２９】
詳細には、角取り加工が施された各コーナー部１ａが、角取り加工されて円弧状の湾曲形状を呈している。なお、コーナー部１ａの形状は、滑らかに湾曲していれば特に限定されるものではなく、例えば、楕円弧状や放物線状などであってもよい。
【００３０】
このようにすれば、積層体１のコーナー部１ａに９０°以下の鋭利な角が存在しなくなる。このため、仮に、例えば積層体１に対して加熱処理を施す場合などのように、積層体１の周囲温度が急激に変化したとき（例えば、２０℃から８０℃まで周囲温度が上昇したとき）でも、コーナー部１ａへの応力集中が緩和され、剥離が発生し難くなる。
【００３１】
次に、以上のように構成された積層体１の製造方法を説明する。
【００３２】
まず、樹脂板２の両面に、接着剤からなる接着層３を介してガラス板４を積層一体化する。次に、ガラス板４と樹脂板２とが積層一体化された積層体１のコーナー部１ａに対して角取り加工を施す。この角取り加工は、砥石で積層体１のコーナー部１ａを機械的に研削することによって行なう。なお、積層体１のコーナー部１ａを研削する際に、ガラス板４のコーナー部と、樹脂板２の対応するコーナー部とが、同時に研削される。もちろん、別々に研削してもよい。
【００３３】
なお、角取り加工は、機械的な研削に代えて、エッチング処理を用いてもよい。エッチング液としては、フッ酸水溶液、フッ化アンモニウムやフッ化水素アンモニウムなどのフッ化物水溶液などが挙げられる。エッチング処理の方法としては、積層体１のコーナー部１ａに対して、ブラシ・刷毛・ローラ・スプレーなどでエッチング液を塗布したり、フッ素含有化合物（例えば、４フッ化炭素）のプラズマを照射することなどが挙げられる。
【００３４】
以上では、タッチパネルの保護カバーに用いられる積層体を例示したが、フラットパネルディスプレイ（ＦＰＤ）、電磁調理器、太陽電池等の各種電気・電子機器用パネルに組み込まれる積層体の他、建築構造物や各種車両の窓用パネルに組み込まれる積層体に適用することももちろん可能である。なお、このような積層体の用途に関しては、以下も同様とする。
【００３５】
＜第２実施形態＞

図３に示すように、本発明の第２実施形態に係る積層体１が、第１実施形態に係る積層体１と相違するところは、積層体１のコーナー部１ａが、鈍角（好ましくは１２０°以上）を組み合わせてなる多角形形状を呈している点にある。

【００３６】

この場合でも、積層体１のコーナー部１ａが湾曲形状であるときと同じく、仮に、積層体の周囲温度が上昇したとしても、ガラス板４と樹脂板２との間の剥離が発生し難くなる。

【００３７】

＜第１～第２実施形態に対応する発明の実施例＞

次に、第１～２実施形態に対応する発明の実施例に係る積層体の評価試験結果の一例を説明する。

【００３８】

この評価試験では、実施例１～２に係る積層体と、比較例１に係る積層体のそれぞれを加熱した後に冷却し、積層体に剥離が生じるか否かを検査した。

【００３９】

実施例１～２に係る積層体と、比較例１に係る積層体の基本構成は、次の通りである。すなわち、実施例に係る積層体と、比較例に係る積層体の双方が、樹脂板の両面にガラス板を貼り合わせて構成される。ガラス板は、材質が無アルカリガラス（日本電気硝子株式会社製のＯＡ－１０Ｇ）、熱膨張係数が３８×10^{-7}／℃、寸法が５００ｍｍ×５００ｍｍ×０．１ｍｍｔである。樹脂板は、材質がポリカーボネート、熱膨張係数が７０×10^{-6}／℃、寸法が５００ｍｍ×５００ｍｍ×１ｍｍｔである。また、ガラス板と樹脂板は接着層によって積層一体化されている。接着層は、材質が紫外線硬化性アクリル系接着剤であり、寸法が５００ｍｍ×５００ｍｍ×０．０１ｍｍｔである。実施例１に係る積層体のコーナー部は曲率半径１０ｍｍに角取りを施している。実施例２に係る積層体のコーナー部は３つの鈍角（積層体の一方の辺側から順に１６０°、１３０°、１６０°）を組み合わせてなる多角形形状に角取りを施しており、角取り部の寸法は１０ｍｍ×１０ｍｍである。これに対して比較例１に係る積層体のコーナー部は角取りを施していない。

【００４０】

評価試験の試験条件は、積層体を室温から９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持した後、－４０℃まで－１℃／分で降温すると共に－４０℃で２時間保持し、再び９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持するという温度サイクルを２０サイクル実施し、最後に９０℃から室温まで－１℃／分で降温するという温度条件で積層体を加熱・冷却し、剥離の有無を検査した。その結果を図４に示す。

【００４１】

図４によれば、積層体のコーナー部に角取りを施している実施例１～２が、コーナー部に角取りを施していない比較例１に比して、剥離を大幅に低減するという良好な結果を得ていることが認識できる。そして、特に、実施例１のように、積層体のコーナー部の形状が円弧状であることが、応力集中の緩和効果が高く、好ましい。

【００４２】

＜第３実施形態＞

図５に示すように、本発明（第２の発明）の第３実施形態に係る積層体１は、樹脂板２の少なくとも一方の面に、ガラス板４を積層一体化している点は、上記の第１～２実施形態に係る積層体１と共通し、以下の点で相違する。

【００４３】

すなわち、第３実施形態に係る積層体１は、その外周に凹部５と凸部６の少なくとも一方を有する。この実施形態では、積層体１は、その外周の一辺に凹部５が形成され、この辺に対向する他の一辺に凸部６が形成されている。そして、凹部５の屈曲部（凹部５の底部からの立ち上がり開始位置）５ａ及び凸部６の屈曲部（凸部６の立ち上がり開始位置）６ａが、角取り加工されて円弧状の湾曲形状を呈している。この場合、屈曲部５ａ，６ａの曲率半径は、０．５ｍｍ以上であることが好ましく、１ｍｍ以上であることが更に好ま

しい。なお、屈曲部５ａ，６ａの形状は、滑らかに湾曲してれば特に限定されるものではなく、例えば、楕円弧状や放物線状などであってもよい。

【００４４】

このようにすれば、積層体１の凹部５及び凸部６に形成される屈曲部５ａ，６ａに鋭利な角が存在しなくなる。そのため、仮に、例えば積層体１に対して加熱処理を施す場合などのように、積層体１の周囲温度が急激に変化したとき（例えば、２０℃から８０℃まで周囲温度が上昇したとき）でも、屈曲部５ａ，６ａへの応力集中（引張応力の集中）が緩和され、屈曲部５ａ，６ａを引き裂くような力が抑制される。その結果、屈曲部５ａ，６ａを起点として、ガラス板４が破損し難くなる。

【００４５】

なお、この実施形態においても、第１～第２実施形態と同様に、積層体１の４つのコーナー部１ａに対して角取り加工を施し、コーナー部１ａが鈍角を組み合わせてなる多角形形状又は湾曲形状になるようにしてもよい。図５は、コーナー部１ａに角取り加工を施した状態を示している。

【００４６】

＜第３実施形態に対応する発明の実施例＞

次に、第３実施形態に対応する発明の実施例に係る積層体の評価試験結果の一例を説明する。

【００４７】

この評価試験では、実施例３に係る積層体と、比較例２～３に係る積層体のそれぞれを加熱した後に冷却し、ガラス板に割れが生じるか否かを検査した。

【００４８】

実施例３に係る積層体と、比較例２～３に係る積層体の基本構成は、次の通りである。すなわち、実施例に係る積層体と、比較例に係る積層体の双方が、樹脂板の両面にガラス板を貼り合わせて構成される。積層体は、各短辺の中央部に短辺方向３０ｍｍ×長辺方向１０ｍｍの凹部を有している。ガラス板は、材質が無アルカリガラス（日本電気硝子株式会社製のＯＡ－１０Ｇ）、熱膨張係数が３８×１０^{-7}／℃、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×０．１ｍｍｔである。樹脂板は、材質がポリカーボネート、熱膨張係数が７０×１０^{-6}／℃、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×１ｍｍｔである。また、ガラス板と樹脂板は接着層によって積層一体化されている。接着層は、材質が紫外線硬化性アクリル系接着剤であり、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×０．０１ｍｍｔである。実施例３に係る積層体の凹部に形成される屈曲部は曲率半径２ｍｍの円弧状に角取りしている。比較例２に係る積層体の凹部に形成される屈曲部は角取りを施していない。比較例３に係る積層体の凹部に形成される屈曲部は２つの鈍角（各２２５°）を組み合わせてなる多角形形状に角取りを施しており、角取り部の寸法は２ｍｍ×２ｍｍである。

【００４９】

評価試験の試験条件は、積層体を室温から９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持した後、－４０℃まで－１℃／分で降温すると共に－４０℃で２時間保持し、再び９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持するという温度サイクルを２０サイクル実施し、最後に９０℃から室温まで－１℃／分で降温するという温度条件で積層体を加熱・冷却し、ガラス板に割れが生じるか否かを検査した。その結果を図６に示す。

【００５０】

図６に示すように、積層体の凹部に形成される屈曲部を円弧状に角取りしている実施例３が、凹部に直線が交差して形成される屈曲部が残存している比較例２～３に比して、ガラス板の割れを確実に低減できるという良好な結果を得た。なお、このような結果は、凸部の屈曲部に関しても場合も同様である。

【００５１】

＜第４実施形態＞

図７に示すように、本発明（第３の発明）の第４実施形態に係る積層体１は、樹脂板２

の少なくとも一方の面に、ガラス板４を積層一体化している点は、上記の第１～３実施形態に係る積層体１と共通し、以下の点で相違する。

【００５２】

すなわち、第４実施形態に係る積層体１は、その平面内に、略矩形状の開口部７を有する。そして、この開口部７の周囲（輪郭）に形成される屈曲部７ａが、角取り加工されて円弧状の湾曲形状を呈している。この場合、屈曲部７ａの曲率半径は、０．５ｍｍ以上であることが好ましく、１ｍｍ以上であることが更に好ましい。なお、屈曲部７ａの形状は、滑らかに湾曲してれば特に限定されるものではなく、例えば、楕円弧状や放物線状などであってもよい。

【００５３】

このようにすれば、積層体１の開口部７に形成される屈曲部７ａに鋭利な角が存在しなくなる。そのため、仮に、例えば積層体１に対して加熱処理を施す場合などのように、積層体１の周囲温度が急激に変化したとき（例えば、２０℃から８０℃まで周囲温度が上昇したとき）でも、屈曲部７ａへの応力集中（引張応力の集中）が緩和され、屈曲部７ａを引き裂くような力が抑制される。その結果、積層体１の開口部７の屈曲部７ａを起点として、ガラス板４が破損し難くなる。

【００５４】

なお、この実施形態においても、第１～第２実施形態で説明したように、積層体１の４つのコーナー部に対して角取り加工を施し、コーナー部を、鈍角を組み合わせてなる多角形形状又は湾曲形状にするようにしてもよい。図７は、コーナー部１ａに角取り加工を施した状態を示している。

