

(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2013-216513

(P2013-216513A)

(43) 公開日 平成25年10月24日(2013.10.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C O 3 B 33/09 (2006.01)</b>	C O 3 B 33/09	4 E 0 6 8
<b>B 2 3 K 26/00 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/00	D 4 G O 1 5
	B 2 3 K 26/00	G

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-86555 (P2012-86555)  
 (22) 出願日 平成24年4月5日 (2012.4.5)

(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  
 (72) 発明者 松本 保弘  
 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) 4E068 AD00 DB13  
 4G015 FA03 FA06 FB02 FC02 FC10

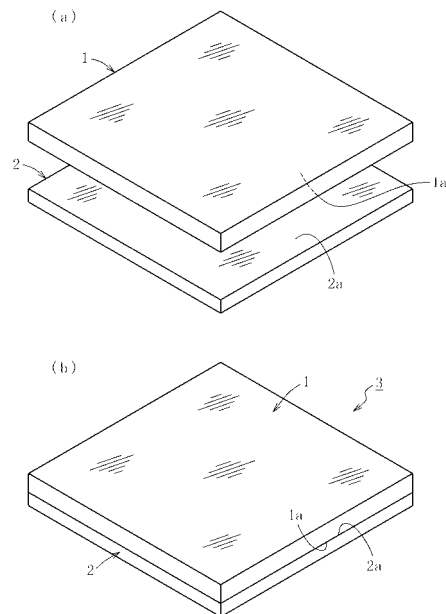
(54) 【発明の名称】 ガラスフィルムの切断方法及びガラスフィルム積層体

(57) 【要約】

【課題】厚みが200 μm以下のガラスフィルムに対して、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却により充分な熱応力を発生させて適正なスクライプラインを形成する。

【解決手段】厚みが200 μm以下のガラスフィルム1及びそれを支持する支持ガラス2を、それぞれ相互に接触する側の面1a、2aの表面粗さRaを2.0 nm以下として、その両面1a、2aを面接触させることによりガラスフィルム積層体3を作製する積層体作製工程の実行後に、該ガラスフィルム1に、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却により初期亀裂を進展させてスクライプライン17を形成するレーザースクライブ工程を実行する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

厚みが 200  $\mu\text{m}$  以下のガラスフィルムに、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却により初期亀裂を進展させてスクライプラインを形成するレーザースクライプ工程を有するガラスフィルムの切断方法であって、

前記ガラスフィルム及びそれを支持する支持ガラスを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さ  $R_a$  を 2.0 nm 以下として、その両面を面接触させることによりガラスフィルム積層体を作製する積層体作製工程を有し、該積層体作製工程の実行後に、前記レーザースクライプ工程を実行することを特徴とするガラスフィルムの切断方法。

**【請求項 2】**

前記レーザースクライプ工程の実行後に、前記スクライプラインが形成されたガラスフィルムを前記支持ガラスから剥離させる剥離工程と、剥離後の支持ガラスをスクライプラインに沿って折り割る折割工程とを実行することを特徴とする請求項 1 に記載のガラスフィルムの切断方法。

**【請求項 3】**

前記レーザースクライプ工程では、複数のスクライプラインが交差して形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガラスフィルムの切断方法。

**【請求項 4】**

前記ガラスフィルム積層体を構成している支持ガラスは、ガラスフィルムにスクライプラインが形成される予定の割断予定線に沿って延びるように配列されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載のガラスフィルムの切断方法。

**【請求項 5】**

前記ガラスフィルム積層体を構成している支持ガラスが、ガラスフィルムよりも薄肉であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れかに記載のガラスフィルムの切断方法。

**【請求項 6】**

厚みが 200  $\mu\text{m}$  以下のガラスフィルムと、それを支持する支持ガラスとを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さ  $R_a$  を 2.0 nm 以下として、その両面を面接触させて積層すると共に、

前記ガラスフィルム上には、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却により初期亀裂を進展させてなるスクライプラインが形成されており、

前記支持ガラスが、前記ガラスフィルムよりも薄肉であることを特徴とするガラスフィルム積層体。

**【請求項 7】**

厚みが 200  $\mu\text{m}$  以下のガラスフィルムと、それを支持する支持ガラスとを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さ  $R_a$  を 2.0 nm 以下として、その両面を面接触させて積層すると共に、

前記支持ガラスが、前記ガラスフィルムよりも薄肉であることを特徴とするガラスフィルム積層体。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガラスフィルムの切断方法及びガラスフィルム積層体に係り、詳しくは、厚みが 200  $\mu\text{m}$  以下のガラスフィルムに対して、適切にレーザースクライプするための技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

周知のように、液晶表示装置や有機 EL 表示装置に代表される表示装置、或いは、有機 EL 照明装置に代表される照明装置などの各種電子デバイスのパネル部や透光部さらにはこれらに類する部位には、薄型軽量化や使用態様の特異化等の観点から、従来よりも薄肉のガラス板の使用が推進されている。

10

20

30

40

50

## 【0003】

さらに、上記の表示装置や照明装置などの各種電子デバイスに組み込んで使用されるガラス板は、高い可撓性を有していることが必要とされるため、この種のガラス板として、近年においては、厚みが200 $\mu$ m以下のガラス板（ガラスフィルム）が開発されるに至っている。

## 【0004】

この種のガラスフィルムは、成形後に不要部分を切除などした略矩形のガラスフィルムを、各種電子デバイスの組み込み部等の大きさに対応する所定サイズに切断して分離することが行われる。この場合、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルム（例えばマザーガラスとしてのガラスフィルム）の切断及び分離は、どのような手法により行えばよいかという問題がある。

10

## 【0005】

ここで、例えば特許文献1には、移動しているガラス板に対して、レーザービームをスポット状に照射し、そのレーザービーム照射により加熱された領域を冷媒ジェットで冷却することにより、ガラス板に内部歪応力変化を生じさせてスクライプラインを形成する手法（レーザースクライブ）が開示されている。そして、このガラス板は、スクライプラインに沿って折り割ることにより、複数の所定サイズのガラス板に切断分離されることになる。

## 【0006】

この種の一般的なレーザースクライブについて詳述すると、図12に示すように、板ガラス30をその割断予定線31に沿うD1方向に移動させていく過程において、板ガラス30の割断予定線31上に、レーザービーム32による加熱領域33と、これに追従する水等の冷媒34による冷却領域35とを生成する。そして、この両領域33、35の温度差に起因して生じる熱応力によって、割断予定線31の始端部に形成された初期亀裂36を進展させ、これにより板ガラス30の割断予定線31上にスクライプライン37を形成するものである。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2001-58281号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、上述の特許文献1に開示されたレーザースクライブは、厚みが250 $\mu$ m程度を超えるようなガラス板に対しては有効に機能するが、上述のように厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムについては、従来の態様の下ではレーザースクライブを有効に活用できないという問題を招来していた。

