

(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2013-249216

(P2013-249216A)

(43) 公開日 平成25年12月12日(2013.12.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO3C 21/00 (2006.01)	CO3C 21/00 101	4G059
G06F 3/041 (2006.01)	G06F 3/041 350C	5B068
	G06F 3/041 330A	5B087

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-123353 (P2012-123353)
 (22) 出願日 平成24年5月30日 (2012.5.30)

(71) 出願人 000000044
 旭硝子株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
 (74) 代理人 100090343
 弁理士 濱田 百合子
 (74) 代理人 100105647
 弁理士 小栗 昌平
 (74) 代理人 100105474
 弁理士 本多 弘徳
 (74) 代理人 100108589
 弁理士 市川 利光
 (72) 発明者 大川 博之
 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内

最終頁に続く

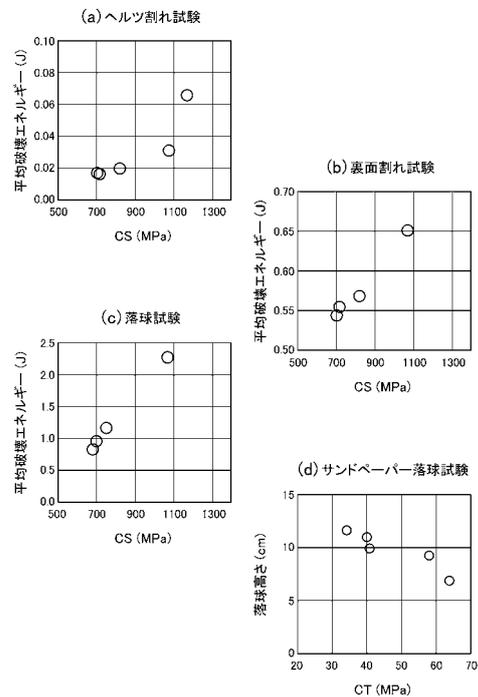
(54) 【発明の名称】 タッチセンサ付化学強化ガラス及びディスプレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 4つの破壊モード全てに起因する割れを抑制可能なタッチセンサ付化学強化ガラス及びディスプレイ装置を提供する。

【解決手段】 タッチセンサ付化学強化ガラス10は、タッチセンサ11と、該タッチセンサ11を搭載する化学強化ガラス20と、を備える。化学強化ガラス20は、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が800MPa以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が8MPa以上40MPa以下である。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タッチセンサと、該タッチセンサを搭載する化学強化ガラスと、を備えるタッチセンサ付化学強化ガラスであって、

前記化学強化ガラスは、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 800 MPa 以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が 8 MPa 以上 40 MPa 以下であることを特徴とするタッチセンサ付化学強化ガラス。

【請求項 2】

前記圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 900 MPa 以上、前記引張応力層の引張応力が 9 MPa 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

10

【請求項 3】

前記化学強化ガラスを温度 90、0.1 mol% 塩酸中に 20 時間浸漬したときの重量減少が $1 \text{ mg} / \text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

【請求項 4】

前記圧縮応力層の深さが $15 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

【請求項 5】

前記化学強化ガラスの板厚が 1.5 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のタッチセンサ付化学強化ガラスを備えるディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タッチセンサと、該タッチセンサを搭載する化学強化ガラスと、を備えるタッチセンサ付化学強化ガラス及びディスプレイ装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来よりタッチパネル機能を有するディスプレイ装置（例えば、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、タブレット PC 等）が知られている。このようなディスプレイ装置は、タッチセンサを搭載したガラス基板を液晶ディスプレイ（LCD）上に配置し、さらにその上に化学強化ガラスをカバーガラスとして搭載することで構成されていた（図 17（a））。

【0003】

近年では、特許文献 1 のように、より軽量化、薄型化するため、タッチセンサを化学強化ガラスに直接搭載させることでガラス基板を省略し、タッチセンサを搭載した化学強化ガラスを液晶ディスプレイ（LCD）上に配置する、いわゆる 2-in-1 方式のディスプレイ装置が開発されている（図 17（b））。

40

【0004】

このような 2-in-1 方式のディスプレイ装置に使用されるタッチセンサ付化学強化ガラスとして、3 種類の化学強化ガラスが流通している。1 つ目は、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 500 MPa、圧縮応力層の深さ DOL が $9 \mu\text{m}$ の化学強化ガラス、2 つ目は、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 722 MPa、圧縮応力層の深さ DOL が $32 \mu\text{m}$ の化学強化ガラス、3 つ目は、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 623 MPa、圧縮応力層の深さ DOL が $19 \mu\text{m}$ の化学強化ガラスである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開2011-197708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、これらの化学強化ガラスでは、使用中または携帯中の落下などにより化学強化ガラス自身が割れてしまうことがあり、ディスプレイ装置を保護するという本来の役割を果たすことができないという問題があった。詳しくは後述するが、従来のタッチセンサ付化学強化ガラスでは、タッチセンサ付化学強化ガラスの割れを分類した4つの破壊モードに対する耐性が不十分であり、改善の余地があった。

【0007】

そこで、本発明は、4つの破壊モード全てに起因する割れを抑制可能なタッチセンサ付化学強化ガラス及びディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、ディスプレイ装置に使用されるタッチセンサ付化学強化ガラスで発生する割れについて調査、研究を進める上で、タッチセンサ付化学強化ガラスの割れが以下で説明する4つの破壊モードで起こることを見出し、本発明に至った。以下、4つの破壊モードについて、図4を参照しながら説明する。なお、本明細書において、タッチセンサ付化学強化ガラスとは、タッチセンサを搭載した化学強化ガラスを意味し、単に化学強化ガラスと呼ぶときには、タッチセンサを搭載していない化学強化ガラス自体を意味する。

【0009】

< 1 . 端面・表面割れ >

端面・表面割れは、ヘルツ破壊（ヘルツクラック割れ）とも呼ばれ、タッチセンサ付化学強化ガラスの端面に衝撃が加えられた際に、衝撃面（端面）に発生するヘルツコーンと呼ばれる円錐状の破面を起点として破壊が生じるものである。この端面・表面割れについては、後述するヘルツ割れ試験によりその耐性を測定することができる。

【0010】

< 2 . 端面・裏面割れ >

端面・裏面割れは、タッチセンサ付化学強化ガラスの端面に衝撃が加えられた際に、衝撃面とは反対側の非衝撃面（端面）に発生する引張応力により発生する傷を起点として破壊が生じるものである。この端面・裏面割れについては、後述する裏面割れ試験によりその耐性を測定することができる。

【0011】

< 3 . 面・裏面割れ >

面・裏面割れは、タッチセンサ付化学強化ガラスの主面に衝撃が加えられた際に、衝撃面とは反対側の非衝撃面（主面）に発生する引張応力により発生する傷を起点として破壊が生じるものである。この面・裏面割れについては、後述する落球試験によりその耐性を測定することができる。

【0012】

< 4 . 面・表面割れ >

面・表面割れは、タッチセンサ付化学強化ガラスの主面に衝撃が加えられた際に、圧縮応力層を突き抜ける傷を起点にガラスが比較的遅い速度で割れるスロークラックによる割れ（以下、このようなガラスの割れ方をスロークラック割れとも呼ぶ。）である。このスロークラック割れは、一般的に割れ破片が少なく、最も典型的には破壊起点から一本のクラックが延びてタッチセンサ付化学強化ガラスが2つに割れる現象であり、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、タブレットPC等のタッチパネル機能を有するディスプレイ装置に用いられるタッチセンサ付化学強化ガラス又はカバーガラスで典型的に見られる割れである。

【0013】

携帯電話や携帯情報端末などはユーザーが持ち歩くものであるため、落下等により衝撃

10

20

30

40

50

が与えられるおそれが高く、圧縮応力層を突き抜ける傷を生じさせるような物質と接触するおそれが高い。また、タッチセンサ機能付タブレットPCにおいては、サイズが典型的には、150～350mm×100～250mm、且つ、重量が150～1000gであり、サイズが大きく重量が重いにもかかわらず、ユーザーが持ち歩くものである。使用方法の例としては、例えばキッチンでタッチセンサ機能付タブレットPCを立てかけて、レシピを見ながら料理をしたり、会議室でタッチセンサ機能付タブレットPCを立てかけて、資料を見ながら打合せをするなどの使われ方がされている。

