

(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
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

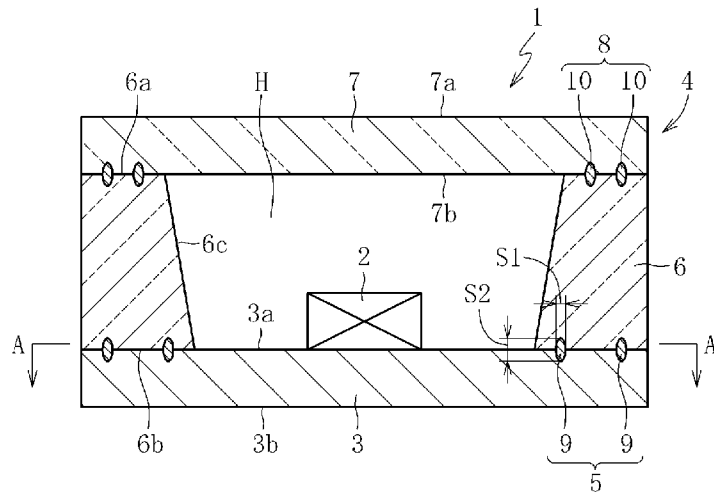
WO 2022/014186 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/02 (2006.01) B23K 26/57 (2014.01)
H01L 23/08 (2006.01) H01L 33/48 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/021077
- (22) 国際出願日: 2021年6月2日(02.06.2021)
- (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 2020-122191 2020年7月16日(16.07.2020) JP
- (71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 西宮 隆史 (NISHIMIYA Takashi); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).
平尾 徹 (HIRAO Toru); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiko et al.); 〒5410059 大阪府大阪市中央区博労町 4 丁目 2 番 1 5 号 江原特許事務所 Osaka (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

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

(54) 発明の名称: 電子装置及び電子装置の製造方法

[図1]



(57) Abstract: An electronic device 1 comprises an electronic component 2, a substrate to which the electronic component 2 is mounted, and a protective cap 4 which is joined to the substrate 3 so as to house the electronic component 2 in the interior thereof. The protective cap 4 is provided with a frame part 6 comprising a first transparent inorganic material, and a lid part 7 covering one end opening of the frame part 6 and comprising a second transparent inorganic material. The frame part 6 and the substrate 3 are directly welded together by a weld section 9.

(57) 要約: 電子装置 1 は、電子部品 2 と、電子部品 2 が搭載された基材と、電子部品 2 が内部に收容されるように、基材 3 に接合された保護キャップ 4 とを備えている。保護キャップ 4 は、第一透明無機材からなる枠部 6 と、枠部 6 の一端開口を覆う第二透明無機材からなる蓋部 7 とを備えている。枠部 6 及び基材 3 は、溶着部 9 により直接溶着されている。

[続葉有]



WO 2022/014186 A1

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：電子装置及び電子装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電子装置及び電子装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] L E Dなどの電子部品を備えた電子装置、長寿命や省エネルギーなどの理由から、照明や通信などの種々の分野で利用されるに至っている。

[0003] この種の発光装置では、電子部品を保護するために、電子部品が搭載された基材に、電子部品が内部に収容されるように保護キャップを被せる場合がある。

[0004] 例えば特許文献1に開示されているように、保護キャップは、発光素子の周囲を取り囲む枠部（第2の部材）と、枠部の一端開口を覆う蓋部（カバー部材）とを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2015／190242号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 保護キャップの枠部と、電子部品が搭載された基材とは、ろう材（例えば金錫はんだ）を用いて接合される場合が多い。基材は、金属又は金属窒化物セラミックスから構成され、高膨張係数材料となる場合が多い。一方、枠部は、ガラスなどの透明無機材から構成され、低膨張係数材料となる場合もある。このような場合、基材と枠部との間の熱膨張係数差が大きくなり、基材及び枠部の両方の熱膨張係数と整合するろう材を選定することは難しい。つまり、ろう材の熱膨張係数を基材の熱膨張係数に整合させると、枠部及びろう材の熱膨張係数差が大きくなり、ろう材の熱膨張係数を枠部に整合させると、基材及びろう材の熱膨張係数差が大きくなる。この結果、基材と枠部と

の接合部又はその近傍に残留応力が発生して破損（例えばクラックなどの割れ）が生じやすくなる。このように接合部又はその近傍が破損すると、電子部品の収容空間の気密性が低下し、電子部品が劣化するおそれがある。

[0007] 本発明は、高い気密性を維持できる電子装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために創案された本発明は、電子部品と、電子部品が搭載された基材と、電子部品が内部に収容されるように、基材に接合された保護キャップとを備えている電子装置であって、保護キャップが、第一透明無機材からなる枠部と、枠部の一端開口を覆う第二透明無機材からなる蓋部とを備え、枠部と基材とが、直接溶着されていることを特徴とする。このようにすれば、枠部と基材との間に他部材が介在しないことから、枠部の熱膨張係数と基材の熱膨張係数との差がある程度大きくても、枠部と基材とを確実に接合できる。

[0009] 上記の構成において、枠部と蓋部とが、直接溶着されていることが好ましい。このようにすれば、枠部と蓋部との間に他部材（高膨張のろう材、接着材等）が介在しないことから、枠部の熱膨張係数と蓋部の熱膨張係数との差がある程度大きくても、枠部と蓋部とを確実に接合できる。

[0010] 上記の構成において、第一透明無機材は、石英ガラスであることが好ましい。このようにすれば、蓋部の紫外線の透過率が高くなるため、電子部品が、紫外線を出射したり受光したりする素子である場合に特に有効となる。なお、「石英ガラス」とは、合成石英、熔融石英等を含み、 SiO_2 を90質量％以上含む非結晶体を指す。

[0011] 上記の構成において、第二透明無機材が、軟化点が 1000°C 以下のガラス材であることが好ましい。このようにすれば、例えば、レーザ接合などにより枠部と基材とを直接溶着する場合に、枠部が容易に軟化する。このため、枠部側を軟化させて、蓋部及び枠部の接合時間を短くすることができる。同様の理由により、例えば、レーザ接合などにより枠部と蓋部とを直接溶着

する場合に、枠部が容易に軟化するため、枠部及び蓋部の接合時間を短くすることができる。ここで、「軟化点」は、ASTMC 338の方法に基づいて測定した値を指す。

[0012] 上記の構成において、第二透明無機材は、石英ガラスであってもよい。このようにすれば、枠部の紫外線の透過率が高くなる。このため、電子部品が、紫外線を出射したり受光したりする素子である場合に特に有効となる。

[0013] 上記の構成において、電子部品は、紫外線LEDであってもよい。

[0014] 上記の課題を解決するために創案された本発明は、電子部品と、電子部品が搭載された基材と、電子部品が内部に收容されるように、基材に接合された保護キャップと備えている電子装置の製造方法であって、保護キャップが、第一透明無機材からなる枠部と、枠部の一端開口を覆う第二透明無機材からなる蓋部とを備え、枠部と基材とを接触させた状態で、枠部と基材の接触部にレーザを照射することにより、枠部と基材とを直接溶着する接合工程とを備えていることを特徴とする。このようにすれば、枠部と基材との間に他部材が介在しないことから、枠部の熱膨張係数と基材の熱膨張係数との差がある程度大きくても、枠部と基材とを確実に接合できる。また、枠部と基材の接触部がレーザにより局所加熱されるため、電子部品などの電子装置の構成部品に耐熱性が低い材料を使用することもできる。

[0015] 上記の構成において、枠部と蓋部とを接触させた状態で、枠部と蓋部の接触部にレーザを照射することにより、枠部と蓋部とを直接溶着する接合工程をさらに備えている。このようにすれば、枠部と蓋部との間に他部材が介在しないことから、枠部の熱膨張係数と蓋部の熱膨張係数との差がある程度大きくても、枠部と蓋部とを確実に接合できる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、高い気密性を維持できる電子装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第一実施形態に係る電子装置を示す断面図である。

[図2]図1のA-A断面図である。

[図3]波長200～600nmにおけるBU-41及び石英ガラスの透過率曲線を示すグラフである。

[図4]第一実施形態に係る電子装置の製造工程を示す断面図である。

[図5]第一実施形態に係る電子装置の製造工程を示す断面図である。

[図6]第一実施形態に係る電子装置の製造工程を示す断面図である。

[図7]第一実施形態に係る電子装置の製造工程を示す断面図である。

[図8]第一実施形態に係る電子装置の製造工程を示す断面図である。

[図9]第二実施形態に係る電子装置を示す断面図である。

[図10]第三実施形態に係る電子装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、各実施形態において対応する構成要素には同一符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。