## 【0009】

すなわち、前者のように厚みが大きなガラス板を対象とする場合には、図13(a)に示すように、板ガラス30の厚み方向に加熱領域33aと冷却領域35aとが生成されて、所要の熱応力（引張応力）が生じるため、スクライプライン37が適正に形成される。

40

## 【0010】

しかしながら、後者のように厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムを対象とする場合には、図13(b)に示すように、ガラスフィルム30xの厚み方向に、冷却領域35aが生成されるものの、加熱領域33aの生成が不十分になるため、所要の熱応力が発生せず、これに起因してスクライプラインを適正に形成できなくなる。

## 【0011】

以上のように、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムは、レーザーによる加熱とこれに追従する冷却とによって、厚み方向に対して十分な熱応力を発生させることができないため、当該ガラスフィルムに対する適正なスクライプラインの形成が困難或いは不可能と

50

なる。

【0012】

本発明は、レーザースクライブに関する以上の実情に対処するもので、厚みが200 μm以下のガラスフィルムに対して、レーザによる加熱及びこれに追従する冷却により十分な熱応力を発生させて適正なスクライブラインを形成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】

【0013】

上記技術的課題を解決するために創案された本発明に係る方法は、厚みが200 μm以下のガラスフィルムに、レーザによる加熱及びこれに追従する冷却により初期亀裂を進展させてスクライブラインを形成するレーザースクライブ工程を有するガラスフィルムの切断方法であって、前記ガラスフィルム及びそれを支持する支持ガラスを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さRaを2.0 nm以下として、その両面を面接触させることによりガラスフィルム積層体を作製する積層体作製工程を有し、該積層体作製工程の実行後に、前記レーザースクライブ工程を実行することに特徴づけられる。なお、上記の表面粗さRaは、SII社製の走査型プローブ顕微鏡(NanoNabil/S-Image)を使用して、走査エリア2000 nm、走査周波数0.95 Hz、走査データ数X:256 Y:256にて測定し、ガラスフィルム及び支持ガラスのそれぞれ相互に接触する側の面の中央部1点とコーナー部1点との計2点の平均値で表される。

【0014】

このような構成によれば、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さRaが2.0 nm以下とされたガラスフィルムと支持ガラスとが面接触(詳しくは直接面接触)して積層しているため、ガラスフィルムと支持ガラスとは、接着剤や粘着剤を使用せずとも、適切に密着した状態に維持される。そのため、厚みが200 μm以下のガラスフィルムにレーザによる加熱及びこれに追従する冷却を行った場合には、ガラスフィルムと支持ガラスとが密着により一体化されたと見做し得る積層体の厚み方向に、冷却領域と加熱領域とが生成される。換言すれば、ガラスフィルムの厚みの不足分が、支持ガラスの厚みによって補われた状態の下で、厚み方向に冷却領域と加熱領域とが生成されることになる。これにより、厚みが200 μm以下であっても、当該ガラスフィルムを含む積層体には、厚み方向に所要の熱応力(引張応力)が発生することになり、この熱応力によって、ガラスフィルムに適正なスクライブラインが形成される。なお、ガラスフィルムと支持ガラスとのトータル厚みつまりガラスフィルム積層体の厚みは、250 μm以上であることが好ましい。

【0015】

この場合、前記レーザースクライブ工程の実行後に、前記スクライブラインが形成されたガラスフィルムを前記支持ガラスから剥離させる剥離工程と、剥離後の支持ガラスをスクライブラインに沿って折り割る折割工程とを実行することが好ましい。

【0016】

このようにすれば、剥離工程で、スクライブラインが形成された状態にあるガラスフィルム、つまり未だ複数に分離されていないガラスフィルムを、支持ガラスから剥離させた後、折割工程で、そのガラスフィルムをスクライブラインに沿って折り割ることで、複数のガラスフィルムに切断分離される。したがって、ガラスフィルムを支持ガラスから剥離して複数に切断分離する過程においては、スクライブラインを構成している対向する両割断面同士が局部的に強く接触する事態及びこれに起因する局部的な応力集中によって割断面に欠けや割れ等が発生する事態、ひいては不良品が発生する事態を効果的に抑止することができる。また、ガラスフィルムと支持ガラスの間には、接着剤や粘着剤が介層されていないので、剥離後のガラスフィルムが汚染されるという事態も回避され、これにより清浄な状態で複数に分離された高品位のガラスフィルムを得ることができる。なお、支持ガラスからのガラスフィルムの剥離は、両者が面接触のみによって密着されていたものであるため、比較的容易に行うことができる。

【0017】

また、前記レーザースクライブ工程では、複数のスクライブラインを交差させて形成す

ることができる。

【0018】

このようにすれば、交差すべき一方のスクライプラインが形成された後、他方のスクライプラインを形成していく過程では、他方のスクライプラインが一方のスクライプラインを通過する際に、その通過箇所ですべて途切れることなく連続して他方のスクライプラインが形成されていく。これは、一方のスクライプラインが形成されている場合に、そのスクライプラインを構成している対向する両割断面は、分子間では分離しているものの実質的には接触していると見做せることによるものと考えられる。このような現象が生じる理由の是非はともかく、本発明者が実験を繰り返し行った結果、一方のスクライプラインが形成された後に他方のスクライプラインが交差して通過する際には、その通過箇所ですべて途切れることなく連続して他方のスクライプラインが形成されていくことが判明している。これにより、一方のスクライプラインにおける他方のスクライプラインが通過する始端部に初期亀裂を形成しておく必要がなくなると、初期亀裂の形成位置は、ガラスフィルムの周端部のみとすることができるため、初期亀裂形成作業の容易化が図られる。そして、このように交差する複数のスクライプラインが形成されたガラスフィルムは、支持ガラスから剥離した後、各スクライプラインに沿って折り割りが行われるため、各スクライプラインにおける対向する両割断面同士が局部的に強く接触する事態及びこれに起因する応力集中により欠けや割れ等が発生する事態を未然に防止して、良好な切断分離を円滑に行うことが可能となる。

10

【0019】

さらに、前記ガラスフィルム積層体を構成している支持ガラスは、ガラスフィルムにスクライプラインが形成される予定の割断予定線に沿って延びるように配列されていてもよい。

