

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 12 月 22 日(22.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/158873 A1

(51) 国際特許分類:

C03C 27/06 (2006.01) H01J 11/02 (2006.01)
C03C 8/24 (2006.01) H01J 29/86 (2006.01)
G02F 1/1339 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)
H01J 9/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/063717

(22) 国際出願日: 2011 年 6 月 15 日(15.06.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-137641 2010 年 6 月 16 日(16.06.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭硝子株式会社(ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 和夫 (YAMADA, Kazuo) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 小野 元司 (ONO, Motoshi)

[JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 渡邊 満 (WATANABE, Mitsuru) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 竹内 俊弘 (TAKEUCHI, Toshihiro) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 竹田 諭司 (TAKEDA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 泉名 謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒1010035 東京都千代田区神田紺屋町 1 7 番地 S I A 神田スクエア 4 階 Tokyo (JP).

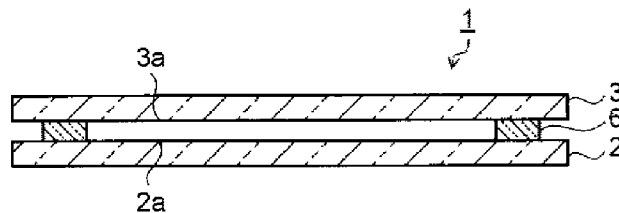
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 電子デバイス

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an electronic device capable of suppressing the occurring of cracks or breaks in glass substrates or a sealing layer when laser-sealing two glass substrates together. An electronic device (1) is provided with a first glass substrate (2), a second glass substrate (3), and a sealing layer (6) formed between these. The sealing layer (6) comprises a molten anchoring layer of a sealing material containing a sealing glass, a low expansion filler material and a laser absorption material. From a cross section view of the sealing layer (6), the sum of the perimeter lengths of the low-expansion filler material and the laser absorption material per unit surface area (the liquid inhibition value) is $0.7\text{--}1.3\mu\text{m}^{-1}$, and the sum of the sealing glass heat expansion coefficient multiplied by the sealing glass surface area ratio and of the low-expansion filler material heat expansion coefficient multiplied by the sum of the surface area ratios of the low-expansion filler material and the laser absorption material (the heat expansion value), is $50\text{--}90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$.

(57) 要約: 2 枚のガラス基板間をレーザ封着するにあたって、ガラス基板や封着層のクラックや割れ等の発生を抑制することを可能にした電子デバイスを提供する。電子デバイス 1 は、第 1 のガラス基板 2 と第 2 のガラス基板 3 とこれらの間に形成された封着層 6 とを具備する。封着層 6 は封着ガラスと低膨張充填材とレーザ吸収材とを含有する封着材料の溶融固着層からなる。封着層 6 の断面を観察したとき、単位面積当たり存在する低膨張充填材とレーザ吸収材の周囲長の和 (流動性阻害値) が $0.7\text{--}1.3\mu\text{m}^{-1}$ で、かつ封着ガラスの面積割合にその熱膨張係数を掛けた値と低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和に低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値との和 (熱膨張値) が $50\text{--}90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ である。

WO 2011/158873 A1



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電子デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、周辺部が封着された２枚のガラス基板の間に電子素子部を有する電子デバイスに関する。

背景技術

[0002] 有機ＥＬディスプレイ（Organic Electro-Luminescence Display：OELD）、電界放出ディスプレイ（Field Emission Display：FED）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、液晶表示装置（LCD）等の平板型ディスプレイ装置（FPD）では、表示素子を形成した素子用ガラス基板と封止用ガラス基板とを対向配置し、これら２枚のガラス基板間を封着したガラスパッケージで表示素子を封止した構造が適用されている（特許文献１参照）。色素増感型太陽電池のような太陽電池においても、２枚のガラス基板で太陽電池素子（光電変換素子）を封止したガラスパッケージを適用することが検討されている（特許文献２～４参照）。

[0003] ２枚のガラス基板間を封止する封着材料には、耐湿性等に優れる封着ガラスの適用が進められている。封着ガラスによる封着温度は４００～６００℃程度であるため、焼成炉を用いて加熱した場合には、有機ＥＬ（OEL）素子や色素増感型太陽電池素子等の電子素子部の特性が劣化するおそれがある。このような点に対して、２枚のガラス基板の周辺部に設けられた封止領域間にレーザ吸収材を含む封着材料層（封着用ガラス材料の焼成層）を配置し、これにレーザ光を照射し加熱、溶融させて封着層を形成することが試みられている（特許文献１～４参照）。

[0004] レーザ加熱による封着は、電子素子部への熱的影響を抑制できる反面、封着材料層を急熱・急冷するプロセスとなるため、封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層とガラス基板との接着界面やその近傍に残留応力が生じ

やすい。接着界面やその近傍に生じる残留応力は、封着層やガラス基板にクラックや割れ等を生じさせたり、またガラス基板と封着層との接着強度や接着信頼性を低下させたりする原因となる。

[0005] 特に、太陽電池では耐久性の向上や製造コストの低減等を図るために、板厚が比較的厚いソーダライムガラスからなるガラス基板が用いられている。ソーダライムガラスは熱膨張係数が大きいため、レーザ光の照射時にガラス基板にクラックや割れが生じたり、またガラス基板と封着層との間にクラックや剥離が生じたりしやすい。さらに、ガラス基板の板厚が厚いと残留応力が大きくなりやすく、これによっても封着層やガラス基板のクラックや割れ、またガラス基板と封着層との接着強度や接着信頼性の低下が生じやすくなる。

[0006] 特許文献5では、封着ガラスに混合する低膨張充填材の粒径を封着材料層の厚さ T 以下とし、かつ $0.5T \sim 1T$ の範囲の粒径を有する低膨張充填材粒子を $0.1 \sim 50$ 体積%の範囲で含有する封着用ガラス材料を用いて、ソーダライムガラス基板をレーザ加熱により封着している。しかしながら、特許文献5では比較的粒径が小さい粒子の含有量について考慮されていない。低膨張充填材が比較的粒径が小さい粒子を多く含有する場合には、封着材料の熔融時の流動性が低下するため、封着層やガラス基板のクラックや割れ、またガラス基板と封着層との接着強度や接着信頼性の低下が生じやすくなる。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特表2006-524419号公報
特許文献2：特開2008-115057号公報
特許文献3：国際公開第2009/128527号
特許文献4：特開2010-103094号公報
特許文献5：国際公開第2010/061853号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の目的は、2枚のガラス基板間の封着にレーザ加熱を適用するにあたって、ガラス基板や封着層のクラックや割れ等の不具合の発生を抑制することを可能にした電子デバイスを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の態様に係る電子デバイスは、第1の封止領域を備える第1の表面を有する第1のガラス基板と、前記第1の封止領域に対応する第2の封止領域を備える第2の表面を有し、前記第2の表面が前記第1の表面と対向するように、前記第1のガラス基板上に所定の間隙を持って配置された第2のガラス基板と、前記第1のガラス基板と前記第2のガラス基板との間に設けられた電子素子部と、前記電子素子部を封止するように、前記第1のガラス基板の前記第1の封止領域と前記第2のガラス基板の前記第2の封止領域との間に形成され、封着ガラスと低膨張充填材とレーザ吸収材とを含む封着材料の溶融固着層からなる封着層とを具備し、前記封着層の断面を観察したとき、その断面の単位面積あたりに存在する前記低膨張充填材と前記レーザ吸収材の周囲長の和で表される流動性阻害値が $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ であり、かつ前記封着層の断面の単位面積における前記封着ガラスの面積割合にその封着ガラスの熱膨張係数を掛けた値と、前記封着層の断面の単位面積における前記低膨張充填材及び前記レーザ吸収材の面積割合の和に前記低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値との和で表される熱膨張値が $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であることを特徴としている。

発明の効果

[0010] 本発明の態様に係る電子デバイスによれば、2枚のガラス基板間をレーザ封着する際のガラス基板や封着層のクラックや割れ等を抑制することができる。従って、ガラス基板間の封止性やその信頼性を高めた電子デバイスを再現性よく提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態による電子デバイスの構成を示す断面図である。

[図2]本発明の実施形態による電子デバイスの製造工程を示す断面図である。

[図3]図2に示す電子デバイスの製造工程で使用する第1のガラス基板を示す平面図である。

[図4]図3のA-A線に沿った断面図である。

[図5]図2に示す電子デバイスの製造工程で使用する第2のガラス基板を示す平面図である。

[図6]図5のA-A線に沿った断面図である。

[図7]実施例1による電子デバイスの封着層の断面を分析走査電子顕微鏡で観察した結果を示す反射電子像（組成像）である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。

図1は本発明の実施形態による電子デバイスの構成を示す図、図2は本発明の電子デバイスの製造工程を示す図、図3及び図4はそれに用いる第1のガラス基板の構成を示す図、図5及び図6はそれに用いる第2のガラス基板の構成を示す図である。