【００５５】

また、積層体１の外周に凸部や凹部が形成される場合には、第３実施形態で説明したように、凸部の屈曲部や凹部の屈曲部を、湾曲形状にするようにしてもよい。

【００５６】

＜第４実施形態に対応する発明の実施例＞

次に、第４実施形態に対応する発明の実施例に係る積層体の評価試験結果の一例を説明する。

【００５７】

この評価試験では、実施例４～５に係る積層体と、比較例４～５に係る積層体のそれぞれを加熱した後に冷却し、ガラス板に割れが生じるか否かを検査した。

【００５８】

実施例４～５に係る積層体と、比較例４～５に係る積層体の基本構成は、次の通りである。すなわち、実施例に係る積層体と、比較例に係る積層体の双方が、樹脂板の両面にガラス板を貼り合わせて構成される。積層体は、その中央部に短辺方向３０ｍｍ×長辺方向１０ｍｍの開口部を有している。（積層体の外周の輪郭の中心点と開口部の輪郭の中心点が一致する。）ガラス板は、材質が無アルカリガラス（日本電気硝子株式会社製のＯＡ－１０Ｇ）、熱膨張係数が３８×１０$^{-7}$／℃、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×０．１ｍｍｔである。樹脂板は、材質がポリカーボネート、熱膨張係数が７０×１０$^{-6}$／℃、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×１ｍｍｔである。また、ガラス板と樹脂板は接着層によって積層一体化されている。接着層は、材質が紫外線硬化性アクリル系接着剤であり、寸法が５０ｍｍ×１００ｍｍ×０．０１ｍｍｔである。実施例４に係る積層体の開口部に形成される屈曲部は曲率半径２ｍｍの円弧状に角取りしている。実施例５に係る積層体の開口部に形成される屈曲部は曲率半径５ｍｍの円弧状に角取りしている。比較例４に係る積層体の開口部に形成される屈曲部は角取りを施していない。比較例５に係る積層体の開口部に形成される屈曲部は２つの鈍角（各２２５°）を組み合わせてなる多角形形状に角取りを施しており、角取り部の寸法は２ｍｍ×２ｍｍである。

【００５９】

評価試験の試験条件は、積層体を室温から９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持した後、－４０℃まで－１℃／分で降温すると共に－４０℃で２時間保持し

、再び９０℃まで１℃／分で昇温すると共に９０℃で２時間保持するという温度サイクルを２０サイクル実施し、最後に９０℃から室温まで－１℃／分で降温するという温度条件で積層体を加熱・冷却し、ガラス板に割れが生じるか否かを検査した。その結果を図８に示す。

【００６０】

図８に示すように、積層体の開口部に形成される屈曲部を円弧状に角取りしている実施例４～５が、開口部に直線が交差して形成される屈曲部が残存している比較例４～５に比して、ガラス板の割れを確実に低減できるという良好な結果を得るに至った。

【００６１】

＜第５実施形態＞

図９に示すように、本発明の第５実施形態に係る積層体１は、上記の第１～第４実施形態に係る積層体１の端面の形状を規定するものである。以下で説明する積層体１の端面の形状は、積層体１の外周（凸部や凹部が形成される場合はこれらを含む。）や、積層体１の平面内の開口部の周囲に適用されるものとする。

【００６２】

すなわち、第５実施形態に係る積層体１では、樹脂板２の端面２ａがガラス板４の端面４ａよりも突出している。

【００６３】

詳細には、樹脂板２の端面２ａ及びガラス板４の端面４ａは、厚み方向に沿って延在する平面で構成されている。このように厚み方向に沿う平面で構成した場合、樹脂板２の端面２ａの一部ではなく全体が、ガラス板４の端面４ａ全体よりも突出した状態となる。なお、厚み方向に沿う平面には、ガラス板４の表面に対して幾何学的に垂直な平面のみならず、ガラス板４の表面に対して略垂直な平面も含まれる。

【００６４】

ガラス板４の端面４ａに対する樹脂板２の端面２ａの突出寸法δ１は、例えば、０．０１～５ｍｍ程度とされる。この突出寸法δ１は、樹脂板２の熱膨張係数、又は樹脂板２とガラス板４の熱膨張差、及び、樹脂板２とガラス板４の平面の面積を考慮して決定することが好ましい。

【００６５】

このようにすれば、積層体１の側方から、他の積層体や搬送手段（例えば、搬送ローラや搬送ベルト）などの他部材が接触した場合であっても、他部材がガラス板４の端面４ａよりも樹脂板２の端面に優先的に接触する。そのため、他部材が、ガラス板４の端面４ａに直接接触する事態を低減することができる。

【００６６】

また、樹脂板２の温度変化に伴う膨張・収縮は、ガラス板４よりも非常に大きくなるのが通例である。このため、接着層３の種類にも依存するが、樹脂板２の端面２ａとガラス板４の端面４ａが同一平面上にあると、仮に樹脂板２に収縮が生じると、ガラス板４の端面４ａが樹脂板２の端面２ａよりも突出するおそれがある。これに対し、予め樹脂板２の端面２ａをガラス板４の端面４ａよりも突出させておけば、樹脂板２に収縮が生じても、ガラス板４の端面４ａが樹脂板２の端面２ａよりも突出せずに済む。

【００６７】

したがって、以上の２つの理由により、積層体１に含まれるガラス板４がその端面４ａを起点として破損したり、剥離するという事態を確実に低減することが可能となる。

【００６８】

なお、図９では、接着層３の端面３ａが、ガラス板４の端面４ａと同一平面上に位置しているが、接着層３の端面３ａは、ガラス板４の端面から突出していてもよい。このようにすれば、ガラス板４の端面４ａの際まで、接着層３を確実に作用させることができ、ガラス板４の剥離を防止する上でも好適である。なお、この場合、ガラス板４の端面４ａから食み出した接着層３をガラス板４の端面４ａ側に回り込ませ、接着層３でガラス板４の端面４ａの少なくとも一部を被覆するようにしてもよい。

【００６９】
また、ガラス板４の端面４ａや、樹脂板２の端面２ａは、研磨面であることが好ましいが、未研磨面であってもよい。すなわち、端面２ａ，４ａは、切断面のままであってもよい。また、ガラス板４の端面４ａは、樹脂板２の端面２ａに比して脆いことから、ガラス板４の端面４ａのみに研磨を施して、破損の原因となり得るマイクロクラック等の欠陥を取り除くようにしてもよい。もちろん、樹脂板２の端面２ａのみに研磨を施してもよい。
【００７０】
次に、以上のような積層体１の製造方法の一例を説明する。
【００７１】
まず、樹脂板２と、樹脂板２よりも小さなガラス板４を用意する。次に、樹脂板２の両面に接着剤を塗布する。接着剤の塗布領域は、ガラス板４以上の大きさとする。そして、この接着剤が塗布された樹脂板２の両面に、それぞれガラス板４を接着固定することで積層体１を製作する。ガラス板４は、樹脂板２よりも小さいため、ガラス板４の全周に亘って樹脂板２が外方に突出する。
【００７２】
なお、紫外線硬化性の接着剤を用いた場合には、樹脂板２とガラス板４を重ねた状態で紫外線を照射する。また、熱硬化性の接着剤を用いた場合、樹脂板２とガラス板４を重ねた状態で、ヒーターなどで加熱する。加熱は、レーザー照射によって行ってもよい。
【００７３】
＜第６実施形態＞
図１０に示すように、本発明の第６実施形態に係る積層体１が、第５実施形態に係る積層体１と相違するところは、積層体１に含まれるガラス板４の端面４ａに面取りを施した点である。
【００７４】
詳細には、ガラス板４の端面４ａが、外表面側（厚み方向外方側）に向かうに連れて樹脂板２の端面から離れるように、一定の角度で傾斜した単一のテーパ面から構成されている。
【００７５】
このようにすれば、ガラス板４の端面４ａが、外表面側に向かうに連れて樹脂板２の端面２ａから徐々に離れるので、ガラス板４の端面４ａに他部材が接触する確率をより確実に低減することができる。また、仮に、ガラス板４の端面４ａに他部材が衝突した場合であっても、ガラス板４の端面４ａが面取りされた状態であるから、ガラス板４の端面４ａの破損を招き難い。
【００７６】
次に、以上のような積層体１の製造方法の一例を説明する。
【００７７】
まず、例えば、上記の第１実施形態で説明した方法によって、接着層３を介して樹脂板２の両面にガラス板４を積層一体化する。次に、樹脂板２に積層一体化されたガラス板４の端面４ａに対して面取り加工を施す。面取り加工は、例えば、砥石でガラス板４の端面４ａを機械的に研削する。
【００７８】
この場合、厚み３００μｍ以下のガラス板４単独では、砥石によって端面４ａを機械的に研削すれば、ガラス板４の端面４ａに欠けや割れなどの破損が容易に生じる。これに対し、上記の製造方法では、ガラス板４を樹脂板２によって補強した後に、ガラス板４の端面４ａの面取りが施されることから、ガラス板４の破損を防止しつつ、その端面４ａを砥石によって機械的に研削することが可能となる。
【００７９】
ここで、ガラス板４の端面４ａに面取りを施す方法は、上記の方法以外にも、例えば、厚み３００μｍ以下のガラス板４を複数枚重ねて、接着剤を使用せずに互いの表面同士を直接密着させた状態で、各ガラス板４の端面に砥石によって面取り加工を施すようにして

もよい。この場合、ガラス板４の密着部側の面の表面粗さＲａが、２．０ｎｍ以下、特に０．２ｎｍ以下であることが好ましい。このようにすれば、各ガラス板４は他のガラス板４によって補強されることになるので、面取り加工時にガラス板４が破損するのを防止することができる。なお、面取り加工を施したガラス板４は、その後、樹脂板２に接着剤などによって積層一体化する。

【００８０】

また、砥石による機械的な研削以外にも、ガラス板４の端面４ａをフッ酸などのエッチング液に浸漬し、ガラス板４の端面４ａの角部の面取りをするようにしてもよい。この場合、面取り加工を施したガラス板４を樹脂板２に接着剤などによって積層一体化する。勿論、ガラス板４と樹脂板２を接着剤などで積層一体化した後、その積層体１の端面をフッ酸などのエッチング液に浸漬したり、その積層体１の端面にフッ素含有化合物（例えば、４フッ化炭素）のプラズマを照射することで、ガラス板４の端面４ａの角部の面取りをしてもよい。

【００８１】

＜第７実施形態＞

図１１に示すように、本発明の第７実施形態に係る積層体１が、第５～６実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａが、異なる傾斜角を有する複数のテーパ面を連ねた複合平面をなすように面取りされている点にある。

【００８２】

＜第８実施形態＞

図１２に示すように、本発明の第８実施形態に係る積層体１が、第５～７実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａの角部（ガラス板の表面と端部が略直角に交差する部分）のみを直線で切除、すなわちＣ面取りすることで、ガラス板４の端面４ａが面取りされている点にある。なお、ガラス板４の端面４ａの角部のみを略円弧状に切除、すなわちＲ面取りするようにしてもよい。

【００８３】

＜第９実施形態＞

図１３に示すように、本発明の第９実施形態に係る積層体１が、第５～８実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａが、異なる曲率を有する複数の円弧面を連ねた複合曲面をなすように面取りされている点にある。

【００８４】

＜第１０実施形態＞

図１４に示すように、本発明の第１０実施形態に係る積層体１が、第５～９実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａが、単一の円弧面（例えば、４分の１円の円弧や、８分の１円の円弧）をなすように面取りされている点にある。なお、単一の円弧面には、真円形状のみならず、楕円や放物線などの非真円形状も含むものとする。

【００８５】

＜第１１実施形態＞

図１５に示すように、本発明の第１１実施形態に係る積層体１が、第５～１０実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａから樹脂板２の端面２ａに亘って、連続的に面取りが施されている点にある。

【００８６】

詳細には、ガラス板４の端面４ａから樹脂板２の端面２ａに亘って、単一の傾斜面により面取りが施されている。この場合、例えば、ガラス板４の端面４ａを研削する際に、樹脂板２の端面２ａの一部も同時に研削してもよい。

【００８７】

＜第１２実施形態＞

図１６に示すように、本発明の第１２実施形態に係る積層体１が、第５～１１実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａと樹脂板２の端面２ａが、凸