【0014】

従って、携帯電話や携帯情報端末などを落下させた場合、若しくは、タッチセンサ機能付タブレットPCを誤って落下させてしまった場合又は倒してしまった場合等に、表面圧縮応力層を突き抜けるキズが生じやすく、よりスロークラック割れが発生しやすい。

10

【0015】

ここで、タッチセンサ機能付タブレットPCのカバーガラスで発生したスロークラック割れを例にスロークラック割れについて図5～図11を参照しながら説明する。

タッチセンサ機能付タブレットPCは、画像表示部を囲うように略矩形形状のフレームが設けられ、カバーガラスがフレーム上に支持されている。図5に示すように、タッチセンサ機能付タブレットPC1が地面(アスファルト・コンクリートなど)に落下して、カバーガラス2が下を向いた状態でアスファルト・コンクリート3中の小石4上の砂5等に接触すると、破壊起点Oに圧縮応力が作用しカバーガラスの画像表示部側に引張応力が作用する(図6(a))。続いて、破壊起点Oには引張応力が作用しクラックCが伸びて、カバーガラス2が割れる(図6(b))。なお、破壊起点は、カバーガラスの中央部に発生することもあるが、フレームによりカバーガラスの撓みが拘束され、破壊起点に生じる応力が大きくなるため、フレームに支持された領域の一部に発生することが多い。このようなカバーガラス2の割れは、地面に落下する場合に限らず、会議室・リビング、キッチン等の床面でも発生する。

20

【0016】

図7(a)はスロークラック割れが発生したタッチセンサ機能付タブレットPCの写真を示す図であり、(b)は破壊起点を上方から見た拡大写真を示す図、(c)は破壊起点を側方から見た写真を示す図である。

このときのカバーガラスの割れは、図7(c)の破断面から明らかなように、圧縮応力層の深さより深い傷が破壊起点となっている。図7(a)及び(b)では、破壊起点から一本のクラックが延びてカバーガラスが2つに割れている。この図7(c)に示す破断面をさらに観察すると、圧縮応力層の深さより深い破壊起点の回りには、鏡のように滑らかな鏡面半径(mirror radius)の長い鏡面(mirror)が見られる。

30

【0017】

図8は、図7(c)の破断面を模式的に示す図である。破断面には、破壊の過程、すなわち、破壊起点、破壊の進行方向、破壊が緩やかに進んだか、急速に進んだかなどの要因が反映される。このスロークラック割れの破断面解析によれば、鏡面半径の長い鏡面は小さな応力により破壊が進行したことを意味しており、このような滑らかな破断面は、クラックがゆっくり音速に比べてずっと遅い速度で成長したことを意味している。従って、図7(c)の破断面によれば、カバーガラスには、圧縮応力層の深さより深い起点が形成された後、クラックがゆっくり成長し、小さな応力で破壊が進行したことが分かる。このようなスロークラック割れにより割れたカバーガラスは、割れ破片が数ピース～(場合によっては)数十ピースになる。典型的には、2ピースから20ピースであり、図7(a)及び(b)に示す破壊起点から一本のクラックが延びてカバーガラスが2つに割れた例は、スロークラック割れの象徴的な例である。

40

【0018】

スロークラック割れであるか否かは、よりミクロには次のようにして判別される。まず、破壊起点がわかるようなものでなければスロークラック割れとはいえない。また、その破壊起点付近を観察して圧縮応力層を突き抜けるような傷すなわち圧縮応力層深さ(いわ

50

ゆるDOL)よりも深い傷が破壊起点であることが確認された場合はスロークラック割れである。また、鏡面半径が長く、破面断面が鏡面でありミストやハックルが認められない場合はスロークラック割れである。

【0019】

次に、スロークラック割れとの対比のため、スロークラック割れではないカバーガラスの割れ方(以下、非スロークラック割れとも呼ぶ。)について説明する。非スロークラック割れとして、ヌーブ圧子をガラス表面に押し込んで生じたカバーガラスの割れについて説明する。図9は、非スロークラック割れによるカバーガラスの破壊起点を側方から見た写真を示す図であり、図10は図9の破断面を模式的に示す図である。

【0020】

この非スロークラック割れの破断面を観察すると、圧縮応力層内に破壊起点が形成され、回りに鏡のように滑らかな鏡面半径の短い鏡面が見られ、さらに鏡面の回りには、ミスト面(mist)が存在する。この非スロークラック割れの破断面解析によれば、鏡面半径の短い鏡面は大きな応力により破壊が進行したことを意味し、ミスト面は、クラックが急速に成長したことを意味している。従って、図9の破断面によれば、カバーガラスには、圧縮応力層の深さより浅い破壊起点が形成された後、大きな応力で破壊が進行しクラックが急速に成長したことが分かる。非スロークラック割れが生じると、カバーガラスは図11に示すように、蜘蛛の巣状に延びた複数のクラックにより複数(20枚以上)のガラス片となる(以下、このような割れ方をスパイダー割れとも呼ぶ)。このように、スロークラック割れと非スロークラック割れとは、全く異なるモードで破壊が生じていることが分かる。

【0021】

スロークラック割れについては、破壊起点が圧縮応力層を超えた領域、即ち引張応力層に発生するため(傷の深さは典型的には数十~数百マイクロメートルで、化学強化による圧縮応力層が数~数十マイクロメートル)、スロークラック割れの発生しやすいディスプレイ装置においては、スロークラック割れにも強い機械特性を有するタッチセンサ付化学強化ガラスを選択する必要がある。このスロークラック割れ(面・表面割れ)については、後述するサンドペーパー落球試験によりその耐性を測定することができる。なお、非スロークラック割れについては、スロークラック割れとの対比のために強制的に発生させた破壊モードであり、上記4つに分類される破壊モードではない。

【0022】

本発明のタッチセンサ付化学強化ガラスは、ディスプレイ装置において典型的に発生する4つの破壊モード全てに起因する割れを抑制することができる。

【0023】

本発明は、以下の態様を提供するものである。

(1) タッチセンサと、該タッチセンサを搭載する化学強化ガラスと、を備えるタッチセンサ付化学強化ガラスであって、

前記化学強化ガラスは、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が800MPa以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が8MPa以上40MPa以下であることを特徴とするタッチセンサ付化学強化ガラス。

(2) 前記圧縮応力層の最表面の圧縮応力が900MPa以上、前記引張応力層の引張応力が9MPa以上であることを特徴とする(1)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

(3) 前記化学強化ガラスを温度90℃、0.1mol%塩酸中に20時間浸漬したときの重量減少が1mg/cm²以下であることを特徴とする(1)又は(2)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

(4) 前記圧縮応力層の深さが15μm以上であることを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

(5) 前記化学強化ガラスの板厚が1.5mm以下であることを特徴とする(1)~(4)のいずれかに記載のタッチセンサ付化学強化ガラス。

10

20

30

40

50

(6) (1) ~ (5) のいずれかに記載のタッチセンサ付化学強化ガラスを備えるディスプレイ装置。

【発明の効果】

【0024】

上記(1)又は(2)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラスによれば、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が800MPa以上を有するので、上記した<1. 端面・表面割れ>、<2. 端面・裏面割れ>、及び<3. 面・裏面割れ>に分類される割れの発生を抑制することができる。また、内部の引張応力層の引張応力が8MPa以上40MPa以下であるので、<4. 面・表面割れ(スロークラック割れ)>に分類される、タッチセンサ付化学強化ガラスで典型的に見られる割れの発生についても抑制することができる。

10

【0025】

上記(3)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラスによれば、耐酸性が高いので、フォオリソグラフィ技術を用いて化学強化ガラスにタッチセンサを搭載させることができる。

【0026】

上記(4)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラスによれば、面取り等の端面処理で発生する潜傷よりも圧縮応力層が深いので、所望の端面強度を発生させることができる。

【0027】

上記(5)に記載のタッチセンサ付化学強化ガラスによれば、軽量化、薄型化を実現することができる。

【0028】

上記(6)に記載のディスプレイ装置によれば、タッチセンサ付化学強化ガラスの割れが抑制され、割れに対する信頼性の高いディスプレイ装置を実現される。

20

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一実施形態のタッチセンサ付化学強化ガラスの主要部を構成する平面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図1のタッチセンサ付化学強化ガラスの製造方法を説明する図である。