20

【0020】

このようにすれば、支持ガラスは、割断予定線に沿って延びる箇所のみでガラスフィルムと面接触することになるため、ガラスフィルムと支持ガラスとの接触面の面積が狭くなる。これにより、両ガラスを全面に亘って接触させて積層するような場合に比して、積層体作製工程の実行時にガラスフィルムが局部的に支持ガラスから浮き上がってシワを生じるといった事態を回避できる。その結果、この浮き上がり由来して、ガラスフィルムに歪が発生する確率を低減することが可能となる。また、レーザースクライブ工程を完了した後には、ガラスフィルムを支持ガラスから剥離させる場合には、ガラスフィルムを剥がしやすくなる。さらに、ガラスフィルムを支持ガラスから剥離させた後に、支持ガラスの洗浄や乾燥を行ったり、異物の残留の有無を検査したりする場合には、これらの作業に要する時間や手間を軽減することが可能となる。

30

【0021】

加えて、前記ガラスフィルム積層体を構成している支持ガラスを、ガラスフィルムよりも薄肉にすることができる。

【0022】

このようにすれば、廃棄処分される支持ガラスをガラスフィルムよりも厚肉にするることによる無駄をなくすことができると共に、ガラスフィルム積層体の軽量化を図ることができ、且つ、良好なハンドリング性を得ることも可能となる。そして、このように支持ガラスをガラスフィルムよりも薄肉にして、ガラスフィルムに対してレーザーによる加熱及びこれに追従する冷却を行った場合には、ガラスフィルム積層体の厚み方向に冷却領域と加熱領域とが適度に生成されて、スクライプラインをより適正に形成する上で有利となる。詳述すると、ガラスフィルムにスクライプラインを形成する場合には、ガラスフィルムをフルボディ切断する場合のような大きな熱応力が不要であることに鑑みれば、支持ガラスをガラスフィルムよりも薄肉にした方が、熱応力の発生が抑えられて有利になるものと考えられる。なお、このようにする場合には、支持ガラスの厚みを、50  $\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。

40

【0023】

50

一方、上記技術的課題を解決するために創案された本発明に係るガラスフィルム積層体は、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムと、それを支持する支持ガラスとを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さRaを2.0nm以下として、その両面を面接触させて積層すると共に、前記ガラスフィルム上には、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却により初期亀裂を進展させてなるスクライプラインが形成されており、前記支持ガラスが、前記ガラスフィルムよりも薄肉であることに特徴づけられる。

#### 【0024】

このような構成によれば、廃棄処分される支持ガラスがガラスフィルムよりも厚肉であることによる無駄をなくすことができると共に、ガラスフィルム積層体の軽量化を図ることができ、且つ、良好なハンドリング性を得ることも可能となる。しかも、ガラスフィルム積層体を作製し且つスクライプラインを形成する工程と、剥離及び折り割りする工程とが、別々の工場等で行われる場合には、スクライプラインが形成された大量のガラスフィルム積層体を梱包するなどして輸送する必要がある。その場合においては、梱包作業の容易化や、一個の梱包体に積み込むガラスフィルム積層体の増量化、ひいては輸送効率の向上が図られる。そして、このような構成のガラスフィルム積層体によれば、既に述べた理由により、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムに対して適正なスクライプラインが形成されていることになる。

10

#### 【0025】

また、上記技術的課題を解決するために創案された本発明に係るガラスフィルム積層体は、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムと、それを支持する支持ガラスとを、それぞれ相互に接触する側の面の表面粗さRaを2.0nm以下として、その両面を面接触させて積層すると共に、前記支持ガラスが、前記ガラスフィルムよりも薄肉であることことに特徴づけられる。この場合、前記ガラスフィルムは、後工程でスクライプラインが形成されるべきものであってもよく、或いはフルボディ切断されるべきものや膜形成処理などの製造関連処理が施されるべきものであってもよい。

20

#### 【0026】

このような構成によれば、上述の場合と同様に、廃棄処分される支持ガラスがガラスフィルムよりも厚肉であることによる無駄をなくすことができると共に、ガラスフィルム積層体の軽量化を図ることができ、且つ、良好なハンドリング性を得ることも可能となる。そして、この場合には、ガラスフィルム積層体を作製する工程と、スクライプラインなどの製造関連処理を行う工程とが、別々の工場等で行われる場合に、梱包及び輸送に関する上述の効果が有効に発揮される。

30

#### 【発明の効果】

#### 【0027】

以上のように本発明によれば、厚みが200 $\mu$ m以下のガラスフィルムが支持ガラスに適切に密着しているため、当該ガラスフィルムに対して、レーザーによる加熱及びこれに追従する冷却を行った場合には、ガラスフィルムと支持ガラスとが一体化されたと思われ得る積層体の厚み方向に十分な熱応力が発生することになり、これによりガラスフィルムに適正なスクライプラインを形成することが可能となる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0028】

【図1】図1(a)は、本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における積層体作製工程の実施状況を示す概略斜視図であり、図1(b)は、本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における積層体作製工程で得られたガラスフィルム積層体を示す概略斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における積層体作製工程で得られた他のガラスフィルム積層体を示す概略斜視図である。

【図3】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法におけるレーザースクライブ工程の実施状況を示す概略斜視図である。

【図4】図4(a)は、本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法におけるレー

50

ザースクライブ工程の実施状況を示す概略平面図であり、図4(b)は、図4(a)のC-C断面図(及びD-D断面図)である。

【図5】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法におけるレーザースクライブ工程の実施状況を示す概略平面図である。

【図6】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法におけるレーザースクライブ工程で得られたガラスフィルム積層体を示す概略斜視図である。

【図7】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における剥離工程の実施状況を示す概略斜視図である。

【図8】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における折割工程の実施状況を示す概略斜視図である。

【図9】本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における積層体作製工程で得られた他のガラスフィルム積層体を示す概略斜視図である。

【図10】本発明の実施例における曲げ試験の実施状況を示す概略側面図である。

【図11】従来の問題点を示す概略斜視図である。

【図12】従来一般的なガラス板の切断方法におけるレーザースクライブ工程の実施状況を示す概略斜視図である。

【図13】図13(a)は、従来一般的なガラス板の切断方法におけるレーザースクライブ工程の実施状況を示す拡大縦断側面図であり、図13(b)は、従来問題点を示すガラスフィルムの拡大縦断側面図であり、図13(c)は、従来問題点を示すガラス基板フィルムの部分概略平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法及びガラスフィルム積層体を添付図面を参照して説明する。なお、図1～図9は、本発明の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法(以下、単に切断方法という)の実施状況を示す斜視図である。

