

(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2005-321795  
(P2005-321795A)

(43) 公開日 平成17年11月17日(2005.11.17)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G09F 9/00	G09F 9/00 352	2H088
G02F 1/13	G02F 1/13 101	5C040
H01J 11/02	H01J 11/02 B	5G435

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2005-134737 (P2005-134737)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成17年5月6日(2005.5.6)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(62) 分割の表示	特願平11-329213の分割	(74) 代理人	100075096 弁理士 作田 康夫
原出願日	平成11年11月19日(1999.11.19)		
(31) 優先権主張番号	特願平10-360287	(72) 発明者	井上 隆史 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
(32) 優先日	平成10年12月18日(1998.12.18)	(72) 発明者	丸山 重信 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	浅野 敏郎 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】

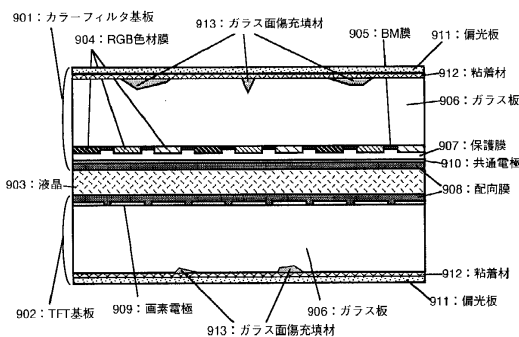
画像表示部を有する光透過性部材表面の傷を、少なくとも明視の距離であらゆる方向から目視してもその傷の存在が認識されない程度に修復した画像表示装置を提供する。

【解決手段】

このために、光透過性部材の屈折率と略同等の液状充填材を上記した傷の領域にのみ局所的に充填させ、硬化させる。これにより、充填材表面と光透過性部材表面との段差が±5.0 μm以下、また、光透過性部材の表面と充填材端部とのなす角を45度以下、好ましくは10度以下に充填材の量を制御することによって、傷の存在が認識されない程度の表示品質を発揮させることが可能である。

【選択図】 図10

図10



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像表示部を有する光透過性部材を備え、

該光透過性部材の表裏面に形成された傷が、該光透過性部材の屈折率と略同等の充填材で局所的に充填されてなり、

前記光透過性部材の表面と前記充填材の表面との間には段差が形成され、且つ該段差は少なくとも  $\pm 5.0 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 2】

画像表示部を有する光透過性部材を備え、

該光透過性部材の表裏面に形成された傷が、該光透過性部材の屈折率と略同等の充填材で局所的に充填されてなり、

前記光透過性部材の表面と前記充填材の表面との間には段差が形成され、且つ該段差 (H) と該充填材の最小幅 (W) との比、 $H/W$  は少なくとも 0.1 以下であることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 3】

画像表示部を有する光透過性部材を備え、

該光透過性部材の表裏面に形成された傷が、該光透過性部材の屈折率と略同等の充填材で局所的に充填されてなり、

前記光透過性部材の傷に充填された前記充填材は該光透過性部材の該傷が形成された表面と段差をなし、

前記充填材の端部が前記光透過性部材の表面と接する領域において、該充填材の表面と該光透過性部材の表面とのなす角度が少なくとも 45 度以下であることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 4】

前記光透過性部材の傷に充填された前記充填材の端部が該光透過性部材の表面と接する領域において、該充填材の表面と該光透過性部材の表面とのなす角度が少なくとも 10 度以下であることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 5】

画像表示部を有する光透過性部材と、光機能性膜と、粘着性接合層とを備え、

前記光機能性膜が前記粘着性接合層を介して前記光透過性部材に配設され、

前記光透過性部材の前記粘着性接合層に接する面に形成された傷が前記光透過性部材の屈折率と略同等の充填材で局所的に充填されてなり、

前記光透過性部材の傷に充填された前記充填材は該光透過性部材の該粘着性接合層に接する面と段差をなし、

前記光透過性部材の表面と前記充填材の表面との段差 (H) と該充填材の最小幅 (W) との比、 $H/W$  が少なくとも 0.1 以下であることを特徴とする画像表示装置。

## 【請求項 6】

前記光機能性膜が偏光板であることを特徴とする、請求項 5 記載の画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、非発光型あるいは発光型の画像表示装置に関し、詳しくは画像表示部におけるパネルガラス表面の傷を修復した画像表示装置及びその修正方法並びに修正装置を提供するものであり、特に液晶表示装置 (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display、以下 TFT-LCD と略す) やプラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel、以下 PDP と略す) において有用である。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 1 に、従来技術の代表例として、良く知られた TFT-LCD の断面構造の概略図を示す。この図には、表示部におけるパネルガラス板 106 の表面に、誤って形成された 3

10

20

30

40

50

ヶ所の傷 1 1 3 が表現されている。

この傷 1 1 3 は、製造工程においてガラス面に製造装置が接触した場合にしばしば観察される。そして、この傷 1 1 3 が形成される場所は、特にガラス基板を真空吸着ステージに保持する場所であって、基板 - ステージ間に異物が挟まって発生することが多い。

工程中の異物を極力低減するように製造現場での環境管理が行なわれているが、異物を完璧にゼロとすることは不可能であり、ガラス面傷 1 1 3 は統計的な頻度で発生する。また、この異物発生量を工程ごとにチェックすることは不可能であるので、現実には液晶表示パネルの最終製造工程、即ち液晶表示パネルに偏光板 1 1 1 を貼り合わせる前の段階で行われる点灯検査および全体外観検査で、ガラス表面に形成された傷 1 1 3 の存在が初めて発覚される場合が多い。そして、この傷 1 1 3 の部分でバックライトからの光が散乱されて、液晶表示装置としての表示品質を無視できない程度に損なわせることも多い。

これらの液晶表示パネルは既に多くの工程を経ているので付加価値が高く、従ってこの状態で液晶表示パネルを廃棄処分する場合には、仮にその発生頻度が低くても、廃棄することに伴う資源の損失を無視することが出来ない。

従って、環境資源の保護という社会的要求の観点から、何らかの方法でガラス面傷 1 1 3 を修復することが望まれる。

#### 【 0 0 0 3 】

上記した課題に対して、一般には以下に示す従来技術が使用されていた。即ち、液晶表示装置の表示部におけるガラス表面に傷を発見した場合、傷が消失するまで傷の周辺部を含めて研磨を行う方法が取られていた。この方法は、深さが数  $\mu\text{m}$  以下という比較的浅い傷に対して有効であるが、 $10\ \mu\text{m}$  を超えるような深い傷を修復する場合、研磨に要する時間が極めて長くなるため、現実的な修復方法とは言えない。また、上記した傷に比較して幅の広い傷、例えばマイクロクラックが深く進展した場合には、もはや修復が困難であるという問題があった。

#### 【 0 0 0 4 】

一方、研磨という方法を用いて対処出来ない傷の修復方法は、特開平 5 - 1 5 0 2 0 5 号公報または特開平 6 - 1 1 8 4 0 1 号公報に開示されている。

即ち、特開平 5 - 1 5 0 2 0 5 号公報に開示された技術は、表示パネルのガラス基板の傷に対して、ガラス基板の材料と同等もしくは同程度の屈折率を持つ液状の有機樹脂を、先端に針を装着したデイスペンサーから滴下し、その後その樹脂を熱硬化させてから、傷の周辺に残留する余剰樹脂をグラインダーで削り取ってガラス表面を平坦化する方法である。

しかしながら、この従来技術において、デイスペンサーの先端に装着した針の形状やサイズ及び有機樹脂の供給条件等に関する詳細な記述がなされておらず、また修復が完了した時、有機樹脂の傷内部への充填状況について、何ら数値的な記述がなされていない。そのため、どの程度傷が修復され、そして目的が達成されたか否を判断する基準が甚だ不明瞭であって、この技術の有効性を判断することが困難である。