【図4】ディスプレイ装置に使用されるタッチセンサ付化学強化ガラスで発生する4つの破壊モードについて説明する図である。

30

【図5】タッチセンサ機能付タブレットPCが落下した際にカバーガラスにスロークラック割れが発生する状況を示す模式図である。

【図6】スロークラック割れが発生するメカニズムを模式的に示す図であり、(a)は破壊起点を示す図であり、(b)はクラックを示す図である。

【図7】(a)はスロークラック割れが発生したタッチセンサ機能付タブレットPCの写真を示す図であり、(b)は破壊起点を上方から見た拡大写真を示す図、(c)は破壊起点を側方から見た写真を示す図である。

【図8】図7(c)の破断面を模式的に示す図である。

【図9】非スロークラック割れが発生したカバーガラスの破壊起点を側方から見た写真を示す図である。

40

【図10】図9の破断面を模式的に示す図である。

【図11】スパイダー割れが発生したカバーガラスの写真を示す図である。

【図12】サンドペーパー落球試験の模式図である。

【図13】図12のサンドペーパー落球試験における化学強化ガラスの割れが発生するメカニズムを模式的に示す図であり、(a)は破壊起点を示す図であり、(b)はクラックを示す図である。

【図14】(a)は、化学強化ガラスを花崗岩からなる基台上に配置し、P30のサンドペーパーの擦り面に化学強化ガラスの上面を接触させた状態で、0.75インチ、4gのステンレス鋼性の球体を高さ17cmから落下させてスロークラック割れが発生したカバーガラスの写真を示す図であり、(b)は破壊起点を側方から見た写真を示す図である

50

。

【図15】(a)はP30のサンドペーパーの拡大写真を示す図であり、(b)はアスファルト・コンクリートの拡大写真を示す図であり、(c)はP30のサンドペーパー先端の角度分布と砂の先端の角度分布を示すグラフである。

【図16】(a)はヘルツ割れ試験の結果を示すグラフであり、(b)は裏面割れ試験の結果を示すグラフであり、(c)は落球試験の結果を示すグラフであり、(d)はサンドペーパー落球試験の結果を示すグラフである。

【図17】(a)は従来のタッチパネル機能を有するディスプレイ装置の模式図であり、(b)は2-in-1方式のディスプレイ装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

先ず、本発明の一実施形態のタッチセンサ付化学強化ガラスについて図面に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施形態のタッチセンサ付化学強化ガラスの主要部を構成する平面図であり、図2は、図1のA-A線断面図である。

【0031】

タッチセンサ付化学強化ガラス10は、タッチセンサ11と、該タッチセンサ11を搭載する化学強化ガラス20と、を備え、2-in-1方式のディスプレイ装置に使用されるタッチセンサ付化学強化ガラスである。即ち、タッチセンサ付化学強化ガラス10の化学強化ガラス20は、カバーガラスとしての機能と、センサ基板としての機能とを兼ねるものである。

【0032】

タッチセンサ11は、化学強化ガラス20の片側の面に、交差するX軸、Y軸の2軸それぞれの軸方向に伸びる列電極が、その交差部分において間に電氣的絶縁層を介することにより電氣的に非接触状態で形成されることにより構成されている。ここにおいて、X軸方向に伸びる列電極を第1電極12a、Y軸方向に伸びる列電極を第2電極12bと呼ぶと、タッチ位置を検出するためには、各軸方向に伸びる第1電極12aと第2電極12bとが互いに独立していなければならない。このため、本実施形態では、化学強化ガラス20の片側の面に、マトリクス状を構成する各々の第1電極12aと第2電極12bの列電極パターン(各軸方向に伸びる複数列の電極パターン)を1層の透明電極パターン12として配列させた上で、2つの列が交差する領域においていずれか一方の列を他方の列と接触しないよう分断させた透明電極パターン12の分断箇所をブリッジ配線14で接続している。なお、ブリッジ配線14と透明電極パターン12とが重なり合う領域(交差領域)においては、透明電極パターン12とブリッジ配線14との間に絶縁性物質による絶縁層13が設けられている。

【0033】

符号15は、透明電極パターン12を囲むように化学強化ガラス20の周縁部に形成される遮光性を有する黒色層であり、符号16は、各列をなす電極集合への引き廻し配線を示している。引き廻し配線16は、各列の電極パターンのいずれか1つに接続されていればよい。タッチセンサ11の最下層には、保護ガラス17が形成されている。

【0034】

絶縁層13を構成する透明性の電氣絶縁性物質として、有機樹脂材料を用いることが可能であり、有機樹脂材料を使用して絶縁層を形成する場合には、フォトリソ技術により容易にパターンニングされた樹脂製の絶縁層を得ることができる。

【0035】

ブリッジ配線14を構成する導電物質としては、化学強化ガラス20に対して高い密着力を容易に得ることができる金属材料が望ましく使用される。特に、透明基板がガラス基板の場合には、ガラス基板に対して密着力が高く、ITOより導電性が高く、耐久性、耐摩耗性にも優れた、Mo、Mo合金、Al、Al合金、Au、Au合金などの金属材料を好ましく用いることができる。

【0036】

10

20

30

40

50

タッチセンサ 11 を搭載する化学強化ガラス 20 は、板厚が 1.5 mm 以下、より好ましくは 1.0 mm 以下、さらに好ましくは 0.8 mm 以下である。また、例えば以下の組成のガラスが使用される。

(i) モル% で表示した組成で、 SiO_2 を 50 ~ 80 %、 Al_2O_3 を 2 ~ 25 %、 Li_2O を 0 ~ 10 %、 Na_2O を 0 ~ 18 %、 K_2O を 0 ~ 10 %、 MgO を 0 ~ 15 %、 CaO を 0 ~ 5 % および ZrO_2 を 0 ~ 5 % を含むガラス。ここで、たとえば「 K_2O を 0 ~ 10 % 含む」とは K_2O は必須ではないが 10 % までの範囲で、かつ、本発明の目的を損なわない範囲で含んでもよい、の意である。

(ii) モル% で表示した組成が、 SiO_2 を 50 ~ 74 %、 Al_2O_3 を 1 ~ 10 %、 Na_2O を 6 ~ 14 %、 K_2O を 3 ~ 11 %、 MgO を 2 ~ 15 %、 CaO を 0 ~ 6 % および ZrO_2 を 0 ~ 5 % 含有し、 SiO_2 および Al_2O_3 の含有量の合計が 75 % 以下、 Na_2O および K_2O の含有量の合計が 12 ~ 25 %、 MgO および CaO の含有量の合計が 7 ~ 15 % であるガラス

(iii) モル% で表示した組成が、 SiO_2 を 68 ~ 80 %、 Al_2O_3 を 4 ~ 10 %、 Na_2O を 5 ~ 15 %、 K_2O を 0 ~ 1 %、 MgO を 4 ~ 15 % および ZrO_2 を 0 ~ 1 % 含有するガラス

(iv) モル% で表示した組成が、 SiO_2 を 67 ~ 75 %、 Al_2O_3 を 0 ~ 4 %、 Na_2O を 7 ~ 15 %、 K_2O を 1 ~ 9 %、 MgO を 6 ~ 14 % および ZrO_2 を 0 ~ 1.5 % 含有し、 SiO_2 および Al_2O_3 の含有量の合計が 71 ~ 75 %、 Na_2O および K_2O の含有量の合計が 12 ~ 20 % であり、 CaO を含有する場合その含有量が 1 % 未満であるガラス

【0037】

化学強化ガラス 20 を得るための化学強化は、例えば、380 ~ 450 の硝酸カリウム (KNO_3) 溶融塩にガラスを 0.1 ~ 20 hr 浸漬させることで行われるが、硝酸カリウム (KNO_3) 溶融塩の温度や、浸漬時間、溶融塩等を変更することで、化学強化の入り方を調整することができる。化学強化することでガラス表面には圧縮応力層が形成され、内部に引張応力層が形成される。

【0038】

本発明の化学強化ガラス 20 は、上記した 4 つの破壊モードである、< 1. 端面・表面割れ >、< 2. 端面・裏面割れ >、< 3. 面・裏面割れ >、< 4. 面・表面割れ (スロークラック割れ) > の全てに耐性を有することが必要であり、そのためには圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 800 MPa 以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が 8 MPa 以上 40 MPa 以下となるように化学強化される。その理由を以下に示す。

【0039】

< 1. 端面・表面割れ > は、ヘルツ割れ試験により割れ強さを求めることができる。

ヘルツ割れ試験は、ガラス端面に超硬材の細径の円柱棒を衝突させることにより、ガラス端面の表面にヘルツ応力を発生させることで、ヘルツクラック割れを生じさせるものであり、円柱棒の衝撃エネルギー (衝突エネルギー $J = \text{高さ } m \times \text{重さ } kg \times 9.8 m/s^2$) により < 1. 端面・表面割れ > による耐性を測定することができる。