【0030】

図1は、本発明の実施形態に係る切断方法における積層体作製工程の実施状況を例示したものである。この積層体作製工程では、図1(a)に示すように、厚みが $200\mu\text{m}$ 以下の略矩形のガラスフィルム1と、これよりも厚みが小さく同一面積で同一形状のフィルム状の支持ガラス2とを面接触させることのみにより、図1(b)に示すガラスフィルム積層体3(以下、単に積層体3という)が得られる。この場合、ガラスフィルム1及び支持ガラス2は、それぞれの一辺の長さが、 $100\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ であり、ガラスフィルム1の接触面1aの表面粗さ $R_a$ が、 $2.0\text{nm}$ 以下であると共に、支持ガラス2の接触面2aの表面粗さ $R_a$ も、 $2.0\text{nm}$ 以下である。そして、この積層体3の厚みは、 $250\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、また支持ガラス2の厚みは、 $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。なお、積層体3は、図2に示すように、ガラスフィルム1の面積を、支持ガラス2の面積よりも小さくして、支持ガラス2の全周縁(または一辺周縁もしくは二辺周縁)がガラスフィルム1から食み出すようにしてもよい。この場合、ガラスフィルム1と支持ガラス2との材質は、同種であってもよく、異種であってもよい。

【0031】

ここで、上記のガラスフィルム1と支持ガラス2との面接触による密着力について説明すると、ガラスフィルム1の接触面1aと支持ガラス2の接触面2aとを面接触させた場合には、両接触面1a、2aの表面粗さ $R_a$ が $2.0\text{nm}$ 以下とされていることにより、一方の接触面が僅かにプラスに帯電し且つ他方の接触面が僅かにマイナスに帯電し、これに起因して両接触面1a、2a同士が引き合う現象(所謂水素結合)が生じていることによるものと考えられる。この場合、両接触面1a、2aの温度が、 $250$ 程度を超えると、両接触面1a、2a間に共有結合が生じて、ガラスフィルム1と支持ガラス2とを剥離させることができなくなるが、上記のように水素結合である場合には、両者1、2を剥離させることができる。

【0032】

10

20

30

40

50

図3は、本発明の実施形態に係る切断方法におけるレーザースクライブ工程の実施状況を例示したものである。同図に示すように、レーザースクライブ工程で使用されるスクライブ刻設装置4は、積層体3を水平姿勢で支持して第一方向(A-A方向)及びこれに直交する第二方向(B-B方向)に移動させる図外の支持台と、この支持台上に載置された積層体3のガラスフィルム1をレーザースクライブするスクライブ手段5とを備える。この場合、積層体3のガラスフィルム1は、第一方向に沿う複数本(図例では2本)の第一割断予定線6と、第二方向に沿う複数本(図例では2本)の第二割断予定線7とを有する。そして、スクライブ手段5は、積層体3が第一方向(または第二方向)に移動していく過程において、ガラスフィルム1の第一割断予定線6上(または第二割断予定線7上)にレーザービーム8を照射して加熱領域9を生成するレーザー照射装置10と、レーザービーム8による加熱に追従して冷却流体12を供給して冷却領域13を生成する流体供給装置14とから構成される。

10

20

30

40

50

#### 【0033】

このようなスクライブ刻設装置4の構成によれば、図3に示す矢印A1方向に積層体3が移動することにより、レーザービーム8による加熱領域9及びこれに追従する冷却流体12による冷却領域13が、ガラスフィルム1の第一割断予定線6上を始端側から移動していく。この移動時においては、両領域9、13の温度差に起因して生じる熱応力によって、第一割断予定線6の始端位置15に形成された初期亀裂16が進展し、これによりガラスフィルム1の第一割断予定線6上にスクライブライン17が形成されていく。このような動作を、支持台を適宜移動させると共に、レーザー照射装置10及び流体供給装置14の方向性を適宜変更させながら行うことによって、全ての第一割断予定線6上及び第二割断予定線7上にスクライブライン17が形成される。このような動作が行われている間は、ガラスフィルム1と支持ガラス2との面接触による密着力によって、両者1、2が剥離したり或いは面に沿う方向に相対移動することはない。

#### 【0034】

この場合、図4(a)に示すように、ガラスフィルム1の第一割断予定線6上(第二割断予定線7上も同様)の始端位置15から終端位置18までの中間位置19における厚み方向の温度分布と、第一割断予定線6上の終端位置18における厚み方向の温度分布とは、若干の程度の差はあるものの、何れも、図4(b)に示すように、冷却領域13aと加熱領域9aとが、ガラスフィルム1から支持ガラス2に亘って形成されている。このような現象が生じるのは、ガラスフィルム1と支持ガラス2とが面接触により密着して、一体化された状態になっているものと見做せることに由来している。特に、図4(a)に示すように、ガラスフィルム1における第一割断予定線6上の終端位置18では、面に沿う方向において、冷却領域13が存在するものの、加熱領域9が存在しなくなる。その時点においては、この加熱領域9が存在しなくなるまでの間に、積層体3の厚み方向に生成されていた加熱領域9aが、ガラスフィルム1における上記の終端位置18でも依然として積層体3の厚み方向に残存しているため、積層体3の厚み方向全体については、図4(b)に示すように、冷却領域13aと加熱領域9aとが生成されている。したがって、両割断予定線6、7上の何れの位置においても、所要の熱応力(引張応力)が発生し、これによりガラスフィルム1の表面における第一方向(第二方向も同様)の全長に亘って適正なスクライブライン17が形成される。そして、本実施形態では、支持ガラス2の厚みがガラスフィルム1の厚みよりも小さいため、発生する熱応力は、適度に抑えられることになり、これによりガラスフィルム1をフルボディ切断するのではなく、スクライブライン17を形成するに留める上で、有利に働くことになる。

#### 【0035】

さらに、図5に示すように、第一割断予定線6に沿うスクライブライン17(この段落では、第一スクライブライン17aという)が形成された後、第二割断予定線7に沿うスクライブライン17(この段落では、第二スクライブライン17bという)を形成していく過程では、第二スクライブライン17bが第一スクライブライン17aを通過する際に、その通過箇所20で途切れることなく連続して第二スクライブライン17bが形成され



