(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
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/090695 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)　*H01M 14/00* (2006.01)
C03C 8/24 (2006.01)　*H05B 33/02* (2006.01)
C03C 27/06 (2006.01)　*H05B 33/04* (2006.01)
H01L 51/42 (2006.01)　*H05B 33/10* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078773

(22) 国際出願日: 2011 年 12 月 13 日(13.12.2011)

(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 2010-291039 2010 年 12 月 27 日(27.12.2010) 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): 竹田 諭司(TAKEDA Satoshi) [JP/JP]; 〒1008405 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 Tokyo (JP). 山田 和夫(YAMADA Kazuo) [JP/JP]; 〒1008405 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 Tokyo (JP). 竹内 俊弘(TAKEUCHI Toshihiro) [JP/JP]; 〒1008405 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 Tokyo (JP). 満居 暢子(MITSUI Yoko) [JP/JP]; 〒1008405 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 Tokyo (JP). 山本 宏行(YAMAMOTO Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008405 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サクラ国際特許事務所(SAKURA PATENT OFFICE, p.c.); 〒1010046 東京都千代田区神田多町二丁目１番地 神田東山ビル 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

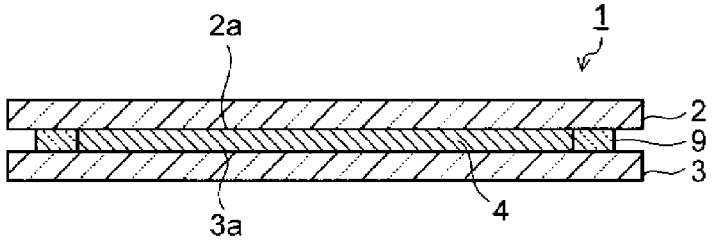
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ELECTRONIC DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称 : 電子デバイスとその製造方法

[図1]



(57) **Abstract**: An electronic device (1) is provided with a first glass substrate (2), a second glass substrate (3), and an electronic element part (4) provided between these glass substrates (2, 3). The electronic element part (4) provided between the first glass substrate (2) and the second glass substrate (3) is sealed by a sealing layer (9) formed from a molten adhesive layer of a glass material for sealing that has electromagnetic wave absorbing capabilities. Either or both of first and second glass substrates (2, 3) is formed from a chemically tempered glass having a surface compressive stress value of 900 MPa or less.

(57) 要約: 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とこれらガラス基板２、３間に設けられた電子素子部４とを具備する。第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間に設けられた電子素子部４は、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層９で封止されている。第１および第２のガラス基板２、３の少なくとも一方は、９００ＭＰａ以下の表面圧縮応力値を有する化学強化ガラスからなる。

WO 2012/090695 A1

明　細　書

発明の名称 ： 電子デバイスとその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電子デバイスとその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 薄膜シリコン太陽電池、化合物半導体系太陽電池、色素増感型太陽電池のような太陽電池では、２枚のガラス基板で電池素子（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１参照）。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）、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）等の平板型ディスプレイ（Ｆｌａｔ　Ｐａｎｅｌ　Ｄｉｓｐｌａｙ：ＦＰＤ）においては、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。

[0003] 太陽電池やＦＰＤ等に適用されるガラスパッケージには、安全性や信頼性等を高めることが求められている。特に、太陽電池は屋外に設置されるため、風圧やひょう等による衝撃に長期間にわたって耐えることが求められている。このような点に対して、太陽電池を構成するガラス基板に強化ガラスを適用することが提案されている。特許文献２には、薄膜シリコン太陽電池の電池ユニットを構成する透明電極や非晶質シリコン層等を形成する透明基板として、化学強化ガラスを使用することが記載されている。特許文献３には、物理強化ガラスの強化度を半強化状態とした太陽電池用ガラス基板（カバーガラス）と、それを用いた薄膜シリコン太陽電池が記載されている。

[0004] しかしながら、特許文献２、３に記載された太陽電池は、いずれも強化ガラスからなるガラス基板上に形成された電池ユニットを樹脂系の接着剤や接

着シートで封止しているため、水分等による経時的な劣化が避けられない。屋外に設置される太陽電池においては、耐衝撃性のみならす、耐湿性や耐候性の向上が不可欠である。さらに、特許文献３では太陽電池の製造工程で切断しやすいように強化ガラスの強度を低下させているため、衝撃に対する信頼性や安全性等に関しても十分であるとは言えない。

[0005] 特許文献４には、ガラス容器と背面板との間に表示構造体を配置し、この状態でガラス容器と背面板の外周部の間に配置した封着ガラスにレーザ光等を照射することによって、外周部を封着ガラスの溶融・固化層である封着層（封着ガラス層）で封止した画像表示装置が記載されている。特許文献４では、局部加熱によるガラス容器の割れを抑制するために、例えばガラス容器を強化ガラスで構成している。特許文献５には、透光性基板と支持基板との間に配置された光電変換体と、光電変換体を取り囲むと共に、透光性基板と支持基板とを接合する側壁部とを具備する光電変換装置が記載されている。側壁部は、封着ガラスにレーザ光を照射して形成した封着層からなる接合部を備えている。特許文献５には、透光性基板に降ひょう対策として強化ガラスを用いてもよいことが記載されている。

[0006] ２枚のガラス基板間の封着にレーザ光等による局所加熱を適用した場合、光電変換体や表示構造体等の電子素子部への熱的影響を抑制することができる。その反面、レーザ封着は封着ガラスを局所的に急熱・急冷するプロセスであるため、封着層とガラス基板との接着界面やその近傍部分に残留応力が発生しやすい。一方、化学強化ガラスの表面にはイオン交換に基づいて圧縮応力が生じており、さらに内部には表面圧縮応力と釣り合うように引張応力が生じている。このような化学強化ガラスの表面や内部に生じている応力に、レーザ封着により接着界面やその近傍部分に生じる残留応力が加わることで、レーザ封着時に化学強化ガラスや封着層にクラックや割れが生じたり、また化学強化ガラスと封着ガラス層との接着強度や接着信頼性が低下するおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００７－０４２４６０号公報

特許文献2：特開昭５９－０９４８８２号公報

特許文献3：特開２００１－２６１３５４号公報

特許文献4：特開平２－１２９８２８号公報

特許文献5：特開２０１０－１５３０７３号公報

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、化学強化ガラスを用いたガラスパッケージの耐湿性や耐候性等を向上させると共に、化学強化ガラスと封着層との接着界面やその近傍部分におけるクラックや割れの発生を抑制し、化学強化ガラスを用いたガラスパッケージの封着性や封着信頼性を高めることを可能にした電子デバイスとその製造方法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、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層とを具備し、前記第１のガラス基板および前記第２のガラス基板の少なくとも一方は、９００ＭＰａ以下の表面圧縮応力値を有する化学強化ガラスからなることを特徴としている。

[0010] 本発明の電子デバイスの製造方法は、第１の封止領域を備える第１の表面を有する第１のガラス基板を用意する工程と、前記第１の封止領域に対応す

る第２の封止領域と、前記第２の封止領域上に形成され、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料の焼成層からなる封着材料層とを備える第２の表面を有する第２のガラス基板を用意する工程と、前記第１の表面と前記第２の表面とを対向させつつ、前記封着材料層を介して前記第１のガラス基板と前記第２のガラス基板とを積層する工程と、前記第１のガラス基板または前記第２のガラス基板を通して前記封着材料層に電磁波を照射して局所的に加熱し、前記封着材料層を溶融および固化させて、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る電子素子部を封止する封着層を形成する工程とを具備し、前記第１のガラス基板および前記第２のガラス基板の少なくとも一方は、９００ＭＰａ以下の表面圧縮応力値を有する化学強化ガラスからなることを特徴としている。

発明の効果

[0011] 本発明の電子デバイスとその製造方法においては、ガラスパッケージを構成する第１のガラス基板と第２のガラス基板との間を封着用ガラス材料で封止していると共に、第１および第２のガラス基板の少なくとも一方を、表面圧縮応力値が９００ＭＰａ以下の化学強化ガラスで構成している。従って、ガラスパッケージで電子素子部を封止した電子デバイスの外部からの衝撃等に対する信頼性、耐湿性、耐候性等を向上させつつ、化学強化ガラスを用いたガラスパッケージの封着性や封着信頼性を高めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態による電子デバイスを示す断面図である。

[図2]図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の第１の構成例を示す断面図である。

[図3]図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の第２の構成例を示す断面図である。

[図4]図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の第３の構成例を示す断面図である。

[図5]図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の第４の構成例を示す断面

図である。

[図6]図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の第５の構成例を示す断面図である。

[図7]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8]図７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9]図８のＡ－Ａ線に沿った断面図である。

[図10]図７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11]図１０のＡ－Ａ線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 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を示す図である。図２ないし図６は図１に示す電子デバイスにおける電子素子部の構成例を示す図である。図７は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図である。図８ないし図１１は電子デバイスの製造工程に用いる第１および第２のガラス基板の構成を示す図である。

[0014] 図１に示す電子デバイス１は、薄膜シリコン太陽電池、化合物半導体系太陽電池、色素増感型太陽電池、有機太陽電池のような太陽電池、あるいは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）を構成するものである。電子デバイス１は、所定の間隙を持って対向配置された第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。

[0015] 第１のガラス基板２の表面２ａとそれと対向する第２のガラス基板３の表面３ａとの間には、電子デバイス１に応じた電子素子部４が設けられる。電子素子部４は、例えば太陽電池であれば太陽電池素子（光電変換素子）、ＯＥＬＤやＯＥＬ照明であればＯＥＬ素子、ＰＤＰであればプラズマ発光素子、ＬＣＤであれば液晶表示素子を備えている。太陽電池素子、発光素子、表

示素子等を備える電子素子部４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４の素子構造に限定されるものではない。

[0016] 図２に電子素子部４の第１の構成例として色素増感型太陽電池素子４１の構造の一例を示す。図２に示す色素増感型太陽電池素子４１において、主として太陽光の照射面となる第１のガラス基板２の表面２ａには、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）やフッ素ドープ酸化スズ（ＦＴＯ）等から透明導電膜４１１を介して、増感色素を有する半導体電極（光電極／アノード）４１２が設けられている。第１のガラス基板２の表面２ａと対向する第２のガラス基板３の表面３ａには、同様にＩＴＯやＦＴＯ等からなる透明導電膜４１３を介して、対向電極（カソード）４１４が設けられている。