【0040】

測定は、以下の条件で行った。以下に示す A ~ E の 5 種の硝材のガラス A1 ~ E1 をサイズ: 50 mm x 50 mm に切断、研磨し、#600 のホイールで C 面取りをおこなった。その後、それぞれのガラスを化学強化した。前述のガラスを基台上に配置し、その端面に 3 mm の超硬ピンを振り子式にぶつけて、ガラスの端面表側を、ヘルツ割れに手配することを 20 回繰り返し、破壊時の円柱棒の衝撃エネルギーの単純平均を算出して平均破壊エネルギーとした。

【0041】

硝材 A は、以下の組成を有するものである。

SiO_2 : 72.5 mol %

Al_2O_3 : 6.2 mol %

10

20

30

40

50

Na₂O : 12.8 mol %
MgO : 8.5 mol %

【0042】

硝材Bは、以下の組成を有するものである。

SiO₂ : 61.5 mol %
Al₂O₃ : 13 mol %
Na₂O : 17 mol %
MgO : 8 mol %
K₂O : 0.5 mol %

【0043】

硝材Cは、以下の組成を有するものである。

SiO₂ : 68 mol %
Al₂O₃ : 10 mol %
Na₂O : 14 mol %
MgO : 8 mol %
K₂O : 4 mol %

【0044】

硝材Dは、以下の組成を有するものである。

SiO₂ : 64 mol %
Al₂O₃ : 8 mol %
Na₂O : 12.5 mol %
K₂O : 4 mol %
MgO : 11 mol %
ZrO₂ : 0.5 mol %

【0045】

硝材Eは、以下の組成を有するものである。

SiO₂ : 66.7 mol %
Al₂O₃ : 10.8 mol %
NaO : 13.2 mol %
KO : 2.4 mol %
MgO : 6.2 mol %
CaO : 0.6 mol %

【0046】

また、ガラスA1～E1は、表1に示す性能を有している。表1及び図16(a)に、それぞれのガラスのヘルツ割れ試験の試験結果を示す。なお、表1中(以降の表についても同じ。)、CSは表面圧縮応力を示し、DOLは圧縮応力層の深さを示している。

【0047】

10

20

30

【表 1】

ガラス種類	ガラスA1	ガラスB1	ガラスC1	ガラスD1	ガラスE1
硝材	A	B	C	D	E
ガラス厚み (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CS (MPa)	719	1174	1075	825	705
DOL (μm)	42.7	46	49	48.7	49.2
平均破壊エネルギー (J)	0.016	0.066	0.031	0.019	0.017

10

【0048】

< 2 . 端面・裏面割れ > は、裏面割れ試験により割れ強さを求めることができる。

裏面割れ試験は、ガラス端面に太径の超硬材の円柱棒を衝突させることにより、ガラス端面の裏側に衝撃引っ張り応力を発生させ、端面・裏面割れを生じさせるものであり、円柱棒の衝撃エネルギー（衝突エネルギー $J = \text{高さ} m \times \text{重さ} k g \times 9.8 m/s^2$ ）により < 2 . 端面・裏面割れ > による耐性を測定することができる。

20

【0049】

測定は、以下の条件で行った。上記した A、C ~ E の 4 種の硝材のガラス A 2、C 2 ~ E 2 をサイズ：50 mm × 50 mm に切断、研磨し、# 600 のホイールで C 面取りをおこなった。その後、それぞれのガラスを化学強化した。前述のガラスを基台上に配置し、その端面に 40 mm の超硬ピンを振り子式にぶつけて、ガラスの端面裏側を、衝撃的に破壊することを 20 回繰り返し、破壊時の円柱棒の衝撃エネルギーの単純平均を算出して平均破壊エネルギーとした。

【0050】

また、ガラス A 2、C 2 ~ E 2 は、表 2 に示す性能を有している。表 2 及び図 16 (b) に、それぞれのガラスの端面・裏面割れ試験の試験結果を示す。

30

【0051】

【表 2】

ガラス種類	ガラスA2	ガラスC2	ガラスD2	ガラスE2
硝材	A	C	D	E
ガラス厚み (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0
CS (MPa)	719	1075	825	705
DOL (μm)	42.7	49	48.7	49.2
平均破壊エネルギー (J)	0.56	0.65	0.57	0.54

40

【0052】

< 3 . 面・裏面割れ > は、落球試験により割れ強さを求めることができる。

落球試験は、ガラス表面にステンレス製の鉄球を落下させることにより、落球面の裏面に引っ張り応力を発生させ、面・裏面割れを生じさせるものであり、鉄球の衝撃エネルギー（衝突エネルギー $J = \text{高さ} m \times \text{重さ} k g \times 9.8 m/s^2$ ）により < 3 . 面・裏面割れ

50

>による耐性を測定することができる。

【0053】

測定は、以下の条件で行った。上記したA、C～Eの4種の硝材のガラスA3、C3～E3をサイズ：50mm×50mmに切断、研磨した。その後、それぞれのガラスを化学強化した。前述のガラスを中央部40mm×40mmをくりぬいた基台上に配置し、その表面に30mm、130gの鉄球を落下させて、ガラスの面裏側を衝撃的に破壊することを20回繰り返し、破壊時の鉄球の衝撃エネルギーの単純平均を算出して平均破壊エネルギーとした。

【0054】

また、ガラスA3、C3～E3は、表3に示す性能を有している。表3及び図16(c)に、それぞれのガラスの端面・裏面割れ試験の試験結果を示す。

【0055】

【表3】

ガラス種類	ガラスA3	ガラスC3	ガラスD3	ガラスE3
硝材	A	C	D	E
ガラス厚み (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0
CS (MPa)	701	1065	753	683
DOL (um)	44.4	49	48.9	52.3
平均破壊エネルギー (J)	0.97	2.28	1.17	0.84

【0056】

図16(a)～図16(c)からこれらの3つの破壊モードに起因する割れは、割れ発生時の平均破壊エネルギーが圧縮応力に比例し、圧縮応力が大きくなればなるほど割れ発生に要する平均破壊エネルギーが大きくなる、即ち割れづらくなる傾向があることが分かる。従って、化学強化ガラス20の圧縮応力層の最表面の圧縮応力を800MPa以上とすることで、上記した<1.端面・表面割れ>、<2.端面・裏面割れ>、及び<3.面・裏面割れ>に分類される割れの発生を従来の縮応力層の最表面の圧縮応力800MPa未満のタッチセンサ付化学強化ガラスに比べ飛躍的に抑制することができる。圧縮応力層の最表面の圧縮応力は、850MPa以上が好ましく、900MPa以上がより好ましく、950MPa以上がさらに好ましく、1000MPa以上が極めて好ましい。

【0057】

また、本発明者らは、<4.面・表面割れ(スロークラック割れ)>を再現するための方法として、以下に説明するサンドペーパー落球試験を見出した。そして、そのサンドペーパー落球試験から、<4.面・表面割れ(スロークラック割れ)>に分類される割れにも強いタッチセンサ付化学強化ガラス10を提供することを可能とした。

【0058】

サンドペーパー落球試験は、図12に示すように、表面に圧縮応力層が形成された化学強化ガラス20を基台31上に配置し、圧縮応力層の深さ以上の大きさの研磨材を含むサンドペーパー32の擦り面32aに化学強化ガラス20を接触させ、鉄球等の球体33を上方から落下させるものである。このとき、サンドペーパー32は、好ましくは化学強化ガラス20の上方に配置され、化学強化ガラス20の上面30aがサンドペーパー32の擦り面32aと接触しており、球体33がサンドペーパー32の擦り面32aとは反対側の面32bに落下する。

【0059】

10

20

30

40

50

基台 3 1 としては、花崗岩のような硬い石から形成されることが好ましい。これにより、破壊起点となる傷が発生しやすいフレームに支持されたカバーガラスの領域と同じように、応力の逃げ場を排除することができる。ただし、基台 3 1 の材質は弾性率やたわみを目的にあわせて変更することができ、ストレート材、ガラス、中央がくりぬかれたフレーム等、適宜選択することができる。

【 0 0 6 0 】

サンドペーパーは研磨紙（紙やすり、J I S R 6 2 5 2 : 2 0 0 6 ）に限られず基材に研磨材が接着剤によって塗装されたもの、あるいはそれに相当するものを含み、たとえば研磨布（J I S R 6 2 5 1 : 2 0 0 6 ）、耐水研磨紙（J I S R 6 2 5 3 : 2 0 0 6 ）などを含む。