[0013] 図1に示す電子デバイス1は、OELD、FED、PDP、LCD等のFPD、OEL素子等の発光素子を使用した照明装置（OEL照明等）、あるいは色素増感型太陽電池のような太陽電池等を構成するものである。電子デバイス1は第1のガラス基板2と第2のガラス基板3とを具備している。第1及び第2のガラス基板2、3は、例えば各種公知の組成を有するソーダライムガラス等で構成される。ソーダライムガラスは $80 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 程度の熱膨張係数を有している。

[0014] ガラス基板2、3の材質は、ソーダライムガラスに限られるものではない。この実施形態は熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上のガラスからなるガラス基板2、3、より好ましくは、熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、 $100 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のガラスからなるガラス基板2、3、を使用した電子デバイス1に好適である。このガラス基板としては、同程度の熱膨張係数を有

する同種のガラス基板であっても、熱膨張係数が異なる異種のガラス基板であってもよい。なお、熱膨張係数が異なる異種のガラス基板を使用する場合には、その熱膨張係数の差が、 $60 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下の範囲内であることが好ましく、より好ましくは $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下である。このようなガラスとしては、ケイ酸塩ガラス、ホウ酸塩ガラス、ホウケイ酸塩ガラス、アルミノケイ酸塩ガラス、リン酸塩ガラス、フツリン酸塩ガラス等が挙げられる。本明細書において、ガラス基板 2、3 の熱膨張係数は $50 \sim 350^\circ\text{C}$ の温度範囲における平均線膨張係数を示すものである。

[0015] 第 1 のガラス基板 2 の表面 2 a とそれと対向する第 2 のガラス基板 3 の表面 3 a との間には、電子デバイス 1 に応じた電子素子部（図示せず）が設けられる。電子素子部は、例えば O E L D や O E L 照明であれば O E L 素子、P D P であればプラズマ発光素子、L C D であれば液晶表示素子、太陽電池であれば色素増感型太陽電池素子（色素増感型光電変換部素子）等を備えている。表示素子、発光素子、色素増感型太陽電池素子等を備える電子素子部は各種公知の構造を有している。この実施形態の電子デバイス 1 は電子素子部の素子構造に限定されるものではない。電子デバイス 1 は太陽電池に好適である。

[0016] 電子デバイス 1 における電子素子部は、第 1 及び第 2 のガラス基板 2、3 の表面 2 a、3 a の少なくとも一方に形成された素子膜、電極膜、配線膜等により構成される。O E L D、F E D、P D P 等においては、一方のガラス基板 3 の表面 3 a に形成された素子構造体により電子素子部が構成される。または、一方のガラス基板 2 の表面 2 a に形成された素子構造体により電子素子部を構成してもよい。この場合、他方のガラス基板 2（またはガラス基板 3）は封止用基板となるが、反射防止膜やカラーフィルタ膜等が形成される場合もある。また、L C D や色素増感型太陽電池素子等においては、ガラス基板 2、3 の各表面 2 a、3 a に素子構造を形成する素子膜、電極膜、配線膜等が形成され、これらにより電子素子部が構成される。

[0017] 電子デバイス 1 の作製に用いられる第 1 のガラス基板 2 の表面 2 a には、

図3に示すように第1の封止領域4が設けられている。第2のガラス基板3の表面3aには、図5に示すように第1の封止領域4に対応する第2の封止領域5が設けられている。第1及び第2の封止領域4、5は封着層の形成領域となる（例えば、第2の封止領域6に封着材料層を形成する場合については、封着材料層の形成領域が封止領域となる。）。第1及び第2の封止領域4、5で囲われた内側の部分が素子領域となり、この素子領域に電子素子部が設けられる。

[0018] 第1のガラス基板2と第2のガラス基板3とは、第1の封止領域4を有する表面2aと第2の封止領域5を有する表面3aとが対向するように、所定の間隙を持って配置されている。第1のガラス基板2と第2のガラス基板3との間の間隙は、封着層6で封止されている。封着層6は電子素子部を封止するように、第1のガラス基板2の封止領域4と第2のガラス基板3の封止領域5との間に形成されている。第1のガラス基板2と第2のガラス基板3との間に設けられる電子素子部は、第1のガラス基板2と第2のガラス基板3と封着層6とで構成されたガラスパネルによって気密封止されている。

[0019] 封着層6は、第2のガラス基板3の封止領域5上に形成された封着材料層7を溶融・固化させることによって、第1のガラス基板2の封止領域4に固着させた溶融固着層からなるものである。封着材料層7はレーザ光8を用いた局所加熱により溶融される。電子デバイス1の作製に用いられる第2のガラス基板3の封止領域5には、図5及び図6に示すように枠状の封着材料層7が形成されている。第2のガラス基板3の封止領域5に形成された封着材料層7をレーザ光8で急熱・急冷し、第1のガラス基板2の封止領域5に溶融固着させることによって、第1のガラス基板2と第2のガラス基板3との間の空間（素子配置空間）を気密封止する封着層6が形成される。

なお、封着層6は、第1のガラス基板2の封止領域4上に形成された封着材料層7を溶融・固化させることによって、第2のガラス基板3の封止領域5に固着させた溶融固着層からなるものであってもよい。場合によっては、第1のガラス基板2の封止領域4と第2のガラス基板3の封止領域5にそれ

ぞれ封着材料層を形成し、これら封着材料層同士を溶融・固化させることによって、第1及び第2のガラス基板2、3の封止領域4、5に溶融固着層からなる封着層を形成してもよい。これらの場合、封着層6の形成は、上記した方法と同様である。

[0020] 封着材料層7は、低融点ガラスからなる封着ガラス（すなわち、ガラスフリット）とレーザ吸収材と低膨張充填材とを含有する封着材料（封着用ガラス材料ともいう。）の焼成層である。封着材料はその熱膨張係数をガラス基板2、3の熱膨張係数と整合させる上で、低膨張充填材を含有している。封着材料は主成分としての封着ガラスにレーザ吸収材と低膨張充填材とを配合したものである。封着材料はこれら以外の添加材を必要に応じて含有してもよい。

上記した封着材料に含まれる封着ガラス（すなわち、ガラスフリット）の割合は、体積割合で50～90%の範囲が好ましい。封着ガラスの割合が50%未満であると、封着材料層の強度が著しく低下し、封着材料層のガラス基板に対する接着強度も著しく低下する。そのため、信頼性の高い封着を行えないおそれがある。封着ガラスの割合が90%よりも多いと、低膨張充填材やレーザ吸収材の含有比率が低下する。低膨張充填材の含有比率が低いと、レーザで封着する際に発生する応力を十分に低減できずにクラックが発生するおそれがある。また、レーザ吸収材の含有比率が低いと、レーザで封着する際に封着材料層がレーザを十分に吸収できずに封着材料層を溶融できなくなる恐れがある。

[0021] 封着ガラスとしては、例えばビスマス系ガラス、錫ーリン酸系ガラス、バナジウム系ガラス、鉛系ガラス、ホウ酸亜鉛アルカリガラス等の低融点ガラスが用いられる。これらのうち、ガラス基板2、3に対する接着性やその信頼性（例えば、接着信頼性や密閉性）、さらには環境や人体に対する影響等を考慮して、ビスマス系ガラスや錫ーリン酸系ガラスからなる封着ガラスを使用することが好ましい。特に、熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上のガラスからなるガラス基板2、3に封着層6を形成するにあたって、ビスマス系

ガラスを使用することが望ましい。

[0022] 封着ガラス（ガラスフリット）としてのビスマス系ガラスは、下記酸化物換算の質量割合で70～90%の Bi_2O_3 、1～20%の ZnO 、及び2～12%の B_2O_3 を含む組成を有することが好ましい。 Bi_2O_3 、 ZnO 、及び B_2O_3 の3成分で基本的に形成されるガラスは、透明でガラス転移点が低い等の特性を有することから、レーザ加熱用の封着材料に好適である。 Bi_2O_3 はガラスの網目を形成する成分である。 Bi_2O_3 の含有量が70質量%未満であると低融点ガラスの軟化点が高くなり、低温での封着が困難になる。好ましくは75質量%以上であり、さらに好ましくは80質量%以上である。 Bi_2O_3 の含有量が90質量%を超えるとガラス化しにくくなると共に、熱膨張係数が高くなりすぎる傾向がある。好ましくは87質量%以下であり、さらに好ましくは85質量%以下である。