また、特開平 6 - 1 1 8 4 0 1 号公報に記載の技術は、上記の従来技術と同様に、パネルのガラス材料と同等もしくは同程度の屈折率を持つ液状の有機樹脂を傷に充填し、熱硬化させる方法である。

しかしながら、この技術においても有機樹脂の充填方法について具体的な記述が全くなされていない。更に、傷を修復した部分の形状について、何ら定量的な記述がなく、その有効性を的確に判断することが困難であると言わざるを得ない。

#### 【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開平 5 - 1 5 0 2 0 5 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 1 1 8 4 0 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【 0 0 0 6 】

発明者らが、上記した従来技術に基いて、実際に液晶表示パネルのガラス表面に形成さ

10

20

30

40

50

れた傷に有機樹脂を充填した結果、以下に述べる多くの問題があり、容易に目的が達成出来ないことが判明した。

先ず、液状の有機樹脂をパネル表面のガラス傷の部分に充填し、熱硬化させた後に余剰樹脂を削り取る方法について、図2を用いて説明する。

何らかの方法を用いて余剰樹脂を除去する場合、その樹脂の体積が少ないほど処理が容易であることを考えると、できるだけ傷の容積に見合った、最適な量の樹脂を傷の中だけに供給することが望ましい。ガラス傷202のサイズは、原因となった異物の大きさ等に依りて千差万別であり、小さい傷は50 $\mu$ m程度から、そして大きな傷は500 $\mu$ mを超えるものまで、種々の傷が発生する。さらに傷202の深さには、数 $\mu$ mから数10 $\mu$ mの幅があり、傷の形状も様々である。

ここで、例えば、典型的なガラス傷202のサイズとして、幅50 $\mu$ m、長さ100 $\mu$ m、深さ5 $\mu$ mの直方体の溝を考えると、この傷の容積は25000 $\mu$ m<sup>3</sup>となる。この傷に必要な最小限の量(傷の容積分)の樹脂を精度よく供給するには、一回の吐出量を非常に少なくして、かつその量を制御可能な注入方法が不可欠である。具体的には、一回の吐出量を少なくとも1000~5000 $\mu$ m<sup>3</sup>に制御出来る方法が必要である。従って、傷への樹脂の充填は、上記した高精度の吐出を繰返して実行することになり、必要最小限の量の樹脂を充填させるには、出来るだけ少量の液滴を吐出できる道具が必要である。

そこで、市販品として入手可能なガスクロマトグラフィー用のマイクロシリンジ(小型注射器)の中から、容量が最も小さい(容量10 $\mu$ L)のマイクロシリンジを用いて実験した。因みにこのマイクロシリンジの最小目盛りは1 $\mu$ Lであって、この体積は各辺1mmの立方体(10<sup>9</sup> $\mu$ m<sup>3</sup>)に相当し、上記した典型的なサイズの傷の容積に比較して4 $\times$ 10<sup>4</sup>倍という圧倒的に過剰な量である。即ち、ガラス基板201の傷202の領域にのみ、文字どおり樹脂を流し込むという作業は、通常の注射器やデイスペンサーで実行できるものではない。実際に上記のマイクロシリンジを用いて液状エポキシ樹脂などを充填したのち、熱硬化させると、図2(b)に例示するように、相当過剰な量の樹脂を供給することしかできない。この場合、余剰樹脂の段差は、150 $\mu$ mを遥かに超えていた。従って、傷202の体積に見合った充填材203の注入を実行して、傷202の体積に相当する樹脂量だけを供給するためには、1回の吐出量を格段に微少化できる手法が必要である。

#### 【0007】

第2の問題として、当面は上記したように比較的過剰な充填材203の供給を前提にすると、余剰樹脂の除去技術が必要となる。

例えば、特開平5-150205号公報においては、余剰樹脂を研磨剤とグラインダーで除去することが開示されている。そこで、上記した小型のマイクロシリンジを用いて図2(a)のような傷202に樹脂を充填し、得られた図2(b)に示す形状の余剰充填材に対して、グラインダーによる研磨やカッターによる切削を施すと、図2(c)のような形状となった。即ち、充填材203が一部脱落したり、充填材203の表面が荒れたり、傷202の周辺に樹脂の切削残渣204が発生するなどの問題があり、傷202の中だけに充填材203を残した平坦な形状の加工が困難であった。

これは、充填材203自身が過剰であり、また余剰樹脂を機械的に除去する際の剪断力が強すぎて、充填材203の脱落が起こり易いこと、余剰樹脂の量が多すぎるため、グラインダーの砥石の粒度を粗めにして切削能率をあげる必要から加工面の粗度が大きくなる、等が原因である。また、切削や研磨によって発生する切り子や研磨屑の除去のために、新たに洗浄工程を追加しなければならないことも問題である。

傷の補修に伴う切削や研磨という工程は、できれば行わないで済ませることが望ましく、仮にその工程を実施しても、簡単な処理で済むように余剰充填材を極力低減させる方法を開発することが必要がある。即ち、余剰充填材の除去という工程を容易にするためにも、傷202の容積分に相当する量の充填材203を精度よく供給する方法であることが望まれる。そして、望ましくは、超高精度な充填方法により、傷202の中にだけ充填材203を供給し、画像表示装置全体に対してダメージのない何らかの方法で硬化させ、それ

10

20

30

40

50

だけで充填材 203 の表面と傷 202 の周りのガラス面とが略同一平面となって補修が完了し、一切の機械加工等を必要としないことが理想である。

#### 【0008】

第3の問題は、充填材の注入工程における位置決めの問題である。傷のサイズが数10 $\mu$ mから数100 $\mu$ m程度であることから、傷自体を肉眼で認識することが出来る。しかしながら、傷202の領域にだけ精度よく充填材を注入するためには、肉眼で充填材の吐出位置を確定し、かつ純然たる手作業で目的を達することは不可能であり、少なくとも実体顕微鏡ないしは光学顕微鏡の視野の中で、充填材吐出器（例えば上記したようなマイクロシリンジ）の先端部分を傷202の真上に正確に位置決めする必要がある。

残念ながら、目的を達成させるために不可欠な位置決め操作の必要性について、上記の従来技術には一切の記述がなされていない。また、上記したように、正確な位置決めを行ったと仮定しても、上記マイクロシリンジが有する吐出性能では、余剰充填材の除去に関する問題が解決しないことは既に述べた通りである。

#### 【0009】

第4の問題として、生産現場におけるガラス傷202の補修が再現性良く実行されるためには、傷の補修後の形状について、適切な定量的評価方法が必要であり、この問題について以下に説明する。

仮に、以上において述べてきた課題を解決できる精密な傷の充填補修方法を開発できた場合、傷補修部の形状が満たすべき条件について考察する。

まず、傷が補修できたということは、「傷が適切な充填材によって適切な形状に充填され、もはや肉眼によってその存在を認識できない状態に仕上げたこと」と定義する。ここで、アクティブマトリクス駆動型表示装置の代表であるTFT-LCDの表示パネルのガラス表面に傷が存在する場合において、その傷が表示上問題であると視覚認識される原因を、図3及び図4を用いて詳細に検討した。

#### 【0010】

TFT-LCDにおいて人間の目に入る光は、バックライトを光源としてTFT-LCDの開口部を通過してくる光と、外光が表示パネルの表面で反射した時の反射光との2種類に分けられる。傷の修復が不完全であって、このいずれかの光の光路が阻害されると、それが視覚認識されて傷の存在として察知されることになる。

まず、図3は、ガラス基板301の傷に対して、このガラスと屈折率が同等もしくは同程度の充填材302を正確に傷の容積と略同一量だけ充填し、ガラス基板301の表面と充填材302の表面が略同一平面であると同時に、充填材302の表面の平滑度（表面粗さ）はガラス基板301の表面と同程度となるように補修した場合である。