状曲面により連続するように面取りが施されている点にある。
【００８８】
詳細には、ガラス板４の端面４ａと樹脂板２の端面２ａが、単一の円弧面で構成されている。なお、単一の円弧面には、真円形状のみならず、楕円や放物線などの非真円形状も含むものとする。
【００８９】
＜第１３実施形態＞
図１７に示すように、本発明の第１３実施形態に係る積層体１が、第５～１２実施形態に係る積層体１と相違するところは、樹脂板２の端面２ａと、ガラス板４の端面４ａの少なくとも一部を同一平面上に位置させた状態で、ガラス板４の端面４ａに面取りを施した点にある。
【００９０】
詳細には、ガラス板４の端面４ａが、単一の曲率をなす円弧面（例えば、４分の１円の円弧や、８分の１円の円弧）をなすように面取りされている。
【００９１】
なお、樹脂板２の端面２ａと、ガラス板４の端面４ａの少なくとも一部を同一平面上に位置させた場合であっても、ガラス板４の端面４ａの形状は、第５～１２実施形態に係る積層体１で説明した形状を同様に適用することができるが、以下に、その具体的な適用例を例示する。
【００９２】
＜第１４実施形態＞
図１８に示すように、本発明の第１４実施形態に係る積層体１が、第１３実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａの角部（ガラス板の表面と端部が略直角に交差する部分）のみを直線で切除、すなわちＣ面取りすることで、ガラス板４の端面４ａが面取りされている点にある。なお、ガラス板４の端面４ａの角部のみを略円弧状に切除、すなわちＲ面取りするようにしてもよい。
【００９３】
＜第１５実施形態＞
図１９に示すように、本発明の第１５実施形態に係る積層体１が、第１３～１４実施形態に係る積層体１と相違するところは、ガラス板４の端面４ａが、異なる傾斜角を有する複数のテーパ面を連ねた複合平面をなすように面取りされている点にある。なお、ガラス板４の端面４ａが、異なる曲率を有する複数の円弧面を連ねた複合曲面をなすように面取りされていてもよい（図１３を参照）。
【００９４】
次に、本発明の関連技術として、複数の関連発明を順に説明する。なお、下記の関連発明で説明する事項（特に、製造方法に関する事項）については、上記の実施形態に適宜適用することができるものとする。
【００９５】
＜第１関連発明＞
積層体をレーザー溶断により切断する場合、溶断により発生したガラス及び樹脂の溶融異物が発生し、この溶融異物が積層体のガラス板の表面に付着し、ガラス板の表面が汚染されるおそれがある。汚染された場合、事後的に洗浄によってガラス板の表面から溶融異物を除去することも考えられるが、ガラス板の表面から溶融異物を完全に除去することは困難である。
【００９６】
そこで、本発明の第１関連発明では、図２２に示すように、積層体１の表面を保護テープ８で覆う工程Ｓ２と、保護テープ８で覆われた積層体１をレーザー溶断する工程Ｓ３と、レーザー溶断された積層体１の表面から保護テープ８を剥離する工程Ｓ４とを含む。
【００９７】
詳細には、上記の一連の工程は、積層体１の一連の製造工程の中に組み込まれる。すな

わち、積層体１の製造工程は、樹脂板２の両面に接着層３を介してガラス板４を積層一体化して積層体１を作製する工程Ｓ１と、積層体１の両面に剥離可能な保護テープ８を貼着する工程Ｓ２と、保護テープ８が貼着された積層体１を所定形状にレーザー溶断する工程Ｓ３と、レーザー溶断された積層体１から保護テープ８を剥離する工程Ｓ４と、保護テープ８が剥離された積層体１の端面に面取り加工を施す工程Ｓ５とからなる。なお、面取り加工を施す工程Ｓ５は、適宜省略することができる。

【００９８】

このようにすれば、ガラス板４の露出した表面が保護テープ８により保護された状態で、レーザー溶断が行なわれることになるので、溶断時にガラスや樹脂の溶融異物が生じたとしても、これら溶融異物が上下のガラス板４の表面に直接付着することがない。したがって、溶断後に、積層体１の上下のガラス板４の表面から保護テープ８をそれぞれ剥離すれば、ガラス板４の表面の清浄性を簡単且つ確実に維持することが可能となる。

【００９９】

ここで、保護テープ８は、ガラス板４の表面から剥離可能なものであれば特に限定されるものではないが、紫外線剥離型テープや熱剥離型テープを用いた場合、粘着力を低下させるために、紫外線照射工程や加熱工程が必要となるが、これら工程で、レーザー溶断されたガラス板４の端面に存在するマイクロクラックを起点としてガラス板４が破損するおそれがある。そのため、保護テープ８としては、剥離時に加熱等の処理が不要な弱粘着テープを用いることが好ましい。

【０１００】

＜第２関連発明＞

本発明の第２関連発明は、樹脂板の少なくとも一方の面にガラス板を積層一体化してなる積層体の切断を含む加工方法に関するものであり、例えば、図１５に示した積層体の加工に適用される。

【０１０１】

積層体は、通常、用途に応じた形状・寸法に切断した上で使用される。具体的な切断方法としては、レーザー溶断や、ウォータージェット切断などが採用される。これらの切断法によって積層体を切断した場合、ガラス板の切断面はクラックやチッピング等の微小欠陥を有する凹凸面（粗面）に形成される。また、樹脂板の切断面も、レーザー照射時の熱影響による溶解等により、あるいはウォータージェット切断時の砥粒による荒れにより粗面に形成される。かかる面性状の切断面を放置したままでは、微小欠陥を起点としたガラス板の割れ等、積層体を組み込んだ製品の品質上致命的な問題を招くおそれがある。そのため、上記の積層体を所定形状・寸法に切断した後には、積層体の切断面を仕上げるための仕上げ加工を実行するのが通例となっている。

【０１０２】

仕上げ加工は、切断面を含む積層体端部を研削等の機械加工で所定寸法除去するようにして行われるのが通例である。

【０１０３】

この場合、ガラス板および樹脂板の端縁部を同時研削するようにすれば、仕上げ加工の加工効率を高めることができるとも考えられるが、以下のような問題が生じ易い。

【０１０４】

すなわち、ダイヤモンドツール等の研削工具でガラス板と樹脂板とを同時研削すると、樹脂が粘性の高い材料であることなどを理由として、研削工具の研削面（被加工物を研削する部位）のうち樹脂板との接触部が早期に目詰まりし易い。このような目詰まりが生じた状態では、樹脂板を所定態様で削り取ることができなくなる。その結果、研削工具との摩擦によって樹脂板に熱変形が生じ、繊維状の大きな樹脂カスが生成され易くなる。大きな樹脂カスは、加工点の外側に排出され難いことから、生成された樹脂カスによりガラス板が圧迫され、ガラス板が破損等し易くなる。

【０１０５】

上記のような問題が生じるのを可及的に回避するには、研削効率を低下させる（研削工

具の送り速度を遅くする）、研削工具の補修頻度あるいは交換頻度を高める、
などといった対策を施せば良いとも考えられるが、何れの対策を採った場合でも加工効率が大きく低下する。

【０１０６】

第２関連発明は、このような実情に鑑み、樹脂板とガラス板とを積層一体化させた積層体の切断面を、効率良く所定精度に仕上げることのできる加工技術を提供することを技術的課題とする。

【０１０７】

上記課題を解決するために創案された第２関連発明は、樹脂板の両面の少なくとも一方にガラス板を積層一体化させた積層体を切断する切断工程と、切断工程により形成された積層体の切断面を仕上げる仕上げ工程とを有する積層体の加工方法であって、仕上げ工程は、研削加工によりガラス板の切断面を加工し、かつ、樹脂板の切断面の少なくとも一部を未加工の状態で残す第１段階と、未加工の状態で残した樹脂板の切断面のみを加工する第２段階とを有することを特徴とする。なお、ここでいう「積層体の切断面を仕上げる」とは、切断面を含む端部を所定寸法切除等することによって、積層体の切断面を微小欠陥等のない平滑面に仕上げる（あるいは、微小欠陥があってもそれが品質上問題のない程度の面に仕上げる）ことを意味する。

【０１０８】

このように、積層体の切断面を仕上げる際に、まず研削加工によってガラス板の切断面を加工し（仕上げ）、かつ、樹脂板の切断面の少なくとも一部を未加工の状態で残す第１段階を実行するようにすれば、ガラス板の切断面（切断面を含む端部）を研削するときに、大きな樹脂カスが生成され難くなることに加え、樹脂板がガラス板のバックアップ材として機能するので、ガラス板の切断面に研削工具を押し付けた際にガラス板が撓み難くなる。これらのことから、第１段階で研削加工を実行する際には、研削工具の送り速度を速めてガラス板の仕上げ加工効率を高めつつ、ガラス板に割れや欠損等の不具合が生じるのを可及的に防止することができる。そして、仕上げ工程に含まれる第１段階後の第２段階において、未加工の状態で残した樹脂板の切断面のみを加工する（仕上げる）ようにすれば、樹脂の仕上げ加工に適した加工方法を選択使用することができるので、樹脂板の切断面を効率良く仕上げることができる。以上のように、第２関連発明においては、一段階で完了させ得る積層体切断面の仕上げ加工を、あえて二段階に分けて実行するようにした。そのため、一見すると切断面の仕上げに要する手間やコストが増大するとも考えられるが、第２関連発明を採用することにより奏される加工効率の向上幅は、従来方法を採用した場合に生じ得る上述の問題を理由とした加工効率の低下幅を上回る。したがって、第２関連発明によれば、樹脂板とガラス板とを積層一体化させた積層体の切断面を、効率良く仕上げることができる。

【０１０９】

なお、第１段階にて実行される研削加工においては、研削工具の目詰まり、ひいてはこれに起因したガラス板の割れを可及的に防止する観点から言えば、ガラス板の切断面のみを加工するのが望ましい。しかしながら、樹脂板の切断面を一切研削することなく、ガラス板の切断面のみを研削することは容易ではなく、これを実現しようとすると、研削加工条件を極めて精密に管理・制御する必要があることから却って加工コストの増大を招来するおそれがある。そのため、研削加工が実行される第１段階では、樹脂板の切断面の少なくとも一部を未加工の状態で残すこととした。逆を言えば、第１段階で樹脂板の切断面の一部を研削することを許容した。これにより、第１段階における研削加工条件を緩和して、研削加工を迅速に実行することができる。但し、樹脂板の切断面の研削範囲は、樹脂板を研削することによっても、大きな樹脂カスが生成されない範囲、換言すると研削工具に目詰まりが生じない（生じ難い）範囲を限度とするのが肝要である。

【０１１０】

第１段階における研削加工は、研削工具を被加工面（ガラス板の切断面、あるいはガラス板の切断面および樹脂板の切断面の一部）に対して一定の接触力で接触させた状態で実

行する（進行させる）のが望ましい。

【０１１１】

このようにすれば、研削加工中に、ガラス板に過度の圧力が負荷され難くなるので、ガラス板が割れ難くなる。そのため、研削工具の送り速度を速めて、仕上げ工程に含まれる第１段階での加工効率を高めることができる。

【０１１２】

第１段階における研削加工を、研削面の面粗度（番手）が相互に異なる研削工具を使用して複数回実行するようにしても良い。

【０１１３】

このようにすれば、単一の研削工具を用いて第１段階を実行する場合に比べて、ガラス板の切断面を迅速に仕上げることが容易となる。具体例を挙げると、まず、研削面の面粗度が相対的に大きい（番手が相対的に小さい）第１の研削工具を用いて被加工面を粗研削し、その後、研削面の面粗度が相対的に小さい（番手が相対的に大きい）第２の研削工具を用いて被加工面を精密研削する。この場合、第１の研削工具を用いた研削加工で必要十分な研削量を確保しつつ、第２の研削工具を用いた研削加工段階で被加工面を精密仕上げすることができるので、被加工面を効率良く仕上げることができる。もちろん、第１段階における研削加工は、３種類以上の研削工具を使用して実行することもできる。