[0023] ZnO は熱膨張係数や軟化温度を下げる成分であり、封着ガラス中に1～20質量%の範囲で含有させることが好ましい。 ZnO の含有量が1質量%未満であるとガラス化が困難になる。好ましくは5質量%以上であり、さらに好ましくは10質量%以上である。 ZnO の含有量が20質量%を超えると低融点ガラス成形時の安定性が低下し、失透が発生しやすくなって、ガラスが得られないおそれがある。好ましくは17質量%以下であり、さらに好ましくは15質量%以下である。 B_2O_3 はガラス骨格を形成してガラス化が可能になる範囲を広げる成分であり、封着ガラス中に2～12質量%の範囲で含有させることが好ましい。 B_2O_3 の含有量が2質量%未満であるとガラス化が困難になる。好ましくは4質量%以上である。 B_2O_3 の含有量が12質量%を超えると軟化点が高くなる。好ましくは10質量%以下であり、さらに好ましくは7質量%以下である。

[0024] 上述した3成分で基本的に形成されるビスマス系ガラスはガラス転移点が低く、封着材料に適したものであるが、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 SiO_2 、 Ag_2O 、 WO_3 、 MoO_3 、 Nb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Ga_2O_3 、 Sb_2O_3 、 Cs_2O 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 P_2O_5 、 SnO_x （ x は1又は2である）等の任

意成分を含有していてもよい。ただし、任意成分の含有量が多すぎるとガラスが不安定となって失透が発生したり、ガラス転移点や軟化点が上昇したりするおそれがあるため、任意成分の合計含有量は10質量%以下とすることが好ましい。任意成分の合計含有量の下限値は特に限定されるものではない。ビスマス系ガラス（ガラスフリット）には、添加目的に基づいて有効量の任意成分を配合することができる。

[0025] 上記した任意成分のうち、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 CaO 、 SrO 、 BaO 等はガラスの安定化に寄与する成分であり、その含有量は0～5質量%の範囲とすることが好ましい。 Cs_2O はガラスの軟化温度を下げる効果を有し、 CeO_2 はガラスの流動性を安定化させる効果を有する。 Ag_2O 、 WO_3 、 MoO_3 、 Nb_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Ga_2O_3 、 Sb_2O_3 、 P_2O_5 、 SnO_x 等はガラスの粘性や熱膨張係数等を調整する成分として含有させることができる。これら各成分の含有量は任意成分の合計含有量が10質量%を超えない範囲（0質量%を含む）内において、適宜に設定することができる。この場合のガラス組成は、 Bi_2O_3 、 ZnO 、及び B_2O_3 の3種の基本成分と任意成分との合計量が基本的には100質量%となるように調整される。

[0026] レーザ吸収材としては、 Fe 、 Cr 、 Mn 、 Co 、 Ni 、及び Cu からなる群から選ばれる少なくとも1種の金属又は前記金属を含む酸化物等の化合物が用いられる。これら以外の顔料であってもよい。レーザ吸収材の含有量は封着材料に対して0.1～5体積%の範囲とすることが好ましい。レーザ吸収材の含有量が0.1体積%未満であると、レーザ光を照射した際に封着材料層7を十分に溶融させることができない。レーザ吸収材の含有量が5体積%を超えると、レーザ光の照射時に第2のガラス基板3との界面近傍で局部的に発熱して第2のガラス基板3に割れが生じたり、封着材料の溶融時の流動性が低下して第1のガラス基板2との接着性が低下したりするおそれがある。

[0027] さらに、レーザ吸収材の含有量は低膨張充填材の含有量に対して10体積%以下の範囲とすることが好ましい。すなわち、体積割合で、（レーザ吸収

材の含有量) / (低膨張充填材の含有量) ≤ 0.1 (すなわち、10体積%以下)であることが好ましい。レーザ吸収材の含有量が低膨張充填材の含有量に対して10体積%を超えると、封着材料の熱膨張係数の低減と封着材料の溶融時の流動性の向上を両立させることが難しくなる。レーザ吸収材の含有量は低膨張充填材の含有量に対して6体積%以下がより好ましく、さらに好ましくは4.3体積%以下である。なお、レーザ吸収材の含有量の下限は、低膨張充填材の含有量に対して1体積%以上とすることが好ましい。

[0028] 低膨張充填材としては、シリカ、アルミナ、ジルコニア、珪酸ジルコニウム、チタン酸アルミニウム、ムライト、コージェライト、ユークリプタイト、スポジュメン、リン酸ジルコニウム系化合物、酸化錫系化合物、及び石英固溶体からなる群から選ばれる少なくとも1種を用いることが好ましい。リン酸ジルコニウム系化合物としては、 $(ZrO)_2P_2O_7$ 、 $NaZr_2(PO_4)_3$ 、 $KZr_2(PO_4)_3$ 、 $Ca_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$ 、 $Na_{0.5}Nb_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ 、 $K_{0.5}Nb_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ 、 $Ca_{0.25}Nb_{0.5}Zr_{1.5}(PO_4)_3$ 、 $NbZr(PO_4)_3$ 、 $Zr_2(WO_3)(PO_4)_2$ 、これらの複合化合物が挙げられる。低膨張充填材とは封着材料の主成分である封着ガラスより低い熱膨張係数を有するものである。

[0029] 低膨張充填材の含有量は、封着材料(すなわち、封着ガラスとレーザ吸収材と低膨張充填材とを含有する封着材料)に対して10~50体積%の範囲とすることが好ましい。低膨張充填材の含有量が10体積%未満であると、封着材料の熱膨張係数を十分に低減することができない。封着材料の熱膨張係数が大きい場合には、前述したように局所的な急熱・急冷プロセスに起因してガラス基板2、3と封着層6との接着界面やその近傍に残留応力が生じやすい。接着界面やその近傍に生じる残留応力は、ガラス基板2、3や封着層6にクラックや割れ等を生じさせたり、またガラス基板2、3と封着層6との接着強度や接着信頼性を低下させたりする原因となる。低膨張充填材の含有量が50体積%を超えると、封着材料の溶融時の流動性が低下して、ガラス基板2、3と封着層6のクラックや割れが生じたり、ガラス基板と封着

層との接着強度や接着信頼性の低下が生じたりしやすくなる。

[0030] ところで、封着材料層 7 の加熱にレーザ光 8 による局所加熱を適用した場合には、前述したように局所的な急熱・急冷プロセスに起因してガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着界面やその近傍に残留応力が生じやすい。接着界面やその近傍に生じる残留応力は、ガラス基板 2、3 や封着層 6 にクラックや割れ等を生じさせたり、またガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着強度や接着信頼性を低下させたりする原因となる。特に、熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上のガラス基板 2、3 を適用した場合、さらにガラス基板 2、3 の板厚が 1.8 mm 以上と厚い場合に、ガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ、また接着強度や接着信頼性の低下が生じやすい。

[0031] 本発明の電子デバイス 1 においては、封着層 6 の断面を観察したとき、単位面積あたりに存在する低膨張充填材とレーザ吸収材の周囲長の和で表される値（本明細書において、この値を、「流動性阻害値」と呼ぶ。）を $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ とし、かつ封着ガラスの面積割合にその熱膨張係数を掛けた値と、低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和に低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値との和で表される値（本明細書において、この値を、「熱膨張値」と呼ぶ。）を $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ としている。このような封着層 6 を適用することで、レーザ封着時におけるガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生を抑制することができ、さらにガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着強度や接着信頼性を向上させることが可能となる。

[0032] ここで、封着層 6 の断面観察は分析走査電子顕微鏡を用いて行う。分析走査電子顕微鏡による反射電子像から凹凸像の効果を引くと組成像（COMPO 像）となり、封着層 6 中の封着ガラスと、低膨張充填材やレーザ吸収材が含まれる無機充填材とを識別することができる。図 7 は後述する実施例 1 による電子デバイス 1 の封着層 6 の断面を分析走査電子顕微鏡で観察した結果を示しており、反射電子像に基づく組成像である。図 7 において、中央部分が封着層であり、そのうちの明部部分が封着ガラス、暗部部分が無機充填材である。このような組成像を画像解析することによって、単位面積あたりに

存在する低膨張充填材とレーザ吸収材の周囲長の和（流動性阻害値）、また封着ガラスの面積割合や低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和を求めることができる。分析走査電子顕微鏡による封着層 6 の観察領域は、封着層 6 の断面部分であればどの領域を観察してもよい。封着層 6 の断面は、封着されたガラス基板を封着時のレーザ光の掃引方向に切断したものでもよいし、レーザ光の掃引方向と垂直方向に切断したものでもよい。また、正確に流動性阻害値と熱膨張値を求めるためには、研磨紙やアルミナ粒子分散液、ダイヤモンド粒子分散液を用いて封着層 6 の断面を鏡面研磨する。

[0033] 熱膨張値に関しては、組成型の画像解析から求めた封着ガラスの面積割合にその熱膨張係数を掛けた値と、同様に組成型の画像解析から求めた低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和に低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値とを求め、これらの和により熱膨張値を算出する。封着ガラスや低膨張充填材の熱膨張係数は、50～350℃の温度範囲における平均線膨張係数を示すものである。また、レーザ吸収材は低膨張充填材に比べて含有量が少なく、熱膨張値への寄与程度が低いため、低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和に低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値で近似的に求めるものとする。