ていく。これは、第一スクライプライン 17 a が形成されている状態の下では、その第一スクライプライン 17 a を構成している対向する両割断面 17 a a、17 a b が、分子間では分離しているものの実質的には接触していると見做せることによるものと考えられる。したがって、第一スクライプライン 17 a における第二スクライプライン 17 b が通過する始端部 21 に初期亀裂を形成しておく必要がなくなり、初期亀裂形成作業の容易化が図られる。そして、このような動作が完了することにより、図 6 に示すように、全てのスクライプライン 17 (17 a、17 b) が形成された積層体 3 を得る。

#### 【0036】

図 7 は、本発明の実施形態に係る切断方法における剥離工程の実施状況を例示したものである。同図に示すように、この剥離工程では、全てのスクライプライン 17 (17 a、17 b) が形成されたガラスフィルム 1 を、そのままの状態、面接触による密着力を開放させることにより支持ガラス 2 から剥離させる。このガラスフィルム 1 と支持ガラス 2 との面接触による密着力の開放は、例えば、両者 1、2 の面接触部に空気が導入されるように外力を加えることによって、面接触状態が解除されることになり、これにより両者 1、2 を容易に剥離させることができる。このように、両者 1、2 を容易に剥離させることができるのは、レーザースクライブ工程では、両者 1、2 間に共有結合が生じる程まで温度が上昇せず、水素結合が生じる状態に維持されていることに由来すると考えられる。そして、このようにスクライプライン 17 (17 a、17 b) が形成されているに留まるガラスフィルム 1 を、そのままの状態、支持ガラス 2 から剥離させることによって、以下のような利点を楽しむことができる。すなわち、例えば、図 11 に示すように、ガラスフィルム 1 を第一割断予定線及び第二割断予定線に沿ってフルボディ切断した場合には、切断後の個々の小片ガラスフィルム 1 x を支持ガラス 2 から剥離させる際に、隣接する小片ガラスフィルム 1 x の端縁同士が局部的に強く接触して損傷する等の事態を招き、不良品の発生にもつながることになる。しかしながら、スクライプライン 17 (17 a、17 b) が形成されているに留まるガラスフィルム 1 を、支持ガラス 2 から剥離させる場合には、このような不具合は生じ得ない。

#### 【0037】

図 8 は、本発明の実施形態に係る切断方法における折割工程の実施状況を例示したものである。同図に示すように、この折割工程では、支持ガラス 2 から剥離させたガラスフィルム 1 をスクライプライン 17 (17 a、17 b) に沿って折り割ることにより、複数 (図例では 9 個) の小片ガラスフィルム 1 c に分離される。ここで、ガラスフィルム 1 の折り割り手法としては、周知の自動折り割り装置を使用してもよく、或いは手動によって行ってもよい、このガラスフィルム 1 の折り割り時においても、隣接する小片ガラスフィルム 1 c の端縁同士が局部的に強く接触することはないので、小片ガラスフィルム 1 c の損傷や不良品の発生が確実に防止される。

#### 【0038】

以上のように、ガラスフィルム 1 と支持ガラス 2 とを面接触させて積層体 3 を形成し、その積層体 3 のガラスフィルム 1 上にスクライプライン 17 (17 a、17 b) を形成した後、ガラスフィルム 1 を支持ガラス 2 から剥離させて、複数の小片ガラスフィルム 1 c に分離させる過程においては、積層体 3 が以下に述べる 2 種の態様で梱包輸送される。すなわち、第 1 の態様は、積層体作製工程と、その後の工程 (レーザースクライブ工程、剥離工程及び折割工程) とが、別々の工場等で行われる場合である。この場合には、図 1 (b) または図 2 に示すように、ガラスフィルム 1 と支持ガラス 2 とを面接触により密着させた積層体 3、つまりスクライプラインが未だ形成されていないガラスフィルム 1 と支持ガラス 2 との積層体 3 を複数作製し、これら複数の積層体 3 を、梱包材等を使用して 1 つの梱包体とした上で別の工場等まで輸送する。この輸送時には、各積層体 3 のガラスフィルム 1 と支持ガラス 2 とが剥離することはない。そして、輸送後においては、別の工場等で、既述のレーザースクライブ工程、剥離工程及び折割工程が実行される。また、第 2 の態様は、積層体作製工程及びレーザースクライブ工程と、剥離工程及び折割工程とが、別々の工場等で行われる場合である。この場合には、図 6 に示すように、ガラスフィルム 1

10

20

30

40

50

にスクライプライン17(17a、17b)が形成された積層体3を複数作製し、これら複数の積層体3を、梱包材等を使用して1つの梱包体とした上で別の工場等まで輸送する。この輸送時にも、各積層体3のガラスフィルム1と支持ガラス2とが剥離することはない。そして、輸送後においては、別の工場等で、既述の剥離工程及び折割工程が実行される。

#### 【0039】

以上のような事が行われることにより、積層体作製工程で、それぞれの接触面1a、1bの表面粗さRaが2.0nm以下とされたガラスフィルム1と支持ガラス2とが面接触(詳しくは直接面接触)して積層しているため、ガラスフィルム1と支持ガラス2とは、接着剤や粘着剤を使用せずとも、適切に密着した状態に維持される。そのため、ガラスフィルム1にレーザービーム8による加熱及びこれに追従する冷却流体12による冷却を行った場合には、ガラスフィルム1と支持ガラス2とが一体化されたと見做し得る積層体3の厚み方向に、冷却領域13aと加熱領域9aとが生成される。換言すれば、ガラスフィルム1の厚みの不足分が、支持ガラス2の厚みによって補われた状態の下で、厚み方向に冷却領域13aと加熱領域9aとが生成されることになる。これにより、厚みが200μm以下のガラスフィルム1であっても、このガラスフィルム1を含む積層体3の厚み方向には、所要の熱応力(引張応力)が発生することになるため、この熱応力によって、ガラスフィルム1に適正なスクライプライン17(17a、17b)が形成される。

10

#### 【0040】

しかも、積層体作製工程及びレーザースクライプ工程の後の剥離工程では、スクライプライン17(17a、17b)が形成された状態にあるガラスフィルム1、つまり未だ複数に分離されていないガラスフィルム1を、支持ガラス2から剥離させるため、この剥離時に、ガラスフィルム1に傷が付く等の損傷を招く要因がなくなり、不良品の発生を効果的に回避することができる。また、ガラスフィルム1と支持ガラス2との間には、接着剤や粘着剤が介層されていないので、剥離後のガラスフィルム1が汚染されるという事態も生じなくなり、清浄な状態で複数に分離された高品位の小片ガラスフィルム1cを得ることができる。