【０１１４】

第２段階では、切削加工により未加工の状態で残した樹脂板の切断面のみを加工することができる。

【０１１５】

切削加工は、いわゆるエンドミル等、隣り合う刃部の間隔が大きく、目詰まりが生じ難い加工工具を用いて実行されることから、加工工具の送り速度を速めて樹脂板の切断面を効率的に仕上げることができる。特に、切削工具の中でも、表面に保護皮膜が形成されていないいわゆるノンコート品は、刃部（刃先）が保護皮膜に覆われることなく鋭利な状態で露出していることから、いわゆるコート品に比べて樹脂に対する切れ味が良い。したがって、ノンコートの切削工具を用いて樹脂板の切断面を加工するようにすれば、樹脂板の切断面の仕上げ加工を特に効率的に行い得る。

【０１１６】

上記した第２関連発明に係る加工方法は、ガラス板の一枚あたりの厚みが０．０１ｍｍ以上０．７ｍｍ以下の積層体の切断面を仕上げる際の加工方法として特に好適である。このような薄板のガラス板は、特に割れや欠損等が生じ易いからである。

【０１１７】

また、上記した第２関連発明に係る加工方法は、ガラス板の一枚あたりの厚みが樹脂板の厚みよりも小さい積層体の切断面を仕上げる際の加工方法としても好適である。上記した従来方法の問題点は、相対的に厚肉の樹脂板と相対的に薄肉のガラス板とを積層一体化させた積層体の切断面を仕上げるときに一層顕著に現れるからである。

【０１１８】

以下、第２関連発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【０１１９】

まず、図２３（ａ）を参照しながら、第２関連発明に係る加工方法の適用対象である積層体１の構成について詳述する。同図に示す積層体１は、樹脂板２の両面にガラス板４をそれぞれ積層一体化したものである。ガラス板４の何れか一方又は双方は、接着層を介して樹脂板２と積層一体化させても良いが、図示例のように接着層を省略する場合には、例えば溶着により樹脂板２とガラス板４とが積層一体化される。

【０１２０】

樹脂板２としては、厚み０．０１ｍｍ以上１０ｍｍ以下のものが使用され、積層体１をタッチパネルの保護カバーに用いる場合には、厚み０．１ｍｍ以上３ｍｍ以下の樹脂板２が好適に使用される。ここでは厚み０．７ｍｍの樹脂板２を使用している。樹脂板２の材質としては、例えば、上記で説明した樹脂板の材質が同様に適用できる。

【０１２１】
ガラス板４としては、厚み０．０１ｍｍ以上０．７ｍｍ以下のものが使用される。積層体１をタッチパネルのカバー材に用いる場合には、厚み０．０１ｍｍ以上０．５ｍｍ以下のものが一層好適に使用され、厚み０．０１ｍｍ以上０．３ｍｍ以下のものがより一層好適に使用される。ガラス板４としては、樹脂板２よりも薄板のものが使用され、ここでは、厚み０．１ｍｍのガラス板４を使用している。樹脂板２の両側のガラス板４は、その厚みが相互に異なるものとされる場合もある。ガラス板４の組成としては、例えば、上記で説明したガラス板の組成が同様に適用できる。
【０１２２】
接着層を設ける場合、その厚みは０．０１～２．０ｍｍ程度とされる。積層体１をタッチパネルのカバー材に用いる場合、接着層の厚みは０．０１ｍｍ以上０．３ｍｍ以下とするのが好ましく、０．０１ｍｍ以上０．１ｍｍ以下とするのが一層好ましい。接着層の材質としては、例えば、上記で説明した接着層の材質が同様に適用できる。
【０１２３】
以上の構成を有する積層体１は、レーザー溶断やウォータージェット切断等の切断処理が実行される切断工程を経て所定形状・寸法に切り出されたものであり、切断工程により形成された切断面１ｂを有する。図２３（ａ）中の拡大図に示すように、積層体１の切断面１ｂを構成する上側のガラス板４の切断面４ｂは、微小な凹凸が連続した粗面となっており、かつ無数のクラックＣＲを有する。なお、詳細な図示は省略しているが、下側のガラス板４の切断面４ｂは、上側のガラス板４の切断面４ｂと同様の面性状を有する。また、同様に図示は省略しているが、樹脂板２の切断面２ｂは、微小な凹凸が連続した粗面となっている。
【０１２４】
第２関連発明に係る加工方法は、切断工程で上記のような粗面に形成された積層体１の切断面１ｂを（所定精度に）仕上げる仕上げ工程の構成に特徴があり、大まかに述べると、該仕上げ工程が、ガラス板４の切断面４ｂを仕上げる第１段階と、樹脂板２の切断面２ｂを仕上げる第２段階とを有する点に特徴がある。以下、図２３（ｂ），（ｃ）を参照しながら、ガラス板４の切断面４ｂを仕上げる第１段階について詳述し、これに続いて図２４（ａ），（ｂ）を参照しながら、樹脂板２の切断面２ｂを仕上げる第２段階について詳述する。
【０１２５】
図２３（ｂ），（ｃ）は、積層体１の切断面１ｂを仕上げるための仕上げ工程に含まれる第１段階を概念的に示している。この第１段階では、研削加工によりガラス板４の切断面４ｂが加工され（仕上げられ）、かつ、樹脂板２の切断面２ｂの少なくとも一部が未加工の状態で残される。具体的には、所定姿勢に保持された積層体１に対し、積層体１の切断面１ｂの厚み方向両端部、すなわちガラス板４の切断面４ｂを同時研削可能な断面Ｖ字状の研削面１１を有する研削工具１０を回転させながら接近移動させ、研削工具１０の研削面１１をガラス板４の切断面４ｂに押し付けて切断面４ｂ（切断面４ｂを含むガラス板４の端部）を研削する。この研削加工は、切断面４ｂに含まれる微小な凹凸やクラックＣＲ等が略完全に除去される程度にガラス板４の端部が切除されるまで継続される。ガラス板４端部の切除寸法は、積層体１を切断するために採用した切断方法やガラス板４の厚み等によっても異なるが、例えば切断面４ｂを基準として１００～３００μｍ程度とされる。この研削加工により、本実施形態においては、樹脂板２の切断面２ｂの一部（切断面２ｂの厚み方向両端部）も加工される［図２３（ｃ）を参照］。したがって、この研削加工が完了すると、ガラス板４の切断面４ｂが図２３（ｃ）に示すようなテーパ状の平滑面４ｃに加工され、かつ、樹脂板２の切断面２ｂの厚み方向中央領域が未加工の状態で残される。
【０１２６】
上記した第１段階における研削加工は、研削工具１０と被加工面（ガラス板４の切断面４ｂおよび樹脂板２の切断面２ｂの厚み方向両端部）とを一定の接触力で接触させた状態

で徐々に研削が進行する、いわゆる定圧研削として実行されることが好ましい。研削加工中にガラス板４に過度の圧力が負荷されることによってガラス板４に割れ等の不具合が生じるのを可及的に防止するためである。逆を言えば、定圧研削を採用することによって研削加工に伴うガラス板４の割れ等を可及的に防止することができれば、研削工具１０の送り速度を速めて、ガラス板４の切断面４ｂの仕上げ加工効率を高めることができる。

【０１２７】

また、この研削加工は、図２３（ｃ）に示すように、樹脂板２の切断面２ｂと研削工具１０の研削面１１の底部との間に間隙Ｃが設けられた状態で進行する。研削加工に伴って生成される切屑を加工点の外側に円滑に排出可能とし、研削精度が低下したり、ガラス板４が割れたりするのを可及的に防止するためである。

【０１２８】

上記した研削加工によって、積層体１の切断面１ｂが上記態様に仕上げられると、積層体１は、仕上げ工程の第２段階に移送される。第２段階では、切削加工により、未加工の状態で残された切断面２ｂのみが加工される。より具体的には、図２４（ａ），（ｂ）に示すように、未加工の状態で残された切断面２ｂを含む樹脂板２の端部を仕上げ予定線ＦＬに沿って切除する（図２４（ａ）中にクロスハッチングで示す領域を切除する）ことにより、樹脂板２の切断面２ｂが厚み方向に延びた平滑面２ｃに仕上げられる。この切削加工は、エンドミル等の切削工具を用いて実行され、切削工具としては表面に保護皮膜が形成されていないノンコート品が好適に使用される。ノンコート品は、刃部（刃先）が保護皮膜に覆われることなく鋭利な状態で露出していることから、表面に保護皮膜が形成されたコート品に比べて樹脂に対する切れ味が良好なため、樹脂板２の切断面２ｂを特に効率的に加工し得るからである。なお、図２４に示す状態の仕上げ予定線ＦＬを、樹脂板２の切断面２ｂ側にずらし、切削後にガラス板４の平滑面４ｃよりも、樹脂板２の平滑面２ｃが突出するようにしてもよい（図１５を参照）。

【０１２９】

以上のようにして、樹脂板２の切断面２ｂが平滑面２ｃに仕上げられると、積層体１の切断面１ｂを仕上げる仕上げ工程が完了する。

【０１３０】

上記したように、第２関連発明では、積層体１の切断面１ｂを仕上げる際に、まず研削加工によってガラス板４の切断面４ｂを加工し、かつ、樹脂板２の切断面２ｂの一部を未加工の状態で残す第１段階を実行するようにした。このようにすれば、ガラス板４の切断面４ｂ（切断面４ｂを含む端部）を研削するときに、大きな樹脂カスが生成され難くなることに加え、樹脂板２がガラス板４のバックアップ材として機能するので、ガラス板４の切断面４ｂに研削工具１０を押し付けた際にガラス板４が撓み難くなる。特に、本実施形態のように、樹脂板２が各ガラス板４よりも相対的に厚肉である場合にかかる効果が顕著に得られる。したがって、ガラス板４の切断面４ｂに研削加工を施す際には、研削工具１０の送り速度を速めてガラス板４の仕上げ加工効率を高めつつ、ガラス板４に割れや欠損等の不具合が生じるのを可及的に防止することができる。

【０１３１】

また、仕上げ工程に含まれる第１段階後の第２段階において、未加工の状態で残した樹脂板２の切断面２ｂのみを加工するようにすれば、樹脂の仕上げ加工に適した加工方法を選択使用することができるので、樹脂板２の切断面２ｂを効率良く所定精度に仕上げることができる。具体的には、切削加工で樹脂板２の切断面２ｂを所定精度に仕上げるようにした。切削加工は、エンドミル等、隣り合う刃部の間隔が大きく、目詰まりが生じ難い加工工具を用いて実行される関係上、加工工具の送り速度を速めて樹脂板２の切断面２ｂの仕上げ加工を効率的に行い得る。

【０１３２】

以上で述べたように、第２関連発明においては、一段階でも完了させ得る積層体１の切断面１ｂの仕上げ加工を、あえて二段階に分けて実行するようにした。そのため、一見すると積層体１の切断面１ｂの仕上げに要する手間やコストが増大するとも考えられるが、

第２関連発明を採用することにより奏される加工効率の向上幅は、一段階で積層体１の切断面１ｂを仕上げようとした場合に生じ得る問題を理由とした加工効率の低下幅を上回る。したがって、第２関連発明によれば、樹脂板２とガラス板４とを積層一体化させた積層体１の切断面１ｂを、効率良く仕上げることができる。

【０１３３】

なお、第１段階にて実行される研削加工においては、研削工具１０の研削面１１の目詰まり、ひいてはこれに起因したガラス板４の割れを可及的に防止する観点から言えば、ガラス板４の切断面４ｂのみを加工するのが望ましい。しかしながら、積層体１の厚みに寸法公差が設定等されているのが通例であるから、樹脂板２の切断面２ｂを一切研削することなく、ガラス板４の切断面４ｂのみを研削しようとすると、研削加工の条件（研削工具１０の送り量や姿勢等）を極めて精密に管理・制御する必要が生じ、加工コストを却って増大させるおそれがある。この点、第２関連発明においては、研削加工が実行される第１段階において、樹脂板２の切断面２ｂの少なくとも一部を未加工の状態で残すこととした。逆を言えば、第１段階で樹脂板２の切断面２ｂの一部を研削することを許容した。そのため、第１段階における研削加工条件を緩和して、研削加工を迅速に実行することができる。