この低膨張充填材とレーザ吸収材の周囲長とは、封着層の断面の像を観察したとき、その単位面積当たりの低膨張充填材の周囲の測定長さ（低膨張充填材が複数存在する場合には、それら複数個の周囲の測定長さの合計）と、その単位面積当たりのレーザ吸収材の周囲の測定長さ（レーザ吸収材が複数存在する場合には、それら複数個の周囲の測定長さの合計。この場合、）との和(μm)を、単位面積(μm^2)で割った値を示す。

[0034] 封着材料層 7 にレーザ光 8 を照射して加熱・溶融させる場合、封着材料はレーザ照射時に溶融して膨張し、レーザ照射が終了した時点で急冷されて収縮する。レーザ光 8 による加熱はレーザ照射時の昇温速度が速いだけでなく、レーザ照射後の冷却速度も速いため、封着材料の熱膨張係数が大きいと封着材料が十分に収縮する前に固化することになる。これは接着界面やその近

傍に生じる残留応力の増大要因となる。特に、ガラス基板 2、3 の熱膨張係数が大きい場合は、封着材料の場合と同様に、ガラス基板 2、3 の加熱された部分が十分に収縮する前に固化するため、残留応力が増大しやすい。さらに、板厚が厚い場合にはガラス基板 2、3 内の温度勾配が大きくなりやすい。この温度勾配によりガラス基板 2、3 内に膨張差および収縮差が生じるため、残留応力が増大しやすい。

[0035] このような点に対しては、熱膨張係数の小さい封着材料を使用することが有効である。すなわち、レーザ照射時における封着材料の熱膨張量を減らして収縮量を低減することによって、急熱・急冷プロセスに起因する残留応力を抑制することが可能となる。そこで、この実施形態の電子デバイス 1 では、封着層 6 の断面観察から求める熱膨張値を $90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下としている。封着層 6 の熱膨張値を $90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下とすることによって、封着材料の収縮不良に基づく残留応力を低減することが可能となる。封着層 6 の熱膨張値は $88 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下とすることがより好ましく、さらに好ましくは $85 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下である。なお、封着層の熱膨張値の下限は、 $50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上とすることが好ましい。

[0036] 封着層 6 の熱膨張値を $90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下とするためには、封着材料中の低膨張充填材の含有量を増加させることが好ましい。具体的には、低膨張充填材は封着材料に対して 10～50 体積%の範囲で含有させることが好ましい。封着材料における低膨張充填材の含有量が 10 体積%未満であると、封着層 6 の熱膨張値を十分に低下させることができないおそれがある。封着層 6 の熱膨張値をより一層低下させる上で、低膨張充填材の含有量は 25 体積%以上とすることがより好ましい。

[0037] ここで、低膨張充填材の含有量を多くするほど封着層 6 の熱膨張値を低下させることができるものの、低膨張充填材の含有量の増加は封着材料の流動性を低下させる原因となる。比較的多量の低膨張充填材を含む封着材料を使用した場合、加熱時に封着材料を十分に流動させ、封着材料のガラス基板 2、3 に対する十分な接着性を得るためには、レーザ光 8 による封着材料層 7

の加熱温度を高める必要がある。封着材料層 7 の加熱温度が高くなると、レーザ光 8 による急熱時にガラス基板 2、3 内に生じる温度勾配が大きくなり、ガラス基板 2、3 内に膨張量の差を発生させる。すなわち、ガラス基板 2、3 内において、封着層 6 の近傍部分のみ膨張量が大きくなる。

[0038] レーザ加熱時におけるガラス基板 2、3 内の膨張量の差は、ガラス基板 2、3 の熱膨張係数が大きいほど、また板厚が厚いほど大きくなる。この部分的な膨張は急冷時に完全に収縮することができないので、ガラス基板 2、3 の封着層 6 の近傍部分に引張応力が発生し、これが原因でガラス基板 2、3 や封着層 6 にクラックや割れ等が生じやすくなる。レーザ光 8 による封着材料層 7 の加熱温度を低下させることで、ガラス基板 2、3 内の温度勾配に起因する引張応力を低減することができるものの、比較的多量の低膨張充填材を含む封着材料を使用した場合、単に封着材料の加熱温度を低下させただけでは流動性が低下し、封着材料のガラス基板 2、3 に対する接着性が低下してしまう。

[0039] そこで、この実施形態の電子デバイス 1 では、封着層 6 の断面観察から求める流動性阻害値を $1.3 \mu\text{m}^{-1}$ 以下としている。すなわち、封着層 6 の単位面積当たりに存在する低膨張充填材とレーザ吸収材の周囲長の和を小さくすることによって、低膨張充填材やレーザ吸収材が封着ガラスの流動性を妨げにくくなる。つまり、封着材料の流動性が低下しにくくなるので、加熱温度の上昇を抑制することができる。これによって、ガラス基板 2、3 内の温度勾配が小さくなり、それに起因する引張応力を低減することが可能となる。封着層 6 の流動性阻害値は $1.2 \mu\text{m}^{-1}$ 以下とすることがより好ましく、さらに好ましくは $1.1 \mu\text{m}^{-1}$ 以下である。

[0040] 封着材料における低膨張充填材の含有量を多くするほど、封着層 6 の熱膨張値を低下させることができるものの、低膨張充填材の含有量の増加は流動性阻害値を上昇させる原因となる。このことから、封着層の熱膨張値は、 $50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上とすることが好ましい。また、流動性阻害値は $0.7 \mu\text{m}^{-1}$ 以上とすることが好ましい。

- [0041] 封着材料層 7 の加熱温度は、封着ガラスの軟化点温度 T ($^{\circ}\text{C}$) に対して ($T + 100^{\circ}\text{C}$) 以上で ($T + 400^{\circ}\text{C}$) 以下の範囲とすることが好ましい。封着材料層 7 の加熱温度が ($T + 400^{\circ}\text{C}$) を超えるとガラス基板 2、3 内に生じる温度勾配が大きくなり、それに起因して引張応力が増大してガラス基板 2、3 や封着層 6 にクラックや割れ等が生じやすくなる。封着材料層 7 の加熱温度が低すぎると十分に流動させることができないおそれがあるため、封着材料層 7 の加熱温度は ($T + 100^{\circ}\text{C}$) 以上とすることが好ましい。本明細書で軟化点は、示唆熱分析 (DTA) の第 4 変曲点で定義されるものである。
- [0042] 封着層 6 の流動性阻害値を $1.3 \mu\text{m}^{-1}$ 以下とするためには、比表面積が小さい低膨張充填材を使用することが好ましい。具体的には、低膨張充填材は $4.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下の比表面積を有することが好ましい。低膨張充填材の比表面積が $4.5 \text{ m}^2/\text{g}$ を超えると、封着層 6 の流動性阻害値を十分に低下させることができない。封着層 6 の流動性阻害値をより一層低下させる上で、低膨張充填材の比表面積は $3.5 \text{ m}^2/\text{g}$ 以下とすることがより好ましい。低膨張充填材の比較的粒径の小さい粒子を除去することで比表面積を低減することができる。具体的には、粒径 $1 \mu\text{m}$ 以下の粒子をできる限り除去することが好ましい。低膨張充填材の比表面積をより一層低下させる上で、粒径 $2 \mu\text{m}$ 以下の粒子をできる限り除去することがより好ましい。比較的粒径の小さな粒子を除去するには、乾式分級機や湿式分級機等を用いた公知の方法を適用することができる。
- [0043] 上述したように、この実施形態の電子デバイス 1 は、封着層 6 の断面観察から求める熱膨張値を $50 \sim 90 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ とし、かつ流動性阻害値を $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ としているため、レーザ封着時の残留応力に起因するガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生を抑制することができ、さらにガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着強度や接着信頼性を向上させることが可能となる。ただし、ガラス基板 2、3 の板厚が 5 mm を超えると、クラックや割れ等の抑制効果が低下するため、この実施形態の電子デバイ

ス 1 は特に板厚が 5 mm 以下のガラス基板 2、3 を使用する場合に有効である。

[0044] また、残留応力に起因するガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れは、上述したようにガラス基板 2、3 の熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上の場合、さらにガラス基板 2、3 の板厚が 1.8 mm 以上の場合に生じやすい。このような場合においても、封着層 6 の熱膨張値を $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ とすると共に、流動性阻害値を $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ として、封着材料の収縮不良やガラス基板 2、3 内の温度勾配に基づく残留応力を低減することによって、ガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生を再現性よく抑制することができる。

[0045] ただし、板厚が 1.8 mm 未満のガラス基板 2、3 を適用した場合においても、ガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生を抑制することができるだけでなく、ガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着信頼性を向上させることができる。従って、この実施形態の電子デバイス 1 は、板厚が 1.8 mm 以上のガラス基板 2、3 を適用する場合に限らず、板厚が 1.8 mm 未満のガラス基板 2、3 を適用した場合にも有効である。さらに、この実施形態の電子デバイス 1 は太陽電池に好適である。