この場合、バックライトからの光303は傷修復部において何の阻害を受けることなく正常な光路を進行する。また外光304が示す振る舞いも、充填材302の表面、ガラス基板301の表面において有意差はなく、充填材302の端部もガラスと略同一平面で連続しているため、傷自身が視覚認識上の特異点にはならない。従って、傷は完全に修復されて目視で認識されることがなく、理想的な傷の補修が実現したとすることが出来る。

#### 【0011】

一方、図4は、充填材402の充填量が傷の容量を僅かに上回り、充填材402の一部が傷の端部外側へほんの少しだけはみだして形成された場合である。傷のサイズ及び形状が千差万別であることから、高精度の充填方法を用いても、僅かな余剰充填が発生することは現実的には起こりうる。従って、図4に示したような補修形状に対して、視覚的に認識できない形状限界を明確に規定する基準を設けることが、現実的な問題として重要である。

#### 【0012】

さて、図4に例示したように、充填材402の端部を除く大部分の傷修復部において、充填材の表面は略平坦であり、また充填材402とガラス基板401との屈折率が略一致している場合を考える。この場合、バックライト光(1)405は、ガラス/充填材の界面および充填材/空気の界面で何ら変調を受けることなく、正常な経路を進行する。従っ

10

20

30

40

50

て、この領域においては、傷は認識されない。また、この領域では、外光(1)406に対して同様に光路障害がなく、傷は認識されない。

しかしながら、充填材402の端部においては状況が異なる。まず、バックライト光(2)407が充填材402の端部(図4の右側端部)に入った場合、充填材/空気の界面において、光407の一部が左下方向に部分反射(408)を受けると同時に、残りの光は直進方向からずれた方向に異常透過光409として進行する。このため、この領域で輝度分布が変化し、充填材402の端部が画像表示装置を観察するユーザーによって目視認識されてしまう。

次に外光(2)410が充填材402の端部(例えば図4の左側端部)に入射した場合は、空気/充填材の界面において、先程の場合と同様に反射光411と屈折光412に分岐し、いずれの光も入射方向からずれた方向に進行する。このため、この領域においても光の輝度分布が変化するので、ユーザによって目視認識されることになる。実際には、バックライト光407と外光410が受ける変調が、充填材402の端部である外周全体で生じるため、充填材402の全体が目視認識されたことになる。

10

#### 【0013】

尚、上記した現象は、充填材が僅かに不足しているような場合、例えば後述の図5に示すように、充填材1202の表面がガラス基板1201の面に対して少し下がった形状になっている場合でも、全く同様に考えることが出来、その結果として充填材1202の端部が目視認識されてしまう。(この原理は上述した説明から容易に理解されるので、詳細な説明は省略した)

20

ところで、このバックライト光と外光とが受ける変調現象は、充填材402及び1202の端部のテーパ角(図4においては左端部の404、図5においては左端部の1204)に依存する。即ち、テーパ角が小さいほどこの変調現象が軽微となり、その結果、充填材端部での輝度変化が小さくなって、目視での認識が困難となる。言い換えれば、このテーパ角が小さいほど、傷の修復部は目立たなくなるので、充填材端部のテーパ角の最適値を決定することが極めて重要な意味を持つことになる。

#### 【0014】

以上で説明した従来技術の課題を整理して、以下に示す。

本発明は、例えばTF-T-LCDに代表される画像表示装置において、画像表示パネルのガラス表面に存在する傷に、ガラスと屈折率が同等もしくは同程度の充填材を注入して、これを修復するにあたり、

30

(1)存在する傷の領域に対して、充填のための正確な位置決めを行い、  
(2)傷の領域にのみ、その傷の容積に相当する量の液状充填材を注入し、そして硬化させ、  
(3)望ましくは、充填材表面と傷周囲のガラス表面とが略同一平面となる形状に仕上げる手段、及びこの手段を用いて傷の修復を実現させた画像表示装置を提供することである。

(4)また、傷の領域に対して、充填材の僅かな余剰(傷からはみ出し)または不足が発生しても、必要に応じて軽度の精密研磨等を施すことによって、充填材を供給した領域の端部が視覚認識できない程度のテーパ形状に仕上げる手段及びこの手段によって傷修復を実現した画像表示装置を提供することである。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

まず、上記したガラス基板上の傷を高精度に修正するためには、ガラス基板上の任意の微小領域のみに液状材料を供給する技術が必要である。この問題に対して、例えば特開平8-8514号公報に開示されているマイクロインジェクション装置を用い、図6に示す方法を用いることによって実現させることが可能である。即ち、先端の内径を1~10 $\mu$ mに成形したピペット503内に液状充填材504を充填し、ピペット503の他端からピペット内部に不活性ガスをパルス状に供給することによって、ピペット503の先端から液状材料の微量注入を行う装置を用いる。

50

## 【0016】

具体的には、液状充填材504を充填したピペット503の吐出口を傷502の真上に位置決めし(図6(a))、ピペットの傾きを一定に保ったままピペット503を下降させて、ガラス基板501の傷502に接触させる(図6(b))。次に、ピペット503の後方から内部に窒素ガス505をパルス的に供給し、ピペット先端から液状充填材504を吐出させる(図6(c))。尚、上記の作業は顕微鏡下で実施し、1回の吐出毎にピペット503をすぐに上昇させてガラス基板501から引き離し、傷502の充填状態を確認する(図6(d))。そして、充填量が不足であれば、液状材料の吐出を繰り返して液状充填材504がちょうど傷502を満たしたと判断した時点で吐出完了とする。

ここで、液状充填材504の1回の吐出量を変える場合、窒素ガス505の圧力あるいはパルス印加時間を変えればよい。これによって、傷のサイズに合わせて液状充填材の吐出量を最適化し、高精度で充填材の注入が可能となる。

10

## 【0017】

さて、以上のような概念の操作を実行し、上記した(1)、(2)及び(3)の課題を解決することは、(a)傷を有する液晶表示パネルをステージに搭載し、その位置決めを行う機構、(b)液晶表示パネルの表面を観察する機構、(c)液状材料を充填したピペットを操作してその位置決めを行う機構、(d)ピペットの後方からパルス的に不活性ガスを供給して液状材料を吐出させる機構、を備えた液状材料の自動供給装置により達成させることが可能である。

## 【0018】

例えば具体的には、先端内径を1~10 $\mu\text{m}$ に成形したピペット503にエポキシ樹脂を充填した後に、そのピペットを保持して、その先端を観察光学系の視野中心に設置させる。その後、ピペット503を下降させ、ピペット先端が基板501の表面で位置ずれする様子からピペット503と基板501との接触を察知する。その後、ピペット503の後方から例えば圧力150kPaの窒素ガス505を50ms幅のパルスで供給する。この時、ピペット503の先端は30~45度の角度で基板501に接触しており、パルス的な窒素の供給によりピペット内部の液状材料504がピペット503の先端から最小約1pLの分解能で吐出される。そして、窒素の供給が終わった後、例えば100ms後にピペット503を上昇させ、ピペット先端と基板501とを隔離することにより、液状材料の供給量を高精度に制御することができる。因みに、ピペット後方からの窒素パルス供給回数と液状材料供給量との関係を図7に例示するが、両者はほぼ比例関係にある。

20

30

## 【0019】

最後に、液状充填材注入後の充填材の硬化処理に移る。硬化処理としては、用いた材料の性質によって最適な条件を選定することが必要であるが、液晶表示装置にダメージを与えないことを前提として、熱硬化あるいは光硬化を採用することができる。液状充填材としては、熱硬化型エポキシ樹脂、熱硬化型アクリル樹脂、光硬化樹脂などを用いることができるが、基本的な要件として、液状充填材の屈折率が液晶表示装置に用いたガラスと同等もしくは同程度であること、無色透明であること、ガラスとの密着性が高いこと等が挙げられる。