[0017] 半導体電極４１２は酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化亜鉛等の金属酸化物からなる。半導体電極４１２は金属酸化物の多孔質膜により構成されており、その内部に増感色素が吸着されている。増感色素としては、例えばルテニウム錯体色素やオスミウム錯体色素等の金属錯体色素、シアニン系色素、メロシアニン系色素、トリフェニルメタン系色素等の有機色素が用いられる。対向電極４１４は白金、金、銀等の薄膜からなる。第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間には電解質４１５が封入されており、これら構成要素により色素増感型太陽電池素子４１が構成されている。

[0018] 図３に電子素子部４の第２の構成例としてタンデム型薄膜シリコン太陽電池素子４２の構造の一例を示す。図３に示すタンデム型薄膜シリコン太陽電池素子４２は、太陽光の照射面となる第１のガラス基板２の表面２ａ上に順に設けられた、第１の透明電極４２１、非晶質シリコン光電変換層４２２、結晶質シリコン光電変換層４２３、第２の透明電極４２４、裏面電極４２５を備えている。透明電極４２１、４２４はSnO_2、ＺｎＯ、ＩＴＯ等からなり、裏面電極４２５はＡｇ等からなる。

[0019] 非晶質シリコン光電変換層４２２は、ｐ型アモルファスシリコン膜、ｉ型アモルファスシリコン膜、ｎ型アモルファスシリコン膜を有している。結晶

質シリコン光電変換層４２３は、ｐ型多結晶シリコン膜、ｉ型多結晶シリコン膜、ｎ型多結晶シリコン膜を有している。非晶質シリコン光電変換層４２２と結晶質シリコン光電変換層４２３との間には、必要に応じて透明中間層が設けられる。タンデム型薄膜シリコン太陽電池素子４２と第１のガラス基板２との間の空隙４２６には、必要に応じて樹脂等が充填される。

[0020] 図４に電子素子部４の第３の構成例として化合物半導体系太陽電池素子４３の構造の一例を示す。図４に示す化合物半導体系太陽電池素子４３は、素子用ガラス基板としての第２のガラス基板３の表面３ａ上に順に設けられた、裏面電極４３１、化合物半導体膜からなる光吸収層４３２、バッファ層４３３、透明電極４３４を備えている。裏面電極４３１はＭｏ等の金属からなる。透明電極４３４はSnO_2、ＺｎＯ、ＩＴＯ等からなる。

[0021] 光吸収層４３２を構成する化合物半導体としては、Ｃｕ（Ｉｎ，Ｇａ）Se_2（ＣＩＧＳ）、Ｃｕ（Ｉｎ，Ｇａ）（Ｓｅ，Ｓ）$_2$（ＣＩＧＳＳ）、$CuInS_2$（ＣＩＳ）等が用いられる。透明電極４３４上には、必要に応じて反射防止層が設けられる。化合物半導体系太陽電池素子４３と太陽光の照射面となる第１のガラス基板２との間の空隙４３５には、必要に応じて樹脂等が充填される。

[0022] 図５に電子素子部４の第４の構成例として化合物半導体系太陽電池素子４４の構造の他の例を示す。図５に示す化合物半導体（ＣｄＴｅ）系太陽電池素子４４は、太陽光の照射面となる第１のガラス基板２の表面２ａ上に順に設けられた、透明なｎ型ＣｄＳ膜４４１、ｐ型ＣｄＴｅ膜４４２、Ｃｕ含有炭素電極４４３、Ｉｎ含有Ａｇ電極４４４を備えている。ＣｄＴｅ系太陽電池素子４４と第２のガラス基板３との間の空隙４４５には、必要に応じて樹脂等が充填される。

[0023] 図６に電子素子部４の第５の構成例として有機太陽電池素子４５の構造の一例を示す。図６に示す有機太陽電池素子（有機薄膜太陽電池素子）４５は、太陽光の照射面となる第１のガラス基板２の表面２ａ上に順に設けられた、透明電極４５１、バッファ層４５２、亜鉛フタロシアニン（ＺｎＰｃ）等

からなるｐ型有機半導体層４５３、ＺｎＰｃとフラーレン（Ｃ60）との混合物等からなるｉ型有機半導体層４５４、フラーレン（Ｃ60）等からなるｎ型半導体層４５５、バッファ層４５６、裏面電極（金属電極）４５７を備えている。有機太陽電池素子４５と第２のガラス基板３との間の空隙４５８には、必要に応じて樹脂等が充填される。

[0024] 電子素子部４を構成する素子膜やそれらに基づく素子構造体は、第１および第２のガラス基板２、３の表面２ａ、３ａの少なくとも一方に形成される。図２に示す色素増感型太陽電池素子４１では、第１および第２のガラス基板２、３の各表面２ａ、３ａに素子膜が形成される。図３に示す薄膜シリコン太陽電池素子４２、図５に示す化合物半導体系太陽電池素子４４、図６に示す有機太陽電池素子４５では、第１のガラス基板２の表面２ａに素子膜が形成される。図４に示す化合物半導体系太陽電池素子４３では、第２のガラス基板３の表面３ａに素子膜が形成される。ＯＥＬＤやＯＥＬ照明等に適用されるＯＥＬ素子では、第２のガラス基板３が素子用ガラス基板として用いられ、その表面に素子構造体が形成される。第１のガラス基板２はＯＥＬ素子の封止部材として用いられる。

[0025] 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２ａは、図８および図９に示すように、電子素子部４の少なくとも一部（４Ａ）が形成される第１の素子領域５と、第１の素子領域５の外周に沿って配置された第１の封止領域６とを備えている。第１の封止領域６は第１の素子領域５を囲うように設けられている。第２のガラス基板３の表面３ａは、図１０および図１１に示すように、第１の素子領域５に対応する第２の素子領域７と第１の封止領域６に対応する第２の封止領域８とを備えている。

[0026] 図２に示す色素増感型太陽電池素子４１のように、第２のガラス基板３の表面３ａにも素子膜等を形成する場合には、第２の素子領域７に電子素子部４の一部（４Ｂ）が形成される。図３に示す薄膜シリコン太陽電池素子４２、図４や図５に示す化合物半導体系太陽電池素子４３、４４、図６に示す有機太陽電池４５、ＯＥＬ素子等の発光素子のように、一方のガラス基板２（

または３）を素子用ガラス基板として用いる場合には、他方のガラス基板３（または２）の第２の素子領域７は第１の素子領域５との対向領域となる。第１および第２の封止領域６、８は、封着層の形成領域となる。さらに、第２の封止領域８は封着材料層の形成領域となる。

[0027] 第１のガラス基板２と第２のガラス基板３とは、電子素子部４の構造体４Ａ、４Ｂが形成された表面２ａ、３ａ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９で封止されている。封着層９は電子素子部４を封止するように、第１のガラス基板２の封止領域６と第２のガラス基板３の封止領域８との間に形成されている。電子素子部４は第１のガラス基板２と第２のガラス基板３と封着層９とで構成されたガラスパッケージで気密封止されている。

[0028] 電子素子部４として色素増感型太陽電池素子４１等を適用した場合には、第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間の間隙全体に電子素子部４が配置される。電子素子部４として薄膜シリコン太陽電池素子４２、化合物半導体系太陽電池素子４３、４４、有機太陽電池素子４５、ＯＥＬ素子等を適用する場合、第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間には一部空隙が残存する。そのような空隙はそのままの状態であってもよいし、透明な樹脂等が充填されていてもよい。透明樹脂はガラス基板２、３に接着されていてもよいし、単にガラス基板２、３と接触しているだけであってもよい。

[0029] この実施形態の電子デバイス１において、第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の少なくとも一方は、化学強化ガラスで構成されている。例えば、電子素子部４が太陽電池素子の場合には太陽光の受光面、ＦＰＤの場合には表示面、ＯＥＬ照明の場合には発光面となる第１のガラス基板２（または第２のガラス基板３）を、化学強化ガラスで構成することが好ましい。第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の両方を化学強化ガラスで構成してもよい。ガラスパッケージを構成する第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の少なくとも一方を化学強化ガラスで構成することによって、外部からの衝撃等に対する電子デバイス１のパネル強度を向上させること

が可能となる。

[0030] 化学強化ガラスは、ガラス板の表面領域にイオン交換層を形成し、これにより表面に圧縮応力を生じさせて強化したものである。イオン交換層は、例えばガラス板中のナトリウムイオンをそれよりイオン半径が大きいカリウムイオンでイオン交換した層である。化学強化は、物理強化より板厚が薄いガラス板に適用することができ、その上で物理強化と同等レベルの強度を得ることができる。従って、第１および第２のガラス基板２、３の少なくとも一方に化学強化ガラス基板を適用することによって、電子デバイス１の衝撃等に対するパネル強度を向上させた上で、電子デバイス１の軽量化を図ることが可能となる。

[0031] 化学強化ガラス基板の板厚は、耐衝撃性等を維持し得る範囲で薄くすることが好ましい。具体的には、化学強化ガラス基板の板厚は４ｍｍ以下が好ましい。化学強化ガラス基板の板厚が４ｍｍを超えると、太陽電池やＦＰＤ等の電子デバイス１の軽量化効果を十分に得ることができないおそれがある。化学強化ガラス基板によるパネル強度の向上と軽量化とを両立させる上で、化学強化ガラス基板の板厚は２ｍｍ以下とすることがより好ましい。化学強化ガラス基板の板厚の下限値は特に限定されるものではないが、電子デバイス１の実用的な機能等を考慮して０．１ｍｍ以上とすることが好ましい。

[0032] 第１および第２のガラス基板２、３の一方を化学強化ガラスで構成する場合、他方はソーダライムガラスや無アルカリガラス等で構成することができる。ソーダライムガラスや無アルカリガラスには、各種公知の組成を適用することができる。電子デバイス１の信頼性を向上させる上で、他方のガラス基板はソーダライムガラスで構成することが好ましい。ただし、一方のガラス基板２、３を化学強化ガラスで構成しているため、他方のガラス基板を無アルカリガラスで構成することも可能である。