【０１３４】

以上、第２関連発明の一実施形態に係る積層体１の加工方法について説明を行ったが、第２関連発明に係る積層体１の加工方法には、第２関連発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

【０１３５】

例えば、仕上げ工程に含まれる第１段階でガラス板４の切断面４ｂを仕上げる際に使用する研削工具１０としては、図２５（ａ）に示すようにテーパ状の研削面１２を有するものを使用することもできるし、図２５（ｂ）に示すように円盤状の研削面１３を有するものを使用することもできる。図２５（ａ），（ｂ）に示すような研削工具１０を用いる場合、上側のガラス板４の切断面４ｂを仕上げる仕上げ加工と、下側のガラス板４の切断面４ｂを仕上げる仕上げ加工とを個別に実行する必要があるが、研削加工に伴って生成される切屑の排出性を、上述した実施形態に比べて高めることができる分、研削工具１０の送り速度を速めて、各ガラス板４を効率的に仕上げることができる。図２５（ａ），（ｂ）に示すような研削工具１０を用いる場合においても、ガラス板４の切断面４ｂを仕上げるための研削加工は、研削工具１０とガラス板４とを一定の接触力で接触させた状態で行う、いわゆる定圧研削として実行するのが望ましい。

【０１３６】

また、仕上げ工程に含まれる第１段階では、研削加工を、研削面の面粗度（番手）が相互に異なる研削工具１０を使用して複数回実行するようにしても良い。図示は省略するが、研削面の面粗度が相互に異なる３種類の研削工具を使用する場合を例にとると、まず、研削面の面粗度が最も大きい研削工具１０（例えば１２０番手の研削面を有する研削工具１０）を用いてガラス板４の端部を粗研削し、次いで研削面の面粗度が２番目に大きい研削工具１０（例えば４００番手の研削面を有する研削工具１０）を用いてガラス板４の端部を大まかに仕上げ、最後に研削面の面粗度が最も小さい研削工具１０（例えば１０００番手の研削面を有する研削工具１０）を用いてガラス板４の端部を精密仕上げする。このようにすれば、図２３（ｂ），（ｃ）を参照して説明したように、単一の研削工具１０でガラス板４の切断面４ｂを仕上げる場合に比べて、ガラス板４の切断面４ｂを迅速に仕上げ易くなる。

【０１３７】

また、仕上げ工程に含まれる第２段階で採用し得る加工方法は切削加工に限定されるものではなく、第１段階と同様に研削加工を採用しても良い。第２関連発明の構成上、第２段階ではガラス板４の切断面４ｂが加工されることがないので、第２段階で樹脂板２の切断面２ｂを研削するのに伴って研削工具の目詰まりに起因して大きな樹脂カスが発生しても、この樹脂カスによるガラス板４の割れは可及的に防止することができるからである。

【０１３８】
また、積層体１の切断面１ｂの仕上げ態様、すなわちガラス板４の切断面４ｂおよび樹脂板２の切断面２ｂの仕上げ態様も、上記した実施形態に限定されるものではなく任意に変更することができる。例えば、仕上げ工程に含まれる第１段階では、図２６（ａ）に示すように、ガラス板４の切断面４ｂを含む端部を断面矩形状に研削する（ガラス板４のうち同図中にクロスハッチングで示す部分を研削する）ことにより、切断面４ｂを積層体１の厚み方向と平行な平滑面４ｃに仕上げる［図２６（ｂ）参照］。その後、第２段階において、樹脂板２の切断面２ｂを含む端部を図２６（ｂ）中に示す仕上げ予定線ＦＬに至って切削加工で切除する（樹脂板２のうち同図中にクロスハッチングで示す部分を切削加工で切除する）ことにより、図２６（ｃ）に示すように、ガラス板４の切断面４ｂを積層体１の厚み方向と平行な平滑面４ｃに仕上げると共に、樹脂板２の切断面２ｂを積層体１の厚み方向と平行な平滑面２ｃに仕上げることもできる。
【０１３９】
以上では、樹脂板２の両面にガラス板４を積層一体化させた積層体１の切断面１ｂを仕上げる際に第２関連発明に係る加工方法を適用する場合について説明したが、第２関連発明に係る加工方法は、樹脂板２の両面のいずれか一方にのみガラス板を積層一体化させた積層体１の切断面１ｂを仕上げる際にも好ましく適用することができる。図２７（ａ）～（ｃ）は、その一例として、樹脂板２の表面（上面）にのみガラス板４を積層一体化させた積層体１の切断面１ｂを仕上げる様子を模式的に示している。
【０１４０】
まず、図２７（ａ）に示す第１段階において、ガラス板４の切断面４ｂを含む端部に研削加工を施し、同図中クロスハッチングで示す部分を研削することによって、ガラス板４の切断面４ｂを図２７（ｂ）に示すようなテーパ状の平滑面４ｃに仕上げる。次いで、図２７（ｂ）に示す第２段階において、樹脂板２の切断面２ｂを含む端部に切削加工を施し、同図中クロスハッチングで示す部分を切削加工で切除する（樹脂板２の端部を仕上げ予定線ＦＬに至って切削加工で切除する）ことにより、樹脂板２の切断面２ｂを、積層体１の厚み方向に沿った平坦面と、積層体１の厚み方向に対して傾斜したテーパ面とが連続した平滑面２ｃに仕上げる。
【０１４１】
＜第３関連発明＞
本発明の第３関連発明は、ガラス板や、ガラス板と樹脂板とを積層一体化した積層体などに代表される脆性板状物の切断方法に関するものであり、例えば、上記の第２関連発明で説明した切断工程などに適用される。
【０１４２】
すなわち、本願発明者等が、脆性板状物の一例として、樹脂板の両面にガラス板を積層一体化した積層体をレーザー溶断してみたところ、製品部を構成するガラス板の切断端面にマイクロクラック等の微小欠陥が形成される場合があった。このような不具合は、樹脂板の片面のみにガラス板を積層一体化させた積層体や、単体のガラス板をレーザー溶断する際にも同様に生じ、特に、厚みが数百μｍ以下程度にまで薄板化されたガラス板（あるいは、このガラス板を含む積層体）をレーザー溶断した際には、微小欠陥の形成頻度が一層増大した。そこで、本願発明者は鋭意研究を重ね、その結果、レーザー溶断の実行中における脆性板状物の支持態様が適当でない場合、特に、脆性板状物のうち、製品部（となる領域）よりも非製品部（となる領域）の方が僅かなりとも高位置にある場合に、製品部の切断端面に微小欠陥が形成され易いことが判明した。その概要を図２８に基づいて説明する。
【０１４３】
図２８（ａ）は、樹脂板１０１の両面にガラス板１０２を積層一体化させてなる積層体１００を、レーザー溶断によって製品部１００ａと非製品部１００ｂとに分割する直前の状態を模式的に示している。積層体１００は、その下方側に配置された支持部材１１０により横姿勢で支持されている。支持部材１１０は、製品部１００ａ（となる領域）および

非製品部１００ｂ（となる領域）をそれぞれ支持（接触支持）可能な第１支持部１１１および第２支持部１１２を備えているが、第２支持部１１２の支持面の一部又は全部が、第１支持部１１１の支持面よりも僅かに上方に位置しており、製品部１００ａの下面と第１支持部１１１の支持面との間に微小隙間が形成される領域が存在する。そして、この微小隙間が、特にレーザー溶断の完了点を含む領域に存在すると、レーザー溶断が完了する直前（図２８（ｂ）参照）に、積層体１００の製品部１００ａがその自重等によって上記の微小隙間の隙間幅分だけ落下し、下側のガラス板１０２が強制的に折り割られてしまう。これにより、製品部１００ａを構成する下側のガラス板１０２にマイクロクラック等の微小欠陥１２０が形成され、最悪の場合には、微小欠陥１２０に起因して、製品部１００ａを構成する下側のガラス板１０２が割れてしまう。

【０１４４】

上記したような問題は、いわゆるレーザー割断によって脆性板状物としての単体のガラス板を製品部と非製品部とに分割する場合にも同様に生じ得る。

【０１４５】

そこで、第３関連発明では、切断予定線に沿ってレーザーを照射することで脆性板状物を製品部と非製品部とに分割する際における脆性板状物の支持態様を最適化し、これにより、脆性板状物を製品部と非製品部とに分割するのに伴って、製品部の端面等に微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することを技術的課題とする。

【０１４６】

上記課題を達成するための第１の技術手段として、支持部材により下方側から横姿勢で支持された脆性板状物の切断予定線に沿ってレーザーを照射して切断予定線を切断することにより、脆性板状物を製品部と非製品部とに分割する切断装置であって、支持部材が、製品部および非製品部をそれぞれ支持可能な第１および第２支持部を有するものにおいて、第１支持部の支持面が、第２支持部の支持面よりも上方に位置していることを特徴とする脆性板状物の切断装置を提供する。

【０１４７】

このように、支持部材に設けた第１および第２支持部のうち、第１支持部の支持面を、第２支持部の支持面よりも上方に位置させたことにより、製品部（となる領域）を非製品部（となる領域）よりも常時上方に位置させた状態でレーザーの照射、すなわち切断予定線の切断作業を進行・完了させることができる。そのため、切断予定線の切断完了直前段階で製品部が非製品部よりも下方に位置していることに起因して、製品部の切断端面（切断予定線が切断され、脆性板状物が切断予定線を境界として製品部と非製品部とに分割されるのに伴って形成される端面。以下同様。）にマイクロクラック等の微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することができる。

【０１４８】

なお、両支持部の支持面を同一高さに設ければ、第１支持部の支持面が、第２支持部の支持面よりも下方に位置している場合に比べると、製品部の切断端面に微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減し得る。しかしながら、支持部材製作時の加工誤差を完全に排除することは容易ではなく、加工誤差を完全に排除して両支持部の支持面高さが同一の支持部材を得ようとすると、支持部材の製作に多大な手間とコストを要する。また、レーザーの照射熱等により支持部材の各部が熱変形し、切断処理の実行中に両支持部の支持面間で微小な高低差が生じることもあり得る。さらに、両支持部の支持面高さを同一に設定した場合には、上記の微小欠陥が製品部の切断端面に発生するか、非製品部の切断端面に発生するかが定かではない。これに対し、上記第３関連発明の構成であれば、上記の微小欠陥が確実に非製品部の切断端面に発生し、これらの問題を可及的に解消することができるので、支持部材の製作コスト上、および製品品質上有利となる。

【０１４９】

上記構成において、第１支持部の支持面は、第２支持部の支持面よりも０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下の範囲で上方に位置させることができる。

【０１５０】

製品部を非製品部よりも上方に位置させた状態で切断予定線の切断を完了させるようにすれば、上記のとおり、製品部の切断端面に微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することができる。しかしながら、両支持面間の高低差があまりに小さいと、支持部材製作時の加工誤差の影響により、および／またはレーザー照射に伴う支持部の熱変形により、第１支持部の支持面の一部又は全部が第２支持部の支持面よりも下方に位置してしまう可能性があることも否定できない。そのため、第１支持部の支持面を、第２支持部の支持面よりも０．０１ｍｍ以上上方に位置させるようにしておけば、この高低差で支持部材製作時の加工誤差やレーザー照射に伴う支持部の熱変形量を吸収することができる。一方、第１支持部の支持面の方が、第２支持部の支持面よりも０．２ｍｍを超えて上方に位置するような場合には、非製品部の自重による垂れ下がり量が大きくなり、その曲げ応力によって製品部に微小欠陥が形成される（さらには製品部が割れる）可能性がある。以上のことから、第１支持部の支持面は、第２支持部の支持面よりも０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下の範囲で上方に位置させるのが望ましい。

【０１５１】

上記構成の切断装置は、第１支持部と第２支持部の少なくとも一方を、昇降移動させる昇降移動機構をさらに備えるものとすることができる。

【０１５２】

このような構成とすれば、切断予定線の切断処理実行中における両支持部の支持面高さを調整することが可能となるので、脆性板状物の各部を最適な姿勢に保持した状態で切断予定線の切断を進行・完了させることが容易となる。