40

## 【0020】

尚、上述したマイクロインジェクション法によれば、ほとんどのガラス傷に対して、その傷の容量分だけの液状充填材の供給を高精度で実行することができるが、傷の容量が比較的小さい場合に、僅かに余剰充填となることがあった。そのような場合には、例えばテーブ研磨装置を用い、充填材余剰分の盛り上がりを研磨して除去することにより、良好な充填形状が得られることは言うまでもない。

## 【0021】

発明者らの実験によって得られた重要な知見は、パネル表面と充填材の表面とが完全な同一平面にならなくても、両者の高さの差が $\pm 5.0\mu\text{m}$ の範囲に収まり、また、パネル表面と充填材料の端部とのなすテーパ角が45度以下、好ましくは10度以下であれば、

50

ガラス表面の傷が目視認識できなくなることである。これは、上記パネル表面と充填材の表面との高さの差、またはパネル表面と充填材の端部とのなすテーパ角が小さいという物理的理由もさることながら、TFT-LCDを組み立てる際、修復したガラス板に例えば厚さ25 $\mu\text{m}$ 程度の接着層を介して偏光板を取り付けることによって、この接着層が上記高さの差 $\pm 5.0\mu\text{m}$ を物理的に吸収し、また、接着層がテーパ面と馴染んで実質的にそのテーパ面を無くすような光学的部材として機能するからである。

【発明の効果】

【0022】

以上で説明したように、本発明は、ガラス表面に存在する傷に対して局所的に充填材を供給することによって、目視での傷の存在を識別不可能にならしめ、そして、これを例えばTFT-LCDのガラス表面の傷修復に適用させた場合には、修復部分とその周辺部分に対して表示品質上、何ら有意差を生じさせないことを可能にした。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施例を図面を用いて、詳細に説明する。

【0024】

図8に、第1の実施例を実施するための装置の一例を、また図9に、ガラス表面の傷を修復した一例を示す。

【0025】

まず、本実施例を実現する装置は、LCDパネル701を搭載し、位置決めを行うためのステージ702と、LCDパネル701の表面を観察するための対物レンズ703及びCCDカメラ704と、照明光源705と、ハーフミラー706と、モニター用TV707と、液状充填材を詰めたピペット708と、ピペット708とLCDパネル701の表面を例えば45度の角度で接触するように保持し、その位置決めを行うマニピュレータ709と、ピペット708内に例えばN2窒素ガスをパルス的に供給する電磁弁710と、LCDパネル701の上に供給した液状充填材を硬化させるための光源712と、その光源712からの光をLCDパネル701上に照射するためのライトガイド711により構成されている。

20

【0026】

ここで用いたピペット708は、外形1.2mm、内径0.7mmのホウケイ酸系の硬質ガラス管を熱処理により引き延ばして成形し、その先端内径をおよそ5 $\mu\text{m}$ としたものを用いた。ピペット708の材質はガラスに限定される必要性はない。

30

また、ピペット708の内部に充填した液状充填材としては、粘度160cps、硬化物屈折率1.541の低温硬化型のエポキシ樹脂を用いたが、上記した物性値に近いものであればエポキシ樹脂に限定されることはない。

電磁弁710の一次側には、150kPaの窒素ガスが常時供給されている。さらに、マニピュレータ709、電磁弁710は、コントローラ(図示してない)によって制御されている。

【0027】

ここで、使用するピペット708に対する窒素ガスの供給条件の初期化について述べる。

40

先ず、オペレータは、マニピュレータ709を用いてピペット708の先端をモニター用TV707の視野内に移動し、ピペット708の先端に焦点を合わせるとともに、モニター用TV707上に予め定められた基準点にピペット708先端の位置決めを行い、そのときのマニピュレータ709の位置を初期基準位置としてコントローラに記憶させる。その後、ステージ702上からピペット708を退避させ、ステージ702上にダミー基板713を搭載し、ステージ702を上下に移動してダミー基板の表面に焦点を合わせる。ここでダミー基板713は、インジェクション条件設定のための試行実験に用いるものであり、LCDパネルと同一材質の基板を用いる。

【0028】

50

次いで、コントローラーからの指示によりダミー基板 713 の表面上にピペット 708 の先端をゆっくり降下させ、接触させる。ダミー基板表面にピペット 708 の先端が接触すると、その先端部が弾性変形し、ピペット 708 の傾斜方向にずれる様子がモニター用 TV 707 上で確認することが出来る。基板接触時のピペット 708 の先端のずれ量は、通常 5 ~ 10  $\mu\text{m}$  程度が最適である。

ダミー基板 713 とピペット 708 の先端との接触が確認できたら、液状充填材の供給試行実験に入る。ここでは、窒素ガスの圧力を 150 kPa に固定し、窒素ガス供給のパルス幅を 10 msec ~ 300 msec の間で変化させることによって、種々のパルス幅における 1 ショット当たりの吐出量を概算した。

即ち、ダミー基板 713 の表面にピペット 708 の先端を接触させて、液状充填材の 1 ショットの吐出を行い、吐出後 0.1 sec 後にピペット 708 を上方に 100  $\mu\text{m}$  退避させ、続いてステージを 1 mm 移動させるという操作を窒素ガス供給のパルス幅を変えながら繰り返した。

上記した一連の試行実験の終了後、ダミー基板 713 を例えば熱風乾燥炉に入れて 100 で 2 時間加熱し、液状充填材である樹脂を硬化させた。こうして形成されたスポット状の硬化物の形状を例えばレーザー顕微鏡を用いて計測し、三角錐近似によって各スポット状硬化物の体積を概算し、吐出条件を決めた。

#### 【0029】

一例として、窒素ガス圧 150 kPa、パルス幅 30 msec という条件の場合、1 ショット当たりのエポキシ樹脂の吐出量は、熱硬化後の体積換算で約 5  $\mu\text{L}$  (5000  $\mu\text{m}^3$ ) であった。

#### 【0030】

上記した条件を用いて、TFT-LCD のガラス面に形成された傷の修復を行った一例を、図 9 を用いて説明する。尚、本実施例の TFT-LCD のガラス材料はホウケイ酸ガラスの一種であり、その屈折率は 1.54 である。

実験に用いた TFT-LCD のガラス表面には長さが約 3 mm 程度の擦過傷が存在し、肉眼で容易に認識できる。その傷の深さを良く知られた触針型表面粗さ計で計測した結果、図 9 (a) に示すように、最大の深さは 9.4  $\mu\text{m}$  である。この傷に対して上記の設定条件で低温硬化型エポキシ樹脂を注入した。傷が細長いため、ステージ 702 及びピペット 708 の移動を繰り返して、傷の長手方向に吐出位置を移動させながら、逐次吐出を繰り返した。この作業はモニター TV 707 の画面で充填された程度を確認しながら行われた。ピペット 708 から供給される液状充填材の回数は 320 回であったが、短パルス駆動の繰り返しであるため、全実作業時間はたかだか 15 分程度であった。

モニター TV 707 の画面で、充填が終了したと判断したのち、充填後の TFT-LCD パネルを例えば窒素雰囲気中で満たされた熱風乾燥炉 (約 100 ) 中で約 2 時間加熱し、液状充填材である樹脂を硬化させた。

尚、液状充填材の硬化方法は別の熱源を用いて硬化可能であれば、上記の熱風乾燥炉に限定されるものではない。

#### 【0031】

以上の作業を経て修復された傷の表面形状は、修復前とほぼ同じ箇所を計測すると、図 9 (b) に示されるように、凹凸 (山谷差) が 0.7  $\mu\text{m}$  程度に収まり、かつ充填された樹脂の端部形状が極めて滑らかである。即ち、傷の長手方向に対してその表面の粗さを計測しても、修復後の表面平滑度は均一であって、少なくとも明視野の状況下においては、傷の存在を認識することが出来なかった。