[0033] さらに、この実施形態の電子デバイス１においては、少なくとも一方を化学強化ガラスで構成したガラス基板２、３間を封止する封着層９に、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料を適用している。すなわち、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８には、図１０および図１１に示すように封着用ガラス材料の焼成層からなる枠状の封着材料層１０が形成されている。第２のガラス基板３の封止領域８に形成された封着材料層１０は、後述する電磁波による加熱工程で溶融され、第１のガラス基板２の封止領域６に固着される。このように、第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間隙は、封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層９で封止されている。

[0034] 第１および第２のガラス基板２、３と封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層９とでガラスパッケージを構成することによって、ガラスパッケージ内への水分の侵入等を長期間にわたって再現性よく抑制することができる。すなわち、ガラスパッケージの耐湿性や耐候性等を向上させることができる。このようなガラスパッケージで電子素子部４を封止することによって、電子素子部４の劣化を長期間にわたって再現性よく抑制することが可能となる。従って、電子素子部４の特性、例えば太陽電池素子であれば発電特性を長期間にわたって安定して維持することが可能な電子デバイス１を提供することができる。

[0035] ところで、第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の少なくとも一方を化学強化ガラスで構成した場合、電磁波による封着時に化学強化ガラスからなるガラス基板と封着層９との接着界面やその近傍部分にクラックや割れが生じたり、また化学強化ガラス基板と封着ガラス層との接着強度や接着信頼性が低下するおそれがある。前述したように、化学強化ガラス基板の表面には、イオン交換に基づいて圧縮応力が生じている。一方、電磁波による局所加熱を適用した封着層９には、急熱・急冷プロセスに基づいて引張応力が発生する。すなわち、封着材料層１０に電磁波を照射して加熱・溶融させる場合、封着用ガラス材料は電磁波の照射時に溶融して膨張し、電磁波の照射が終了した時点で急冷されて収縮する。電磁波による加熱は、昇温速度が速いだけでなく冷却速度も速いため、封着用ガラス材料が十分に収縮する前に固化する。このため、封着層９には引張応力が生じる。

[0036] 化学強化ガラス基板の表面応力と封着層９の内部に生じる応力とは、応力方向が逆であるため、電磁波による封着時に化学強化ガラス基板と封着層９との接着界面やその近傍部分にクラックや割れが生じやすい。接着界面やその近傍部分に生じるクラックや割れは、化学強化ガラス基板を用いたガラスパッケージの封着不良の原因となる。さらに、化学強化ガラス基板と封着層９の応力の方向が逆であることに起因して、接着強度が低下しやすく、また接着できたとしても残留応力が増大して信頼性が損なわれるおそれがある。接着強度の向上のために、例えば電磁波の出力を上げて封着工程を実施すると残留応力がさらに増大し、化学強化ガラス基板や封着層９に割れ等が生じやすくなる。

[0037] そこで、この実施形態の電子デバイス１においては、第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の少なくとも一方に、表面圧縮応力（Ｃｏｍｐｒｅｓｓｉｖｅ　Ｓｔｒｅｓｓ）値（ＣＳ値）が９００ＭＰａ以下の化学強化ガラスを適用している。表面圧縮応力（ＣＳ）とは、ガラス中のアルカリ金属イオンを、それよりイオン半径が大きいアルカリ金属イオンで置換することにより発生する応力であり、ガラス表面の強化度合いを示す値である。ただし、化学強化ガラスのＣＳ値が高すぎると、封着層９の内部に生じる引張応力との反発が大きくなる。さらに、ＣＳ値が高いということは置換イオンの密度が高くなることを意味する。このため、封着ガラスの濡れ性や反応性が低下する。これらによって、接着不良や接着時にクラック、割れ等が生じやすくなる。

[0038] ＣＳ値が９００ＭＰａ以下の化学強化ガラスによれば、封着層９の内部に生じる引張応力との反発が軽減され、さらに封着ガラスの濡れ性や反応性を高めることができる。従って、電磁波による急熱・急冷プロセスを適用して封着した場合においても、化学強化ガラス基板と封着層９との接着不良や、接着界面およびその近傍部分におけるクラックや割れの発生を抑制することができる。すなわち、少なくとも一方を化学強化ガラスで構成した第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間を、電磁波吸収能を有する封着用ガ

ラス材料の溶融固着層からなる封着層９で再現性よく封止することが可能となる。言い換えると、電磁波を局所的に照射して封着材料層１０を溶融および固化させる工程によって、第１のガラス基板２と第２のガラス基板３との間を再現性よく封着することができる。

[0039] 化学強化ガラスのＣＳ値は７００ＭＰａ以下であることがより好ましい。ＣＳ値を７００ＭＰａ以下とすることで、化学強化ガラス基板と封着層９との接着界面やその近傍部分におけるクラックや割れの発生をより再現性よく抑制することができる。化学強化ガラスのＣＳ値が小さいほど、封着層９との接着性や接着信頼性が向上するものの、ＣＳ値が小さすぎると化学強化ガラス基板としての機能が損なわれてしまう。すなわち、電子デバイス１の耐衝撃性の向上効果や軽量化効果を十分に得ることができなくなる。このため、化学強化ガラスのＣＳ値は３００ＭＰａ以上であることが好ましい。さらに、化学強化ガラス基板による信頼性の向上と軽量化とを両立させつつ、封着性や封着信頼性を高める上で、化学強化ガラスのＣＳ値は５００ＭＰａ以上であることがより好ましい。

[0040] さらに、ガラス基板２、３を構成する化学強化ガラスは、中心引張応力（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｔｅｎｓｉｏｎ）値（ＣＴ値）が７０ＭＰａ以下であることが好ましい。中心引張応力（ＣＴ）は、表面圧縮応力（ＣＳ）と釣り合うように、化学強化ガラスの内部に生じる応力である。化学強化ガラスのＣＴ値（単位：ＭＰａ）は、ＣＳ値（単位：ＭＰａ）とイオン交換深さ（Ｄｅｐｔｈ　ｏｆ　Ｌａｙｅｒ：ＤＯＬ（単位：μｍ））とガラス基板の厚さｔ（単位：μｍ）とから、下記の式（１）から求められる値である。

ＣＴ＝（ＣＳ×ＤＯＬ）／（ｔ－２ＤＯＬ）　…（１）

[0041] 封着材料層１０に電磁波を照射して封着層９を形成する場合、封着用ガラス材料と同様に、ガラス基板２、３は部分的に加熱されて膨張する。この部分的な膨張は急冷時に凍結されるため、ガラス基板２、３の封着層９の近傍部分に引張りの残留応力が発生する。化学強化ガラスの中心引張応力（ＣＴ）が高すぎると、それに封着層９の形成時に生じる引張応力（残留応力）が

加わることで、例えば熱サイクルが印加された際に化学強化ガラスに割れが生じやすくなる。これはガラスパッケージの信頼性を低下させる要因となる。すなわち、化学強化ガラスのＣＴ値が高すぎる場合には、ガラスパッケージの熱サイクル試験（ＴＣＴ）に対する信頼性が低下する。

[0042] ＣＴ値が７０ＭＰａ以下の化学強化ガラスによれば、封着層９の形成時に残留応力（引張応力）が加わっても、熱サイクルが印加された際の割れを抑制することができる。従って、少なくとも一方のガラス基板２、３を化学強化ガラスで構成したガラスパッケージの熱サイクル試験（ＴＣＴ）等に対する信頼性（封着信頼性）を向上させることが可能となる。化学強化ガラスのＣＴ値は５０ＭＰａ以下であることがより好ましい。ＣＴ値を５０ＭＰａ以下とすることで、ガラスパッケージの封着信頼性をより一層高めることができる。化学強化ガラスのＣＴ値は、ＣＳ値、ＤＯＬおよびガラス基板の厚さにより決まる値であるため、その下限値は特に限定されるものではない。ただし、実用的にはＣＴ値は１．５ＭＰａ以上であることが好ましい。

[0043] 上述したように、少なくとも一方を化学強化ガラスで構成したガラス基板２、３間を、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料で封止することによって、電子デバイス１の耐湿性や耐候性を維持しつつ、外部からの衝撃等に対する電子デバイス１のパネル強度を向上させることができる。さらに、ＣＳ値が９００ＭＰａ以下、さらにＣＴ値が５０ＭＰａ以下の化学強化ガラスを使用することによって、化学強化ガラスを用いたガラスパッケージの封着性や封着信頼性を高めることができる。これらによって、機能や特性を長期間にわたって安定に発揮させることが可能な電子デバイス１を提供することが可能となる。

[0044] さらに、電子デバイス１の高強度化と軽量化とを両立させることができる。従って、耐候性と耐衝撃性に優れ、かつ軽量で信頼性の高い電子デバイス１を提供することが可能となる。電子デバイス１が太陽電池の場合には、デバイスの軽量化を図った上で、ひょう等によるガラス基板３の損傷、それに基づく発電特性の低下や損失を抑制すると共に、水分等による経時的な発電

特性の低下を抑制することが可能となる。すなわち、過酷な環境下で長期間にわたって安定して発電させることが可能な太陽電池を提供することができる。電子デバイス１がＦＰＤ等の場合には、信頼性や安全性を高めた上で、デバイスの軽量化を図ることができる。第１および第２のガラス基板２、３の少なくとも一方に化学強化ガラスを適用したガラスパッケージは、電子デバイス１に限らず、電子部品の封止体や複層ガラスのようなガラス部材（建材等）に応用することもできる。

[0045] 次に、実施形態の電子デバイス１の製造工程について、図７を参照して説明する。まず、封着層９の形成材料となる封着用ガラス材料を用意する。封着用ガラス材料は、低融点ガラスからなる封着ガラスに、電磁波吸収材や必要に応じて低膨張充填材のような無機充填材を配合したものである。黒色系の色調を有する封着ガラスのように、封着ガラス自体が電磁波吸収能を有する場合には、電磁波吸収材を配合することなく、封着ガラスと必要に応じて添加される低膨張充填材とで封着用ガラス材料を構成することができる。封着用ガラス材料は、これら以外の添加材を含有していてもよい。

[0046] 封着ガラス（ガラスフリット）としては、例えばビスマス系ガラス、錫－リン酸系ガラス、バナジウム系ガラス、鉛系ガラス等が用いられる。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、さらに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－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、少なくとも一方を化学強化ガラスで構成したガラス基板２、３間を封止する封着用ガラス材料においては、封着ガラスとしてビスマス系ガラスを使用することが好ましい。