20

#### 【0041】

加えて、図1(b)及び図2に示す積層体3は、支持ガラス2の厚みがガラスフィルム1の厚みよりも小さいため、ガラスフィルム1に発生する熱応力が適度に低減されてスクライプライン17(17a、17b)を形成するに留める上で有利になると共に、廃棄処分される支持ガラス2が厚肉であることによる無駄をなくすことができ、且つ、積層体3の軽量化やコンパクト化さらにはハンドリング性向上にも寄与することが可能となる。また、これらの積層体3は、ハンドリング性向上等に起因して輸送時における梱包作業の容易化が図られるのみならず、軽量化やコンパクト化に起因して積載効率や輸送効率の向上も図られる。

30

#### 【0042】

図9は、本発明の他の実施形態に係るガラスフィルムの切断方法における積層体作製工程の実施状況を示す斜視図である。この他の実施形態に係る積層体作製工程が、上述の実施形態と相違している点は、積層体3の支持ガラス2が、第一割断予定線6、及び第二割断予定線7に沿って延びるように配列されている点である。

40

#### 【0043】

詳述すると、支持ガラス2は、第一割断予定線6に沿う方向に延びる二本の長尺な支持ガラス2と、第二割断予定線7に沿う方向に延びる六本の短尺な支持ガラス2とで構成される。そして、短尺な支持ガラス2は、その両端部又は片側端部が長尺な支持ガラス2に当接すると共に、長尺な支持ガラス2を挟んで、該長尺な支持ガラス2と直交する方向に配列されている。

#### 【0044】

このような態様でガラスフィルム1と支持ガラス2とを積層した場合であっても、上述の実施形態と同様に、ガラスフィルム1上に円滑にスクライプライン17を形成すること

50

が可能である。また、このようにすれば、ガラスフィルム1と支持ガラス2との接触面の面積が狭くなることにより、両者1、2を全面に亘って面接触させて積層する場合に比して、積層体作製工程の実行時にガラスフィルム1が局部的に支持ガラス2から浮き上がってシワを生じるような事態を回避できる。そのため、この浮き上がり由来して、ガラスフィルム1に歪が発生する確率を低減することが可能となる。

#### 【0045】

また、レーザスクライプ工程を終えた後、ガラスフィルム1を支持ガラス2から剥離させる場合には、ガラスフィルム1を剥がしやすくなる。さらに、ガラスフィルム1を支持ガラス2から剥離させた後、支持ガラス2の洗浄や乾燥を行ったり、異物の残留の有無を検査したりする場合には、これらの作業に要する時間や手間を軽減することが可能となる。

10

#### 【0046】

なお、以上の実施形態では、支持ガラス2の厚みを、スクライプライン17(17a、17b)が形成されるガラスフィルム1の厚みよりも小さくしたが、加熱と冷却との温度分布を適切にさえすれば、支持ガラス2の厚みを、当該ガラスフィルム1の厚みよりも大きくしてもよい。また、以上の実施形態では、スクライプライン17(17a、17b)の形成時に、積層体3を移動させて、レーザー照射装置10及び流体供給装置14を定置設置したが、積層体3を定置設置して、レーザー照射装置10及び流体供給装置14を移動させるようにしてもよい。さらに、図1(b)、図2、及び図9に示す積層体3は、上述のように、ガラスフィルム1に対して、スクライプライン17が形成されるべきものに限定されるわけではなく、ガラスフィルム1がフルボディ切断されるべきものであってもよく、或いは、ガラスフィルム1に対して膜形成処理などの製造関連処理が行われるべきものであってもよい。

20

#### 【実施例】

#### 【0047】

下記の表1に示すように、本発明の実施例1～5は何れも、スクライプラインが形成されるガラスフィルムと支持ガラスとを面接触により密着させて積層体を作製したものであると共に、両者の接触面の表面粗さRaを双方共に2.0nm以下としたものである。これに対して、比較例1、2は、上記と同様にガラスフィルムと支持ガラスとで積層体を作製したものであるが、両者の接触面の表面粗さRaは、いずれか一方が2.0nmを超えている。また、比較例3、4は、支持ガラスを有していない。

30

#### 【0048】

以上の実施例1～5及び比較例1～4は何れも、日本電気硝子株式会社製の無アルカリガラス(OA-10G)を使用し、ガラスフィルム及び支持ガラスのサイズを300mm×300mmにすると共に、厚みをそれぞれ下記の表1に示す通りとした。また、ガラスフィルム及び支持ガラスの接触面については、オーバーフローダウンドロー法によって成形されたガラスを未研磨の状態で使用するか、或いは、研磨及びケミカルエッチングの程度を、濃度、液温度、処理時間を調整したものである。

#### 【0049】

ガラスフィルム及び支持ガラスの接触面の表面粗さRaについては、SII社製の走査型プローブ顕微鏡(NanoNabil/S-Image)を使用して、走査エリア2000nm、走査周波数0.95Hz、走査データ数X:256Y:256にて測定し、上記のガラスフィルム及び支持ガラスのそれぞれの中央部1点とコーナー部1点との計2点の平均値を、それらの表面粗さRaとした。

40

#### 【0050】

ガラスフィルムの切断予定線上の始端位置には、直径2.5mm、刃厚み0.65mm、刃先角度100°の焼結ダイヤモンド製のスクライピングホイール(三ツ星ダイヤモンド社製)を使用して、0.05MPaの押圧力により初期亀裂を形成した。スクライプラインの形成に使用するレーザービームは、コヒーレント社製の炭酸ガスレーザーを光学レンズ系にて切断予定線に沿う方向に長い楕円形のビームとした。そして、スクライプライ

50

ンの形成には、レーザー照射にてガラスフィルムを加熱すると共に、0.4 MPaの圧力で4 cc/分の水量を吹き付けて冷却することで発生する熱応力にて初期亀裂を進展させた。この場合のレーザー出力は160 Wであり、またスクライプラインの形成速度は500 mm/秒とした。

【0051】

実施例1～5及び比較例1～4のガラスフィルムには、何れも、一辺に沿う第一方向に等間隔で3本のスクライプラインを形成すると共に、第一方向と直交する第二方向にも等間隔で3本のスクライプラインを形成した。そして、この際における「レーザースクライプクロスカットの成否」、つまり上記の第一方向に沿う3本のスクライプラインと第二方向に沿う3本のスクライプラインとを交差させて形成した結果の良否を、下記の表1に記載した。この場合、下記の表1中、符号○は、スクライプラインの形成が極めて良好に行われたことを意味し、符号△は、スクライプラインの形成が若干劣るものの良好に行われたことを意味し、符号×は、スクライプラインを形成することができなかったことを意味している。