尚、図 9 に示された表面形状データは、表記上、グラフの縦横比を調整してあるので、実際の形状をイメージとして捉えるためには、横軸のスケールを約 1.3 倍拡大する必要がある。

このように、比較的 low 粘度の樹脂を充填材として用いることによって、硬化後の樹脂表面は極めて滑らかに仕上がっており、改めて何らかの仕上げ工程を施すことをしなくても傷の修復が可能である。

10

20

30

40

50

## 【0032】

以上で述べた技術を用いてガラス表面の傷を修復した後、所定の工程を経て偏光板 9 1 1 を粘着材 9 1 2 を用いて張り合わせ、液晶表示装置を完成させた。その断面の概略図を図 1 0 に示す。ここで、傷に充填された液状充填材 9 1 3 (エポキシ樹脂) とガラス板 9 0 6 との密着性は極めて高く、また同様にこのエポキシ樹脂 9 1 3 は偏光板 9 1 1 の裏面の粘着材 9 1 2 とよく密着する。

上記した液晶表示装置を良く知られた通常の方法で点灯させた場合、TFT基板 9 0 2 側から入射されたバックライト(図示せず)からの光は液晶 9 0 3 及びカラーフィルタ基板 9 0 1 を通って外部(観察者側)に出射される。この時、光の一部はガラス表面の傷の部分を通るが、この傷は充填材 9 1 3 (エポキシ樹脂)を用いてその表面形状が滑らかであるように埋め尽くされているため、その部分があたかも正常なガラス表面であるかの如き振る舞いを示す。

このように、TFT-LCDの製造工程において、何らかの原因によってガラス表面に傷が付いてしまっても、その傷の部分にだけガラスと同程度の屈折率を有する充填材、例えばエポキシ樹脂を用いて埋めることによってその傷を修復することが可能となり、修復されたTFT-LCDを用いた液晶表示装置は、傷の存在しない、所謂良品と称せられる液晶表示装置と比較してなんら遜色のない表示特性と信頼性を示し、良品と同一の規格で市場に出荷できることを確認した。

## 【0033】

次に、第2の実施例について、図 1 1 を用いて説明する。

本実施例では、液状充填材として光硬化型のアクリル樹脂を用いた。この光硬化型アクリル樹脂は、粘度 1 5 0 c p s、硬化物の屈折率は 1 . 4 8、波長 4 5 0 n m 付近の可視光領域まで十分な感光特性を示す可視光硬化型の樹脂である。この樹脂を、上記した実施例 1 の場合と同様の方法を用いて傷に充填した。即ち、図 8 に示すピペット 7 0 8 に光硬化型アクリル樹脂を充填し、窒素ガス圧 1 5 0 k P a、パルス幅 3 0 m s e c の条件で樹脂の供給を行った。尚、この樹脂は光硬化型の樹脂であるため、作業中の観測光で樹脂が硬化することを防ぐ目的で作業は暗室で行い、また照明光源の光には 4 5 0 n m 以下の短波長光をカットするフィルターを通して用いた。

ガラス表面に存在する傷の外観形状は実施例 1 と類似していたので、樹脂供給の仕方も実施例 1 とほぼ同じように実施し、樹脂の吐出回数は 3 9 0 回とした。そして、樹脂供給の終了した傷の領域に、図 8 に示す樹脂硬化用光源 7 1 2 からライトガイド 7 1 1 を通して短波長可視光を照射した。用いた光源は波長 4 2 0 n m において 4 3 m W / c m<sup>2</sup> の照度をもっており、照射時間は 3 0 s e c とした。この時の照射エネルギー量は 1 3 0 0 m J / c m<sup>2</sup> である。

## 【0034】

ガラス表面に存在する傷の初期および樹脂充填/光硬化後の形状を、良く知られた触針型表面粗さ計を用いて計測し、その結果を図 1 1 に示す。初期の傷の深さは最大 1 1 . 6 μ m であったが、ほぼ同一箇所で計測した修復後の深さは約 0 . 9 μ m となった。そしてその傷はその全域に亘って、少なくとも明視野の範囲では目視認識できない程度に修復されていた。

図 1 1 に見られるように、本実施例においては傷への充填量が僅かに不足しているが、傷の存在する領域においては急峻な段差が解消しており、このことが不用意な光の散乱や屈折の発生を抑制していることが明確である。

また、本実施例は傷への充填材として光硬化型樹脂を用いることによって、極めて短時間に樹脂を硬化させることが可能であり、そして修復を完了させることが出来るのであって、それに必要な設備面でも簡単な設備で十分であることから、生産性の観点で利便性に富んでいる。

## 【0035】

第3の実施例として、僅かに余剰充填された傷に対して加工を行い、充填材表面をガラス面と略同一平面に仕上げた場合について、図 1 2 を用いて説明する。本実施例において

10

20

30

40

50

、充填材としては第1の実施例と同様に低温硬化型エポキシ樹脂を用い、同一の吐出条件を用いて樹脂の供給を行い、その後良く知られた熱風乾燥炉で窒素雰囲気中100で2時間熱硬化させることによって、ガラス表面に出来た傷を修復した。ここでの吐出回数は436回であった。

図12(a)は樹脂を充填する前の傷であって、その深さは20 $\mu\text{m}$ に達している。これに対して樹脂を充填した後の表面形状は、図12(b)に示されるように約3 $\mu\text{m}$ の凸形状である。周囲のガラス表面に比較して傷部分の約3 $\mu\text{m}$ の凸形状は、テーパ角が大きいなどの場合によっては目視にて十分に認識可能であって、この状態では光の異常な屈折や散乱が生じるため、液晶表示装置としての満足な機能を発揮することが不可能である。

10

そこで、凸形状の傷の部分に対して改めて平坦化の加工が必要であるが、本実施例においては、一般に精密な加工が可能であると言われていたテーブ研磨装置を用いて加工を行った。即ち、研磨すべき領域(樹脂を充填した後の凸形状部分)に純水を供給しながら、メッシュ#4000及び#8000のテーブを用いて順次テーブ研磨を実施した。この際、傷の修復部の形状変化を良く知られたレーザー顕微鏡で逐次観察し、研磨の進行状態をモニターするとともに、傷の修復部の外観状況を目視(約25cm)から観察した。

傷の修復部表面は、最終的には図12(c)に示すようにガラス面と略同一平面になるまで研磨した。従って、この最終仕上げり形状では、傷の修復部を明視の距離から認識することができなかった。すなわち、傷の存在する部分に対して樹脂の充填とテーブ研磨を併用により、僅かに余剰に充填された場合に対しても十分に傷の修復を行うことが可能である。

20

次に、第4の実施例について、図13を用いて説明する。

ガラス1601の表面には、何らかの原因によって形成された傷1602が存在する(図13(a))。この傷1602に対して、液状の充填材1603を上記した第一の実施例乃至第3の実施例で述べた方法で供給した。この場合、充填材1603は傷1602を完全に埋め尽くすように供給されている(図13(b))。そして、充填材1603が半硬化の状態にある時、良く知られたスキージ1604等を用いて、余剰に供給された充填材1603を、充填材1603の表面とガラス1601との表面とが略同一平面になるように除去する(図13(c)(d))。その後、上記の第一の実施例乃至第3の実施例で述べた方法を用いて、充填材1603を硬化させて、傷1601の修復が完了する(図13(e))。

30

上記した方法によって充填された樹脂の端部形状は、その表面の粗さを計測しても極めて滑らかであって、少なくとも明視野の状況下においては、傷の存在を認識することが出来なかった。また更に、傷を修復した後、所定の工程を経て偏光板を張り合わせ、液晶表示装置を完成させた場合、その点灯表示の結果は、その修復した部分があたかも正常なガラス表面であるかの如き振る舞いを示す。