10

【 0 0 6 1 】

サンドペーパー 3 2 には、含まれる研磨材の粒度に応じて P 1 2 ~ P 2 5 0 0 番が存在する（J I S R 6 2 5 2 、 2 0 0 6 ）。研磨材は、典型的には、アルミナ、炭化ケイ素である。アスファルト・コンクリートに含まれる砂の粒径を 0 . 0 6 mm ~ 1 mm と想定すると、サンドペーパー 3 2 に含まれる研磨材の粒度として P 3 0 ~ P 6 0 0 が概ねこれと対応する。

【 0 0 6 2 】

例えば圧縮応力層の深さを 3 0 μ m と想定すると、圧縮応力層の深さよりも大きい研磨材を含むサンドペーパーとしては、P 3 0 (D ₃ : 7 1 0 μ m)、P 1 0 0 (D ₃ : 1 8 0 μ m)、P 3 2 0 (d ₃ : 6 6 . 8 μ m)、P 6 0 0 (d ₃ : 4 3 . 0 μ m) などのサンドペーパーが選択される。

20

【 0 0 6 3 】

球体 3 3 の材質や重量は目的にあわせて変更可能であるが、典型的には、ステンレス鋼製の 4 ~ 1 5 0 g のステンレス球が用いられる。

【 0 0 6 4 】

このように基台 3 1 上に配置された化学強化ガラス 2 0 に、球体 3 3 を落下させることで、化学強化ガラス 2 0 にはサンドペーパー 3 2 に含まれる研磨材により、上面 3 0 a 側の圧縮応力層より深いところに破壊起点 O が発生する。

【 0 0 6 5 】

このとき、破壊起点 O に圧縮応力が作用しその周りに引張応力が作用する（図 1 3 (a)）。続いて、破壊起点 O には引張応力が作用しクラック C が伸びて、カバーガラスが割れる（図 1 3 (b)）。即ち、破壊起点の面が上面と下面の違いはあるが、図 6 (a) 及び (b) で説明したスロークラック割れと同じメカニズムで割れが発生する。

30

【 0 0 6 6 】

図 1 4 (a) は、化学強化ガラス 2 0 を花崗岩からなる基台上に配置し、P 3 0 のサンドペーパー 3 2 の擦り面に化学強化ガラス 2 0 の上面を接触させた状態で、0 . 7 5 インチ、4 g のステンレス鋼からなる球体 3 3 を高さ 1 7 c m から落下させてスロークラック割れが発生したカバーガラスの写真を示す図であり、図 1 4 (b) は図 1 4 (a) の破壊起点を側方から見た写真を示す図である。

【 0 0 6 7 】

化学強化ガラスは、一本のクラックが延びてカバーガラスが 2 つに割れており、また図 1 4 (b) は図 7 (c) と同様の破断面を示しており、スロークラック割れと同じメカニズムで割れが発生していることが分かる。

40

【 0 0 6 8 】

図 1 5 (a) は P 3 0 のサンドペーパーの拡大写真であり、図 1 5 (b) は、アスファルト・コンクリート（横浜にて採取）の拡大写真であり、図 1 5 (c) は、P 3 0 のサンドペーパー先端の角度分布と砂の先端の角度分布を示すグラフである。図 1 5 (c) は、それぞれサンドペーパーを 1 4 4 箇所、砂を 1 4 9 箇所観測し、サンドペーパー又は砂の先端角度を横軸に、頻度を縦軸に示したものである。本発明では、P 3 0 のサンドペーパーに含まれる研磨材としてのアルミナと、アスファルト・コンクリートに含まれる小石等

50

の形状の近似性から、P30のサンドペーパーが選択された。

【0069】

本発明では、化学強化ガラスを花崗岩からなる基台上に配置し、P30（JIS R6252、2006）のサンドペーパーの擦り面にカバーガラスの上面を接触させた状態で、0.75インチ、29gのステンレス鋼からなる球体を上方から落下させるサンドペーパー落球試験を行った。

【0070】

測定は、以下の条件で行った。上記したA～Eの5種の硝材のガラスA4～E4をサイズ：50mm×50mmに切断・研磨した化学強化ガラスを20枚用意し、20枚のガラスを順次花崗岩からなる基台上に配置し、P30（JIS R6252、2006）のサンドペーパーの擦り面にガラスの上面を接触させた状態で、0.75インチ、29gのステンレス鋼からなる球体を上方から落下させ、破壊時の落球高さの単純平均を算出して平均破壊高さとした。

【0071】

また、ガラスA4～E4は、表4に示す性能を有している。表4及び図16（d）に、それぞれのガラスのサンドペーパー落球試験の試験結果を示す。なお、表4中、CTは内部の引張応力を示している。

【0072】

【表4】

ガラス種類	ガラスA4	ガラスB4	ガラスC4	ガラスD4	ガラスE4
硝材	A	B	C	D	E
ガラス厚み (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CS (MPa)	701	1219	1065	753	733
DOL (um)	44.4	47.3	49	48.9	49.1
CT (MPa)	34	64	58	41	40
落球高さ (cm)	11.6	6.8	9.2	9.9	10.9

【0073】

図16（d）から<4.面・表面割れ（スロークラック割れ）>に起因する割れは、割れ発生時の落球高さが内部の引張応力に反比例し、引張応力が小さくなればなるほど割れ発生時の落球高さが高くなる、即ち割れづらくなる傾向があることが分かる。従って、化学強化ガラス20の内部の引張応力層の引張応力を40MPa以下とすることで、<4.面・表面割れ（スロークラック割れ）>に分類される、タッチセンサ付化学強化ガラスで典型的に見られる割れの発生についても抑制することができる。

【0074】

内部の引張応力層の引張応力が小さすぎる場合、最表面の圧縮応力や圧縮応力層の深さを大きくできないため、総合的に強度を高くできない。従って、内部の引張応力層の引張応力の下限は、8MPaであり、9MPa以上が好ましく、10MPa以上がさらに好ましい。また、内部の引張応力層の引張応力の上限は、37MPa以下が好ましく、34MPa以下がさらに好ましい。

【0075】

なお、図9～11で示した非スロークラック割れについては、スロークラック割れとの対比のために強制的に発生させた破壊モードであり、上記4つに分類される破壊モードで

はないが、非スロークラック割れについては、破壊起点が圧縮応力層内に発生するため、これを防ぐためには、上記した< 1 . 端面・表面割れ>、< 2 . 端面・裏面割れ>、及び< 3 . 面・裏面割れ>に分類される割れと同様に、圧縮応力層の最表面の圧縮応力を大きくすることが効果的である。

【 0 0 7 6 】

このように化学強化された化学強化ガラス 2 0 において、圧縮応力層の深さは 1 5 μm 以上が好ましく、2 0 μm 以上がより好ましく、2 5 μm 以上がさらに好ましい。これは、切断や面取り等の端面処理で発生する潜傷よりも圧縮応力層が深くすることで、所望の端面強度を発生させることができるためである。

【 0 0 7 7 】

次に、本実施形態のタッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 の製造方法の一例について図 3 を参照しながら説明する。

まず、複数個のディスプレイ装置用の化学強化ガラスに分割可能な大型の化学強化ガラス 2 0 0 を用意し(図 3 (a))、化学強化ガラス 2 0 0 の片側の面に、それぞれの化学強化ガラスの周縁部に対応する位置に黒色層 1 5 を形成する(図 3 (b))。なお、この化学強化ガラス 2 0 0 は、上記したように、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が 8 0 0 M P a 以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が 8 M P a 以上 4 0 M P a 以下となるように化学強化されたものである。

【 0 0 7 8 】

続いて、化学強化ガラス 2 0 0 の片側の面に、透明電極パターン 1 2 を形成する(図 3 (c))。例えば、化学強化ガラス 2 0 0 の片側の面に、スパッタリング法などを用いて I T O を成膜させ、成膜させた I T O 膜を図 1 に示すようなパターン形状に加工することにより、所定パターンを有する透明電極パターン 1 2 を形成する。この透明電極パターン 1 2 を形成するにあたっては、I T O 膜をコーティングし、所定パターンのマスクを用いて露光し、ついでエッチングするというフォトリソグラフィ・プロセス法(以下、フォトリソグラフィ技術と呼ぶ。)を採用することができる。