[0047] ビスマス系ガラス（ガスフリット）は、７０～９０質量％のBi_2O_3、１～２０質量％のＺｎＯ、および２～１２質量％のB_2O_3（基本的には合計量を１００質量％とする）の組成を有することが好ましい。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。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。

[0048] ＺｎＯは熱膨張係数等を下げる成分である。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。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る。B_2O_3はガラスの骨格を形成してガラス化が可能となる範囲を広げる成分である。B_2O_3の含有量が２質量％未満であるとガラス化が困難となり、１２質量％を超えると軟化点が高くなりすぎて、封着時に荷重をかけたとしても低温で封着することが困難となる。

[0049] 上記した３成分で形成されるガラスはガラス転移点が低く、低温用の封着材料に適したものであるが、Al_2O_3、CeO_2、SiO_2、Ag_2O、MoO_3、Nb_2O_3、Ta_2O_5、Ga_2O_3、Sb_2O_3、Li_2O、Na_2O、K_2O、Cs_2O、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯ、WO_3、P_2O_5、SnO_x（ｘは１または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するおそれがあるため、任意成分の合計含有量は３０質量％以下とすることが好ましい。この場合のガラス組成は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。

[0050] 錫ーリン酸系ガラス（ガラスフリット）は、５５～６８モル％のＳｎＯ、０．５～５モル％のSnO_2、および２０～４０モル％のP_2O_5（基本的には合計量を１００モル％とする）の組成を有することが好ましい。ＳｎＯはガラスを低融点化させるための成分である。ＳｎＯの含有量が５５モル％未満であるとガラスの粘性が高くなって封着温度が高くなりすぎ、６８モル％を超えるとガラス化しなくなる。

[0051] SnO_2はガラスを安定化するための成分である。SnO_2の含有量が０．５モル％未満であると封着作業時に軟化溶融したガラス中にSnO_2が分離、析出し、流動性が損なわれて封着作業性が低下する。SnO_2の含有量が５モル％を超えると低融点ガラスの溶融中からSnO_2が析出しやすくなる。P_2O_5はガラス骨格を形成するための成分である。P_2O_5の含有量が２０モル％未満で

あるとガラス化せず、その含有量が４０モル％を超えるとリン酸塩ガラス特有の欠点である耐候性の悪化を引き起こすおそれがある。

[0052] 上記した３成分で形成されるガラスはガラス転移点が低く、低温用の封着材料に適したものであるが、SiO_2等のガラスの骨格を形成する成分やＺｎＯ、B_2O_3、Al_2O_3、WO_3、MoO_3、Nb_2O_5、TiO_2、ZrO_2、Li_2O、Na_2O、K_2O、Cs_2O、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯのようなガラスを安定化させる成分等を任意成分として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するおそれがあるため、任意成分の合計含有量は３０モル％以下とすることが好ましい。この場合のガラス組成は基本成分と任意成分との合計量が基本的には１００モル％となるように調整される。

[0053] 電磁波吸収材としては、Ｆｅ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｃｏ、ＮｉおよびＣｕからなる群より選ばれる少なくとも１種の金属、または前記金属を含む酸化物等の化合物を用いることが好ましい。電磁波吸収材はこれら金属や金属酸化物以外の顔料であってもよい。電磁波吸収材の含有量は、封着用ガラス材料に対して０．１～１０体積％の範囲とすることが好ましい。電磁波吸収材の含有量が０．１体積％未満であると、電磁波の照射時に封着材料層１０を十分に溶融させることができないおそれがある。電磁波吸収材の含有量が１０体積％を超えると、第２のガラス基板３との界面近傍で局所的に発熱してガラス基板２、３や封着層９が破損するおそれがあり、さらに封着用ガラス材料の溶融時の流動性が劣化して第１のガラス基板２との接着性が低下するおそれがある。

[0054] 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、石英固溶体、およびマイカからなる群より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、$(ZrO)_2P_2O_7$、$NaZr_2(PO_4)_3$、$KZr_2(PO_4)_3$、$Ca_{0.5}Zr_2(PO_4)_3$、$NbZr(PO_4)_3$

、$Zr_2(WO_3)(PO_4)_2$、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ガラスより低い熱膨張係数を有するものである。

[0055] 低膨張充填材の含有量は、封着用ガラス材料の熱膨張係数がガラス基板２、３のそれに近づくように適宜に設定される。低膨張充填材は封着ガラスやガラス基板２、３の熱膨張係数にもよるが、封着用ガラス材料に対して５０体積％以下の範囲で含有させることが好ましい。低膨張充填材の含有量が５０質量％を超えると、封着用ガラス材料の流動性が劣化して接着強度が低下するおそれがある。低膨張充填材は必要に応じて配合されるものであり、必ずしも封着用ガラス材料に配合しなければならないものではない。従って、封着用ガラス材料における低膨張充填材の含有量は零を含むが、実用的には０．１質量％以上とすることが好ましい。低膨張充填材の含有量が０．１質量％未満であると、封着用ガラス材料の熱膨張率を調整する効果を十分に得ることができないおそれがある。

[0056] 電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料によるガラス基板２、３間の封止工程は、封止領域６、８間にレーザ光や赤外線等の電磁波を吸収する封着用ガラス材料の焼成層（封着材料層１０）を配置し、これに電磁波を照射して局所的に加熱することにより実施される。電磁波による局所加熱によれば、電子素子部４（４Ａ、４Ｂ）を有するガラス基板２、３全体を加熱する場合に比べて、封止工程による電子素子部４の特性劣化を抑制することができる。局所加熱の加熱源には、上記したようにレーザ光や赤外線等が用いられる。以下に、電磁波による局所加熱を適用した封止工程について詳述する。

[0057] まず、封着用ガラス材料とビヒクルとを混合して封着材料ペーストを調製する。ビヒクルは、バインダ成分である樹脂を溶剤に溶解したものである。ビヒクル用の樹脂としては、例えばメチルセルロース、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セルロース系樹脂、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、ブチルメタクリレート、２－ヒドロキシエチルメタクリレート、ブチルアクリレート、２－ヒドロキシエチル

アクリレート等のアクリル系モノマーの１種以上を重合して得られるアクリル系樹脂等の有機樹脂が用いられる。溶剤としては、セルロース系樹脂の場合にはターピネオール、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が用いられ、アクリル系樹脂の場合には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が用いられる。

[0058] 第２のガラス基板３の封止領域８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８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８に沿って塗布する。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される。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。

[0059] 次いで、封着材料ペーストの塗布層を焼成して封着材料層１０を形成する。焼成工程は、塗布層を封着用ガラス材料の主成分である封着ガラス（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、封着ガラスの軟化点以上の温度に加熱し、封着ガラスを溶融してガラス基板３に焼き付ける。このようにして、図７（ａ）に示すように第２のガラス基板３の表面３ａに封着用ガラス材料の焼成層からなる封着材料層１０を形成する。電子デバイス１や電子素子部４の構造によっては、封着材料層１０を第１のガラス基板２の封止領域６に形成してもよい。

[0060] 次に、図７（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２ａ、３ａ同士が対向するように封着材料層１０を介して積層する。次いで、図７（ｃ）に示すように、第２のガラス基板３（または第１のガラス基板２）を通して封着材料層１０にレーザ光や赤外線等の電磁波１１を照射する。電磁波１１としてレーザ光を使用する場合、レーザ光は枠状の封着材料層１０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。電磁波１１として赤外線を使用する場合には、例えば封着材料層１０の形成部位以外を赤外線反射膜等でマスキングすることによって、封着材料層１０に赤外線を選択的に照射することが好ましい。

[0061] 電磁波１１としてレーザ光を使用した場合、封着材料層１０はそれに沿って走査されるレーザ光が照射された部分から順に溶融し、レーザ光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。そして、封着材料層１０の全周にわたってレーザ光を照射することによって、図７（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９が形成される。電磁波１１として赤外線を使用した場合、封着材料層１０は赤外線の照射に基づいて局所的に加熱されて溶融し、赤外線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。そして、図７（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９が形成される。

[0062] 電磁波１１による封着材料層１０の加熱温度は、封着ガラスの軟化点温度Ｔ（℃）に対して（Ｔ＋１００℃）以上で（Ｔ＋４００℃）以下の範囲とすることが好ましい。前述したように、化学強化ガラス基板の表面応力と封着層９に生じる応力とは、応力方向が逆であるため、封着材料層１０の加熱温度が低すぎて十分に流動させることができないと、ガラス基板２、３と封着層９との接着強度が低下するおそれがある。このため、封着材料層１０の加熱温度は（Ｔ＋１００℃）以上とすることが好ましい。一方、封着材料層１０の加熱温度が（Ｔ＋４００℃）を超えると、封着層９内における引張りの残留応力が大きくなり、ガラス基板２、３や封着層９に割れ等が生じやすくなる。本明細書における封着ガラスの軟化点は、示唆熱分析（ＤＴＡ）の第４変曲点で定義されるものである。

[0063] 前述したように、第１のガラス基板２および第２のガラス基板３の少なくとも一方を化学強化ガラスで構成した場合、化学強化ガラスの表面や内部の

応力と封着層９の形成時に生じる残留応力との相互作用によって、封着時に化学強化ガラス基板と封着層９との間に接着不良が生じたり、接着界面やその近傍部分にクラックや割れが生じやすくなる。このような点に対しては、前述したように９００ＭＰａ以下のＣＳ値を有する化学強化ガラスを使用することが有効である。封着用ガラス材料による封着部分の信頼性を高めるためには、５０ＭＰａ以下のＣＴ値を有する化学強化ガラスを使用することが有効である。

[0064] さらに、第１および第２のガラス基板２、３の少なくとも一方が化学強化ガラス基板からなるガラスパッケージの封着に、電磁波１１による封着用ガラス材料の局所加熱を適用する場合には、封着時に発生する応力を低減することも有効である。これによっても、化学強化ガラス基板や封着層９のクラックや割れを抑制することが好ましい。封着時に発生する応力を低減するためには、以下に示す構造［１］および構造［２］の少なくとも一方を採用することが好ましい。