#### 【0036】

上記の第1の実施例乃至第4の実施例について説明したが、発明者らの実験によって得られた重要な知見は、図12(c)に示したようにガラス表面と充填材の表面とが完全に同一平面にならなくとも、図4及び図5に例示したように両者の高さの差が $\pm 5.0\mu\text{m}$ の範囲に収まり、また、ガラス表面と充填材の端部とのなすテーパ角が45度以下であれば、ガラス表面の傷が目視認識できなくなることである。

40

図10に例示したTF-T-LCDの組み立てにおいて、修復させた傷の部分の拡大図を図14に示す。この図において、傷を埋め尽くした充填材1302は凸状の形状を示しているが、この充填材1302を含むガラス基板1301の上に、例えば厚さ25 $\mu\text{m}$ 程度の粘着材1304を介して偏光板1303を取り付ける。この時、この粘着材1304が充填材1302の凸状部分を埋めるように作用し、また、粘着材1304が修復部における充填材1302の端部、即ちテーパ部においても充填材1302と馴染んで実質的にそのテーパ面を解消させるような作用をもたらす。

上記したことは、一般に良く使用される粘着材1304の厚さが25 $\mu\text{m}$ 程度である場

50

合、傷に充填した充填材の硬化後の表面とその周辺のガラス表面との段差（ $H$ ）が最大 $\pm 5 \mu\text{m}$ 以下であれば、この段差を粘着材 1302 が吸収してくれることになる。

また、硬化後の充填材 1302 の段差（ $H$ ）と最小幅（ $W$ ）との比  $H/W$ 、言い換えれば充填材 1302 の端部において、その表面とガラス 1301 の表面とのなす角（テーパ角）が小さいほど、粘着材 1304 がその段差の影響を吸収して、光学的にはあたかもテーパ角を有する段差が存在しないように作用することになる。

図 15 は、ガラス表面に形成された傷の一具体例を表わす説明図である。同図（ $a$ ）は光学顕微鏡を用いて観察された傷の外観図、（ $b$ ）はレーザ顕微鏡観察による傷の 3 次元像、（ $c$ ）はレーザ顕微鏡による断面プロファイルを光学顕微鏡の像と重ねて表わしたものである。

10

また、図 16 は、修復後の傷の一具体例を表わす説明図であって、各図は図 15 の（ $a$ ）、（ $b$ ）及び（ $c$ ）に対応する。

これらの結果から、補修前の傷、即ち貝殻状の大きな傷やその中心に見られる深い傷等が、上記した充填材の局所的な供給及び硬化という過程を経ることによって、明視野での目視では認識困難である程度に傷の修復が行われたことが明白である。

【0037】

【表 1】

実施例番号	最大傷深さ(μm)	傷発生箇所	充填材突起最大高さ H <sup>1)</sup> (μm)	修正部サイズ W <sup>1)</sup> (μm)	修正部縦横比 H/W (テーパー角 θ(度)) <sup>1)</sup>	偏光板貼り後外觀チェック
4	23.0	TFT面	5.2	270	0.019 [2.2]	○
5	13.8	CF面	6.7	350	0.019 [2.2]	○
6	41.9	TFT面	10.6	400	0.026 [3.0]	○
7	15.2	TFT面	7.0	242	0.028 [3.3]	○
8	10.2	TFT面	12.2	338	0.031 [3.6]	○
9	13.0	TFT面	9.0	200	0.045 [5.1]	○
10	18.4	TFT面	12.9	160	0.081 [9.2]	X
11	17.0	TFT面	-2.7 <sup>2)</sup>	175	-0.015 [-1.8]	○

1) 充填材突起最大高さH、修正部サイズW、テーパー角θの定義については図13参照。  
2) マイナス符号は、凹みを表す。

表 1. ガラス面傷修正結果事例

【 0 0 3 8 】

上記の表 1 は、上記した実施例について、ガラス表面に形成された傷の状態とその修復後の表示品質との関係を纏めた結果であって、傷の深さ、硬化後の充填材の高さ（H：充填材の表面とガラス表面との段差）、充填材の最小幅（W）、充填材端部におけるテーパー角、偏光板貼り合わせ後の外觀チェック（点灯時の表示特性に該当する）との関係を表わしている。

この結果からも明らかのように、ガラス表面の傷に対して充填材を充填して修復させ、

10

20

30

40

50

これに通常の工程を経て偏光板を貼り合わせて画像表示装置とした場合、充填材の段差や大きさ、その端部での形状等を制御することによってあたかも傷のない場合と同様の表示品質を確保することが可能である。

【0039】

以上で述べたように、従来、ガラス表面に存在する傷のために不良品として廃棄していた画像表示装置を良品として復活させ、これによって社会的には資源や生産エネルギーの節約等に寄与し、また企業的には製品の歩留向上及びコスト低減等に寄与する効果が大きいと言える。

【0040】

また、上記した実施例は、TFT-LCDのみならず、その他の非発光型および発光型の画像表示装置の表示部における傷修復にも応用可能であり、更にはPDP、エレクトロルミネッセンス素子、平面ブラウン管などの表示装置に対しても適用可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】ガラス表面に傷を有するTFT-LCDの断面図である。

【図2】従来技術を用いてガラス表面の傷を修復した場合の説明図である。

【図3】修復された傷を説明する概念図である（充填材表面とガラス表面とが略同一平面である場合）。

【図4】修復された傷を説明する概念図である（充填材の量が傷の容量を超えている場合）。

【図5】修復された傷に入射した光の挙動を説明するための概念図である（傷の容積に比較して、充填材の量が僅かに少ない場合）。

【図6】マイクロインジェクション法を用いた微量の充填材供給を説明する概略図である。

【図7】窒素ガス供給回数と液状充填材供給量との関係を表す説明図である。

【図8】本発明で用いたマイクロインジェクション装置の構成図である。

【図9】本発明の第1の実施例であるガラス傷への充填材供給状態を表わす説明図である。

【図10】ガラス表面の傷を修復させたTFT-LCDを説明するための断面図である。

【図11】第2の実施例であるガラス傷への充填材供給状態を表わす説明図である。

【図12】第3の実施例であるガラス傷への充填材供給状態を表わす説明図である。

【図13】樹脂の未硬化状態で平坦化を行う方法を示す説明図である。

【図14】修復後の傷を含むガラス表面に偏光板を貼り合せた時の状態を説明するための概略図である。

【図15】ガラス表面に形成された傷の一具体例を表わす説明図である。

【図16】修復後の傷の一具体例を表わす説明図である。

【符号の説明】

【0042】

101 ... カラーフィルタ基板

102 ... TFT基板 (Thin Film Transistor基板)

103 ... 液晶

104 ... RGB色材膜 (Red Green Blue色材膜)

105 ... BM膜 (Black Matrix膜)