[0019] (第一実施形態)

図1及び図2は、本発明の第一実施形態に係る電子装置1を例示している。

[0020] 本実施形態に係る電子装置1は、電子部品2と、電子部品2が搭載された基材3と、電子部品2を内部に収容するように、基材3に配置された保護キャップ4と、基材3及び保護キャップ4を接合する接合部5とを備えている。なお、以下の説明では、便宜上、基材3側を下、保護キャップ4側を上として説明するが、上下方向はこれに限定されない。

[0021] 電子部品2は、特に限定されるものではないが、例えば、レーザモジュール、LED、光センサ、撮像素子、光スイッチ等の光学デバイスが挙げられ

る。本実施形態では、電子部品 2 は紫外線 LED であり、電子装置 1 は発光装置である。

[0022] 基材 3 は、例えば、金属、金属酸化物セラミックス、LTCC 又は金属窒化物セラミックスから構成される。金属としては、例えば銅、金属シリコンなどが挙げられる。金属酸化物セラミックスとしては、例えば酸化アルミニウムなどが挙げられる。LTCC としては、例えば結晶性ガラスと耐火性フィラーを含む複合粉末を焼結させたものなどが挙げられる。金属窒化物セラミックスとしては、例えば窒化アルミニウムなどが挙げられる。本実施形態では、基材 3 は、窒化アルミニウムから構成されている。窒化アルミニウムの $30 \sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における熱膨張係数は、例えば $46 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ である。また、本実施形態では、基材 3 は、上面 3 a 及び下面 3 b がともに平面から構成される板状体である。なお、基材 3 は、上面 3 a のうち、電子部品 2 が搭載される部分に凹部が設けられていてもよい。

[0023] 保護キャップ 4 は、枠部 6 と、枠部 6 の一端開口を覆う蓋部 7 と、枠部 6 及び蓋部 7 を接合する接合部 8 とを備えている。なお、保護キャップ 4 の表面には各種機能膜を形成することが好ましく、例えば、光反射ロスを低減するために、反射防止膜を形成することが好ましい。

[0024] 枠部 6 は、中心に厚み方向（上下方向）に延びる貫通孔 H を有する筒状体である。枠部 6 は、貫通孔 H に対応する空間に収容された電子部品 2 の周囲を取り囲む。図示例では、枠部 6 は、四角筒で構成されているが、円筒などの他の形状であってもよい。なお、枠部 6 の内壁面 6 c は、蓋部 7 を通じた紫外線の取出効率を向上させるために、枠部 6 の下端面 6 b 側から上端面 6 a 側に向かうに連れて内側から外側に移行する傾斜面で構成されている。内壁面 6 c は、非傾斜面（垂直面）であってもよい。貫通孔 H は、枠部 6 の元材に、エッチング加工、レーザ加工、サンドブラスト加工などを施すことにより形成することができる。

[0025] 枠部 6 は、第一透明無機材から構成されている。第一透明無機材としては、例えば、石英ガラス（シリカガラス）、石英ガラス以外のガラス材が挙げ

られる。石英ガラスは、高い紫外線透過率を有する。ここで、第一透明無機材及び第二透明無機材（後述）における「透明」とは、例えば、発光素子からなる電子部品2から出射される光を透過することを意味する。より具体的には、対象とする波長域の光の透過率が10%以上であることを指す。透過率の測定は、日立ハイテクサイエンス社製UH4150を用いて行うことができる。

[0026] 枠部6を石英ガラス以外のガラス材から構成する場合、当該ガラス材も紫外線透過ガラスであることが好ましい。以下、石英ガラス以外のガラス材を単にガラス材という場合もある。

[0027] 枠部6のガラス材において、光路長0.7mm、波長200nmにおける透過率は、好ましくは10%以上、20%以上、30%以上、40%以上、50%以上、60%以上、70%以上、特に好ましくは80%以上である。また、枠部6のガラス材において、光路長0.7mm、波長250nmにおける透過率は、好ましくは50%以上、60%以上、70%以上、特に好ましくは80%以上である。さらに、枠部6のガラス材において、光路長0.7mm、波長250nmにおける透過率を T_{250} とし、光路長0.7mm、波長300nmにおける透過率を T_{300} としたときに、 T_{250}/T_{300} の値は、好ましくは0.3以上、0.4以上、0.5以上、0.6以上、0.7以上、0.8以上、0.85以上、特に好ましくは0.9以上である。このようにすれば、石英ガラスに比べて、紫外線の透過率が劣るものの、紫外線LEDからなる電子部品2から出射される光を問題なく透過させることができ、紫外線の取出効率を高いレベルで維持できる。なお、「光路長0.7mm」は、ガラス材の厚みが薄い場合でも、光路長0.7mmを有する同等の測定試料を作製した上で測定に供するものとする。なお、「光路長0.7mm、波長200nmにおける透過率」は、厚み0.7mmの測定試料を作製した上で測定に供してもよく、ガラス材の厚み方向で透過率を測定した後、光路長0.7mmに換算した値を採用してもよい。

[0028] 枠部6のガラス材において、歪点は、好ましくは430℃以上、460℃

以上、480℃以上、500℃以上、520℃以上、530℃以上、550℃以上、600℃以上、特に好ましくは630℃以上である。歪点が低すぎると、後述するレーザ接合時に、枠部6に歪が生じるおそれがあるが、歪点を上記数値範囲とすれば、これを抑制できる。ここで、「歪点」は、ASTM C 336の方法に基づいて測定した値である。

[0029] 枠部6のガラス材において、軟化点は、好ましくは1000℃以下、950℃以下、900℃以下、850℃以下、特に好ましくは800℃以下である。このようにすれば、枠部6及び蓋部7や、枠部6及び基材3をレーザ接合などにより直接溶着する場合に、枠部6が容易に軟化するため、接合時間を短くすることができる。

[0030] 枠部6のガラス材において、 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、好ましくは1580℃以下、1550℃以下、1520℃以下、1500℃以下、1480℃以下、特に1470℃以下である。 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度が高すぎると、熔融性が低下して、ガラスの製造コストが高騰しやすくなる。ここで、「 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度」は、白金球引き上げ法で測定可能である。なお、 $10^{2.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ における温度は、熔融温度に相当し、この温度が低いほど熔融性が向上する。

[0031] 枠部6のガラス材において、30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は、好ましくは $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、 $40 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、 $50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、 $60 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、特に好ましくは $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上である。また、枠部6のガラス材において、30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は、好ましくは $105 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下 $100 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下、 $95 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下、特に好ましくは $90 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下である。熱膨張係数が低過ぎると、各種部材、特にガラスフリットの熱膨張係数に整合させ難くなる。結果として、ガラスフリットの低融点化が困難になるため、電子装置1の製造工程の温度上昇を招き、電子装置1の性能が劣化しやすくなる。一方、熱膨張係数が高すぎると、熱衝撃により、枠部6が破損しやすくなる。なお、石英ガラスの30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は例

例えば $4.0 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ である。ここで、「 $30 \sim 380^\circ\text{C}$ の温度範囲における熱膨張係数」は、例えば、ディラトメーターを用いて測定可能である。

[0032] 枠部6のガラス材の液相温度は、好ましくは 1150°C 未満、 1120°C 以下、 1100°C 以下、 1080°C 以下、 1050°C 以下、 1030°C 以下、 980°C 以下、 960°C 以下、 950°C 以下、特に好ましくは 940°C 以下である。また、枠部6のガラス材の液相粘度は、好ましくは $10^{4.0} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.3} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{4.8} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.1} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、 $10^{5.3} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上、特に好ましくは $10^{5.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以上である。このようにすれば、耐失透性が向上する。ここで、「液相温度」は、標準篩30メッシュ ($500 \mu\text{m}$) を通過し、50メッシュ ($300 \mu\text{m}$) に残るガラス粉末を白金ボートに入れて、温度勾配炉中に24時間保持した後、結晶が析出する温度を顕微鏡観察にて測定した値である。「液相粘度」は、液相温度におけるガラスの粘度を白金球引き上げ法で測定した値である。

[0033] 枠部6のガラス材のヤング率は、好ましくは 55 GPa 以上、 60 GPa 以上、 65 GPa 以上、特に好ましくは 70 GPa 以上である。ヤング率が低すぎると、枠部6の変形、反り、破損が発生しやすくなる。ここで、「ヤング率」は、共振法により測定した値である。

[0034] 枠部6のガラス材は、ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 $50 \sim 80\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ $1 \sim 45\%$ 、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ $0 \sim 25\%$ 、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ $0 \sim 25\%$ であることが好ましい。上記のように各成分の含有量を限定した理由を以下に示す。なお、各成分の含有量の説明において、%表示は、特に断りがある場合を除き、質量%を表す。