【 0 0 7 9 】

このとき、透明電極パターン 1 2 が形成されている化学強化ガラス 2 0 0 の同面(透明電極パターン 1 2 が形成されている面)に、透明電極パターン 1 2 の特定部位(X 軸方向の第 1 電極 1 2 a の列電極パターンと Y 軸方向の第 2 電極 1 2 b の列電極パターンとが交差する領域、すなわち、列電極パターンとしての交差領域。)を覆う絶縁層 1 3 を、例えばフォトリソグラフィ技術を利用して形成する(図 3 (d))。

【 0 0 8 0 】

次に、各交差領域に設けた絶縁層 1 3 の上を跨ぐようにして透明電極パターン 1 2 の特定部位(第 1 電極 1 2 a の分断箇所)間を接続させる各ブリッジ配線 1 4 を形成する(図 3 (e))。例えば、絶縁層 1 3 が形成されている化学強化ガラス 2 0 0 の同面(絶縁層 1 3 が形成されている面)に対してスパッタリング法などを用いて金属製の導電物質を成膜して金属膜を形成し、この金属膜をフォトリソグラフィ技術によりパターンニングして所定形状のパターンを有するブリッジ配線 1 4 を形成する。この際、引き廻し配線部分も覆って金属膜を形成し、この金属膜をブリッジ配線の形成のためのフォトリソグラフィ法によるパターンニング工程と同時にパターンニングを行って引き廻し配線 1 6 を形成する。これにより、図 1 に示す状態が完成する。

【 0 0 8 1 】

続いて、 SiO_2 をスパッタリングして保護ガラス 1 7 を形成し(図 3 (f))、各タッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 に分割し(図 3 (g))、各タッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 の隅部を面取りする(図 3 (h))。最後に、各タッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 にフレキシブル配線基板 1 8 を圧着して接続することで、タッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 が製造される。

【 0 0 8 2 】

このようにタッチセンサ付化学強化ガラス 1 0 は、タッチセンサ 1 1 を形成するに際し

10

20

30

40

50

、フォトリソグラフィ技術を用いて製造することができる。そのため、化学強化ガラス20は耐酸性を有していることが好ましく、化学強化ガラスを温度90、0.1mol%塩酸中に20時間浸漬したときの重量減少が 1 mg/cm^2 以下であることが好ましい。このように耐酸性を高い化学強化ガラスを用いることで、フォトリソグラフィ技術を用いて化学強化ガラスにタッチセンサを搭載させることができる。

【0083】

ここで、上記したA～Eの5種の硝材のガラスA5～E5をサイズ：50mm×50mmに切断・研磨した化学強化ガラスを用意し、それぞれの化学強化ガラスを温度90、0.1mol%塩酸中に20時間浸漬したときのガラス単位面積当たりの重量減少(mg/cm^2)を評価した。

【0084】

また、ガラスA5～E5は、表5に示す性能を有している。表5に、それぞれのガラスの重量減少(mg/cm^2)を示す。

【0085】

【表5】

ガラス種類	ガラスA5	ガラスB5	ガラスC5	ガラスD5	ガラスE5
硝材	A	B	C	D	E
ガラス厚み (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CS (MPa)	701	1219	1065	753	733
DOL (μm)	44.4	47.3	49	48.9	49.1
重量減少 (mg/cm^2)	0.003	12	0.015	0.030	0.16

【0086】

この結果から、ガラスC5は、最表面の圧縮応力が800MPa以上であるため、<1.端面・表面割れ>、<2.端面・裏面割れ>、及び<3.面・裏面割れ>に分類される割れを抑制することができ、且つ、ガラス単位面積当たりの重量減少が 1 mg/cm^2 未満で、耐酸性は十分であり、最も好ましいガラスということが出来る。また、ガラスBは、耐酸性が不十分であるものの、最表面の圧縮応力が800MPa以上であるため、<1.端面・表面割れ>、<2.端面・裏面割れ>、及び<3.面・裏面割れ>に分類される割れを抑制することができる。

【0087】

一方、ガラスA5、ガラスD5、ガラスE5では、ガラス単位面積当たりの重量減少が 1 mg/cm^2 未満で、耐酸性は十分であるが、最表面の圧縮応力が800MPa未満であるため、<1.端面・表面割れ>、<2.端面・裏面割れ>、及び<3.面・裏面割れ>に分類される割れを抑制することができず、本発明の対象外のガラスである。

【0088】

以上説明したように、本実施形態のタッチセンサ付化学強化ガラスによれば、圧縮応力層の最表面の圧縮応力が800MPa以上であり、且つ、内部の引張応力層の引張応力が8MPa以上40MPa以下であるので、4つの破壊モード全てに起因する割れを抑制することができる。

【0089】

また、化学強化ガラスを温度90、0.1mol%塩酸中に20時間浸漬したときの重量減少が 1 mg/cm^2 以下とすることで、フォトリソグラフィ技術により化学強化ガラスにタッチセンサを搭載させることができる。

【 0 0 9 0 】

なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施し得るものである。

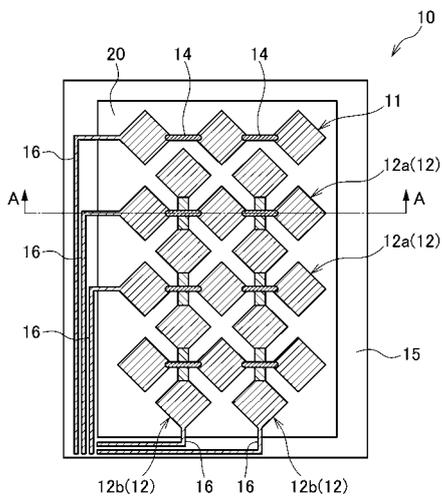
タッチセンサ付化学強化ガラス 10 は、携帯電話、携帯情報端末（PDA）、タブレット P C 以外にも、デジタルカメラ、液晶テレビ、電子手帳、電卓等、タッチパネル機能を有する各種のディスプレイ装置に適用することができる。