106 ... ガラス板

107 ... 保護膜

108 ... 配向膜

109 ... 画素電極

110 ... 共通電極

111 ... 偏光板

10

20

30

40

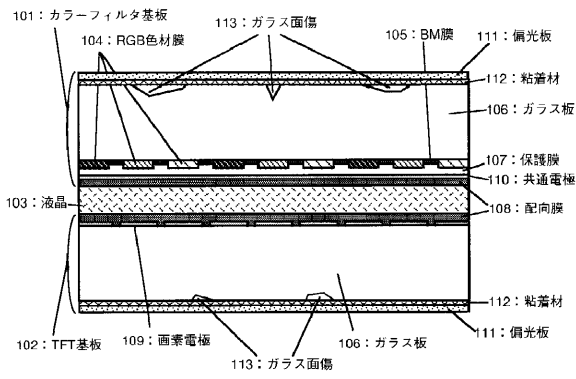
50

1 1 2 ... 粘着材	
1 1 3 ... ガラス面傷	
2 0 1 ... ガラス基板	
2 0 2 ... 傷	
2 0 3 ... 充填材	
2 0 4 ... 切削残さ	
2 0 5 ... 充填材脱落部	
3 0 1 ... ガラス基板	
3 0 2 ... 充填材	
3 0 3 ... バックライト光	10
3 0 4 ... 外光	
4 0 1 ... ガラス基板	
4 0 2 ... 充填材	
4 0 3 ... 充填材段差	
4 0 4 ... テーパー角	
4 0 5 ... バックライト光 ( 1 )	
4 0 6 ... 外光 ( 1 )	
4 0 7 ... バックライト光 ( 2 )	
4 0 8 ... 反射光	
4 0 9 ... 異常透過光	20
4 1 0 ... 外光 ( 2 )	
4 1 1 ... 反射光	
4 1 2 ... 屈折光	
5 0 1 ... ガラス基板	
5 0 2 ... 傷	
5 0 3 ... ピペット	
5 0 4 ... 液状充填材	
5 0 5 ... 窒素ガス	
7 0 1 ... L C D パネル	
7 0 2 ... ステージ	30
7 0 3 ... 対物レンズ	
7 0 4 ... C C D カメラ	
7 0 5 ... 照明光源	
7 0 6 ... ハーフミラー	
7 0 7 ... モニター T V	
7 0 8 ... ピペット	
7 0 9 ... マニピュレータ	
7 1 0 ... 電磁弁	
7 1 1 ... ライトガイド	
7 1 2 ... 樹脂硬化用光源	40
7 1 3 ... ダミー基板	
8 0 1 ... 充填材	
9 0 1 ... カラーフィルタ基板	
9 0 2 ... T F T 基板 ( Thin Film Transistor 基板 )	
9 0 3 ... 液晶	
9 0 4 ... R G B 色材膜 ( Red Green Blue 色材膜 )	
9 0 5 ... B M 膜 ( Black Matrix 膜 )	
9 0 6 ... ガラス板	
9 0 7 ... 保護膜	
9 0 8 ... 配向膜	50

9 0 9 ... 画素電極	
9 1 0 ... 共通電極	
9 1 1 ... 偏光板	
9 1 2 ... 粘着材	
9 1 3 ... ガラス面傷充填材	
1 0 0 1 ... 充填材	
1 1 0 1 ... 充填材	
1 2 0 1 ... ガラス基板	
1 2 0 2 ... 充填材	
1 2 0 3 ... 充填材段差	10
1 2 0 4 ... テーパ角	
1 2 0 5 ... バックライト光 ( 1 )	
1 2 0 6 ... 外光 ( 1 )	
1 2 0 7 ... バックライト光 ( 2 )	
1 2 0 8 ... 反射光	
1 2 0 9 ... 異常透過光	
1 2 1 0 ... 外光 ( 2 )	
1 2 1 1 ... 反射光	
1 2 1 2 ... 屈折光	
1 3 0 1 ... ガラス	20
1 3 0 2 ... 充填材	
1 3 0 3 ... 偏光板	
1 3 0 4 ... 粘着材	
1 3 0 5 ... テーパ角	
1 3 0 6 ... 中心線	
1 6 0 1 ... ガラス	
1 6 0 2 ... 面傷	
1 6 0 3 ... 充填材 ( 液状 )	
1 6 0 4 ... スキージ	
1 6 0 5 ... 充填材 ( 硬化物 )	30