「 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ 」は、 Al_2O_3 と B_2O_3 の合量を意味する。「 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 」は、 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O の合量を意味する。「 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ 」は、 MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO の合量を意味する。

[0035] SiO_2 は、ガラスの骨格を形成する主成分である。 SiO_2 の含有量は、好

ましくは50～80%、55～75%、58～70%、特に好ましくは60～68%である。SiO₂の含有量が少なすぎると、ヤング率、耐酸性が低下しやすくなる。一方、SiO₂の含有量が多すぎると、高温粘度が高くなり、溶融性が低下しやすくなることに加えて、クリストバライト等の失透結晶が析出しやすくなって、液相温度が上昇しやすくなる。

[0036] Al₂O₃とB₂O₃は、耐失透性を高める成分である。Al₂O₃+B₂O₃の含有量は、好ましくは1～40%、5～35%、10～30%、特に好ましくは15～25%である。Al₂O₃+B₂O₃の含有量が少なすぎると、ガラスが失透しやすくなる。一方、Al₂O₃+B₂O₃の含有量が多すぎると、ガラス組成の成分バランスが損なわれて、逆にガラスが失透しやすくなる。

[0037] Al₂O₃は、ヤング率を高める成分であるとともに、分相、失透を抑制する成分である。Al₂O₃の含有量は、好ましくは1～20%、3～18%、特に5～16%である。Al₂O₃の含有量が少なすぎると、ヤング率が低下しやすくなり、またガラスが分相、失透しやすくなる。一方、Al₂O₃の含有量が多すぎると、高温粘度が高くなり、溶融性が低下しやすくなる。

[0038] B₂O₃は、溶融性、耐失透性を高める成分であり、また傷の付きやすさを改善して、強度を高める成分である。B₂O₃の含有量は、好ましくは3～25%、5～22%、7～19%、特に9～16%である。B₂O₃の含有量が少なすぎると、溶融性、耐失透性が低下しやすくなり、またフッ酸系の薬液に対する耐性が低下しやすくなる。一方、B₂O₃の含有量が多すぎると、ヤング率、耐酸性が低下しやすくなる。

[0039] Li₂O、Na₂O及びK₂Oは、高温粘性を下げて、溶融性を顕著に高めるとともに、ガラス原料の初期の溶融に寄与する成分である。Li₂O+Na₂O+K₂Oの含有量は、好ましくは0～25%、1～20%、4～15%、特に7～13%である。Li₂O+Na₂O+K₂Oの含有量が少なすぎると、溶融性が低下しやすくなる。一方、Li₂O+Na₂O+K₂Oの含有量が多すぎると、熱膨張係数が不当に高くなるおそれがある。

[0040] Li₂Oは、高温粘性を下げて、溶融性を顕著に高めるとともに、ガラス原

料の初期の溶融に寄与する成分である。 Li_2O の含有量は、好ましくは0～5%、0～3%、0～1%、特に好ましくは0～0.1%である。 Li_2O の含有量が少なすぎると、溶融性が低下しやすくなることに加えて、熱膨張係数が不当に低くなるおそれがある。一方、 Li_2O の含有量が多すぎると、ガラスが分相しやすくなる。

[0041] Na_2O は、高温粘性を下げて、溶融性を顕著に高めるとともに、ガラス原料の初期の溶融に寄与する成分である。また熱膨張係数を調整するための成分である。 Na_2O の含有量は、好ましくは0～25%、1～20%、3～18%、5～15%、特に好ましくは7～13%である。 Na_2O の含有量が少なすぎると、溶融性が低下しやすくなることに加えて、熱膨張係数が不当に低くなるおそれがある。一方、 Na_2O の含有量が多すぎると、熱膨張係数が不当に高くなるおそれがある。

[0042] K_2O は、高温粘性を下げて、溶融性を顕著に高めるとともに、ガラス原料の初期の溶融に寄与する成分である。また熱膨張係数を調整するための成分である。 K_2O の含有量は、好ましくは0～15%、0.1～10%、特に好ましくは1～5%である。 K_2O の含有量が多すぎると、熱膨張係数が不当に高くなるおそれがある。

[0043] MgO 、 CaO 、 SrO 及び BaO は、高温粘性を下げて、溶融性を高める成分である。 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ の含有量は、好ましくは0～25%、0～15%、0.1～12%、1～5%である。 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ の含有量が多すぎると、ガラスが失透しやすくなる。

[0044] MgO は、高温粘性を下げて、溶融性を高める成分であり、アルカリ土類金属酸化物の中では、ヤング率を顕著に高める成分である。 MgO の含有量は、好ましくは0～10%、0～8%、0～5%、特に好ましくは0～1%である。 MgO の含有量が多すぎると、耐失透性が低下しやすくなる。

[0045] CaO は、高温粘性を下げて、溶融性を顕著に高める成分である。またアルカリ土類金属酸化物の中では、導入原料が比較的安価であるため、原料コストを低廉化する成分である。 CaO の含有量は、好ましくは0～15%、

0.5～10%、特に好ましくは1～5%である。CaOの含有量が多すぎると、ガラスが失透しやすくなる。なお、CaOの含有量が少なすぎると、上記効果を享受し難くなる。

[0046] SrOは、耐失透性を高める成分である。SrOの含有量は、好ましくは0～7%、0～5%、0～3%、特に好ましくは0～1%未満である。SrOの含有量が多すぎると、ガラスが失透しやすくなる。

[0047] BaOは、耐失透性を高める成分である。BaOの含有量は、好ましくは0～7%、0～5%、0～3%、0～1%未満である。BaOの含有量が多すぎると、ガラスが失透しやすくなる。

[0048] 上記成分以外にも、任意成分として、他の成分を導入してもよい。なお、上記成分以外の他の成分の含有量は、本発明の効果を的確に享受する観点から、合量で10%以下、5%以下、特に3%以下が好ましい。

[0049] ZnOは、溶融性を高める成分であるが、ガラス組成中に多量に含有させると、ガラスが失透しやすくなる。よって、ZnOの含有量は、好ましくは0～5%、0～3%、0～1%、0～1%未満、特に好ましくは0～0.1%である。

[0050] ZrO₂は、耐酸性を高める成分であるが、ガラス組成中に多量に含有させると、ガラスが失透しやすくなる。よって、ZrO₂の含有量は、好ましくは0～5%、0～3%、0～1%、0～0.5%、特に好ましくは0.001～0.2%である。

[0051] Fe₂O₃とTiO₂は、深紫外域での透過率を低下させる成分である。Fe₂O₃+TiO₂の含有量は、好ましくは100ppm以下、80ppm以下、60ppm以下、0.1～40ppm以下、特に好ましくは1～20ppmである。Fe₂O₃+TiO₂の含有量が多すぎると、ガラスが着色して、深紫外域での透過率が低下しやすくなる。なお、Fe₂O₃+TiO₂の含有量が少なすぎると、高純度のガラス原料を使用しなければならず、バッチコストの高騰を招く。なお、「Fe₂O₃+TiO₂」は、Fe₂O₃とTiO₂の合量を意味する。

[0052] Fe₂O₃は、深紫外域での透過率を低下させる成分である。Fe₂O₃の含有

量は、好ましくは100ppm以下、80ppm以下、60ppm以下、40ppm以下、20ppm以下、10ppm以下、特に好ましくは1～8ppmである。 Fe_2O_3 の含有量が多すぎると、ガラスが着色して、深紫外域での透過率が低下しやすくなる。なお、 Fe_2O_3 の含有量が少なすぎると、高純度のガラス原料を使用しなければならず、バッチコストの高騰を招く。

[0053] 酸化鉄中のFeイオンは、 Fe^{2+} 又は Fe^{3+} の状態で存在する。 Fe^{2+} の割合が少なすぎると、深紫外線での透過率が低下しやすくなる。よって、酸化鉄中の $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+})$ の質量割合は、好ましくは0.1以上、0.2以上、0.3以上、0.4以上、特に好ましくは0.5以上である。

[0054] TiO_2 は、深紫外域での透過率を低下させる成分である。 TiO_2 の含有量は、好ましくは100ppm以下、80ppm以下、60ppm以下、40ppm以下、20ppm以下、10ppm以下、特に好ましくは0.5～5ppmである。 TiO_2 の含有量が多すぎると、ガラスが着色して、深紫外域での透過率が低下しやすくなる。なお、 TiO_2 の含有量が少なすぎると、高純度のガラス原料を使用しなければならず、バッチコストの高騰を招く。