［１］封着層９中に電磁波吸収材および低膨張充填材を均一に分散させる。

［２］封着材料層１０の膜厚を均一化し、それに基づいて封着層９の線幅を均一化する。

[0065] 封着層９中に電磁波吸収材や低膨張充填材等の無機充填材が均一に分散していると、封着層９の熱膨張率が均一化される。このため、ガラス基板２、３と封着層９との局所的な熱膨張差の増大による応力集中、さらには応力集中に基づくガラス基板２、３や封着層９の割れ等を抑制することができる。無機充填材が凝集していると凝集部分とその周辺部分との間の熱膨張差が大きくなるため、応力集中が生じやすくなる。さらに、電磁波吸収材が凝集していると凝集部分が極度に加熱されるため、熱による応力集中が生じやすくなる。応力集中部分は割れの起点になるため、封着時に発生する応力でガラス基板や封着層９に割れが発生しやすくなる。封着層９中に電磁波吸収材および低膨張充填材を均一分散させることで、応力集中による割れを抑制することができる。

[0066] 構造［１］に関しては、封着層９の２０箇所の断面を観察したとき、各断面の単位面積当たりに存在する低膨張充填材および電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差を５％以下とすることが好ましい。低膨張充填材および電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差が５％以下であるということは、封着層９中に電磁波吸収材や低膨張充填材が均一に分散していることを意味する。従って、応力集中によるガラス基板や封着層９の割れ等を再現性よく抑制することが可能となる。低膨張充填材および電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差は３％以下とすることがより好ましい。

[0067] 構造［１］は、例えば電磁波吸収材と低膨張充填材の分散性を高めた封着材料ペーストを使用することにより実現することができる。電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性を高めた封着材料ペーストは、以下に示す方法を適用することで得ることができる。

（１）封着用ガラス材料とビヒクルとの混合条件を適宜選択し、ビヒクルに対する封着用ガラス材料、特に電磁波吸収材と低膨張充填材の分散性を高める。

（２）封着用ガラス材料とビヒクルとを混合する際に、分散剤を使用する。

（３）封着用ガラス材料の各構成材料（封着用ガラス、電磁波吸収材、低膨張充填材等）として、表面処理した材料を使用する。

（４）封着用ガラス材料中の電磁波吸収材や低膨張充填材として、比較的比表面積が小さい材料を使用する。

[0068] 方法（１）に関しては、封着用ガラス材料とビヒクルとの混合方式に基づいて、分散性をより高めることが可能な条件を選択することが好ましい。例えば、ロールミルを用いて封着用ガラス材料とビヒクルとを混合する場合には、ロールミルに通す回数を増やす（例えば５回以上）ことによって、封着材料ペースト中の電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性を高めることができる。ライカイ機、プラネタリーミキサ、ビーズミル等を使用する場合も同様であり、それぞれ使用方式に応じて条件を設定することによって、封着材料ペースト中の電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性を高めることができる。

[0069] 方法（２）に関しては、アミン系化合物、カルボン酸系化合物、リン酸系化合物等の分散剤を使用することによって、封着材料ペースト中の電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性を高めることができる。方法（３）に関しても同様であり、アミン系化合物、カルボン酸系化合物、リン酸系化合物等で表面処理した電磁波吸収材や低膨張充填材を使用することによって、封着材料ペースト中における分散性を高めることができる。

[0070] 方法（４）に関しては、粒径が小さい粉末は凝集しやすいため、比較的粒径が大きい粉末を使用することで、封着材料ペースト中の電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性を高めることができる。具体的には、平均粒径が１～１５μｍの範囲であると共に、比表面積が４．５ｍ^2／ｇ以下の粉末を使用することが好ましい。このような粉末状の電磁波吸収材や低膨張充填材を使用することで、封着材料ペースト中の分散性を高めることができる。

[0071] 上述した方法（１）～（４）は、それぞれ単独で適用してもよいし、また組合せて適用してもよい。封着材料ペースト中における電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性をより高める上で、方法（１）～（４）のうちの２つ以上の方法を組合せて適用することが好ましい。封着材料ペースト中の電磁波吸収材や低膨張充填材の分散性は、それらの種類や形状、ビヒクルの種類等によっても異なるため、これらの条件に応じて方法（１）～（４）から選ばれる１つまたは２つ以上の方法を適宜に選択することが好ましい。

[0072] 構造［２］に関して、封着材料層１０の膜厚にバラツキが生じていると、それに電磁波１１を照射し封着材料を溶融して固化する際に、ガラス基板２、３に歪みやねじれ等が生じやすくなる。ガラス基板２、３の歪みやねじれによって高い応力が発生し、ガラス基板や封着層９の割れ等が発生しやすくなる。このような点に対して、封着材料層１０の膜厚を均一化することによって、封着材料の溶融・固化時におけるガラス基板２、３の歪みやねじれを抑制することができる。さらに、それに基づくガラス基板や封着層９の割れ等を抑制することが可能となる。封着材料層１０の膜厚分布は、溶融・固化後においては封着層９の線幅分布として表れるため、封着層９の線幅を均一

化することで、ガラス基板２、３の歪みやねじれによる割れを抑制することができる。

[0073] 構造［２］に関しては、ガラス基板２、３の面内における封着材料層１０の膜厚分布を±２０％以内とすることが好ましい。さらに、封着層９を平面的に観察した際に、ガラス基板２、３の面内における封着層９の線幅分布を±２０％以内とすることが好ましい。封着材料層１０の膜厚分布や封着層９の線幅分布を±２０％以内とすることによって、ガラス基板２、３や封着層９の割れを再現性よく抑制することができる。封着材料層１０の膜厚分布は±１０％以内とすることがより好ましい。封着層９の線幅分布は±１０％以内とすることがより好ましい。

[0074] 封着材料層１０の膜厚分布は、以下のようにして求めるものとする。まず、封着材料層１０の膜厚を複数箇所（例えば２０箇所）で測定する。これらの測定値から膜厚の平均値（Have）と最大値（Hmax）と最小値（Hmin）とを求め、下記の式から膜厚分布の最大（＋）と最小（－）とを求める。

膜厚分布［最大（＋）］＝｛（Hmax－Have）／Have｝×１００（％）

膜厚分布［最小（－）］＝｛（Hmin－Have）／Have｝×１００（％）

封着層９の線幅分布も同様であり、封着層９の線幅を複数箇所（例えば２０箇所）で測定し、これらの測定値から線幅の平均値（Lave）と最大値（Lmax）と最小値（Lmin）とを求め、下記の式から線幅分布の最大（＋）と最小（－）とを求める。

線幅分布［最大（＋）］＝｛（Lmax－Lave）／Lave｝×１００（％）

線幅分布［最小（－）］＝｛（Lmin－Lave）／Lave｝×１００（％）

[0075] 構造［２］は、例えば封着材料ペーストを塗布する際の条件を適宜選択することにより実現することができる。封着材料ペーストの塗布方法については、スクリーン印刷やディスペンサによる印刷を適用することが好ましい。スクリーン印刷を適用する場合には、印圧および背圧、スキージの材質、硬度、形状、スキージのスクリーン版に対する角度、スキージの掃引速度、印刷基板とスクリーン版の平行度、印刷基板とスクリーン版のギャップ、印刷

基板の温度等を適宜に調整することによって、封着材料層１０の膜厚分布を小さくすることができる。ディスペンサによる印刷を適用する場合には、ディスペンサヘッドのスキャン速度、印刷基板とディスペンサヘッドとのギャップ、ペーストの吐出圧力や温度、ニードルの材質や形状、印刷基板の温度等を適宜に調整することによって、封着材料層１０の膜厚分布を小さくすることができる。

[0076] 上述した構造［１］およびそれを実現する方法（１）～（４）や構造［２］およびそれを実現する方法は、９００ＭＰａ以下のＣＳ値や５０ＭＰａ以下のＣＴ値を有する化学強化ガラスを適用する場合にも有効である。すなわち、化学強化ガラスの表面圧縮応力や中心引張応力を制御することに加えて、封着時に発生する応力を低減することによって、封着用ガラス材料による封着性や封着信頼性をより一層向上させることができる。また場合によっては、構造［１］およびそれを実現する方法（１）～（４）や構造［２］およびそれを実現する方法を適用することによって、ＣＳ値やＣＴ値が高い化学強化ガラスを用いたガラスパッケージで封着性や封着信頼性を得ることができる。

実施例

[0077] 次に、本発明の実施例およ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く、本発明の趣旨に沿った形での改変が可能である。

[0078]（実施例１）

質量割合で$Bi_2O_3$８３％、$B_2O_3$５％、ＺｎＯ１１％、$Al_2O_3$１％の組成を有するビスマス系ガラスフリット（軟化点：４１０℃）、低膨張充填材として平均粒径（Ｄ50）が４．３μｍ、比表面積が１．６m^2／ｇのコージェライト粉末、質量割合で$Fe_2O_3$１６．０％、ＭｎＯ４３．０％、ＣｕＯ２７．３％、$Al_2O_3$８．５％、$SiO_2$５．２％の組成を有し、平均粒径（Ｄ50）が１．２μｍ、比表面積が６．１m^2／ｇのレーザ吸収材（電磁波吸収材）を用意した。

[0079] コージェライト粉末およびレーザ吸収材の平均粒径（D50）は、粒度分析計（日機装社製、装置名：マイクロトラックＨＲＡ）を用いて測定した。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、装置名：Ｍａｃｓｏｒｂ　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（ＢＥＴ１点式）、脱気温度：２００℃、脱気時間：２０分、脱気圧力：N_2ガスフロー／大気圧、サンプル質量：１ｇとした。以下の例も同様である。

[0080] 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℃）：６６×10^{-7}／℃）を作製した。封着材料８３質量％と、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－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％とを、ロールミルを用いて混合することによって、封着材料ペーストを調製した。

[0081] 次いで、ソーダライムガラス基板（旭硝子社製、ＡＳ（熱膨張係数：８５×10^{-7}／℃）、寸法：５０×５０×１．１ｍｍｔ）を用意し、このソーダライム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０．５ｍｍ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分の条件で焼成して、膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。

[0082] 次に、化学強化ガラス基板（旭硝子社製、ＣＳ：３８０ＭＰａ、ＤＯＬ：１０μｍ、ＣＴ：３．５ＭＰａ、寸法：５０×５０×１．１ｍｍｔ）を用意し、この化学強化ガラス基板と封着材料層を有するソーダライムガラス基板とを積層した。次いで、ソーダライムガラス基板上から０．５ＭＰａの圧力