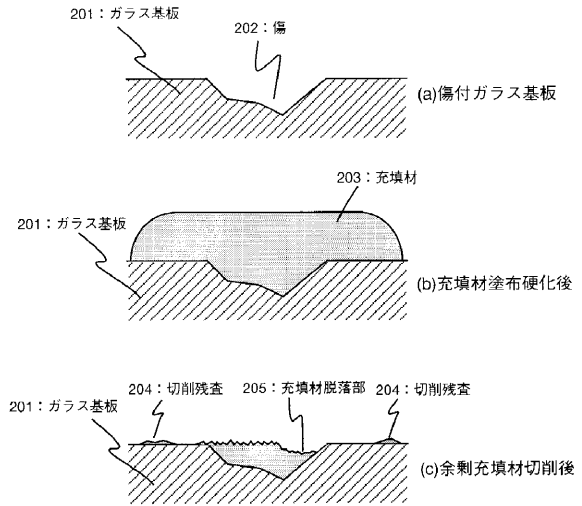
【 図 1 】

図 1



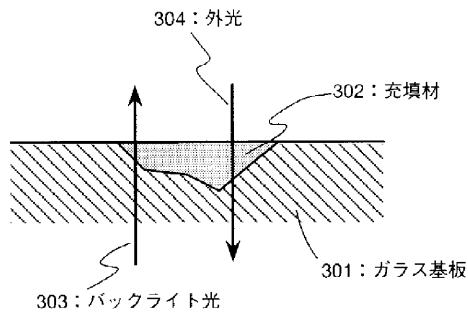
【 図 2 】

図 2



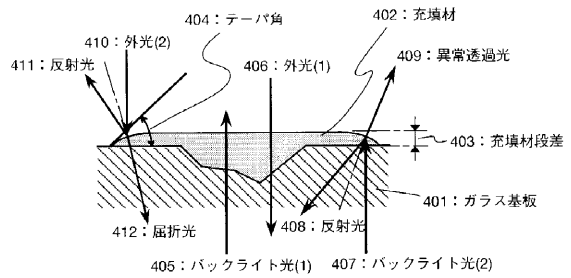
【 図 3 】

図 3



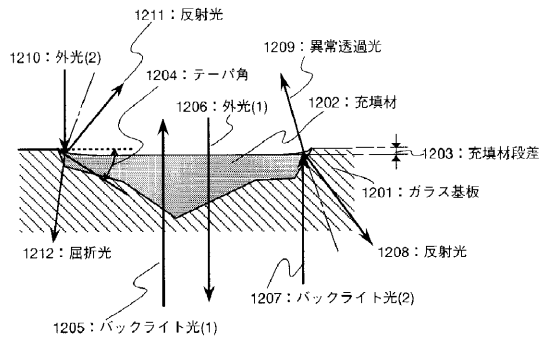
【 図 4 】

図 4



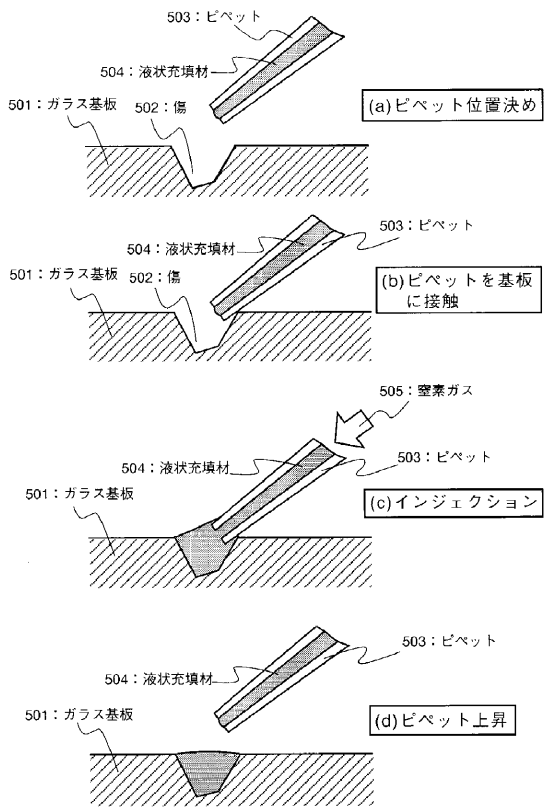
【 図 5 】

図 5



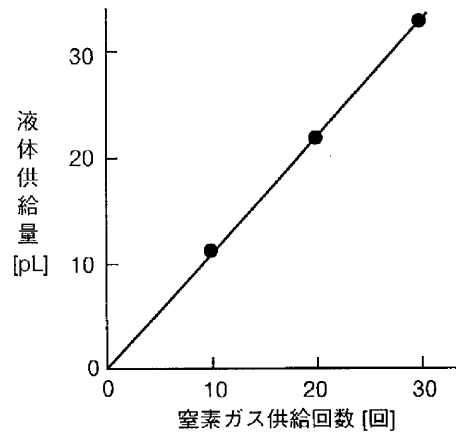
【図6】

図6



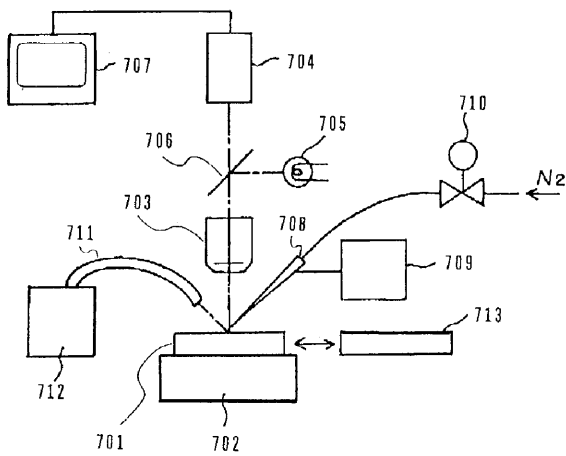
【図7】

図7



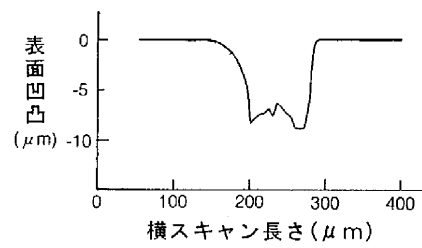
【図8】

図8

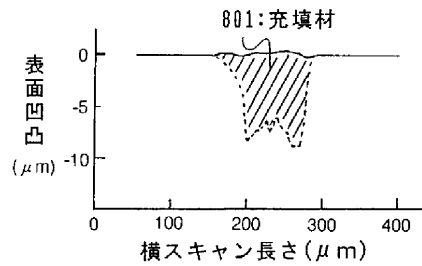


【図9】

図9



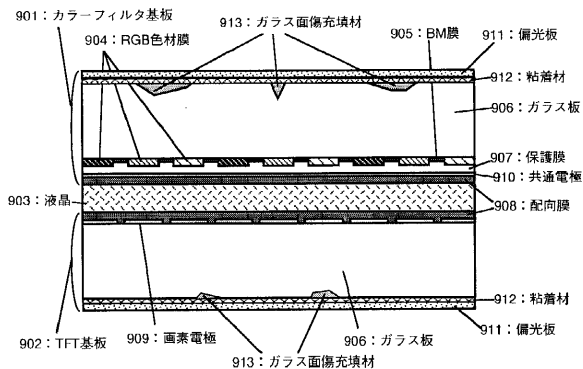
(a) LCDパネルガラス表面傷の初期状態



(b) 充填材注入後の傷表面形状

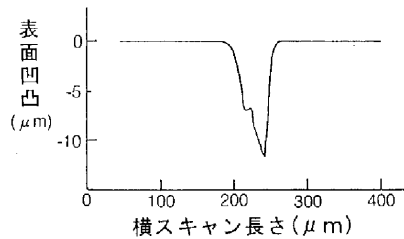
【図10】

図10

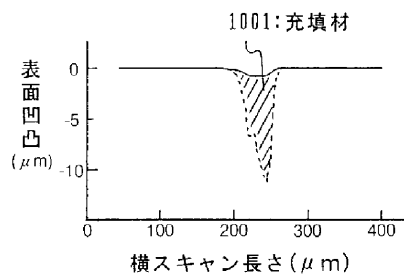


【図11】

図11



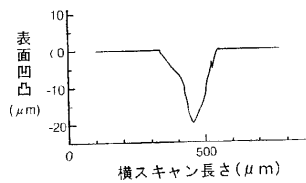
(a) LCDパネルガラス表面傷の初期状態



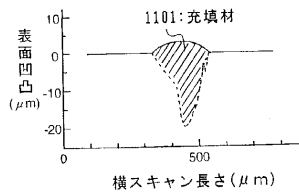
(b) 充填材注入後の傷表面形状

【図12】

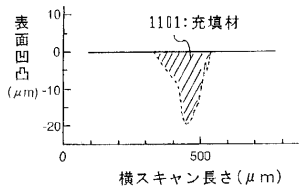
図12



(a) LCDパネルガラス表面傷の初期状態



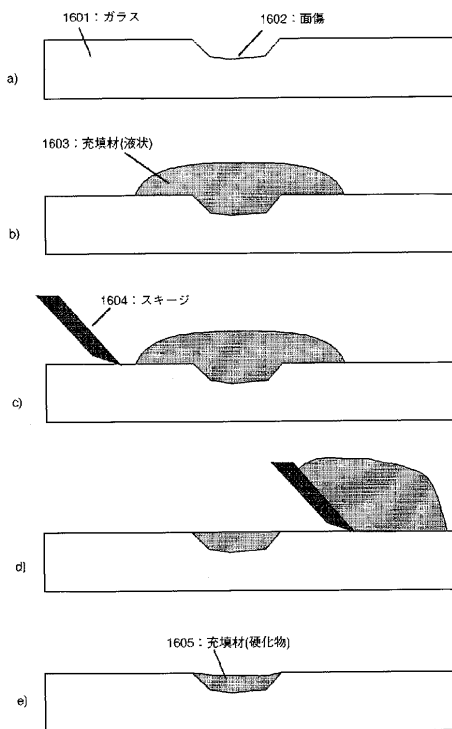
(b) 充填材注入後の傷表面形状



(c) 充填材表面テープ研磨後の形状

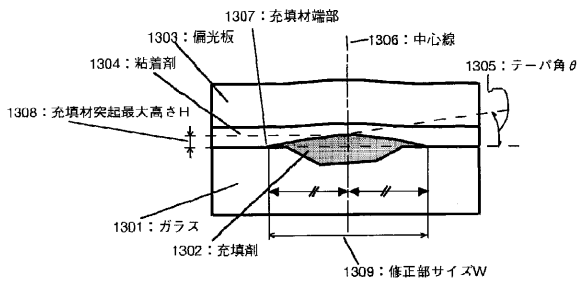
【図13】

図13



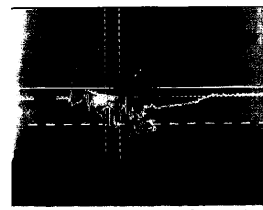
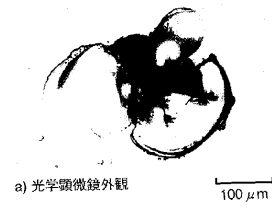
【 図 1 4 】

図 14



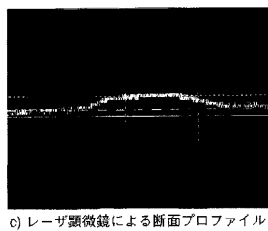
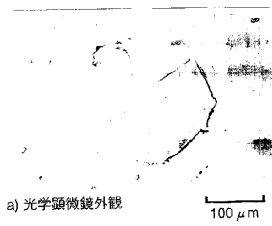
【 図 1 5 】

図15



【 図 1 6 】

図16



---

フロントページの続き

(72)発明者 澤口 武雄

千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地 株式会社日立製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 渡辺 六郎

千葉県茂原市早野 3 3 0 0 番地 株式会社日立製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 相内 進

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

F ターム(参考) 2H088 FA14 FA16 FA30 HA01 HA18 KA05

5C040 FA10 GA01 GA09 JA13 JA28 KA14 KB13 MA02 MA09 MA23

MA30

5G435 AA17 AA19 BB06 BB12 CC09 FF08 KK07 KK10