【０１５３】

上記の切断装置は、脆性板状物が、樹脂板の両面の少なくとも一方にガラス板を積層一体化させた積層体である場合に好ましく使用することができる。特に、ガラス板として、一枚あたりの厚みが０．０１ｍｍ以上１．０ｍｍ以下のものが使用され、樹脂板として、その厚みが０．０１ｍｍ以上１０ｍｍ以下のものが使用された積層体を製品部と非製品部とに分割する際に好ましく使用することができる。

【０１５４】

また、上記の切断装置は、脆性板状物がガラス板である場合にも好ましく使用することができる。特に、ガラス板として、その厚みが０．０１ｍｍ以上１．０ｍｍ以下のものを製品部と非製品部とに分割する際に好ましく使用することができる。

【０１５５】

また、上記目的を達成するための第２の技術手段として、支持部材により下方側から横姿勢で支持された脆性板状物の切断予定線に沿ってレーザーを照射して切断予定線を切断することにより、切断予定線を境界として脆性板状物を製品部と非製品部とに分割する切断方法において、少なくとも切断予定線の切断が完了する直前に、製品部を非製品部よりも上方に位置させ、その状態で切断予定線の切断を完了させることを特徴とする脆性板状物の切断方法を提供する。

【０１５６】

このような切断方法によれば、上記した第１の技術手段（脆性板状物の切断装置）を採用する場合と同様の作用効果が得られる。

【０１５７】

上記構成において、切断予定線の切断開始後、切断予定線の切断が完了する直前までの間、製品部および非製品部を同一高さに位置させることができる。

【０１５８】

このようにすれば、製品部および非製品部を同一平面内に位置させた状態で切断予定線の切断を進行させることができるので、製品部又は非製品部の自重による垂れ下がりに起因した微小欠陥の形成確率を可及的に低減することができる。

【０１５９】

上記構成は、レーザーの照射熱で切断予定線を溶融除去することにより切断予定線を切断する場合、すなわち、いわゆるレーザー溶断により脆性板状物を製品部と非製品部とに

分割する場合に特に好適に採用し得る。

【０１６０】

以上に示すように、第３関連発明によれば、切断予定線に沿ってレーザーを照射することで脆性板状物を製品部と非製品部とに分割する際における脆性板状物の支持態様を最適化し、これにより、脆性板状物を製品部と非製品部とに分割するのに伴って、製品部の切断端面に微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することができる。

【０１６１】

以下、第３関連発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【０１６２】

図２９（ａ）に第３関連発明の一実施形態に係る切断装置２０の概略平面図を示し、図２９（ｂ）に同切断装置２０の部分概略断面図（図２９（ａ）中のＸ－Ｘ線矢視概略断面図）を示す。この切断装置２０は、樹脂板の両面の少なくとも一方にガラス板を積層一体化させた積層体、あるいは単体のガラス板などの脆性板状物Ａを切断する際に使用されるものであり、より詳しくは、図２９（ａ），（ｂ）に示すように、横姿勢の脆性板状物Ａの切断予定線ＣＬに沿って上方からレーザーＬＢを照射し、レーザーＬＢの照射熱で切断予定線ＣＬを順次溶融除去するいわゆるレーザー溶断により、切断予定線ＣＬを境界として脆性板状物Ａを製品部と非製品部とに分離・分割する際に使用される。ここでは、図２９（ｃ）にも示すように、全体として平面視略矩形状をなし、脆性板状物Ａとしての積層体１から製品部Ｍを長方形状に切り抜くことにより、積層体１を、長方形状の製品部Ｍと中抜き矩形状の非製品部Ｎとに分割する際に使用する切断装置２０について例示する。なお、この長方形状の製品部Ｍは、例えば携帯用電子デバイスに組み込まれるタッチパネルのカバー材（保護カバー）に用いられるものである。

【０１６３】

まず、切断対象である脆性板状物Ａとしての積層体１の構成について詳述する。図２９（ｂ）に示すように、積層体１は、樹脂板２の両面に接着層３を介してガラス板４をそれぞれ積層一体化したものである。接着層３は省略しても良く、接着層３を省略する場合には、例えば溶着により樹脂板２とガラス板４とを積層一体化することができる。

【０１６４】

樹脂板２としては、厚み０．０１ｍｍ以上１０ｍｍ以下のものが使用されるが、積層体１の製品部Ｍをタッチパネルの保護カバーに用いる場合には、厚み０．１ｍｍ以上３ｍｍ以下の樹脂板２が好適に使用される。ここでは厚み０．７ｍｍの樹脂板２を使用している。なお、樹脂板２の材質としては、例えば、上記で説明した樹脂板の材質が同様に適用できる。

【０１６５】

ガラス板４としては、厚み０．０１ｍｍ以上１．０ｍｍ以下のものが使用可能で、積層体１の製品部Ｍをタッチパネルのカバー材に用いる場合には、厚み０．０１ｍｍ以上０．７ｍｍ以下のものが一層好適に使用され、厚み０．０１ｍｍ以上０．３ｍｍ以下のものがより一層好適に使用される。ここでは、厚み０．１ｍｍのガラス板４を使用している。樹脂板２の両面に積層一体化されるガラス板４は、その厚みが相互に同じものであっても、相互に異なるものであっても良い。ガラス板４の組成としては、例えば、上記で説明したガラス板の組成が同様に適用できる。

【０１６６】

接着層３は、厚み０．０１～２．０ｍｍ程度であり、積層体１の製品部Ｍをタッチパネルのカバー材に用いる場合には、厚み０．０１ｍｍ以上０．３ｍｍ以下とするのが好ましく、厚み０．０１ｍｍ以上０．１ｍｍ以下とするのが一層好ましい。接着層３の材質としては、例えば、上記で説明した接着層の材質が同様に適用できる。

【０１６７】

次に、切断装置２０の構成について詳述する。図２９（ｂ）に示すように、切断装置２０は、積層体１の上方に配置されたレーザー照射装置２１およびガス噴射ノズル２２と、積層体１の下方に配置された支持部材２３とを主要な構成として備え、レーザー照射装置

２１およびガス噴射ノズル２２と、支持部材２３とは水平面に沿う方向に相対移動可能とされている。

【０１６８】

レーザー照射装置２１は、例えば、炭酸ガスレーザーやＹＡＧレーザーなどに代表されるレーザーＬＢの発生源であるレーザー発振器の他、集光レンズなどの光学部品を主要な構成として備え、積層体１の切断予定線ＣＬに向けて略垂直にレーザーＬＢを照射する。レーザーＬＢは、連続光であっても良いしパルス光であっても良い。

【０１６９】

レーザー照射装置２１から照射されたレーザーＬＢの焦点は、積層体１中に合わせることが好ましい。この場合、焦点のレーザーＬＢの入射側（上面側）からの距離は、積層体１の総厚みの５０％超９０％以下（特に、６０％以上８０％以下）の範囲内に設定することが好ましい。このようにすれば、レーザーの焦点位置が、レーザー入射側のガラス板と反対側のガラス板（反入射側ガラス板という。）側に偏ることから、溶断時の溶融異物等によってレーザーの熱量が伝わり難くなる反入射側ガラス板側にも十分に熱量が伝わり、反入射側ガラス板も正確に切断することができる。ここで、レーザーの焦点位置を総厚みの９０％以下と上限値を設けた理由は、この上限値を超えると、逆に入射側ガラス板側へレーザーの熱量が伝わり難くなって、切断不良の原因となり得るためである。なお、溶融異物とは、積層体１を構成するガラス板４や樹脂板２が溶断されるのに伴って発生するドロス等の異物を意味し、溶融状態にあるもの、固化状態にあるものの双方を含む。

【０１７０】

ガス噴射ノズル２２は、積層体１の切断予定線ＣＬにレーザーＬＢを照射するのに伴って積層体１の切断（溶断）部位で発生する溶融異物を吹き飛ばすために、積層体１のうち、レーザーＬＢの被照射部に向けてアシストガスＡＧを噴射するものである。本実施形態では、積層体１の製品部Ｍとなる側の上方位置にガス噴射ノズル２２が配置されており、アシストガスＡＧが製品部Ｍとなる側の上方位置からレーザーＬＢの被照射部に向けて斜めに噴射される。これにより、積層体１の溶断部位で発生した溶融異物は、アシストガスＡＧによって非製品部Ｎ側へ吹き飛ばされる。そのため、製品部Ｍの切断端面等に溶融異物が付着し、製品部Ｍに形状不良が生じるような事態が可及的に防止される。使用可能なアシストガスＡＧの種類は特に限定されず、例えば、酸素ガス、水蒸気、二酸化炭素ガス、窒素ガス、アルゴンガス等、公知のガスが単独でもしくは複数種混合して使用される。アシストガスＡＧは熱風として噴射しても良い。

【０１７１】

なお、ガス噴射ノズル２２の配置態様、すなわちアシストガスＡＧの噴射態様は上記形態に限定されるものではない。例えば、切断予定線ＣＬの真上にガス噴射ノズル２２を配置し、レーザーＬＢの被照射部に対して略垂直にアシストガスＡＧを噴射するようにしても良い。また、ガス噴射ノズル２２は必要に応じて設ければ足り、必ずしも設ける必要はない。

【０１７２】

支持部材２３は、切断すべき積層体１を下方側から横姿勢で支持するための部材であって、長方形状の製品部Ｍ（となる領域）を支持可能な第１支持部２５と、中抜き矩形状の非製品部Ｎ（となる領域）を支持可能な第２支持部２６とを有し、両支持部２５，２６は、積層体１の切断予定線ＣＬ、換言するとレーザーＬＢの照射軌道に沿って設けられた溝部２４により区分されている。溝部２４は、積層体１を突き抜けたレーザーＬＢが積層体１の下面の至近距離で反射して積層体１の下面に再入射することにより、積層体１（特に製品部Ｍ）の切断端面に不要な照射熱を与え、これによって切断端面の残留歪が増大したり切断端面に微小欠陥が発生したりするのを可及的に防止するために設けられた部位である。

【０１７３】

図２９（ｂ）に示すように、第１支持部２５は、その支持面２５ａが、第２支持部２６の支持面２６ａよりも僅かに上方に位置するように形成されており、したがって、両支持

面２５ａ，２６ａ間には僅かな高低差δ２が存在する。ここでは、第２支持部２６と略同一厚みに形成された基部２５'の上面に、設けるべき高低差δ２の値に対応した厚みのスペーサ２７を積層一体化させることにより、両支持部２５，２６の支持面２５ａ，２６ａ間に高低差δ２を設けている。すなわち、本実施形態では、基部２５'とその上面に積層一体化されたスペーサ２７とで第１支持部２５を構成している。両支持面２５ａ，２６ａ間の高低差δ２は０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下（０．０１ｍｍ≦δ２≦０．２ｍｍ）に設定されるが、高低差δ２の数値範囲をこのように設定した理由については後に詳述する。使用可能なスペーサ２７に特段の限定はなく、例えば、樹脂、ゴムまたは金属製のシム板や、テープ材などを使用することができる。スペーサ２７は、一枚のシム板等で構成しても良いし、シム板等を複数枚積層させて構成しても良い。

【０１７４】

なお、両支持部２５，２６の支持面２５ａ，２６ａ間に所定の高低差δ２が設けられた支持部材２３を得るための手段は上記のものに限定されるわけではない。すなわち、支持部材２３は、図３０（ａ）に示すように、支持部材２３を保持するためのベース部材２８の上面に、設けるべき高低差δ２に対応した肉厚差を有する板材２９，３０を貼り付けたものとしても良いし、図３０（ｂ）に示すように、レーザーＬＢの照射軌道（切断予定線ＣＬ）に沿った溝部２４を有する板材３１を準備し、この板材３１の所定領域（第２支持部２６となる領域。同図中クロスハッチングで示す領域）を旋削加工等で削り取ることによって形成されたものとしても良い。但し、図３０（ｂ）に示す構成では、図２９（ｂ）や図３０（ａ）に示した構成に比べて支持部材２３の製作に手間を要することから、支持部材２３としては、図２８（ｂ）や図２９（ａ）に示すものが好ましい。