を加えた状態で、ソーダライムガラス基板を通して封着材料層に、波長８０８ｎｍ、スポット径１．５ｍｍ、出力１６．０Ｗ（出力密度：９０５Ｗ／ｃｍ^2）のレーザ光（半導体レーザ）を４ｍｍ／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、化学強化ガラス基板とソーダライム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。スポット径はレーザ強度が１／ｅ^{2}となる等高線の半径とした。化学強化ガラス基板のＣＳおよびＤＯＬは、表面応力計（折原製作所社製、装置名：ＦＳＭ－６０００ＬＥ）を用いて測定した。ＣＴは前述した式（１）から算出した。

[0083] 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６３０℃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＋２２０℃）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、接着不良や割れの発生の有無を確認した。封着層を光学顕微鏡で観察して線幅を測定した。さらに、熱サイクル試験（１サイクル：９０℃～－４０℃、５００サイクル）を実施し、ガラス基板や封着層の割れ発生率（１００個のパッケージのＴＣＴ後における割れの発生率）を測定した。これらの結果を表１に示す。封着層の線幅は、封着材料層の線幅を１００としたときの相対値として示す。

[0084] （実施例２～５、比較例１）

表１に示す板厚、ＣＳ、ＤＯＬ、ＣＴを有する化学強化ガラス基板を用いる以外は、実施例１と同様にして、化学強化ガラス基板とソーダライムガラス基板とをレーザ封着した。各例のレーザ封着後における接着不良や割れの発生の有無、封着層の線幅、熱サイクル試験（ＴＣＴ）後における割れ発生率を、実施例１と同様にして測定および評価した。これらの結果を表１にまとめて示す。

[0085]

[表1]

	化学強化ガラス基板の厚さ[mm]	CS値 [MPa]	DOL [μm]	CT値 [MPa]	封着時の剥離、割れ	線幅 [%] ＊1	TCT結果 (割れ率) [%]
実施例1	1.1	380	10	3.5	なし	130	3
実施例2	1.1	470	10	4.4	なし	131	3
実施例3	1.1	620	10	5.7	なし	124	3
実施例4	1.1	610	60	37.7	なし	102	5
実施例5	0.7	700	60	72.4	なし	98	100
比較例1	0.7	1000	50	83.3	あり	80	(＊2)

＊1：封着前の線幅を100としたときの相対値である。
＊2：封着時の剥離、割れのために、TCT試験は実施不可。

[0086] 表１から明らかなように、ＣＳが９００ＭＰａ以下の化学強化ガラス基板を用いることによって、レーザ封着性を高めることができる。実施例のガラスパネルは、いずれも封着層の線幅が封着材料層の線幅より広がっており、化学強化ガラス基板に対する封着ガラスの濡れ性や反応性が良好であったことが分かる。さらに、ＣＴが７０ＭＰａ以下の化学強化ガラス基板を用いることによって、レーザ封着したガラスパネルの熱サイクル試験（ＴＣＴ）に対する信頼性を高めることができる。

[0087] （実施例６）

実施例１と同一のビスマス系ガラスフリットとコージェライト粉末とレーザ吸収材とを用意した。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℃）：６６×１０$^{-7}$／℃）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％と混合した。次に、混合物を３本ロールミルに５回通し、ペースト中にコージェライト粉末とレーザ吸収材を十分に分散させることによって、封着材料ペーストを調製した。

[0088] 次いで、ソーダライムガラス基板（旭硝子社製、ＡＳ（熱膨張係数：８５×１０$^{-7}$／℃）、寸法：１００×１００×１．１ｍｍｔ）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０．５ｍｍで７０ｍｍ×７０ｍｍ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分の条件で焼成して、膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。封着材料層の膜厚を２０箇所で測定し、前述した方法に基づいて基板面内の膜厚分布を求めたところ、１５±３μｍ（±２０％）であった。

[0089] 次に、太陽電池領域（発電層を形成した領域）を有する化学強化ガラス基板（旭硝子社製、熱膨張係数：８５×１０$^{-7}$／℃、ＣＳ：５６０ＭＰａ、ＤＯＬ：１０μｍ、寸法：１００×１００×１．１ｍｍｔ）を用意し、この化学強化ガラス基板と封着材料層を有するソーダライムガラス基板とを積層した。次いで、化学強化ガラス基板上から０．２５ＭＰａの圧力を加えた状態で、化学強化ガラス基板を通して封着材料層に、波長８０８ｎｍ、スポット径１．５ｍｍ、出力１６．０Ｗ（出力密度：９０５Ｗ／ｃｍ^2）のレーザ光（半導体レーザ）を４ｍｍ／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、化学強化ガラス基板とソーダライム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。スポット径はレーザ強度が１／ｅ^{2}となる等高線の半径とした。

[0090] 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６３０℃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＋２２０℃）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。さらに、封着層を光学顕微鏡で観察し、線幅を２０箇所で測定したところ、封着層の線幅分布は０．６２５±０．１２５ｍｍ（±２０％）であった。

[0091] 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割断した後、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。

[0092] 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：１０ｋＶ、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。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、低膨張充填材およ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。低膨張充填材およ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、低膨張充填材およびレーザ吸収材の面積割合を求めた。下限のしきい値は０．０００とした。

[0093] 上記した封着層の断面の単位面積当たりに存在する低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の測定を、任意の２０箇所の断面について実施した。２０箇所の断面における測定結果から低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差を求めたところ、標準偏差は４．８％であった。ガラスパッケージの作製条件と上記した測定結果を、以下の実施例および比較例の結果と併せて表２に示す。

[0094]（実施例７）

封着材料ペーストの作製時において、封着材料とビヒクルとの混合物を３

本ロールミルに７回通すこと以外は、実施例６と同様にして、膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。封着材料層の膜厚を実施例６と同様にして測定したところ、基板面内の膜厚分布は１５±１．２μｍ（±８％）であった。

[0095] 次に、実施例６と同様にして、レーザ光による化学強化ガラス基板とソーダライム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６と同様に６３０℃であった。このようにして作製したガラスパッケージ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。封着層の線幅を実施例６と同様にして測定したところ、封着層の線幅分布は０．６２５±０．０５０ｍｍ（±８％）であった。さらに、実施例６と同様にして、封着層の任意の２０箇所の断面の観察および画像解析を実施したところ、低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差は２．６％であった。

[0096]（実施例８）

封着材料ペーストの作製時において、封着材料とビヒクルとの混合物に分散剤としてＮ－ヒドロキシエチルラウリルアミン（日本油脂社製、商品名：ナイミーンＬ－２０１）を０．７質量％添加した後、３本ロールミルに３回通すこと以外は、実施例６と同様にして封着材料ペーストを調製した。封着材料ペーストを使用して、実施例６と同様に膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。封着材料層の膜厚を実施例６と同様にして測定した結果、基板面内の膜厚分布は１５±１．４μｍ（約±９％）であった。

[0097] 次に、実施例６と同様にして、レーザ光による化学強化ガラス基板とソーダライム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６と同様に６３０℃であった。このようにして作製したガラスパッケージ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。封着

層の線幅を実施例６と同様にして測定したところ、封着層の線幅分布は０．６２５±０．０５５ｍｍ（約±９％）であった。さらに、実施例６と同様にして、封着層の任意の２０箇所の断面の観察および画像解析を実施したところ、低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差は３．５％であった。

[0098] （比較例２）

封着材料ペーストの作製時において、封着材料とビヒクルとの混合物を３本ロールミルに３回通すこと以外は、実施例６と同様にして、膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。封着材料層の膜厚を実施例６と同様にして測定したところ、基板面内の膜厚分布は１５±１．２μｍ（±８％）であった。

[0099] 次に、実施例６と同様にして、レーザ光による化学強化ガラス基板とソーダライムガラス基板との封着を試みたところ、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。実施例６と同様にして、封着層の任意の２０箇所の断面の観察および画像解析を実施したところ、低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差は８．０％であった。これは封着材料ペーストの作製時において、低膨張充填材と電磁波吸収材が十分に分散されていなかったことによるものと考えられる。

[0100] （比較例３）

封着材料ペーストの塗布時において、スクリーン印刷の条件を変更する以外は、実施例６と同様にして、膜厚が１５μｍ、線幅が０．５ｍｍの封着材料層を形成した。封着材料層の膜厚を実施例６と同様にして測定したところ、基板面内の膜厚分布は１５±３．８μｍ（約±２５％）であった。

[0101] 次に、実施例６と同様にして、レーザ光による化学強化ガラス基板とソーダライムガラス基板との封着を試みたところ、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。これは封着材料ペーストの塗布時における膜厚差が大きいため、レーザ封着時にガラス基板に歪みやねじれ等が生じたためと考えられる。実施例６と同様にして、封

着層の任意の２０箇所の断面の観察および画像解析を実施したところ、低膨張充填材と電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差は４．０％であった。

[0102] 実施例６～８および比較例２～３の測定結果を表２にまとめて示す。

[表2]

	実施例 6	実施例 7	実施例 8	比較例 2	比較例 3
分散剤の添加	なし	なし	あり	なし	なし
ロールミルの通過回数	5	7	3	3	5
封着材料の膜厚分布[μm]	15±3 (±20%)	15±1.2 (±8%)	15±1.4 (±9%)	15±1.2 (±8%)	15±3.8 (±25%)
封着層の線幅分布[mm]	0.625 ±0.125 (±20%)	0.625 ±0.050 (±8%)	0.625 ±0.055 (±9%)	(測定不可)	(測定不可)
充填材の面積割合の標準偏差[%]	4.8	2.6	3.5	8.0	4.0
ガラス基板の割れ	なし	なし	なし	あり	あり

＊充填材の面積割合の標準偏差は、封着層の単位面積当たりのレーザ吸収材と低膨張充填材の合計面積割合の標準偏差である。

産業上の利用可能性

[0103] 本発明の電子デバイスは、太陽電池や平板型ディスプレイ等に有効に利用されるものである。本発明の電子デバイスの製造方法は、太陽電池や平板型ディスプレイ等の製造に有効に利用されるものである。

符号の説明

[0104] １…電子デバイス、２…第１のガラス基板、２ａ…表面、３…第２のガラス基板、３ａ…表面、４…電子素子部、５…第１の素子領域、６…第１の封止領域、７…第２の素子領域、８…第２の封止領域、９…封着層、１０…封着材料層、１１…電磁波。