10

【0052】

上記のスクライプラインの形成後においては、粘着テープをガラスフィルムのコーナー部に貼り付けて、支持ガラスから引き剥がすことにより、ガラスフィルムを剥離させた。この後、ガラスフィルムをスクライプラインに沿って折り割ることにより、9個の小片ガラスフィルムを得た。そして、図10に示すように、これらの小片ガラスフィルム1cを順次、2枚の板状体22で挟み且つU字状に曲げが生じるように押し曲げていく所謂2点曲げにより強度を評価した。この評価は、押し曲げにより破損したときの2枚の板状体22の間隔Sに基づいて曲げ破壊強度を算出することによって行った。その結果を、下記の表1に記載した。

20

【0053】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
ガラスフィルム 厚み ( $\mu\text{m}$ )	100	100	200	100	100	100	100	200	100
支持ガラス 厚み ( $\mu\text{m}$ )	500	150	50	150	130	150	150	—	—
積層体厚み ( $\mu\text{m}$ )	600	250	250	250	230	250	250	—	—
ガラスフィルム 表面粗さ (nm)	0.2	0.2	0.2	2.0	0.2	2.5	0.2	0.2	0.2
支持ガラス 表面粗さ (nm)	0.2	0.2	0.2	2.0	0.2	0.2	2.5	—	—
レーザスクライブ クロスカットの成否	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	チップ スクライブ
曲げ破壊応力 (MPa)	450	450	480	470	430	—	—	—	120

10

20

30

40

## 【0054】

上記の表 1 から、実施例 1 ~ 4 は、何れも、ガラスフィルムと支持ガラスとの両接触面の表面粗さ  $R_a$  が  $2.0 \text{ nm}$  以下、積層体の厚みが  $250 \mu\text{m}$  以上であるため、ガラスフィルムの厚みが  $200 \mu\text{m}$  以下であっても、ガラスフィルムに対するスクライブラインの形成が極めて良好であり、且つ折り割り後の小片ガラスフィルムの曲げ破壊応力も十分に高いことを確認することができた。これらの中でも、実施例 3 は、支持ガラスの厚みがガラスフィルムの厚みよりも小さいため、スクライブラインの形成が特に良好であり、且つ折り割り後の小片ガラスフィルムの曲げ破壊応力も特に高いことを把握することができた。また、実施例 5 は、ガラスフィルムと支持ガラスとの両接触面の表面粗さ  $R_a$  が  $2.0$

50

n m以下、ガラスフィルムの厚みが200 μm以下であるものの、積層体の厚みが230 μmあるため、ガラスフィルムに対するスクライプラインの形成がやや劣り、折り割り後の小片ガラスフィルムの曲げ破壊応力もやや低くなっているが、結果的には何ら支障がないことを確認することができた。

【0055】

これに対して、比較例1、2は、ガラスフィルムの接触面と支持ガラスの接触面との何れか一方の表面粗さRaが2.0 nmを超えているため、両者の面接触による密着性が適切でなく、これに起因して所要の熱応力が発生せず、ガラスフィルムにスクライプラインを形成することができなかった。また、比較例3は、厚みが200 μmのガラスフィルムのみで支持ガラスを有していないため、レーザー出力を50～200 wの範囲で、またスクライプラインの形成速度を50～600 mmの範囲で調整したが、スクライプラインを形成できる条件は存在しなかった。さらに、比較例4は、厚みが200 μmのガラスフィルムのみに対して、スクライピングホイールを使用してスクライプラインを刻設した後、折り割りにより小片ガラスフィルムを得たが、この小片ガラスフィルムは、実施例1～5に係る小片ガラスフィルムと比較して、曲げ破壊応力が著しく低く、容易に破損することが懸念されるという結論を得た。

10

【0056】

以上の結果、本発明の実施例1～5は、比較例1～4に比して、複数のスクライプラインを交差させて形成することが良好に行えると共に、破損の可能性が低くなるような高強度の割断端面が得られることを確認できた。

20

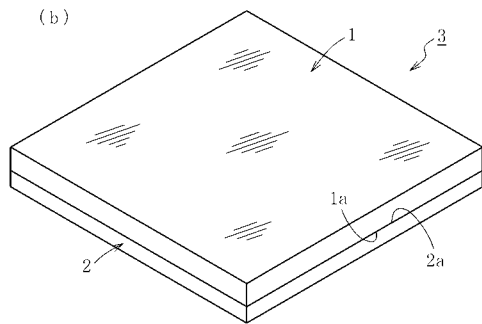
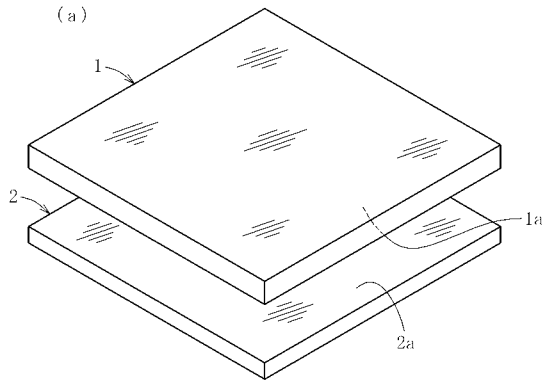
【符号の説明】

【0057】

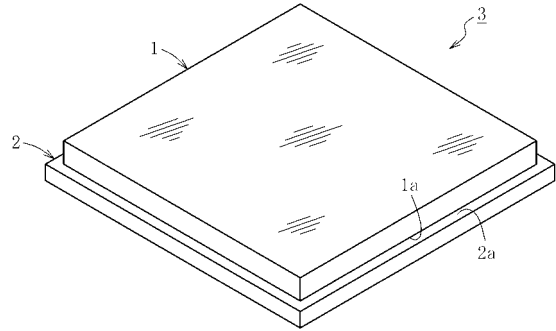
- 1 ガラスフィルム
- 1 a ガラスフィルムの接触面（接触側の面）
- 2 支持ガラス
- 2 a 支持ガラスの接触面（接触側の面）
- 3 積層体
- 8 レーザービーム
- 12 冷却流体
- 16 初期亀裂
- 17 スクライプライン
- 17 a 第一スクライプライン
- 17 b 第二スクライプライン