[0046] レーザ封着時に生じる残留応力は、ガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生のみならず、接着強度や接着信頼性の低下要因となる。特に、屋外に設置される太陽電池には、昼間と夜間との間の温度差等に基づく熱サイクルが繰り返し付加されるため、接合界面に残留応力が生じているとガラス基板 2、3 や封着層 6 にクラックや割れ等が生じやすい。このような点に対して、封着層 6 の熱膨張値を $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ とすると共に、流動性阻害値を $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ とすることで、太陽電池等の電子デバイス 1 の使用時における接着信頼性を向上させることができる。

[0047] この実施形態の電子デバイス 1 は、例えば以下のようにして作製される。まず、図 2 (a) に示すように、第 1 のガラス基板 2 と、封着材料層 7 を有する第 2 のガラス基板 3 とを用意する。封着材料層 7 は、封着ガラスと低膨

張充填材とレーザ吸収材とを含有する封着材料をビヒクルと混合して調製された封着材料ペーストを第2のガラス基板3の封止領域5に塗布した後に乾燥及び焼成することにより形成される。封着ガラス、低膨張充填材、及びレーザ吸収材の具体的な構成は前述した通りである。

[0048] 封着材料ペーストの調製に用いられるビヒクルとしては、メチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、オキシエチルセルロース、ベンジルセルロース、プロピルセルロース、ニトロセルロース等の樹脂を、ターピネオール、ブチルカルビトールアセテート、エチルカルビトールアセテート等の溶剤に溶解したもの、またメチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、ブチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシエチルメタアクリレート等のアクリル系樹脂を、メチルエチルケトン、ターピネオール、ブチルカルビトールアセテート、エチルカルビトールアセテート等の溶剤に溶解したものが挙げられる。

[0049] 封着材料ペーストの粘度は、ガラス基板3に塗布する装置に対応した粘度に合わせればよく、樹脂（バインダ成分）と溶剤の割合や封着材料とビヒクルの割合により調整することができる。封着材料ペーストには、希釈用の溶剤、消泡剤や分散剤のようなガラスペーストで公知の添加物を加えてもよい。封着材料ペーストの調製には、攪拌翼を備えた回転式の混合機やロールミル、ボールミル等を用いた公知の方法を適用することができる。

[0050] 第2のガラス基板3の封止領域5に封着材料ペーストを塗布し、これを乾燥させて封着材料ペーストの塗布層を形成する。封着材料ペーストは、例えばスクリーン印刷やグラビア印刷等の印刷法を適用して第2の封止領域5上に塗布したり、あるいはディスペンサ等を用いて第2の封止領域5に沿って塗布したりする。封着材料ペーストの塗布層は、例えば120℃以上の温度で10分以上乾燥させることが好ましい。乾燥工程は塗布層内の溶剤を除去するために実施するものである。塗布層内に溶剤が残留していると、その後の焼成工程でバインダ成分を十分に除去することができないおそれがある。

[0051] 上記した封着材料ペーストの塗布層を焼成して封着材料層7を形成する。

焼成工程は、まず塗布層を封着材料の主成分である封着ガラス（すなわち、ガラスフリット）のガラス転移点以下の温度に加熱し、塗布層内のバインダ成分を除去した後、封着ガラス（すなわちガラスフリット）の軟化点以上の温度に加熱し、封着材料を溶融してガラス基板 3 に焼き付ける。このようにして、封着材料の焼成層からなる封着材料層 7 を形成する。

[0052] 次に、図 2（b）に示すように、第 1 のガラス基板 2 と第 2 のガラス基板 3 とを、それらの表面 2 a、3 a 同士が対向するように封着材料層 7 を介して積層する。次いで、図 2（c）に示すように、第 2 のガラス基板 3（又は第 1 のガラス基板 2）を通して封着材料層 7 にレーザ光 8 を照射する。このレーザ光 8 はガラス基板の周辺部に形成された枠状の封着材料層 7 に沿って走査しながら照射される。レーザ光は特に限定されず、半導体レーザ、炭酸ガスレーザ、エキシマレーザ、YAGレーザ、HeNeレーザ等からのレーザ光が使用される。

[0053] 封着材料層 7 はそれに沿って走査されるレーザ光 8 が照射された部分から順に溶融し、レーザ光 8 の照射終了と共に急冷固化されて第 1 のガラス基板 2 に固着する。レーザ光 8 による封着材料層 7 の加熱温度は、前述したように封着ガラスの軟化点温度 T （℃）に対して $(T + 100^{\circ}\text{C})$ 以上 $(T + 400^{\circ}\text{C})$ 以下の範囲とすることが好ましい。そして、封着材料層 7 の全周にわたってレーザ光 8 を照射することによって、図 2（d）に示すように第 1 のガラス基板 2 と第 2 のガラス基板 3 との間を封止する封着層 6 が形成される。

[0054] このようにして、第 1 のガラス基板 2 と第 2 のガラス基板 3 と封着層 6 とで構成したガラスパネルで、それらの間に設けられる電子素子部を気密封止した電子デバイス 1 を作製する。レーザ光 8 による封着層 6 の形成時において、接着界面やその近傍に生じる残留応力を低減しているため、ガラス基板 2、3 や封着層 6 のクラックや割れ等の発生を抑制することができる。さらに、ガラス基板 2、3 と封着層 6 との接着強度や接着信頼性を高めることができるため、信頼性に優れる電子デバイス 1 を提供することが可能となる。

なお、内部を気密封止したガラスパネルは電子デバイス１に限らず、電子部品の封止体、あるいは複層ガラスのようなガラス部材（例えば、建材等）にも応用することが可能である。

なお、本明細書においては、便宜上、上記したような電子素子部が形成される側のガラス基板を第１のガラス基板として説明しており、これが通常の形態であるが、第１及び第２のガラス基板の呼び方は、この逆であってもよい。

実施例

[0055] 次に、本発明の具体的な実施例及びその評価結果について述べる。なお、以下の説明は本発明を限定するものではなく、本発明の趣旨に沿った形での改変が可能である。

[0056] （実施例１）

下記酸化物換算の質量割合で、 Bi_2O_3 ８３％、 B_2O_3 ５％、 ZnO １１％、 Al_2O_3 １％の組成を有するビスマス系ガラスフリット（軟化点：４１０℃、熱膨張係数： $106 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ ）、低膨張充填材として平均粒径（ D_{50} ）が４．３μm、比表面積が１．６ m^2/g のコージェライト粉末、Fe、MnおよびCuを含む化合物（具体的には、酸化物換算の質量割合で Fe_2O_3 １６．０％、 MnO ４３．０％、 CuO ２７．３％、 Al_2O_3 ８．５％、 SiO_2 ５．２％の組成を有する。）で、平均粒径（ D_{50} ）が１．２μm、比表面積が６．１ m^2/g のレーザ吸収材を用意した。

[0057] コージェライト粉末の粒度分布は、粒度分析計（日機装社製、マイクロトラックHRA）を用いて測定した。測定条件は、測定モード：HRA-FRAモード、Particle Transparency: yes、Spherical Particles: no、Particle Refractive index: １．７５、Fluid Refractive index: １．３３とした。粉末を水に分散させたスラリーを超音波で分散させた後に測定した。レーザ吸収材の粒度分布は、粒度分析計（日機装社製、マイクロトラックHRA）を用いて測定した。測定条件は、測定モード

: HRA-FRAモード、Particle Transparency: yes、Spherical Particles: no、Particle Refractive index: 1.81、Fluid Refractive index: 1.33とした。粉末を水に分散させたスラリーを超音波で分散させた後に測定した。

- [0058] コージェライト粉末およびレーザ吸収材の比表面積は、BET比表面積測定装置（マウンテック社製、Mac sorb HM model-1201）を用いて測定した。測定条件は、吸着質：窒素、キャリアガス：ヘリウム、測定方法：流動法（BET 1点式）、脱気温度：200℃、脱気時間：20分、脱気圧力：N₂ガスフロー／大気圧、サンプル重量：1gとした。以下の例も同様である。
- [0059] ビスマス系ガラスフリット66.8体積%とコージェライト粉末32.2体積%とレーザ吸収材1.0体積%とを混合して封着材料（熱膨張係数（50～350℃）： $66 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ ）を作製した。封着材料83質量%を、バインダ成分としてエチルセルロース5質量%を2, 2, 4-トリメチルー1, 3ペンタンジオールモノイソブチレート95質量%に溶解して作製したビヒクル17質量%と混合して封着材料ペーストを調製した。
- [0060] 次に、ソーダライムガラスからなる第2のガラス基板（旭硝子株式会社製、AS（熱膨張係数： $85 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ ）、寸法（縦×横×厚さ）：50mm×50mm×2.8mm）を用意し、このガラス基板の封止領域に封着材料ペーストをスクリーン印刷法で塗布した。スクリーン印刷には、メッシュサイズが325、乳剤厚が20μmのスクリーン版を使用した。スクリーン版のパターンは、線幅が0.75mmで30mm×30mmの額縁状パターンとし、コーナー部の曲率半径Rは2mmとした。封着材料ペーストの塗布層を120℃×10分の条件で乾燥させた後、480℃×10分の条件で焼成することによって、膜厚が15μm、線幅が0.75mmの封着材料層を形成した。
- [0061] 次に、封着材料層を有する第2のガラス基板と太陽電池領域（発電層を形