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、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料の溶融固着層からなる封着層とを具備し、

前記第１のガラス基板および前記第２のガラス基板の少なくとも一方は、９００ＭＰａ以下の表面圧縮応力値を有する化学強化ガラスからなることを特徴とする電子デバイス。

[請求項2] 前記化学強化ガラスの中心引張り応力値は７０ＭＰａ以下であることを特徴とする請求項１記載の電子デバイス。

[請求項3] 前記化学強化ガラスの前記表面圧縮応力値は３００ＭＰａ以上９００ＭＰａ以下の範囲であることを特徴とする請求項１記載の電子デバイス。

[請求項4] 前記化学強化ガラスからなる前記ガラス基板の厚さは４ｍｍ以下であることを特徴とする請求項１記載の電子デバイス。

[請求項5] 前記封着用ガラス材料は、低融点ガラスからなる封着ガラスと、０．１～１０体積％の電磁波吸収材と、０～５０体積％の低膨張充填材とを含有することを特徴とする請求項１記載の電子デバイス。

[請求項6] 前記封着層の任意の２０箇所の断面を観察したとき、各断面の単位面積当たりに存在する前記低膨張充填材および前記電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差が５％以下であることを特徴とする請求項５記

載の電子デバイス。

[請求項7] 前記封着層を平面的に観察したとき、前記封着層の線幅分布が±２０％以内であることを特徴とする請求項５記載の電子デバイス。

[請求項8] 前記封着ガラスは、質量割合で７０～９０％のBi_2O_3、１～２０％のＺｎＯ、および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５記載の電子デバイス。

[請求項9] 前記電子素子部は太陽電池素子を備えることを特徴とする請求項１記載の電子デバイス。

[請求項10] 第１の封止領域を備える第１の表面を有する第１のガラス基板を用意する工程と、

前記第１の封止領域に対応する第２の封止領域と、前記第２の封止領域上に形成され、電磁波吸収能を有する封着用ガラス材料の焼成層からなる封着材料層とを備える第２の表面を有する第２のガラス基板を用意する工程と、

前記第１の表面と前記第２の表面とを対向させつつ、前記封着材料層を介して前記第１のガラス基板と前記第２のガラス基板とを積層する工程と、

前記第１のガラス基板または前記第２のガラス基板を通して前記封着材料層に電磁波を照射して局所的に加熱し、前記封着材料層を溶融および固化させて、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る電子素子部を封止する封着層を形成する工程とを具備し、

前記第１のガラス基板および前記第２のガラス基板の少なくとも一方は、９００ＭＰａ以下の表面圧縮応力値を有する化学強化ガラスからなることを特徴とする電子デバイスの製造方法。

[請求項11] 前記化学強化ガラスの中心引張り応力値は７０ＭＰａ以下であることを特徴とする請求項１０記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項12] 前記化学強化ガラスの前記表面圧縮応力値は３００ＭＰａ以上９０

０ＭＰａ以下の範囲であることを特徴とする請求項１０記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項13] 前記化学強化ガラスからなる前記ガラス基板の厚さは４ｍｍ以下であることを特徴とする請求項１０記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項14] 前記第２のガラス基板を用意する工程は、

低融点ガラスからなる封着ガラス、０．１～１０体積％の電磁波吸収材、および０～５０体積％の低膨張充填材を含有する前記封着用ガラス材料とビヒクルとの混合物を含む封着材料ペーストを調製する工程と、

前記封着材料ペーストを前記第２のガラス基板の前記第２の封止領域に塗布した後、前記封着材料ペーストの塗布層を焼成して前記封着材料層を形成する工程と

を具備することを特徴とする請求項１０記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項15] 前記ガラス基板の面内における前記封着材料層の膜厚分布が±２０％以内であることを特徴とする請求項１４記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項16] 前記封着層の任意の２０箇所の断面を観察したとき、各断面の単位面積当たりに存在する前記低膨張充填材および前記電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差が５％以下となるように、前記電磁波吸収材と前記低膨張充填材を前記封着材料ペースト中に分散させることを特徴とする請求項１４記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項17] 前記電磁波としてレーザ光を前記封着材料層に沿って走査しながら照射することを特徴とする請求項１４記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項18] 前記電子素子部は太陽電池素子を有することを特徴とする請求項１０記載の電子デバイスの製造方法。

[請求項19] 第１の封止領域を備える第１の表面を有する第１のガラス基板を用

意する工程と、

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の表面を有する第２のガラス基板を用意する工程と、

低融点ガラスからなる封着ガラス、０．１～１０体積％の電磁波吸収材、および０～５０体積％の低膨張充填材を含有する封着用ガラス材料とビヒクルとの混合物を含む封着材料ペーストを調製する工程と、

前記封着材料ペーストを前記第２のガラス基板の前記第２の封止領域に塗布した後、前記封着材料ペーストの塗布層を焼成し、膜厚分布が±２０％以内である封着材料層を形成する工程と、

前記第１の表面と前記第２の表面とを対向させつつ、前記封着材料層を介して前記第１のガラス基板と前記第２のガラス基板とを積層する工程と、

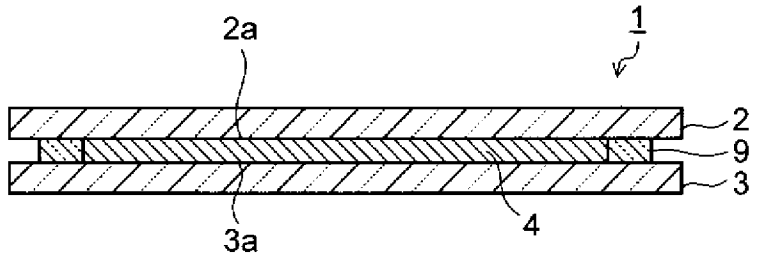
前記第１のガラス基板または前記第２のガラス基板を通して前記封着材料層に電磁波を照射して局所的に加熱し、前記封着材料層を溶融および固化させて、前記第１のガラス基板と前記第２のガラス基板との間に設けられる電子素子部を封止する封着層を形成する工程とを具備し、

前記第１のガラス基板および前記第２のガラス基板の少なくとも一方は、化学強化ガラスからなり、

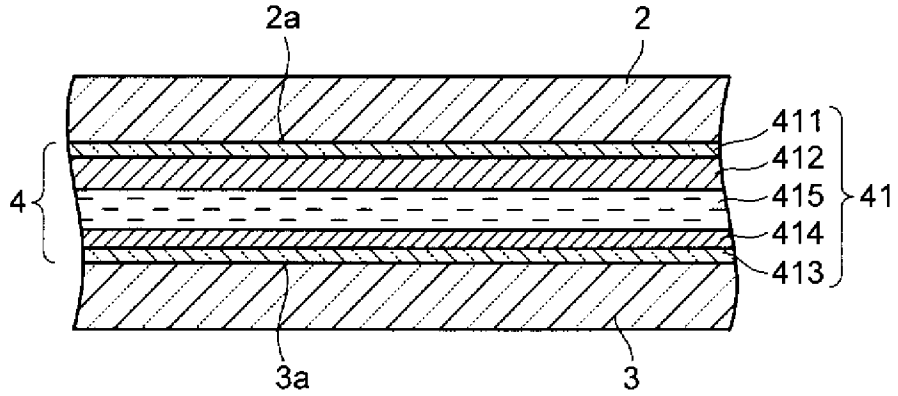
前記封着層の任意の２０箇所の断面を観察したとき、各断面の単位面積当たりに存在する前記低膨張充填材および前記電磁波吸収材の合計面積割合の標準偏差が５％以下となるように、前記電磁波吸収材および前記低膨張充填材を均一に分散させた前記封着材料ペーストを使用することを特徴とする電子デバイスの製造方法。

［請求項20］ 前記電磁波としてレーザ光を前記封着材料層に沿って走査しながら照射することを特徴とする請求項１９記載の電子デバイスの製造方法。

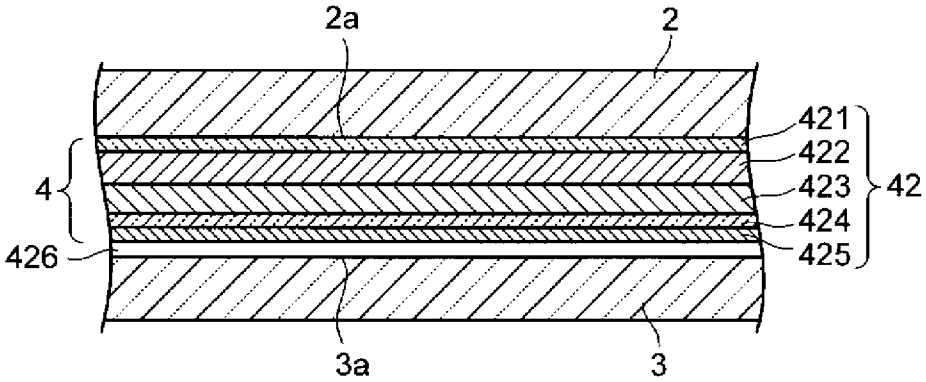
[図1]


2a
1
2
9
3
3a
4

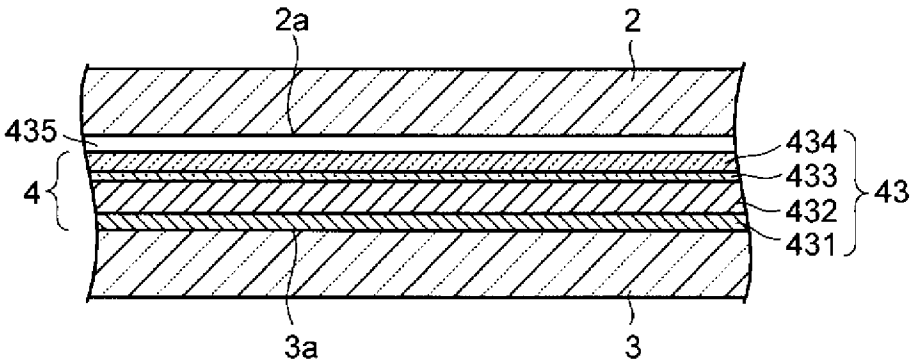
[図2]