30

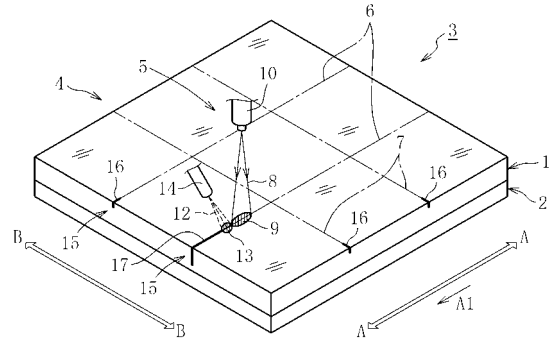
【 図 1 】



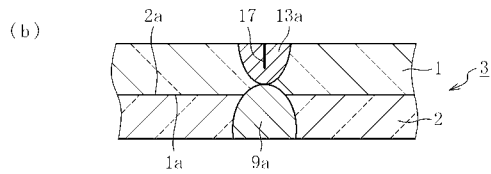
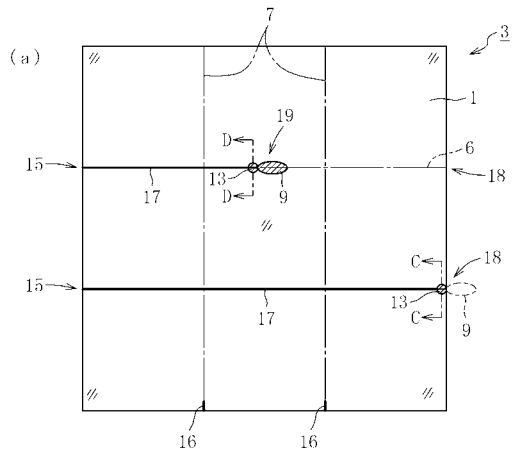
【 図 2 】



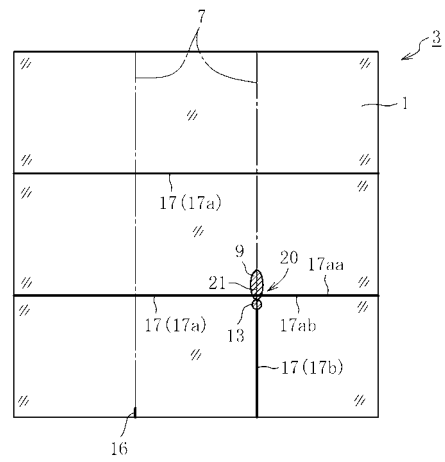
【 図 3 】



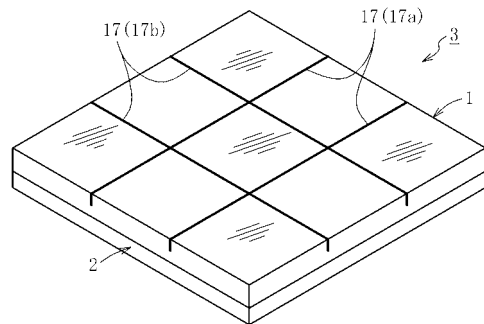
【 図 4 】



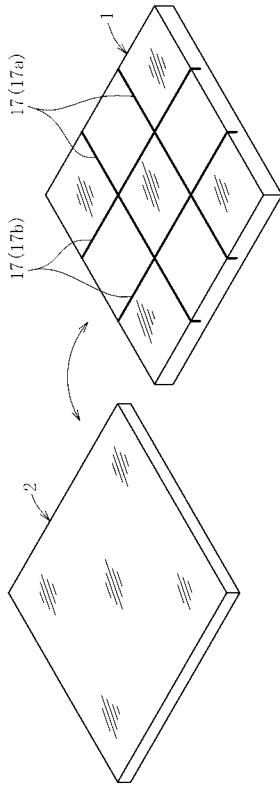
【 図 5 】



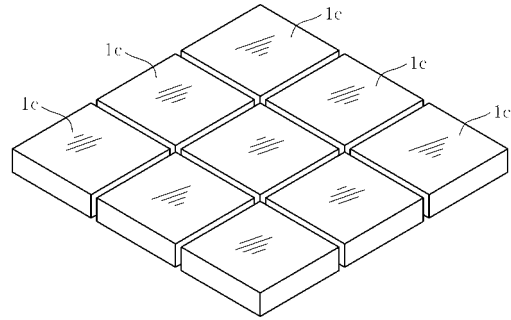
【 図 6 】



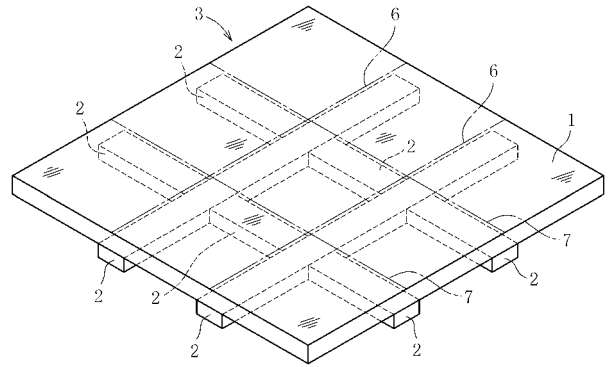
【 図 7 】



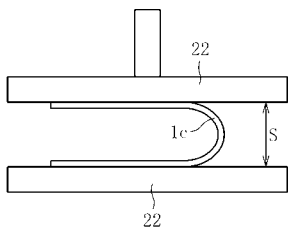
【 図 8 】



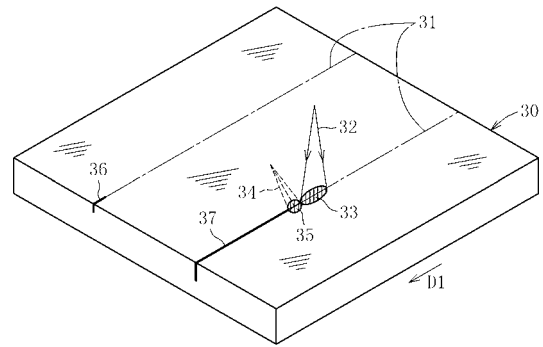
【 図 9 】



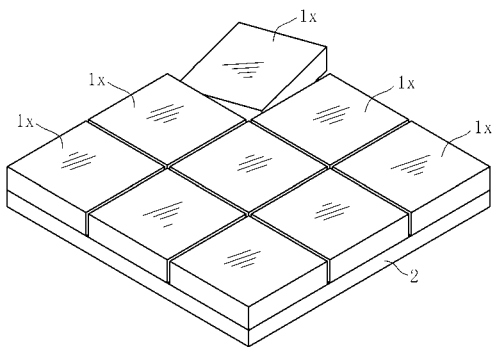
【 図 10 】



【 図 12 】



【 図 11 】



【 図 13 】