成した領域）を有する第1のガラス基板（第2のガラス基板と同組成、同形状のソーダライムガラスからなる基板）とを積層した。次いで、第1のガラス基板上から0.25 MPaの圧力を加えた状態で、第1のガラス基板を通して封着材料層に対して、波長808 nm、スポット径3.0 mm、出力70.0 W（出力密度：990 W/cm²）のレーザ光（半導体レーザ）を2 mm/秒の走査速度で照射し、封着材料層を溶融並びに急冷固化することによって、第1のガラス基板と第2のガラス基板とを封着した。レーザ光の強度分布は一定に整形せず、突形状の強度分布を有するレーザ光を使用した。

[0062] レーザ光を照射した際の封着材料層の加熱温度を放射温度計で測定したところ、封着材料層の温度は620℃であった。上記したビスマス系ガラスフリットの軟化点温度Tは410℃であるため、封着材料層の加熱温度は（T + 210℃）に相当する。レーザ封着後にガラス基板や封着層の状態を観察したところ、クラックや割れの発生は認められず、第1のガラス基板と第2のガラス基板との間が良好に封着されていることが確認された。また、第1のガラス基板と第2のガラス基板との間を封止したガラスパネルの気密性をヘリウムリークテストで評価したところ、良好な気密性が得られていることが確認された。

[0063] 次に、封着層の断面を以下のようにして観察した。まず、レーザ封着したガラス基板をガラスカッタとガラスペンチを用いて切断した後、エポキシ樹脂に包埋した。包埋樹脂の硬化を確認した後、炭化ケイ素の研磨紙で荒く研磨し、続いてアルミナ粒子分散液とダイヤモンド粒子分散液を用いて、封着層の断面を鏡面研磨した。得られた封着層の断面をカーボン蒸着して観察サンプルとした。

[0064] 分析走査電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ社製、SU6600）を使用して、封着層の断面の反射電子像観察を行った。観察条件は加速電圧：10 kV、電流値設定：smallとし、画像の取り込みサイズ：1280×960ピクセル、画像データのファイル形式：Tagged Image File Format（tif）とした。得られた封着層断面の反射電子

像を図 7 に示す。

[0065] 二次元画像解析ソフトウェア（三谷商事社製、WinROOF）を用いて、撮影した封着層断面の反射電子像の画像解析を行った。電子顕微鏡写真のスケールを用いて 1 ピクセル当たりの長さを求め、キャリブレーションした。次いで、封着層断面の泡、傷、汚れのない部分を「長方形 ROI」で選択した後、 3×3 のメディアンフィルタで画像処理してノイズを除去した。次いで、「2 つのしきい値による 2 値化」を用いて、低膨張充填材及びレーザ吸収材の領域と封着ガラスの領域とを選別した。

[0066] 低膨張充填材及びレーザ吸収材の領域と封着ガラスの領域とが明確に区別されるように上限のしきい値を設定し、低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合を求めた。このとき下限のしきい値は 0.000 とした。続いて、「周囲長（領域の隣接する境界画素の中間点を結ぶ線を周囲長とするモード）」計測機能で低膨張充填材及びレーザ吸収材の領域の周囲長を求めた。次いで、「2 つのしきい値による 2 値化」のしきい値を 0.000 ~ 255.000 に設定し、「長方形 ROI」で選択した領域の総面積を求めた。

[0067] 上記により求めた低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合、低膨張充填材及びレーザ吸収材の領域の周囲長、選択領域の総面積を用いて、熱膨張値及び流動性阻害値を算出した。このとき、ビスマス系ガラスの熱膨張係数は $105 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 、低膨張充填材の熱膨張係数は $15 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ とした。その結果、単位面積あたりに存在する低膨張充填材及びレーザ吸収材の周囲長の和である流動性阻害値は $0.93 \mu\text{m}^{-1}$ であった。また、封着ガラスの面積割合は 66%、低膨張充填材及びレーザ吸収材の面積割合の和は 34% であり、これらの値から求められる熱膨張値は $74 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であった。

[0068] （実施例 2）

低膨張充填材として平均粒径（D50）が $2.6 \mu\text{m}$ 、比表面積が $4.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ のコージェライト粉末を用いる以外は、実施例 1 と同様にして封着材料層の形成、及びレーザ光による第 1 のガラス基板と第 2 のガラス基板との

封着を実施した。レーザ光を照射した際の封着材料層の温度は、実施例 1 と同様に 620°C であった。このようにして作製したガラスパネルを有する電子デバイスの状態を観察したところ、ガラス基板や封着層にクラックや割れの発生は認められず、良好に封着されていることが確認された。また、実施例 1 と同様にして封着層の断面観察及び画像解析を実施したところ、流動性阻害値は $1.26\ \mu\text{m}^{-1}$ 、熱膨張値は $74 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であった。

[0069] (実施例 3)

ビスマス系ガラスフリット 74.5 体積%とコージェライト粉末 24.5 体積%とレーザ吸収材 1.0 体積%とを混合して封着材料（熱膨張係数（ $50 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ）： $75 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）を作製する以外は、実施例 1 と同様にして封着材料層の形成、及びレーザ光による第 1 のガラス基板と第 2 のガラス基板との封着を実施した。レーザ光を照射した際の封着材料層の温度は、実施例 1 と同様に 620°C であった。このようにして作製したガラスパネルを有する電子デバイスの状態を観察したところ、ガラス基板や封着層にクラックや割れの発生は認められず、良好に封着されていることが確認された。また、実施例 1 と同様にして封着層の断面観察及び画像解析を実施したところ、流動性阻害値は $0.74\ \mu\text{m}^{-1}$ 、熱膨張値は $88 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であった。

[0070] (実施例 4)

封着材料ペーストをホウケイ酸塩ガラスからなる第 2 のガラス基板（SCHOTT 社製（熱膨張係数： $72 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）、寸法（縦×横×厚さ）： $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 1.1\text{mm}$ ）に塗布する以外は、実施例 1 と同様にして封着材料層の形成、及びレーザ光による第 1 のガラス基板と第 2 のガラス基板との封着を実施した。なお、第 1 のガラス基板は第 2 のガラス基板と同組成、同形状のホウケイ酸ガラスからなる基板である。レーザ光を照射した際の封着材料層の温度は、実施例 1 と同様に 620°C であった。このようにして作製したガラスパネルを有する電子デバイスの状態を観察したところ、ガラス基板や封着層にクラックや割れの発生は認められず、良好に封着され

ていることが確認された。また、実施例 1 と同様にして封着層の断面観察及び画像解析を実施したところ、流動性阻害値は $0.93 \mu\text{m}^{-1}$ 、熱膨張値は $74 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であった。

(実施例 5)

ビスマス系ガラスフリット 72.6 体積%とコージェライト粉末 23.8 体積%とレーザ吸収材 3.6 体積%とを混合して封着材料（熱膨張係数（ $50 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ）： $75 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）を作製した。このとき、低膨張充填材として平均粒径（ D_{50} ）が $2.6 \mu\text{m}$ 、比表面積が $4.5 \text{m}^2/\text{g}$ のコージェライト粉末を用いた。ビスマス系ガラスフリットおよびレーザ吸収材は実施例 1 と同じものを使用した。

封着材料 83 質量%を、バインダ成分としてエチルセルロース 5 質量%を 2, 2, 4-トリメチルー 1, 3-ペンタンジオールモノイソブチレート 95 質量%に溶解して作製したビヒクル 17 質量%と混合して封着材料ペーストを調製した。

次いで、ソーダライムガラスからなる第 2 のガラス基板（旭硝子株式会社製、AS（熱膨張係数： $85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ）、寸法（縦×横×厚さ）： $50 \text{mm} \times 50 \text{mm} \times 2.8 \text{mm}$ ）を用意し、このガラス基板の封止領域に封着材料ペーストをスクリーン印刷法で塗布した。スクリーン印刷には、メッシュサイズが 325、乳剤厚が $5 \mu\text{m}$ のスクリーン版を使用した。スクリーン版のパターンは、線幅が 0.5mm で $30 \text{mm} \times 30 \text{mm}$ の額縁状パターンとし、コーナー部の曲率半径 R は 2mm とした。封着材料ペーストの塗布層を $120^{\circ}\text{C} \times 10$ 分の条件で乾燥させた後、 $480^{\circ}\text{C} \times 10$ 分の条件で焼成することによって、膜厚が $7 \mu\text{m}$ 、線幅が 0.5mm の封着材料層を形成した。