2a
2
411
412
4
415
41
414
413
3a
3

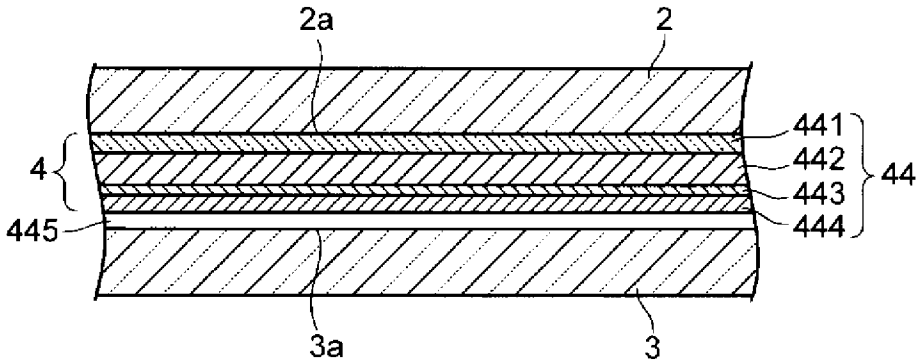
[図3]


2a
2
421
422
4
423
42
424
426
425
3a
3

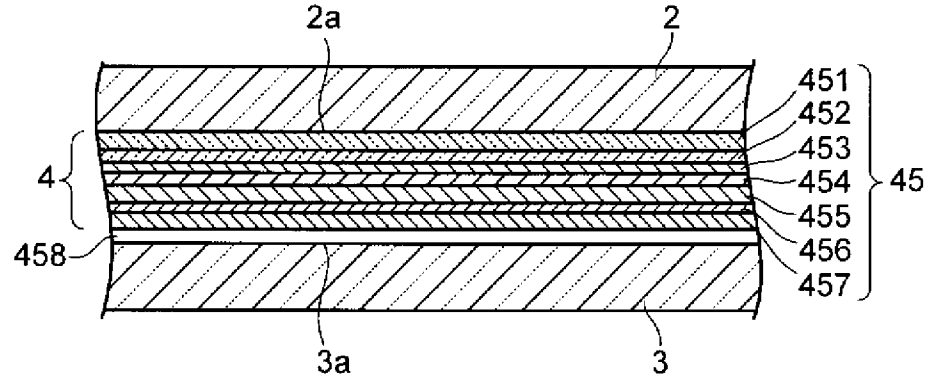
[図4]


2a
2
435
434
433
4
432
43
431
3a
3

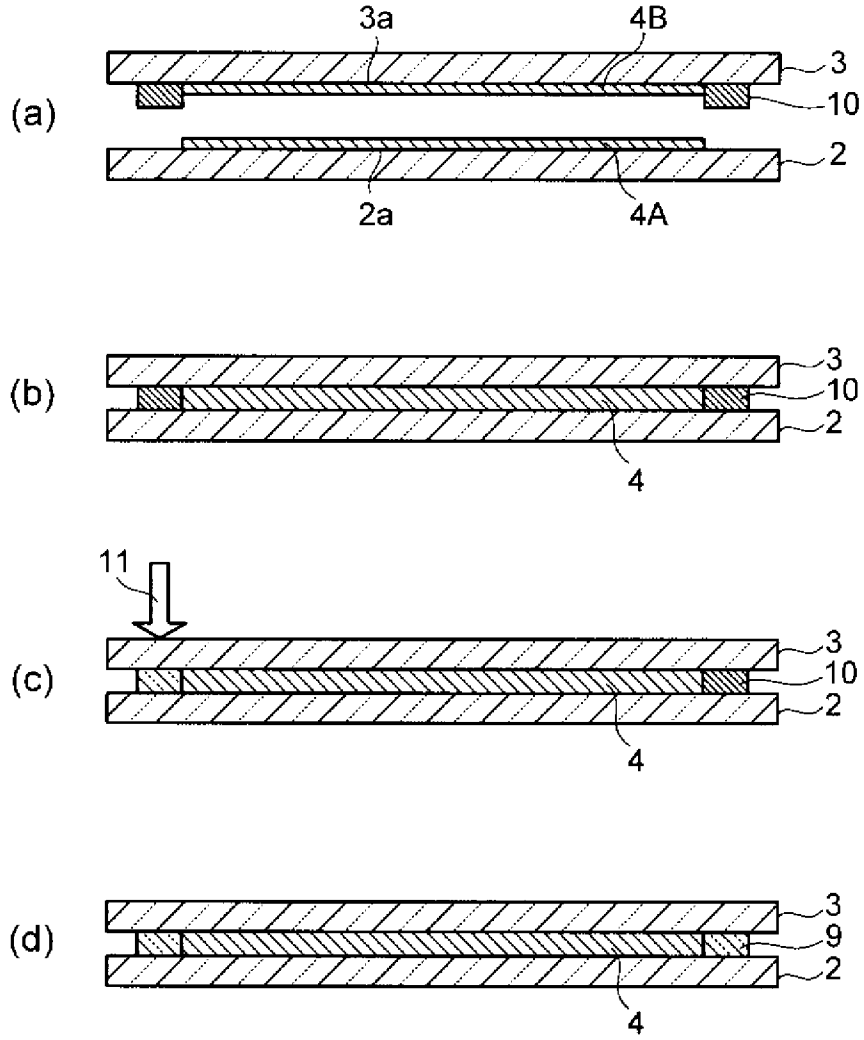
[図5]


2a
2
441
442
443
444
44
4
445
3a
3

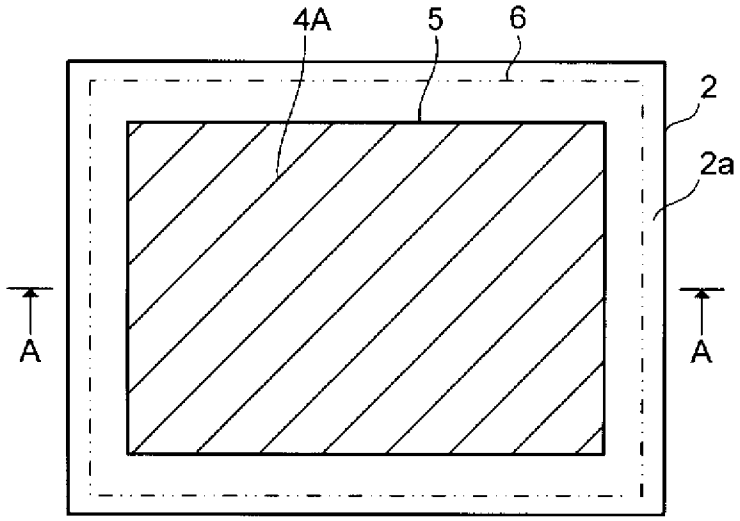
[図6]


2a
2
451
452
453
454
455
456
457
45
4
458
3a
3

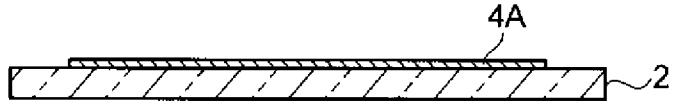
[図7]



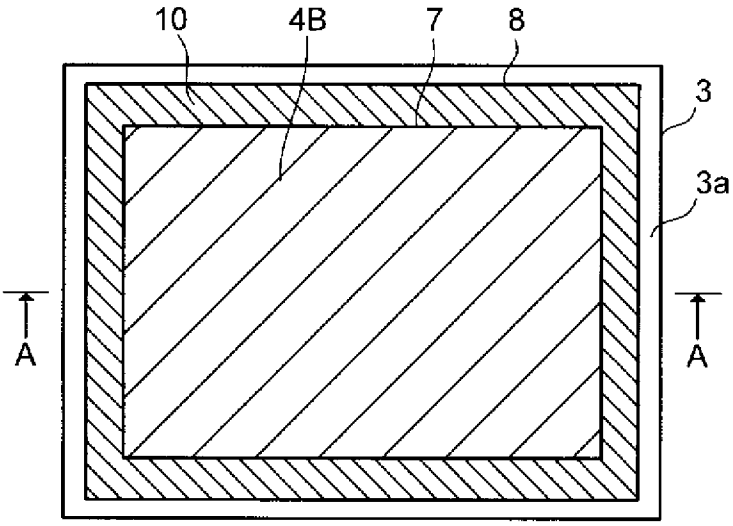
[図8]



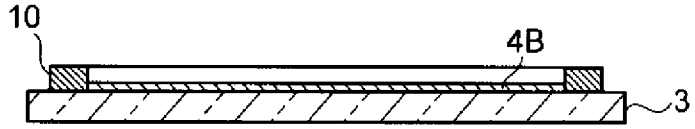
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/078773

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L31/04(2006.01)i, *C03C8/24*(2006.01)i, *C03C27/06*(2006.01)i, *H01L51/42*(2006.01)i, *H01L51/50*(2006.01)i, *H01M14/00*(2006.01)i, *H05B33/02*(2006.01)i, *H05B33/04*(2006.01)i, *H05B33/10*(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)
H01L31/04-31/078, 51/42, C03C8/24, C03C27/06, H01M14/00, H05B33/02, H05B33/04, H05B33/10, H01L51/50

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	WO 2010/067848 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0002], [0015] to [0030], [0037], [0038], [0048], [0063], [0066]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-20
Y	JP 2010-275126 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0022], [0049] to [0066] & CN 101591139 A & US 2009/0298669 A1 & KR 10-2009-0124973 A	1-20

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 March, 2012 (05.03.12)	13 March, 2012 (13.03.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７８７７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04(2006.01)i, C03C8/24(2006.01)i, C03C27/06(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H01M14/00(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/04(2006.01)i, H05B33/10(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04-31/078, 51/42, C03C8/24, C03C27/06, H01M14/00, H05B33/02, H05B33/04, H05B33/10, H01L51/50

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　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１２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
Y	WO 2010/067848 A1 (旭硝子株式会社) 2010.06.17, [0002],[0015]-[0030],[0037],[0038],[0048],[0063],[0066], [図1]-[図6] (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 2010-275126 A (旭硝子株式会社) 2010.12.09, 【0022】,【0049】-【0066】 & CN 101591139 A & US 2009/0298669 A1 & KR 10-2009-0124973 A	1-20

☐　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の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	国際調査報告の発送日
０５．０３．２０１２	１３．０３．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　２Ｋ　３６０７
井上　徹
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５