【０１７５】

図示は省略するが、当該切断装置２０には、積層体１を支持部材２３に吸着するための吸着手段をさらに設けても良い。このような吸着手段を設け、積層体１を支持部材２３に吸着した状態で切断予定線ＣＬの切断処理（溶融除去）を順次実行するようにすれば、積層体１が支持部材２３に対して相対移動するのを可及的に防止することができる。これにより、切断精度を向上し、高品質の製品部Ｍを得ることができる。

【０１７６】

第３関連発明の一実施形態に係る切断装置２０は以上の構成を有し、次のようにして、支持部材２３により下方側から横姿勢で支持された積層体１を、切断予定線ＣＬを境界として製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割する。まず、レーザー照射装置２１およびガス噴射ノズル２２と支持部材２３とを相対移動させながらレーザー照射装置２１から積層体１（の切断予定線ＣＬ）に向けてレーザーＬＢを照射することにより、レーザーＬＢの照射熱で積層体１の切断予定線ＣＬを順次溶融除去する。このとき、積層体１のうち、レーザーＬＢの被照射部に向けてガス噴射ノズル２２からアシストガスＡＧを噴射し、レーザーＬＢが照射されるのに伴って形成された溶融異物を非製品部Ｎ側に吹き飛ばす。

【０１７７】

レーザー照射装置２１およびガス噴射ノズル２２と支持部材２３とは、切断予定線ＣＬ（の一部領域）に向けて照射したレーザーＬＢが積層体１の下面を突き抜ける毎に相対移動させるようにしても良いし、積層体１の切断予定線ＣＬの一部領域が所定厚み溶融除去される毎に相対移動させても良い。すなわち、切断予定線ＣＬの切断は、レーザーＬＢを積層体１の切断予定線ＣＬに沿って一周走査させることで完了させるようにしても良いし、レーザーＬＢを積層体１の切断予定線ＣＬに沿って複数周走査させることで完了させるようにしても良い。そして、切断予定線ＣＬが全て溶融除去されることで切断予定線ＣＬの切断が完了すると、積層体１は、図２９（ｃ）に示すように、切断予定線ＣＬを境界として長方形状の製品部Ｍと中抜き矩形状の非製品部Ｎとに分割される。

【０１７８】

そして、本実施形態では、以上のようにして積層体１を製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割する際に使用する切断装置２０として、製品部Ｍを支持する第１支持部２５の支持面２５ａが、第２支持部２６の支持面２６ａよりも上方に位置した支持部材２３を備えたものを

使用した。これにより、製品部Ｍ（となる領域）を非製品部Ｎ（となる領域）よりも常時上方に位置させた状態で切断予定線ＣＬの切断（ここでは溶融除去）を進行・完了させることができる。そのため、切断予定線ＣＬの切断完了直前段階で、製品部Ｍが非製品部Ｎよりも下方に位置していることに起因して、製品部Ｍを構成するガラス板４（特に下側のガラス板４）の切断端面にマイクロクラック等の微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することができる。すなわち、このようにすれば、積層体１の切断（レーザ溶断）完了直前段階で非製品部Ｎが脱落等し、積層体１を構成する下側のガラス板４が強制的に折り割られた場合でも、マイクロクラック等の微小欠陥は、製品部Ｍではなく非製品部Ｎの切断端面に形成されるからである。

【０１７９】

特に、厚みが０．０１ｍｍ以上０．３ｍｍ以下程度にまで薄板化されたガラス板４（本実施形態では厚み０．１ｍｍのガラス板４）を含む積層体１を、切断予定線ＣＬを境界として製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割するような場合には、切断予定線ＣＬの切断完了直前段階で積層体１を構成するガラス板４（特に下側のガラス板４）が強制的に折り割られ易いため、第３関連発明に係る切断装置２０は極めて有益である。

【０１８０】

なお、製品部Ｍを非製品部Ｎよりも上方に位置させた状態で切断予定線ＣＬの切断（溶融除去）を完了させるようにすれば、上記のとおり、製品部Ｍの切断端面に微小欠陥が形成される可能性を可及的に低減することができる。しかしながら、両支持面２５ａ，２６ａ間の高低差δ２があまりに小さいと、支持部材２３製作時の加工誤差の影響により、および／またはレーザーＬＢ照射に伴う両支持部２５，２６の少なくとも一方の熱変形により、第１支持部２５の支持面２５ａの一部又は全部が、第２支持部２６の支持面２６ａよりも下方に位置してしまう可能性があることも否定できない。これに対し、第１支持部２５の支持面２５ａを、第２支持部２６の支持面２６ａよりも０．０１ｍｍ以上上方に位置させるようにしておけば、両支持面２５ａ，２６ａ間の高低差δ２で支持部材２３製作時の加工誤差やレーザーＬＢ照射に伴う支持部２５，２６の熱変形量を吸収することができる。一方、第１支持部２５の支持面２５ａの方が、第２支持部２６の支持面２６ａよりも０．２ｍｍを超えて上方に位置するような場合には、非製品部Ｎの自重による垂れ下がり量が大きくなり、その曲げ応力によって製品部Ｍを構成するガラス板４の切断端面に微小欠陥が形成され易く、したがって製品部Ｍを構成するガラス板４が割れる可能性が高まる。

【０１８１】

以上のことから、本実施形態のように、第１支持部２５の支持面２５ａを、第２支持部２６の支持面２６ａよりも０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下の範囲で上方に位置させる（両支持面２５ａ，２６ａ間の高低差δ２を０．０１ｍｍ以上０．２ｍｍ以下に設定する）ようにすれば、高品質の製品部Ｍを安定的に得ることができる。

【０１８２】

以上、第３関連発明の一実施形態に係る脆性板状物Ａの切断装置２０および切断方法について説明を行ったが、切断装置２０（切断方法）には、第３関連発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

【０１８３】

例えば、上記した切断装置２０は、支持部材２３を構成する第１支持部２５および第２支持部２６の双方が固定的に設けられたものであるが、切断装置２０は、両支持部２５，２６の少なくとも一方を昇降移動させる昇降移動機構をさらに備えたものとすることもできる。このような構成とすれば、切断予定線ＣＬの切断処理実行中に、両支持部２５，２６の支持面２５ａ，２６ａ高さを任意に調整することが可能となるので、積層体１を最適な姿勢に保持した状態で切断予定線ＣＬの切断を進行・完了させることが容易となる。

【０１８４】

具体的には、例えば、図３１（ａ）に示すように、切断予定線ＣＬの切断開始後、切断予定線ＣＬの切断が完了する直前までの間、製品部Ｍおよび非製品部Ｎを同一高さに位置

させる。その後、図３１（ｂ）に示すように、切断予定線ＣＬの切断が完了する直前の状態にまで切断処理が進展したときに、第１支持部２５と第２支持部２６とを相対的に昇降移動させる（図示例では、第２支持部２６を下降移動させる）ことにより、製品部Ｍを非製品部Ｎよりも上方に位置させ、その状態で切断予定線ＣＬの切断を完了させる。

【０１８５】

このようにすれば、製品部Ｍおよび非製品部Ｎを同一平面内に位置させた状態で切断予定線ＣＬの切断処理を進行させることができるので、製品部Ｍ又は非製品部Ｎの自重による垂れ下がりに起因した微小欠陥の形成確率をも可及的に低減することができるという利点がある。

【０１８６】

もちろん、切断予定線ＣＬの切断が完了する直前ではなく、例えば切断予定線ＣＬの切断が全体の半分程度進行した時点で、第１支持部２５と第２支持部２６とを相対的に昇降移動させることによって第１支持部２５の支持面２５ａを第２支持部２６の支持面２６ａよりも上方に位置させ（製品部Ｍを非製品部Ｎよりも上方に位置させ）、その状態で切断予定線ＣＬの切断を完了させるようにしても構わない。要するに、切断予定線ＣＬの切断完了直前段階で第１支持部２５の支持面２５ａが第２支持部２６の支持面２６ａよりも上方に位置しており、その状態で切断予定線ＣＬの切断が完了するようになっていれば良い。

【０１８７】

以上では、脆性板状物Ａとしての積層体１を１枚の製品部Ｍと１枚の非製品部Ｎとに分割するために第３関連発明に係る切断装置２０および切断方法を用いる場合について説明を行ったが、第３関連発明に係る切断装置２０および切断方法は、図３２に示すように、複数（図示例では４つ）の切断予定線ＣＬを有する積層体１から複数枚（４枚）の製品部Ｍを切り抜き、積層体１を４枚の製品部Ｍと１枚の非製品部Ｎとに分割する際や、図３３に示すように、直線状の切断予定線ＣＬを有する積層体１にレーザーＬＢを照射して切断予定線ＣＬを切断することにより、切断予定線ＣＬを境界として積層体１を製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割するような場合にも好ましく適用することができる。

【０１８８】

また、以上では、脆性板状物Ａとして、樹脂板２の両面にガラス板４を積層一体化させた積層体１を、切断予定線ＣＬを境界として製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割する際に、第３関連発明を適用する場合について説明を行ったが、第３関連発明は、脆性板状物Ａとして、樹脂板２の両面の何れか一方にのみガラス板４を積層一体化させた積層体や、単体のガラス板を製品部Ｍと非製品部Ｎとに分割する際にも好ましく適用することができる。

【０１８９】

また、第３関連発明に係る切断装置２０および切断方法は、以上で説明したレーザー溶断を実行する場合のみならず、いわゆるレーザー割断を実行する場合にも好ましく使用することができる（図示省略）。

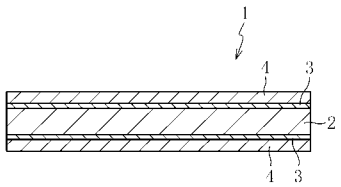
【符号の説明】

【０１９０】

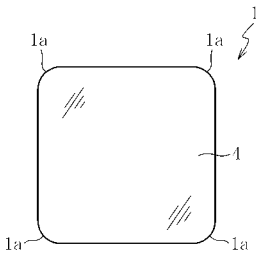
１　積層体
１ａ　コーナー部
２　樹脂板
２ａ　端面
３　接着層
４　ガラス板
４ａ　端面
５　凹部
５ａ　屈曲部
６　凸部
６ａ　屈曲部