次に、封着材料層を有する第 2 のガラス基板と太陽電池領域（発電層を形成した領域）を有する第 1 のガラス基板（第 2 のガラス基板と同組成、同形状のソーダライムガラスからなる基板）とを積層した。次いで、第 1 のガラス基板上から 0.25MPa の圧力を加えた状態で、第 1 のガラス基板を通

して封着材料層に対して、波長808nm、スポット径1.5mm、出力17.0W（出力密度：960W/cm²）のレーザ光（半導体レーザ）を10mm/秒の走査速度で照射し、封着材料層を溶融並びに急冷固化することによって、第1のガラス基板と第2のガラス基板とを封着した。レーザ光の強度分布は一定に整形せず、突形状の強度分布を有するレーザ光を使用した。

レーザ光を照射した際の封着材料層の温度は、実施例1と同様に620℃であった。このようにして作製したガラスパネルを有する電子デバイスの状態を観察したところ、ガラス基板や封着層にクラックや割れの発生は認められず、良好に封着されていることが確認された。また、実施例1と同様にして封着層の断面観察及び画像解析を実施したところ、流動性阻害値は1.0μm⁻¹、熱膨張値は88×10⁻⁷/℃であった。

[0071]（比較例1）

低膨張充填材として平均粒径（D50）が1.7μm、比表面積が5.3m²/gのコージェライト粉末を用いる以外は、実施例1と同様にして封着材料層の形成工程、及びレーザ光による第1のガラス基板と第2のガラス基板との封着工程を実施した。その結果、レーザ封着時にガラス基板に割れが発生し、ガラス基板間を封着することはできなかった。また、レーザ加熱後の封着層の断面観察及び画像解析を実施例1と同様にして実施したところ、流動性阻害値は1.39μm⁻¹、熱膨張値は74×10⁻⁷/℃であった。

[0072]（比較例2）

ビスマス系ガラスフリット79.0体積%とコージェライト粉末20.0体積%とレーザ吸収材1.0体積%とを混合して封着材料（熱膨張係数（50～350℃）：80×10⁻⁷/℃）を作製する以外は、実施例1と同様にして封着材料層の形成工程、及びレーザ光による第1のガラス基板と第2のガラス基板との封着工程を実施した。その結果、レーザ封着時にガラス基板に割れが発生し、ガラス基板間を封着することはできなかった。また、レーザ加熱後の封着層の断面観察及び画像解析を実施例1と同様にして実施したところ、流動性阻害値は0.70μm⁻¹、熱膨張値は96×10⁻⁷/℃であ

った。

[0073] 上述した実施例 1～5 及び比較例 1～2 における電子デバイスの作製条件、封着層の断面観察から求めた流動性阻害値及び熱膨張値、レーザ封着後の状態を表 1 にまとめて示す。表 1 から明らかなように、流動性阻害値が $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ で、かつ熱膨張値が $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ である封着層を有する実施例 1～5 においては、いずれも良好な封着状態が得られており、レーザ封着時の残留応力が低減されていることが確認された。

上記実施例では加熱源をレーザ光としているが、この他に赤外線等の電磁波を使用することも可能である。

[0074] [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	
封着材料	ガラスフリット	材 料	ビスマス系ガラス							
		含有量(体積%)	66.8	66.8	74.5	66.8	72.6	66.8	79.0	
	低膨張充填材	材 料		コージェライト						
		粒子形状	平均粒径(μm)	4.3	2.6	4.3	4.3	2.6	1.7	4.3
			比表面積(m ² /g)	1.6	4.5	1.6	1.6	4.5	5.3	1.6
		含有量(体積%)		32.2	32.2	24.5	32.2	23.8	32.2	20.0
	レーザ吸収材	材 料		Fe—Cr—Mn—Co—O						
		粒子形状	平均粒径(μm)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
			比表面積(m ² /g)	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
		含有量(体積%)		1.0	1.0	1.0	1.0	3.6	1.0	1.0
熱膨張係数(×10 ⁻⁷ /℃)			66	66	75	66	75	66	80	
ガラス基板	材質		ソーダライムガラス			ホウケイ酸塩ガラス	ソーダライムガラス			
	熱膨張係数(×10 ⁻⁷ /℃)		85			72	85			
	板厚(mm)		2.8			1.1	2.8			
封着層	流動性阻害値(μm ⁻¹)		0.93	1.26	0.74	0.93	1.0	1.39	0.70	
	熱膨張値(×10 ⁻⁷ /℃)		74	74	88	74	88	74	96	
封着状態			良好	良好	良好	良好	良好	割れ発生	割れ発生	

産業上の利用可能性

[0075] 本発明の電子デバイスによれば、2枚のガラス基板間をレーザ封着する際のガラス基板や封着層のクラックや割れ等を抑制することができ、ガラス基

板間の封止性やその信頼性が高められた電子デバイスを再現性よく提供できる。

なお、2010年6月16日に出願された日本特許出願2010-137641号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の開示として取り入れるものである。

符号の説明

[0076] 1…電子デバイス、2…第1のガラス基板、3…第2のガラス基板、4…第1の封止領域、5…第2の封止領域、6…封着層、7…封着材料層、8…レーザ光。

請求の範囲

[請求項1]

第1の封止領域を備える第1の表面を有する第1のガラス基板と、
前記第1の封止領域に対応する第2の封止領域を備える第2の表面を有し、前記第2の表面が前記第1の表面と対向するように、前記第1のガラス基板上に所定の間隙を持って配置された第2のガラス基板と、

前記第1のガラス基板と前記第2のガラス基板との間に設けられた電子素子部と、

前記電子素子部を封止するように、前記第1のガラス基板の前記第1の封止領域と前記第2のガラス基板の前記第2の封止領域との間に形成され、封着ガラスと低膨張充填材とレーザ吸収材とを含む封着材料の溶融固着層からなる封着層とを具備し、

前記封着層の断面を観察したとき、その断面の単位面積あたりに存在する前記低膨張充填材と前記レーザ吸収材の周囲長の和で表される流動性阻害値が $0.7 \sim 1.3 \mu\text{m}^{-1}$ であり、かつ前記封着層の断面の単位面積における前記封着ガラスの面積割合にその封着ガラスの熱膨張係数を掛けた値と、前記封着層の断面の単位面積における前記低膨張充填材及び前記レーザ吸収材の面積割合の和に前記低膨張充填材の熱膨張係数を掛けた値との和で表される熱膨張値が $50 \sim 90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であることを特徴とする電子デバイス。

[請求項2]

前記第1及び第2のガラス基板は5mm以下の板厚を有し、かつ熱膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上のガラスからなることを特徴とする請求項1に記載の電子デバイス。

[請求項3]

前記封着ガラスは、下記酸化物換算の質量％表示で70～90％の Bi_2O_3 、1～20％の ZnO 、及び2～12％の B_2O_3 を含むビスマス系ガラスからなることを特徴とする請求項1又は2に記載の電子デバイス。

[請求項4]

前記低膨張充填材は、シリカ、アルミナ、ジルコニア、珪酸ジルコ

ニウム、チタン酸アルミニウム、ムライト、コージェライト、ユークリプタイト、スポジュメン、リン酸ジルコニウム系化合物、酸化錫系化合物、及び石英固溶体からなる群から選ばれる少なくとも１種からなり、かつ前記封着材料は前記低膨張充填材を体積割合で１０～５０％の範囲で含有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の電子デバイス。

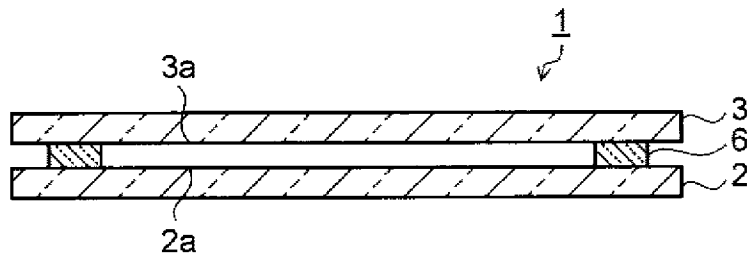
[請求項５] 前記レーザ吸収材は、Fe、Cr、Mn、Co、Ni、及びCuからなる群から選ばれる少なくとも１種の金属又は前記金属を含む化合物からなり、かつ前記封着材料は前記レーザ吸収材を体積割合で０．１～５％の範囲で含有することを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の電子デバイス。

[請求項６] 前記封着材料は、前記レーザ吸収材を前記低膨張充填材に対して体積割合で１０％以下の範囲で含有することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の電子デバイス。