[0055] Sb_2O_3 は、清澄剤として作用する成分である。 Sb_2O_3 の含有量は、好ましくは1000ppm以下、800ppm以下、600ppm以下、400ppm以下、200ppm以下、100ppm以下、特に好ましくは50ppm未満である。 Sb_2O_3 の含有量が多すぎると、深紫外域での透過率が低下しやすくなる。

[0056] SnO_2 は、清澄剤として作用する成分である。 SnO_2 の含有量は、好ましくは2000ppm以下、1700ppm以下、1400ppm以下、1100ppm以下、800ppm以下、500ppm以下、200ppm以下、特に好ましくは100ppm以下である。 SnO_2 の含有量が多すぎると、深紫外域での透過率が低下しやすくなる。

[0057] F_2 、 Cl_2 及び SO_3 は、清澄剤として作用する成分である。 $\text{F}_2+\text{Cl}_2+\text{SO}_3$ の含有量は10～10000ppmであることが好ましい。 $\text{F}_2+\text{Cl}_2+\text{SO}_3$ の好適な下限範囲は10ppm以上、20ppm以上、50ppm以上、

100ppm以上、300ppm以上、特に500ppm以上であり、好適な上限範囲は3000ppm以下、2000ppm以下、1000ppm以下、特に800ppm以下である。また、 F_2 、 Cl_2 、 SO_3 の各々の好適な下限範囲は10ppm以上、20ppm以上、50ppm以上、100ppm以上、300ppm以上、特に500ppm以上であり、好適な上限範囲は3000ppm以下、2000ppm以下、1000ppm以下、特に800ppm以下である。これらの成分の含有量が少なすぎると、清澄効果を発揮し難くなる。一方、これらの成分の含有量が多すぎると、清澄ガスがガラス中に泡として残存するおそれがある。なお、「 $F_2 + Cl_2 + SO_3$ 」は、 F_2 、 Cl_2 及び SO_3 の含量を意味する。

[0058] 枠部6のガラス材は、例えば、各種ガラス原料を調合して、ガラスバッチを得た上で、このガラスバッチを溶融し、得られた溶融ガラスを清澄、均質化し、所定形状に成形することで作製することができる。

[0059] 枠部6のガラス材の製造工程において、ガラス原料の一部として、還元剤を用いることが好ましい。このようにすれば、ガラス中に含まれる Fe^{3+} が還元されて、深紫外線での透過率が向上する。還元剤として、木粉、カーボン粉末、金属アルミニウム、金属シリコン、フッ化アルミニウム等の材料が使用可能であるが、その中でも金属シリコン、フッ化アルミニウムが好ましい。

[0060] 枠部6のガラス材の製造工程において、ガラス原料の一部として、金属シリコンを用いることが好ましく、その添加量は、ガラスバッチの全質量に対して0.001～3質量%、0.005～2質量%、0.01～1質量%、特に0.03～0.1質量%が好ましい。金属シリコンの添加量が少なすぎると、ガラス中に含まれる Fe^{3+} が還元されず、深紫外線での透過率が低下しやすくなる。一方、金属シリコンの添加量が多すぎると、ガラスが茶色に着色する傾向がある。

[0061] ガラス原料の一部として、フッ化アルミニウム(AlF_3)を用いることも好ましく、その添加量は、ガラスバッチの全質量に対して、 F_2 換算で0.0

1～5質量%、0.05～4質量%、0.1～3質量%、0.2～2質量%、0.3～1質量%が好ましい。一方、フッ化アルミニウムの添加量が多すぎると、F₂ガスがガラス中に泡として残存するおそれがある。フッ化アルミニウムの添加量が少なすぎると、ガラス中に含まれるF e³⁺が還元されず、深紫外線での透過率が低下しやすくなる。

[0062] 枠部6のガラス材の製造工程において、ダウンドロー法、特にオーバーフローダウンドロー法で平板形状に成形することが好ましい。オーバーフローダウンドロー法は、耐熱性の樋状構造物の両側から溶融ガラスを溢れさせて、溢れた溶融ガラスを樋状構造物の下頂端で合流させながら、下方に延伸成形してガラス板を成形する方法である。オーバーフローダウンドロー法では、ガラス板の表面となるべき面は樋状耐火物に接触せず、自由表面の状態で作成される。このため、薄型のガラス板を作製しやすくなるとともに、表面を研磨しなくても、板厚ばらつきを低減することができる。結果として、ガラス板の製造コストを低廉化することができる。なお、樋状構造物の構造や材質は、所望の寸法や表面精度を実現できるものであれば、特に限定されない。また、下方への延伸成形を行う際に、力を印加する方法も特に限定されない。例えば、十分に大きい幅を有する耐熱性ロールをガラスに接触させた状態で回転させて延伸する方法を採用してもよいし、複数の対になった耐熱性ロールをガラスの端面近傍のみに接触させて延伸する方法を採用してもよい。

[0063] 枠部6のガラス材の成形方法として、ダウンドロー法以外にも、例えば、スロットダウン法、リドロー法、フロート法等を採用することもできる。

[0064] 枠部6のガラス材としては、具体的には、例えば、日本電気硝子株式会社製のBU-41を使用できる。BU-41の30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は、例えば $42 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ である。

[0065] 枠部6の厚み（上下方向寸法）は、電子部品2よりも大きいことが好ましく、電子部品2よりも0.01～1mm大きいことが好ましく、0.05～0.5mm大きいことがより好ましく、0.1～0.2mm大きいことが最

も好ましい。

[0066] 蓋部 7 は、第二透明無機材から構成されている。第二透明無機材としては、第一透明無機材として例示したものを同様に適用できる。第二透明無機材は、第一透明無機材と同様の材質であってもよいし、異なる材質であってもよい。ただし、紫外線の取出効率の観点からは、蓋部 7 は石英ガラスから構成することが好ましい。本実施形態では、蓋部 7 は石英ガラスから構成されている。また、本実施形態では、蓋部 7 は、上面 7 a 及び下面 7 b がともに平面から構成される板状体である。

[0067] 蓋部 7 の厚み（上下方向寸法）は、0.1～1.0 mm であることが好ましく、0.2～0.8 mm であることがより好ましく、0.3～0.6 mm であることが最も好ましい。

[0068] 本実施形態では、枠部 6 及び基材 3 を接合する接合部 5 は、枠部 6 と基材 3 とが直接溶着された溶着部 9 から形成されている。同様に、枠部 6 及び蓋部 7 を接合する接合部 8 も、枠部 6 と蓋部 7 とが直接溶着された溶着部 10 から形成されている。溶着部 9, 10 は、レーザ接合により形成される。

[0069] 詳細には、溶着部 9 は、レーザの照射領域において、枠部 6 及び基材 3 の少なくとも一方を溶融した後に、その溶融部を固化させることにより形成される。つまり、溶着部 9 は、例えば、枠部 6 及び基材 3 の少なくとも一方の材料から構成され、枠部 6 及び基材 3 以外の材料を実質的に含まないことが好ましい。同様に、溶着部 10 は、レーザの照射領域において、枠部 6 及び蓋部 7 の少なくとも一方を溶融した後に、その溶融部を固化させることにより形成される。つまり、溶着部 10 は、例えば、枠部 6 及び蓋部 7 の少なくとも一方の材料から構成され、枠部 6 及び蓋部 7 以外の材料を実質的に含まないことが好ましい。

[0070] 溶着部 9, 10 は、貫通孔 H に沿って同心環状に複数（図例では二つ）形成されるが、一つであってもよい。複数の溶着部 9, 10 は、互いに半径方向に離間しているが、半径方向で重なっていてもよい。各溶着部 9, 10 は、平面視で四角環状に構成されるが、これに限らず、円環状その他の環形状

に構成され得る。

[0071] 溶着部 9 は、厚み方向において、枠部 6 と基材 3 とに連続して跨って形成されている。同様に、溶着部 10 は、厚み方向において、枠部 6 と蓋部 7 とに連続して跨って形成されている。なお、本実施形態では、溶着部 9 の内部において、枠部 6 と基材 3 との間には界面がなく、溶着部 10 の内部において、枠部 6 と蓋部 7 との間には界面がない。もちろん、溶着部 9, 10 の内部において、界面が残っていてもよい。

[0072] 溶着部 9, 10 の幅 $S1$ は、 $10 \sim 200 \mu m$ であることが好ましく、 $10 \sim 100 \mu m$ であることがより好ましく、 $10 \sim 50 \mu m$ であることが最も好ましい。溶着部 9, 10 の厚み $S2$ は、 $10 \sim 200 \mu m$ であることが好ましく、 $10 \sim 150 \mu m$ であることがより好ましく、 $10 \sim 100 \mu m$ であることが最も好ましい。