7　　開口部
7ａ　　屈曲部
8　　保護テープ

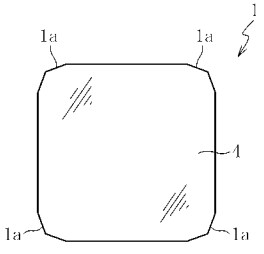
【図１】



【図２】



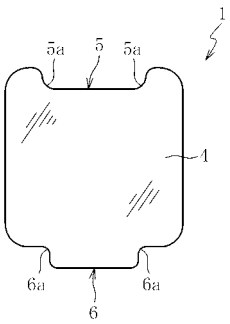
【図３】



【図４】

	実施例1	実施例2	比較例1
コーナー部の形状			
剥離	なし	なし	角部に発生

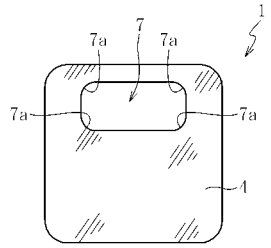
【図５】



【図６】

	実施例3	比較例2	比較例3
180°よりも大きい角部の形状			
割れ	なし	発生	発生

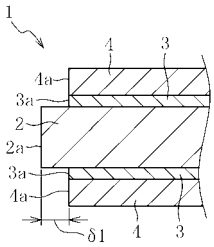
【図７】



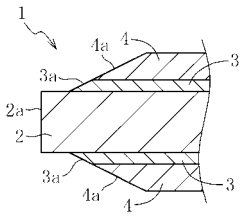
【図８】

	実施例4	実施例5	比較例4	比較例5
凹部の屈曲部の形状				
角部のRの曲率半径（mm）	2	5	－	－
割れ	なし	なし	発生	発生

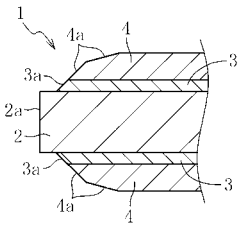
【図９】



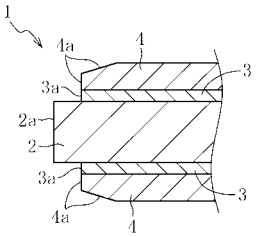
【図１０】



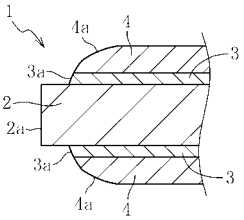
【図１１】



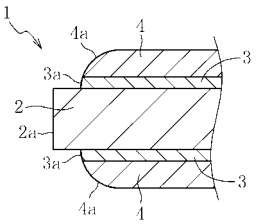
【図１２】



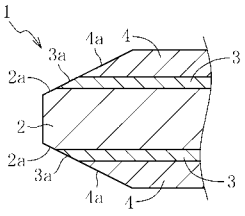
【図１３】



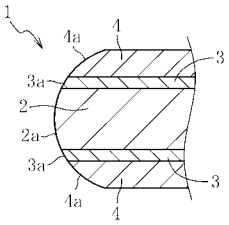
【図１４】



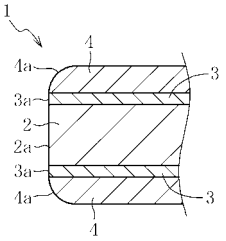
【図１５】



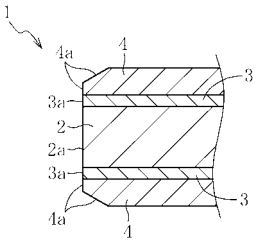
【図１６】



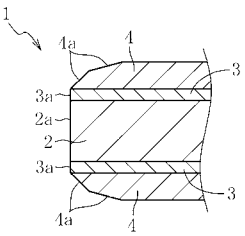
【図１７】



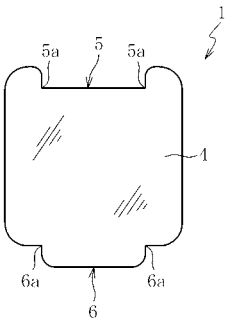
【図１８】



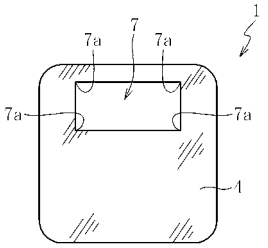
【図１９】



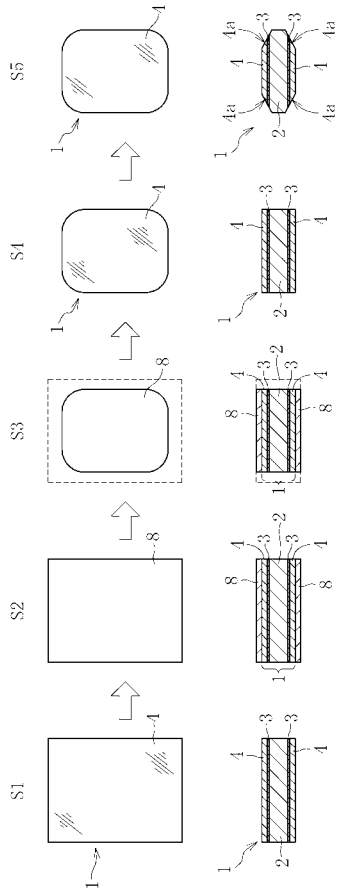
【図２０】



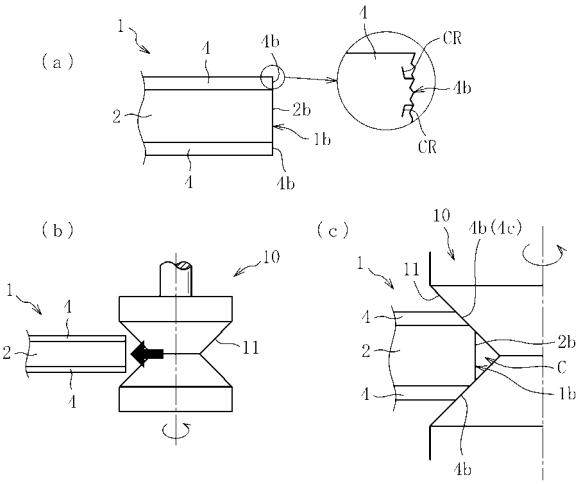
【図２１】



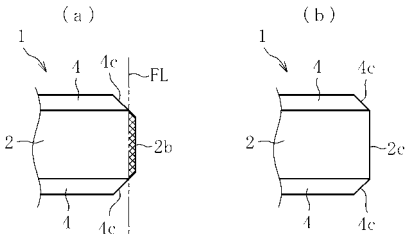
【図２２】



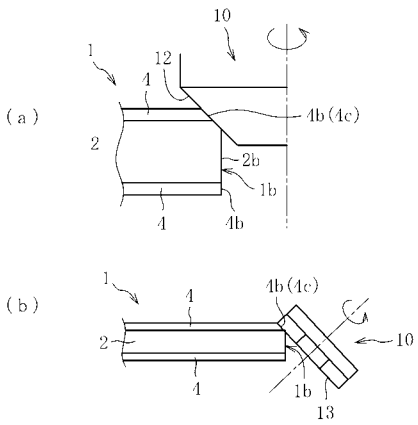
【図２３】



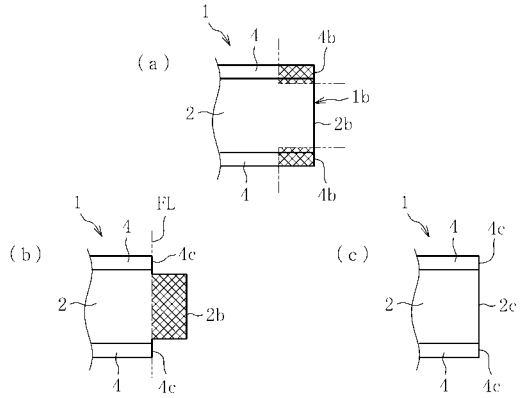
【図２４】



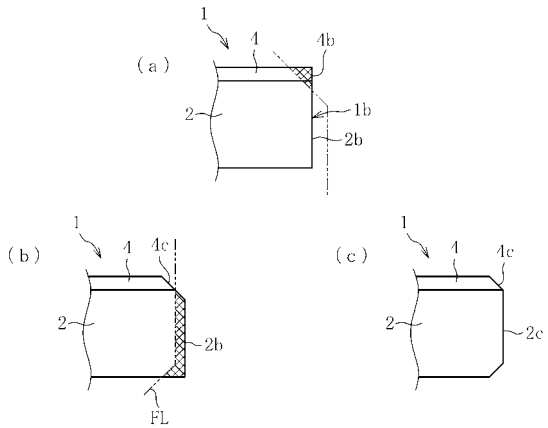
【図２５】



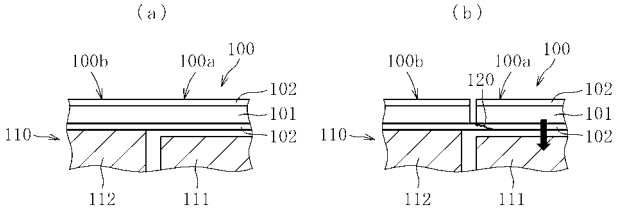
【図２６】



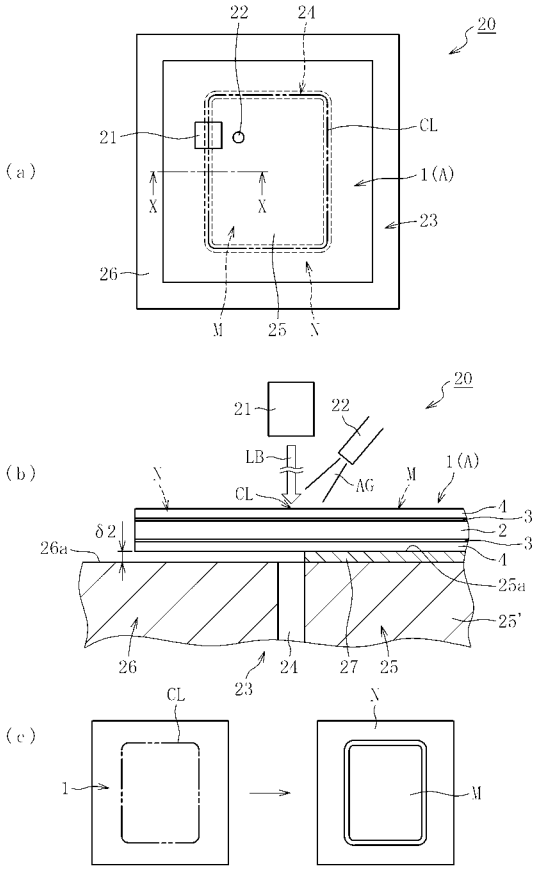
【図２７】



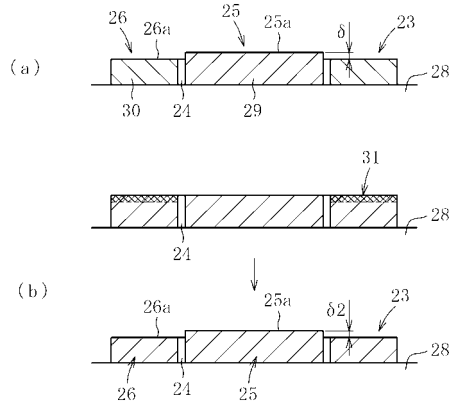
【図２８】



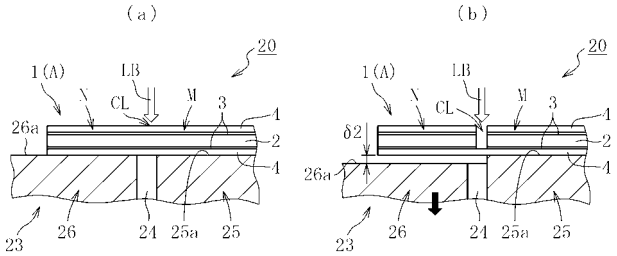
【図２９】



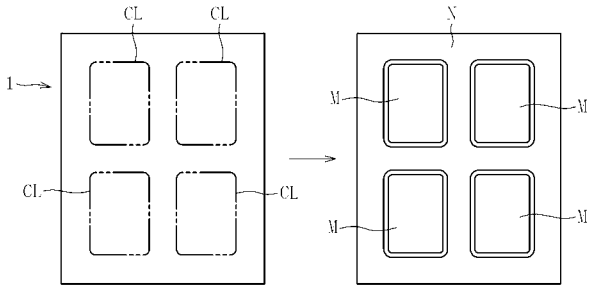
【図３０】



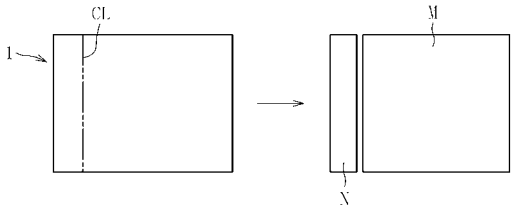
【図３１】



【図３２】



【図３３】



フロントページの続き

(72)発明者　野田　隆行
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号　日本電気硝子株式会社内
(72)発明者　森　弘樹
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号　日本電気硝子株式会社内
(72)発明者　江田　道治
滋賀県大津市晴嵐２丁目７番１号　日本電気硝子株式会社内

Ｆターム(参考) 4F100 AG00A AG00C AK01B DB04　DB13B DB15A DB15B DB15C DC11A DC11B
DC11C JL05　JL11