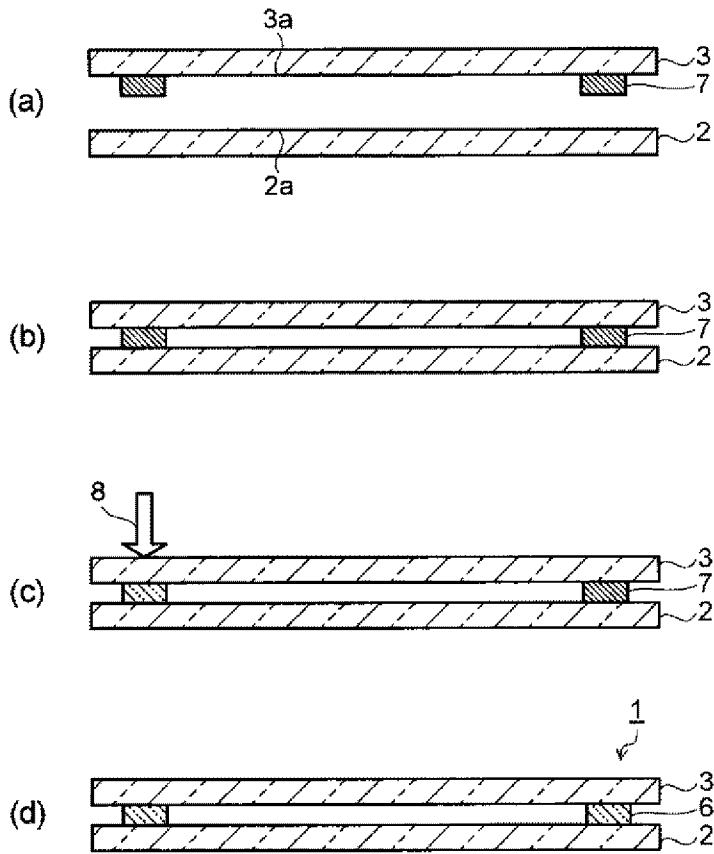
[請求項７] 前記封着ガラスは、前記封着材料に対し体積割合で５０～９０％の範囲で含有することを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の電子デバイス。

[請求項８] 前記封着層は、前記封着ガラスと低膨張充填材とレーザ吸収材とを含む封着材料層にレーザ光を照射して加熱し、溶融固着された層である、請求項１乃至７のいずれか１項に記載の電子デバイス。

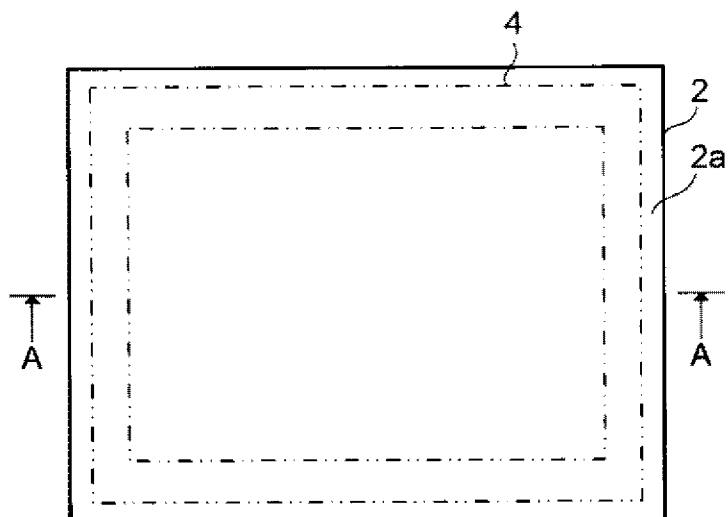
[図1]



[図2]



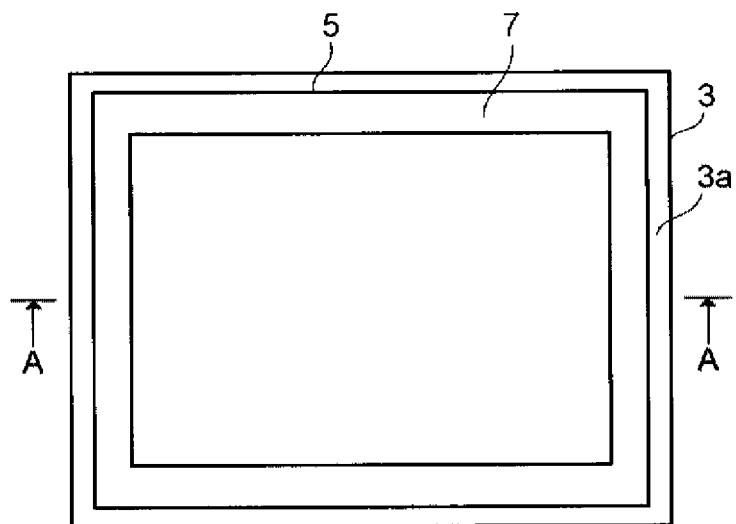
[図3]



[図4]



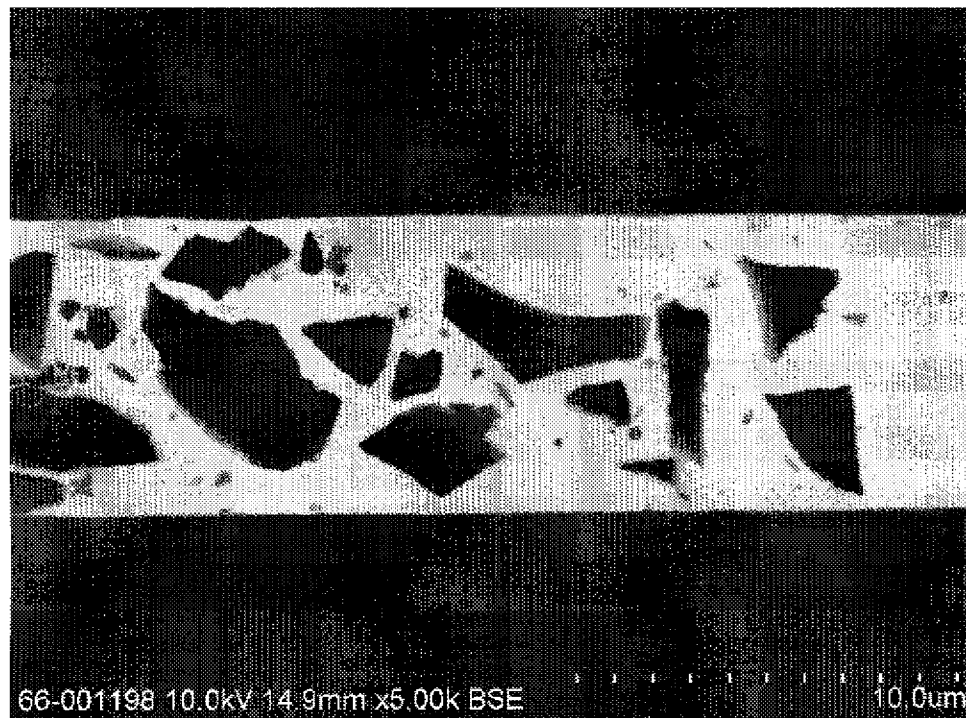
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063717

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C27/06(2006.01)i, C03C8/24(2006.01)i, G02F1/1339(2006.01)i, H01J9/26(2006.01)i, H01J11/02(2006.01)i, H01J29/86(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C27/06, C03C8/24, G02F1/1339, H01J9/26, H01J11/02, H01J29/86, H05B33/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/061853 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 03 June 2010 (03.06.2010), claims; paragraphs [0025] to [0030]; examples (Family: none)	1-8
A	WO 2010/055888 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 20 May 2010 (20.05.2010), claims (Family: none)	1-8
A	JP 2006-524419 A (Corning Inc.), 26 October 2006 (26.10.2006), entire text & US 2004/0207314 A1 & WO 2004/095597 A2	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 September, 2011 (09.09.11)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C03C27/06(2006.01)i, C03C8/24(2006.01)i, G02F1/1339(2006.01)i, H01J9/26(2006.01)i, H01J11/02(2006.01)i, H01J29/86(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C03C27/06, C03C8/24, G02F1/1339, H01J9/26, H01J11/02, H01J29/86, H05B33/04			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X	WO 2010/061853 A1 (旭硝子株式会社) 2010.06.03, 特許請求の範囲、 【0025】 - 【0030】、実施例（ファミリーなし）	1-8	
A	WO 2010/055888 A1 (旭硝子株式会社) 2010.05.20, 特許請求の範囲 （ファミリーなし）	1-8	
A	JP 2006-524419 A (コーニング インコーポレイテッド) 2006.10.26, 全文 & US 2004/0207314 A1 & WO 2004/095597 A2	1-8	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 0 9 . 0 9 . 2 0 1 1		国際調査報告の発送日 2 0 . 0 9 . 2 0 1 1	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 山崎 直也 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5	4 T 3 2 3 4