[0073] 溶着部 9, 10 の平面方向の残留応力の最大値は、 $10 MPa$ 以下であることが好ましく、 $7 MPa$ 以下であることがより好ましく、 $5 MPa$ 以下であることが最も好ましい。平面方向の残留応力の最大値は、 $10 mm \times 10 mm$ 以上の寸法を有するガラス板において、ユニオプト社製複屈折測定機：ABR-10A を用いて、接合部付近の複屈折（単位： nm ）を計測し、平面方向の残留応力に換算した場合の最大値である。また、光学的な複屈折の測定、すなわち直交する直線偏光波の光路差の測定により、ガラス板中の残留応力値を見積ることが可能であり、残留応力により発生する偏差応力 F (MPa) は、 $F = D / CW$ の式で表記される。「 D 」は光路差 (nm) であり、「 W 」は偏光波が通過した距離 (cm) であり、「 C 」は光弾性定数（比例定数）であり、通常、 $20 \sim 40 (nm / cm) / (MPa)$ の値になる。なお、平面方向の残留応力には、引張応力と圧縮応力が存在するが、上記では、両者の絶対値を評価するものとする。

[0074] 図 3 は、波長 $200 \sim 600 nm$ における BU-41（日本電気硝子株式会社製）及び石英ガラスの透過率曲線を示す。同図に示すように、石英ガラスは、深紫外域（例えば、波長域 $200 \sim 350 nm$ ）において、厚みの増

加に伴う透過率の低下はなく、90%以上の透過率を有する。一方、BU-41は、深紫外域において、厚み0.2mmで84%以上の透過率を有し、厚み0.5mmで70%以上の透過率を有する。つまり、BU-41は、深紫外域において、石英ガラスよりも僅かに劣るものの良好な透過率を有している。電子装置（発光装置）1の状態では、具体的には、蓋部7及び枠部6とともに厚み0.6mmの石英ガラスから構成した場合の紫外線の取出効率（電子部品（紫外線LED）2の出力倍率）は平均89%であり、蓋部7を厚み0.6mmの石英ガラスから構成し、枠部6を厚み0.6mmのBU-41から構成した場合の紫外線の取出効率は平均88%であった。したがって、蓋部7を石英ガラスから構成し、枠部6を石英ガラス以外の紫外線透過性を有するガラス材（例えば、BU-41）から構成しても、紫外域の光の取出効率を高いレベルで維持できる。ただし、紫外線の取出効率を向上させる観点からは、蓋部7及び枠部6は、ともに石英ガラスから構成することが好ましい。

[0075] 図4～図7は、本発明の第一実施形態に係る電子装置1の製造方法を例示している。

[0076] 本実施形態に係る電子装置1の製造方法は、保護キャップ4を得るために、蓋部7と枠部6とを接合する第一接合工程と、電子部品2が搭載された基材3と保護キャップ4とを接合する第二接合工程とを備えている。

[0077] 第一接合工程では、まず、図4に示すように、蓋部7と、枠部6とを準備する。次に、蓋部7の下面7bと枠部6の上端面6aとを直接接触させる。この状態で、図5に示すように、レーザ照射装置11により、蓋部7と枠部6との接触部に対してレーザLを集光して照射する。レーザLは、蓋部7及び枠部6の少なくとも一方側から照射さる。本実施形態では、レーザLは、蓋部7側から照射される。これにより、接触部を溶着して溶着部10を形成するとともに、溶着部10により枠部6と蓋部7とを接合する。このようにすれば、枠部6と蓋部7との間に他部材が介在しないことから、枠部6の熱膨張係数と蓋部7の熱膨張係数との差がある程度大きくても、枠部6と蓋部

7とを確実に接合できる。

[0078] 図6に示すように、レーザLは、貫通孔Hの外側で、貫通孔Hに沿った環状軌道Tを描くように走査される。この場合において、レーザLは、その照射領域Rが環状軌道T上で重なりながら環状軌道Tを一周するように走査される。あるいは、レーザLは、その環状軌道Tを複数回にわたって周回するように走査される。なお、溶着部10を同心環状に複数形成する場合には、レーザLを走査する環状軌道Tも同心環状に複数設定される。

[0079] また、貫通孔Hを囲むように4本の直線を井桁状に交差させることにより、杵状に接合部を形成してもよい。これにより、複数の保護キャップ4を一度に作製し得るため、電子装置1の製造効率を高めることができる。

[0080] 第二接合工程では、まず、図7に示すように、第一接合工程で得られた保護キャップ4と、電子部品2が搭載された基材3とを準備する。次に、杵部6の下端面6bと基材3の上面3aとを直接接触させる。この状態で、図8に示すように、レーザ照射装置11により、杵部6と基材3の接触部に対してレーザLを集光して照射する。レーザLは、杵部6及び基材3のうちのレーザLを透過する杵部6側から照射される。これにより、接触部を溶着して溶着部9を形成するとともに、溶着部9により杵部6と基材3とを接合する。このようにすれば、杵部6と基材3との間に他部材が介在しないことから、杵部6の熱膨張係数と基材3の熱膨張係数との差がある程度大きくても、杵部6と基材3とを確実に接合できる。

[0081] 蓋部7の下面7b、杵部6の上端面6a、杵部6の下端面6b及び基材3の上面3aのそれぞれの算術平均粗さRaは、2.0nm以下であることが好ましく、1.0nm以下であることがより好ましく、0.5nm以下であることが更に好ましく、0.2nm以下であることが最も好ましい。算術平均粗さRaは、JIS B0601:2001に準拠した方法で測定した値を意味する。このようすれば、蓋部7及び杵部6や、杵部6及び基材3が互いに接合面間の分子間力（オプティカルコンタクト）により密着するため、レーザ接合前のハンドリング性が向上する。

[0082] レーザLとしては、ピコ秒オーダーやフェムト秒オーダーのパルス幅を有する超短パルスレーザが好適に使用される。

[0083] レーザLの波長は、ガラス部材を透過する波長であれば特に限定されるものではないが、例えば、400～1600nmであることが好ましく、500～1300nmであることがより好ましい。レーザLのパルス幅は、10ps以下であることが好ましく、5ps以下であることがより好ましく、200fs～3psであることが最も好ましい。レーザLの集光径は、50μm以下であることが好ましく、30μm以下であることがより好ましく、20μm以下であることが好ましい。

[0084] レーザLの繰り返し周波数は、連続的な熱蓄積を生じさせる程度であることが必要であり、具体的には100kHz以上であることが好ましく、200kHz以上であることがより好ましく、500kHz以上であることが更に好ましい。

[0085] また、1パルスを複数に分配させ、パルス間隔を更に短くして照射する手法（バーストモード）を利用することが好ましい。これにより、熱蓄積が生じやすくなり、接合部8を安定して形成することができる。

[0086] （第二実施形態）

図9は、本発明の第二実施形態に係る電子装置1を例示している。第二実施形態では、枠部6及び蓋部7を接合する接合部8の構成が、第一実施形態と相違する。

[0087] 本実施形態では、枠部6及び蓋部7は、石英ガラスから構成される。接合部8は、接着層21により構成されている。つまり、枠部6及び蓋部7は、互いに直接接触しておらず、両者の間に接着層21が介在している。接着層21は、例えば接着材を焼成することにより形成される。

[0088] 接着層21の30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は、 $-25 \times 10^{-7} \sim 25 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であり、 $-20 \times 10^{-7} \sim 20 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であることが好ましく、 $-15 \times 10^{-7} \sim 15 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であることがより好ましく、 $-10 \times 10^{-7} \sim 10 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ であることが最も好ましい。石英ガラス

の30～380℃の温度範囲における熱膨張係数は例えば $4.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ である。したがって、上記の熱膨張係数を有する接着層21を用いれば、石英ガラスなどの低膨張係数材料で構成される枠部6及び蓋部7の熱膨張係数と、接着層21の熱膨張係数を整合させることができる。この結果、接着層21を用いても、接着層21又はその近傍に生じる残留応力を小さくして、保護キャップ4の破損（クラックなど）を抑制できる。

[0089] 接着層21の厚みは特に限定されないが、接着層21の厚みが小さすぎると、接着層21の機械的強度が低下しやすくなる。一方、接着層21の厚みが大きすぎる場合も、接着層21における残留応力が大きくなって機械的強度が低下するおそれがある。さらには、保護キャップ4や電子装置1のサイズが大きくなる傾向がある。このため、接着層21の厚みは、 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $20\mu\text{m} \sim 80\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $30\mu\text{m} \sim 60\mu\text{m}$ であることが最も好ましい。