【 符号の説明 】

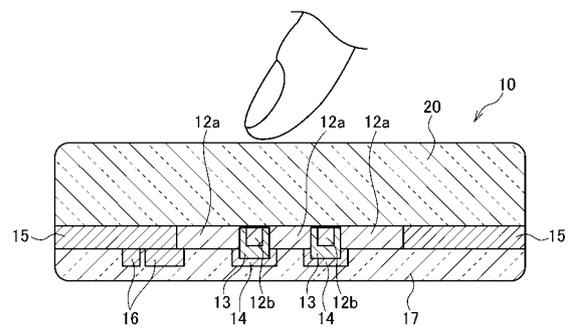
【 0 0 9 1 】

- 10 タッチセンサ付化学強化ガラス
- 11 タッチセンサ
- 20 化学強化ガラス

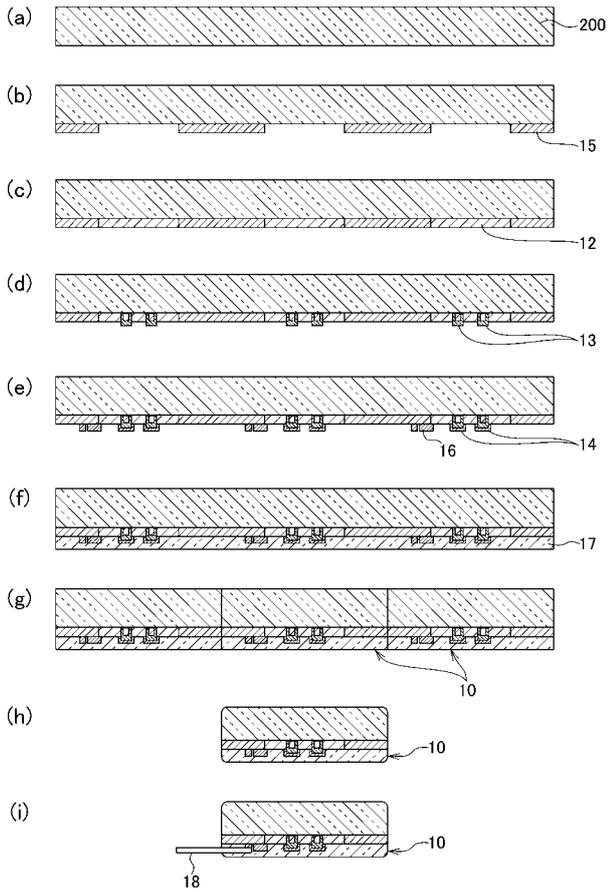
【 図 1 】



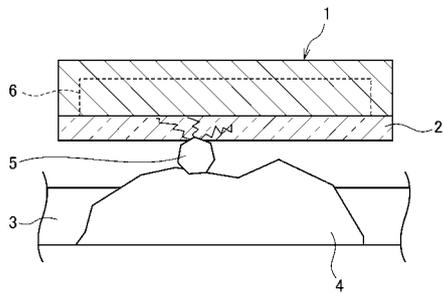
【 図 2 】



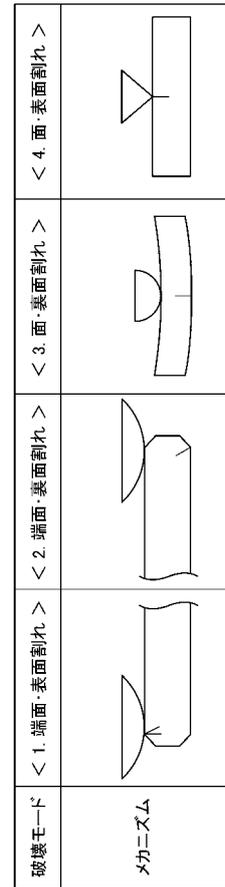
【 図 3 】



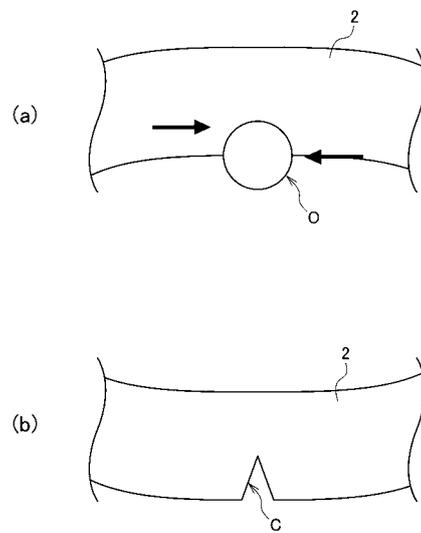
【 図 5 】



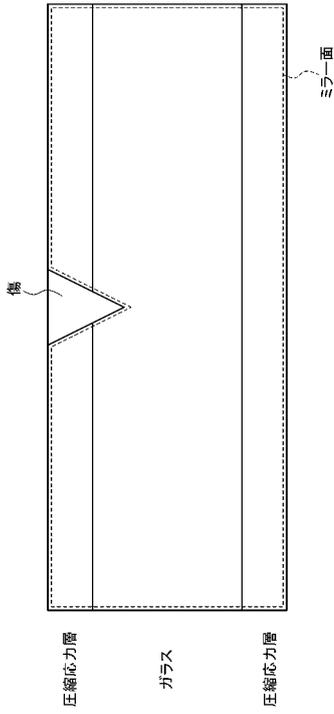
【 図 4 】



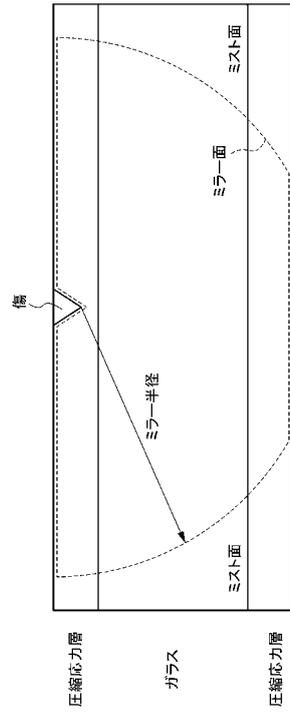
【 図 6 】



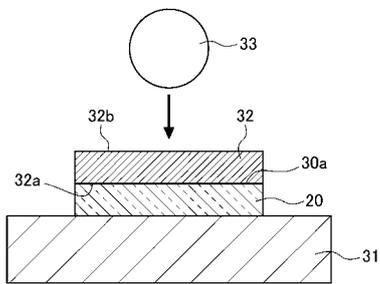
【 図 8 】



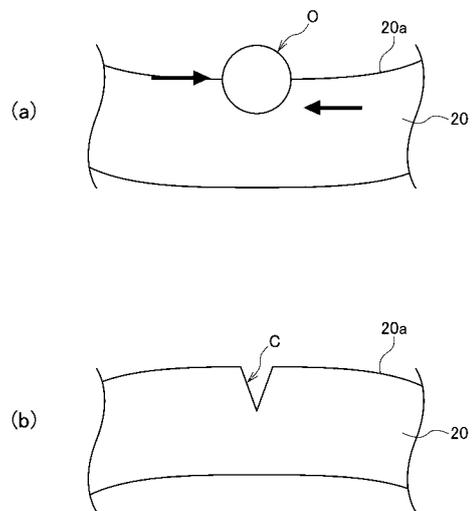
【 図 10 】



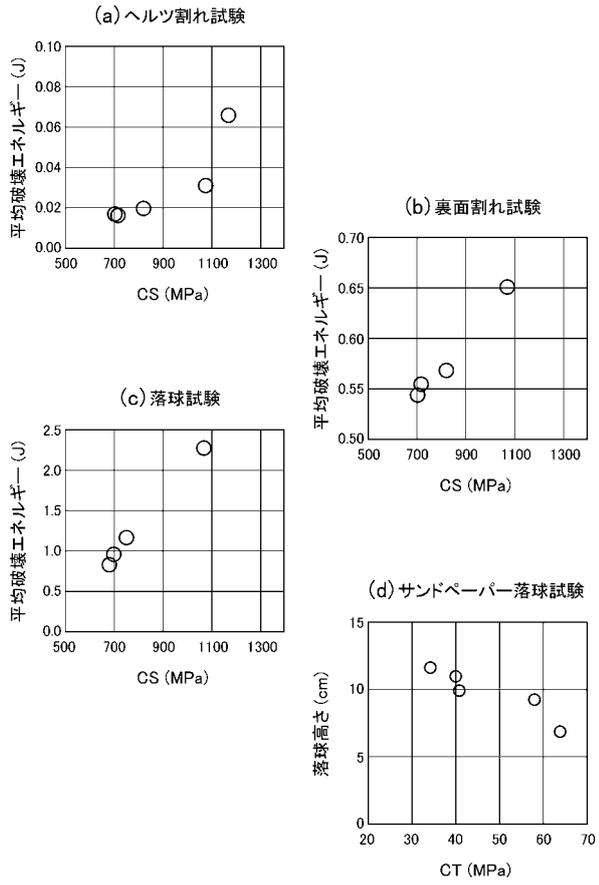
【 図 12 】



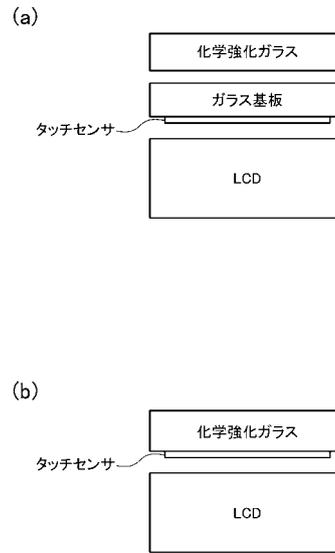
【 図 13 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

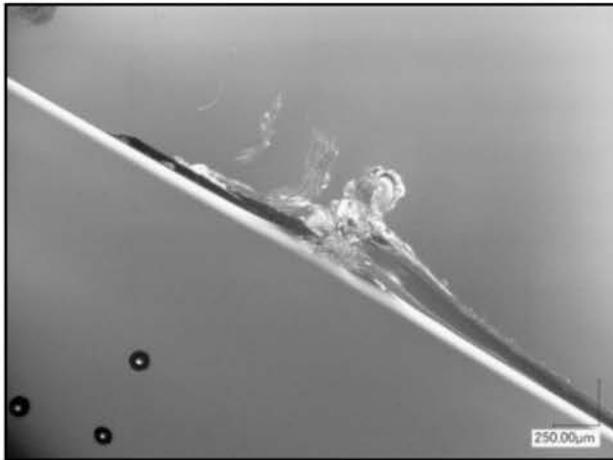


【 図 7 】

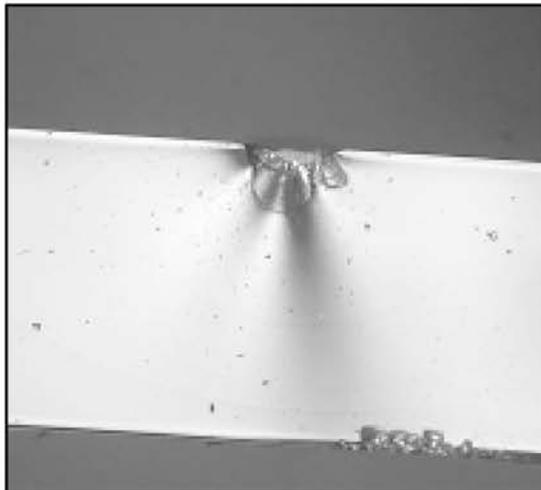
(a)