[0090] 接着層21は、ガラスを含むことが好ましい。このようにすれば、接着層21の耐熱性や気密性を向上させることができる。特に、接着層21が結晶化ガラスを含むものであると、低膨張化が容易になり、石英ガラスから構成される枠部6及び蓋部7との熱膨張係数を整合させやすくなる。具体的には、接着層21は、低膨張結晶である β -石英固溶体を含有することが好ましい。接着層21における β -石英固溶体の含有量は、75～99質量%、80～97質量%、特に85～95質量%であることが好ましい。 β -石英固溶体の含有量が少なすぎると、接着層21の低膨張化が困難になる傾向がある。一方、 β -石英固溶体の含有量が多すぎると、接合時における流動性が低下しやすくなる。なお、結晶化ガラスを含む接着層21は、結晶性ガラスを含む接着材（封止材）を熱処理することにより得られる。

[0091] 接着層21の具体例としては、組成として、モル%で、 SiO_2 48～75%、 Al_2O_3 5～25%、 Li_2O 5～30%、 B_2O_3 5～23%、 ZnO 0～10%を含有するガラスを含むものが挙げられる。特に、組成として、モル%で、 SiO_2 48～75%、 Al_2O_3 5～25%、 Li_2O

5～30%、 B_2O_3 10～23%（ただし10%を含まない）、 ZnO 0～2.5%（ただし2.5%を含まない）を含有するガラスが好ましい。このような組成にした理由を以下に説明する。なお、以下の各成分の含有量に関する説明において、特に断りのない限り、「%」は「モル%」を意味する。

[0092] SiO_2 はガラス骨格を形成する成分であり、また β -石英固溶体の構成成分である。 SiO_2 の含有量は48～75%、53～70%、特に58～65%であることが好ましい。 SiO_2 の含有量が少なすぎると、 β -石英固溶体の析出量が少なくなり、低熱膨張特性が得にくくなる。一方、 SiO_2 が多すぎると、軟化点が上昇するため、接合時（封止時）の熱処理による軟化流動性が低下しやすくなる。

[0093] Al_2O_3 は β -石英固溶体の構成成分である。 Al_2O_3 の含有量は5～25%、7～15%、特に7～13%であることが好ましい。 Al_2O_3 の含有量が少なすぎると、 β -石英固溶体の析出量が少なくなり、低熱膨張特性が得にくくなる。一方、 Al_2O_3 が多すぎると、軟化点が上昇するため、接合時の熱処理による軟化流動性が低下しやすくなる。

[0094] Li_2O は β -石英固溶体の構成成分であり、また軟化点を低下させる成分である。 Li_2O の含有量は5～30%、10～25%、特に10～20%であることが好ましい。 Li_2O の含有量が少なすぎると、 β -石英固溶体の析出量が少なくなり、低熱膨張特性が得にくくなる。また軟化点が上昇するため、接合時の熱処理による軟化流動性が低下しやすくなる。一方、 Li_2O の含有量が多すぎると、熱処理後の残留ガラス中における Li_2O の含有量が多くなり、残留ガラスの熱膨張係数が高くなることから、結果として低熱膨張特性が得にくくなる。

[0095] B_2O_3 はガラス骨格を形成する成分であり、軟化点を低下させる成分である。 B_2O_3 の含有量は5～23%、10～23%（ただし10%を含まない）、12～16%、特に13～15%であることが好ましい。 B_2O_3 の含有量が少なすぎると、軟化点が上昇して、軟化点と結晶化温度の差が小さくなる。そ

のため、接合時の熱処理による軟化流動前に結晶が析出する傾向があり、流動性が低下しやすくなる。一方、 B_2O_3 の含有量が多すぎると、熱処理後の残留ガラス相の割合が増加する（ β -石英固溶体の析出量が低下する）ため、また残留ガラス相の熱膨張係数が増大するため、結果として低熱膨張特性が得にくくなる。

[0096] なお、 B_2O_3 と Li_2O の各含有量の割合を適宜調整することにより、低熱膨張特性が得やすくなる。具体的には、 B_2O_3/Li_2O の値を0.5～1、0.7～1、特に0.8～1に調整することが好ましい。なお、「 B_2O_3/Li_2O 」は B_2O_3 と Li_2O の各含有量のモル比を意味する。

[0097] ZnO は耐候性を向上させる成分である。また、接合時の熱処理による軟化流動性を向上させる効果がある。 ZnO の含有量は0～10%、0～2.5%（ただし2.5%を含まない）、特に0～2%であることが好ましい。 ZnO の含有量が多すぎると、 β -石英固溶体の析出量が少なくなったり、 $Zn-Al$ 系結晶等の低膨張化に寄与しない異種結晶が析出しやすくなる。また、熱処理後の残留ガラスの熱膨張係数が高くなる傾向がある。結果として、熱膨張係数が大きくなる傾向がある。

[0098] なお、耐候性を向上させる成分として MgO 、 CaO 、 SrO または BaO を含有させてもよい。これらの成分は接合時の熱処理による軟化流動性を向上させる効果もある。 $MgO+CaO+SrO+BaO$ の含有量は0～10%、0～5%、特に0.1～2%であることが好ましい。 $MgO+CaO+SrO+BaO$ の含有量が多すぎると、 β -石英固溶体の析出量が少なくなったり、熱処理後の残留ガラス相の熱膨張係数が高くなる傾向がある。その結果、熱膨張係数が高くなる傾向がある。

[0099] また、同じく耐候性を向上させる成分として La_2O_3 、 ZrO_2 または Bi_2O_3 を含有させてもよい。これらのうち ZrO_2 及び Bi_2O_3 は、接合時の熱処理による軟化流動性を向上させる効果もある。 $La_2O_3+ZrO_2+Bi_2O_3$ の含有量は0～10%、0～5%、特に0.1～2%であることが好ましい。 $La_2O_3+ZrO_2+Bi_2O_3$ の含有量が多すぎると、 β -石英固溶体の析出量

が少なくなったり、熱処理後の残留ガラス相の熱膨張係数が高くなる傾向がある。特に、 La_2O_3 に関してはその含有量が多すぎると、 $\text{La}-\text{B}$ 系結晶等の低膨張化に寄与しない異種結晶が析出しやすい。その結果、熱膨張係数が高くなる傾向がある。なお、「 $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{Bi}_2\text{O}_3$ 」は、 La_2O_3 、 ZrO_2 及び Bi_2O_3 の含量を意味する。

[0100] 上記成分以外にも、本発明の効果を損なわない範囲で、 Na_2O 、 K_2O 、 MnO 、 P_2O_5 、 MoO_2 、 TiO_2 、 V_2O_5 等を含量で30%以下、20%以下、さらには10%以下の範囲で含有させることが可能である。

[0101] なお、接着層21には、熱膨張係数調整のため耐火性フィラー粉末が含まれていてもよい。耐火性フィラーの含有量は、0～30質量%、0.1～20質量%、特に1～10質量%であることが好ましい。耐火性フィラー粉末の含有量が多すぎると、被接合部材に対する接合性が低下しやすくなる。

[0102] 耐火性フィラー粉末としては、コーディエライト、ウイレマイト、アルミナ、リン酸ジルコニウム、ジルコン、ジルコニア、酸化スズ、ムライト、シリカ、 β -ユークリプタイト、 β -スポジュメン、 β -石英固溶体、リン酸タングステン酸ジルコニウムなどが使用できる。

[0103] 接着層21を構成する接着材は、粉体、圧粉体、ペースト等の形態で、枠部6と蓋部7との間に配置される。接着材をペーストとする場合、例えば、例えば、結晶性ガラスの粉末、樹脂及び溶媒を含むペーストを塗布する。ペーストの塗布は、例えばディスペンサーを用いることができる。

[0104] ペーストの樹脂としては、アクリル酸エステル（アクリル系樹脂）、エチルセルロース、ポリエチレングリコール誘導体、ニトロセルロース、ポリメチレンスチレン、ポリエチレンカーボネート、メタクリル酸エステル等が使用できる。特に、アクリル酸エステル、エチルセルロースは、熱分解性が良好であるため好ましい。

[0105] ペーストの溶媒としては、 α -ターピオネール、パインオイル、 N 、 N' -ジメチルホルムアミド（DMF）、高級アルコール、 γ -ブチロラクトン（ γ -BL）、テトラリン、ブチルカルビトールアセテート、酢酸エチル、酢

酸イソアミル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、ベンジルアルコール、トルエン、3-メトキシ-3-メチルブタノール、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノブチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル、トリプロピレングリコールモノブチルエーテル、プロピレンカーボネート、N-メチル-2-ピロリドン等を用いることができる。特に、 α -ターピオネールは、高粘性かつ樹脂等の溶解性も良好であるため好ましい。

[0106] 焼成温度は、接着材の軟化点 $\pm 100^{\circ}\text{C}$ 、特に軟化点 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ の範囲内とすることが好ましい。具体的には、焼成温度は、例えば $500^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 、特に $600^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ の範囲内とすることが好ましい。焼成温度が低すぎると軟化流動が不十分となり、接着強度に劣る傾向がある。一方、焼成温度が高すぎると、流動性が過剰になって接合が困難になる傾向がある。また、接着材が結晶性ガラスを含む場合、結晶転移（例えば β -石英固溶体から β -スポジュメン固溶体への結晶転移）が生じて接着層21が高膨張化するおそれがある。なお、接着材の焼成は、加熱炉を用いた加熱でもよいし、レーザを用いた加熱でもよい。

[0107] 接着材の平均粒子径 D_{50} は $15\mu\text{m}$ 以下、 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ 、特に $0.7\sim 5\mu\text{m}$ が好ましい。平均粒子径 D_{50} の粒度が大きすぎると、焼成後に得られる接着層21において気孔が多くなりすぎて接合強度が低下するおそれがある。ここで、「平均粒子径 D_{50} 」とは、レーザ回折装置で測定した値を指し、レーザ回折法により測定した際の体積基準の累積粒度分布曲線において、その積算量が粒子の小さい方から累積して50%である粒子径を表す。

[0108] (第三実施形態)

図10は、本発明の第三実施形態に係る電子装置1を例示している。第三実施形態では、保護キャップ4が、枠部6と蓋部7との間に接合部のない単一部材から構成されており、この点が第一及び第二実施形態と相違する。単

一部材から構成される保護キャップ４の枠部６は、溶着部９により基材３と直接溶着されている。

[0109] なお、本発明は、上記の実施形態の構成に限定されるものではなく、上記した作用効果に限定されるものでもない。本発明は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0110] 上記の実施形態において、枠部６と基材３とを接合した後に、枠部６に蓋部７を接合してもよい。この場合、枠部６と基材３とを接合した後に基材３に電子部品２を搭載し、その後に、枠部６に蓋部７を接合してもよい。ただし、作業性を考慮した場合、枠部６と基材３とを接合する前に、基材３に電子部品２を搭載することが好ましい。

[0111] 上記の実施形態において、紫外線の取出効率を向上させるために、枠部６の内周面に反射膜を形成してもよい。

符号の説明

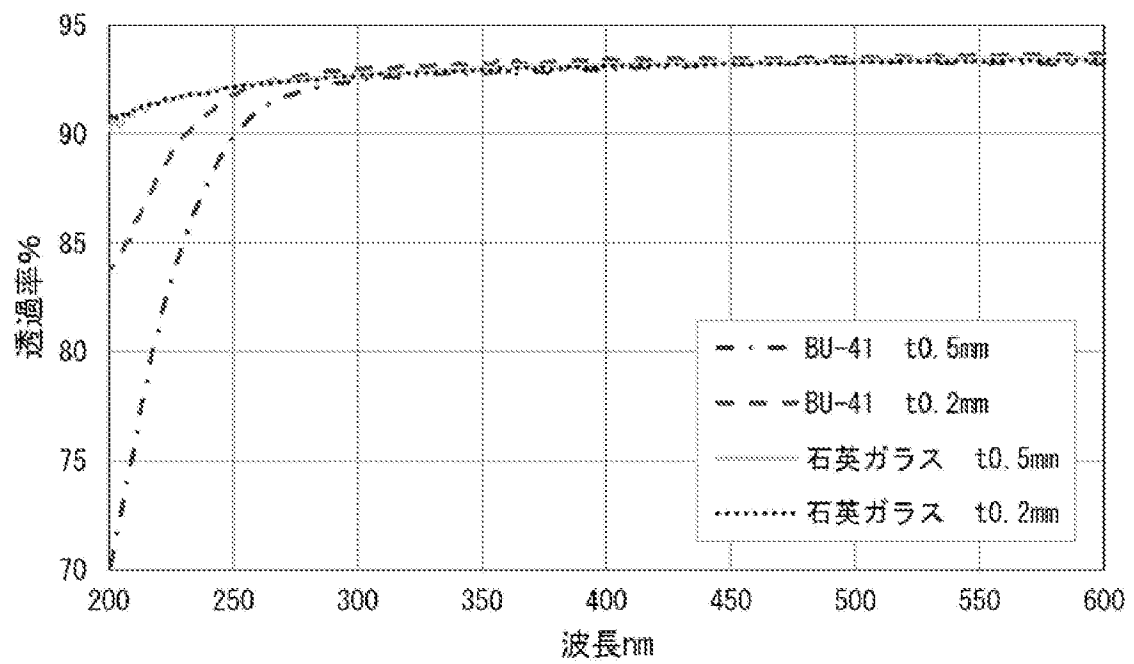
- [0112]
- | | |
|----|--------|
| 1 | 電子装置 |
| 2 | 電子部品 |
| 3 | 基材 |
| 4 | 保護キャップ |
| 5 | 接合部 |
| 6 | 枠部 |
| 7 | 蓋部 |
| 8 | 接合部 |
| 9 | 溶着部 |
| 10 | 溶着部 |

請求の範囲

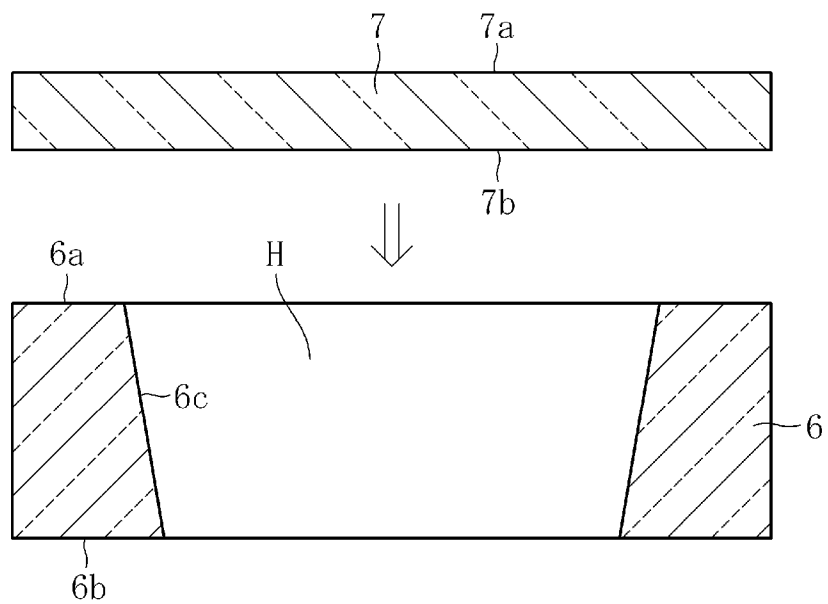
- [請求項1] 電子部品と、前記電子部品が搭載された基材と、前記電子部品が内部に收容されるように、前記基材に接合された保護キャップとを備えている電子装置であって、
- 前記保護キャップが、第一透明無機材からなる枠部と、前記枠部の一端開口を覆う第二透明無機材からなる蓋部とを備え、
- 前記枠部と前記基材とが、直接溶着されていることを特徴とする電子装置。
- [請求項2] 前記枠部と前記蓋部とが、直接溶着されている請求項1に記載の電子装置。
- [請求項3] 前記第一透明無機材が、石英ガラスである請求項1又は2に記載の電子装置。
- [請求項4] 前記第二透明無機材が、軟化点が1000℃以下のガラス材である請求項1～3のいずれか1項に記載の電子装置。
- [請求項5] 前記第二透明無機材が、石英ガラスである請求項1～3のいずれか1項に記載の電子装置。
- [請求項6] 前記電子部品が、紫外線LEDである請求項1～5のいずれか1項に記載の電子装置。
- [請求項7] 電子部品と、前記電子部品が搭載された基材と、前記電子部品が内部に收容されるように、前記基材に接合された保護キャップと備えている電子装置の製造方法であって、
- 前記保護キャップが、第一透明無機材からなる枠部と、前記枠部の一端開口を覆う第二透明無機材からなる蓋部とを備え、
- 前記枠部と前記基材とを接触させた状態で、前記枠部と前記基材の接触部にレーザを照射することにより、前記枠部と前記基材とを直接溶着する接合工程とを備えていることを特徴とする電子装置の製造方法。
- [請求項8] 前記枠部と前記蓋部とを接触させた状態で、前記枠部と前記蓋部の