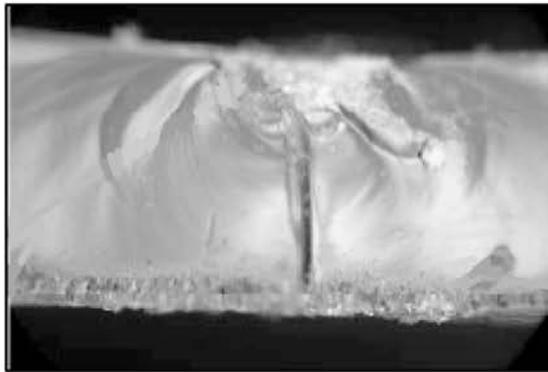
(b)



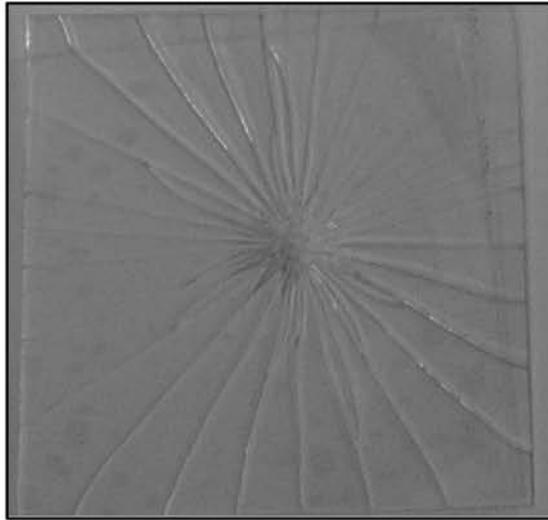
(c)



【 図 9 】

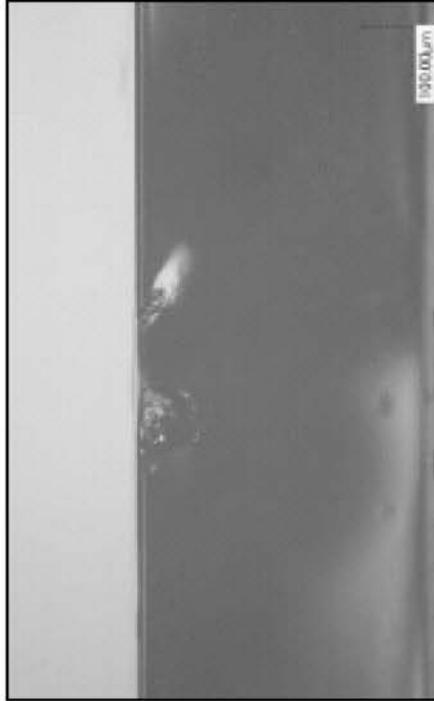


【 図 1 1 】

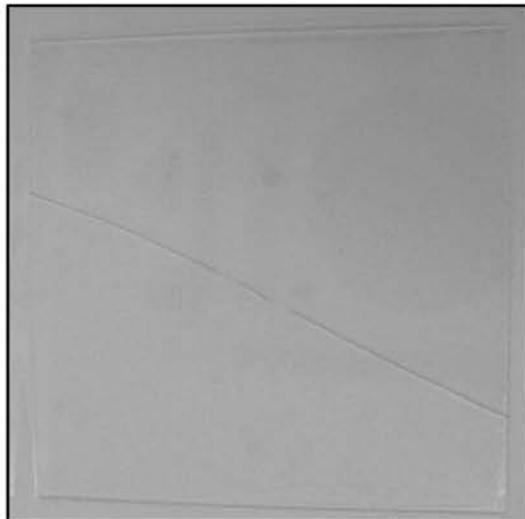


【 図 1 4 】

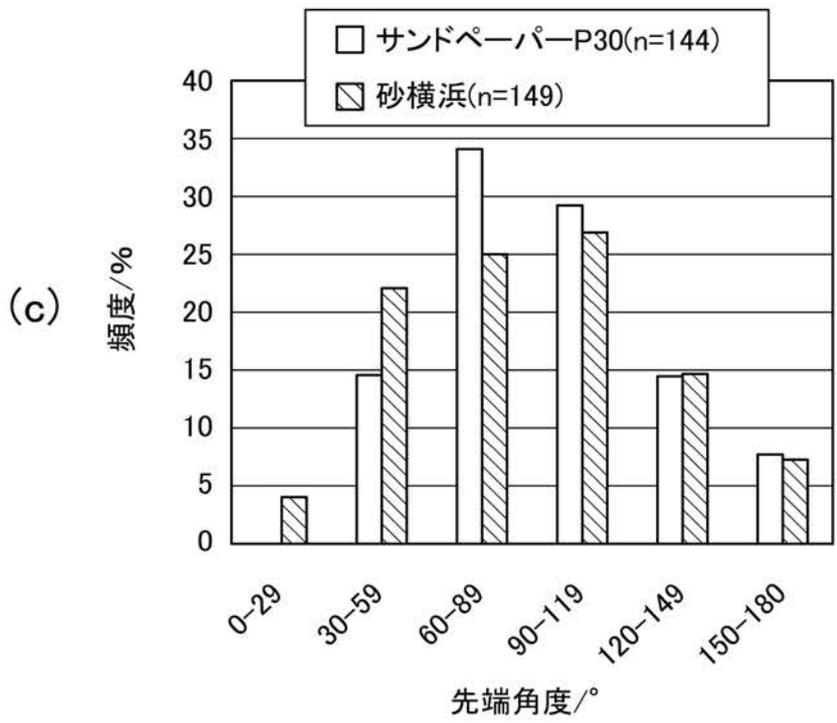
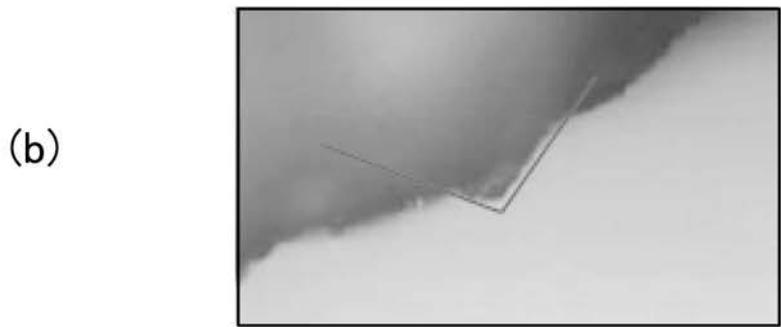
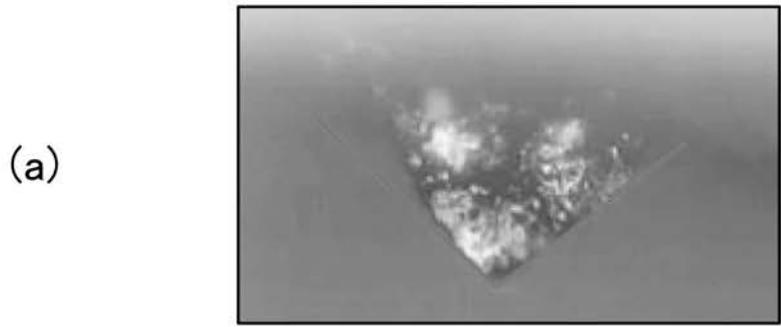
(b)



(a)



【 図 1 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中島 哲也
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- (72)発明者 小野 和孝
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- (72)発明者 秋葉 周作
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- (72)発明者 村山 優
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- (72)発明者 中川 文
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- (72)発明者 小林 裕介
東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内
- Fターム(参考) 4G059 AA08 AB01 AB03 AB09 AB11 AC03 AC16 AC18 HB03 HB14
5B068 AA32 BC08
5B087 AA04 CC13 CC14 CC15