接触部にレーザを照射することにより、前記枠部と前記蓋部とを直接溶着する接合工程をさらに備えている請求項 7 に記載の電子装置の製造方法。

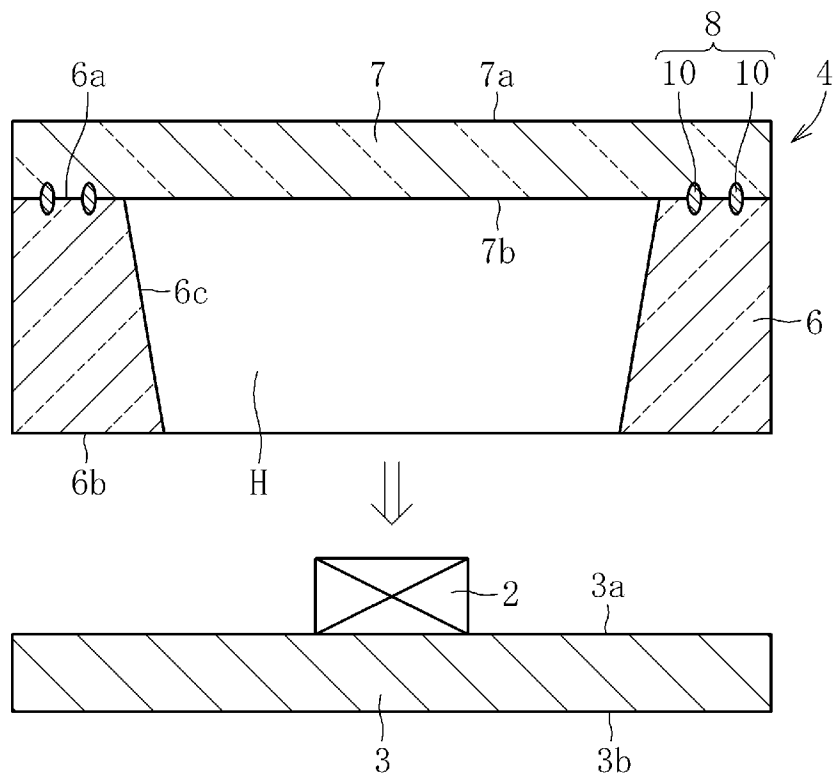
[図3]



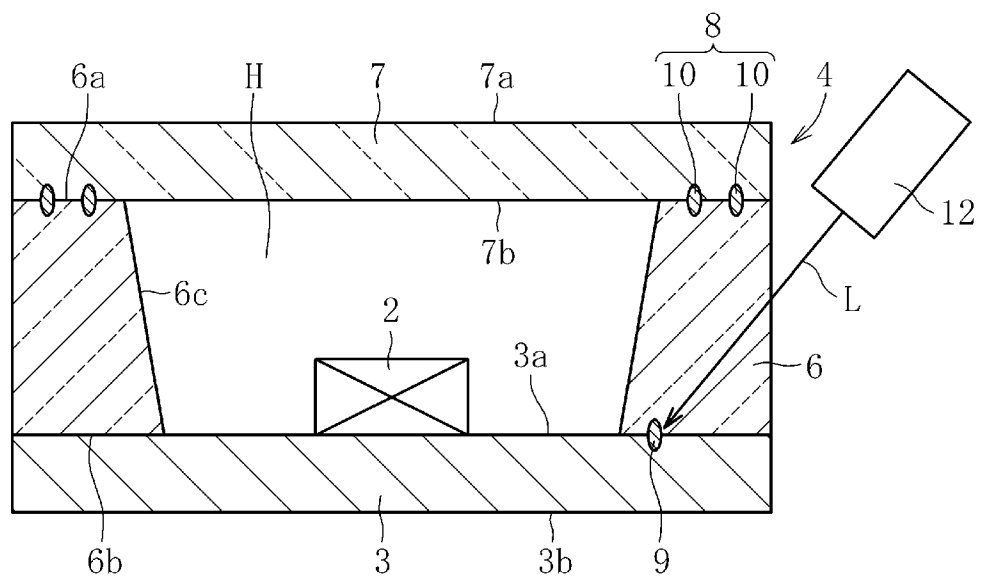
[図4]



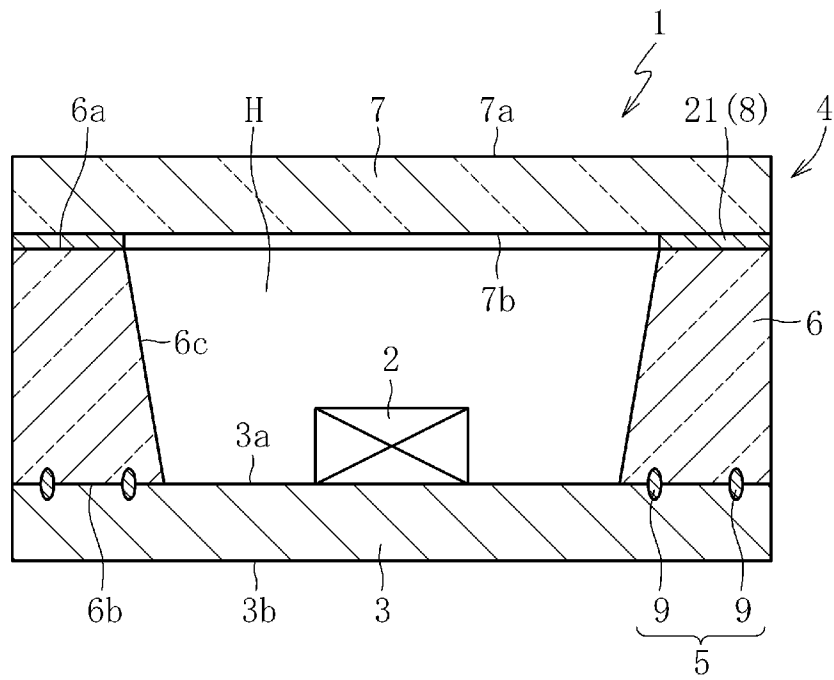
[図7]



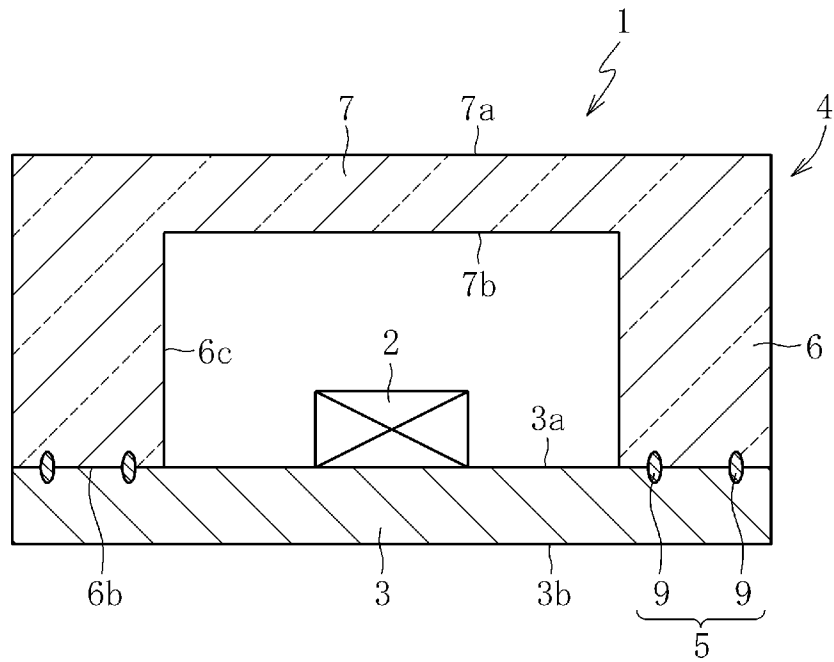
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/021077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L23/02 (2006.01) i, H01L23/08 (2006.01) i, B23K26/57 (2014.01) i, H01L33/48 (2010.01) i

FI: H01L23/02 B, H01L23/02 F, H01L23/08 B, H01L33/48, B23K26/57

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)

Int. Cl. H01L23/02, H01L23/08, B23K26/57, H01L33/48

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 A	WO 2020/070329 A1 (INDIGO DIABETES NV) 09 April 2020 (2020-04-09), p. 4, lines 11, 12, p. 10, line 13 to p. 14, line 22, p. 18, line 8 to p. 19, line 22, fig. 1-3, 8	1, 3-5, 7 2, 6, 8
A	JP 61-229343 A (TOSHIBA CORP.) 13 October 1986 (1986-10-13), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-23263 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 02 February 2015 (2015-02-02), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2012-79550 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 19 April 2012 (2012-04-19), entire text, all drawings	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
13.08.2021

Date of mailing of the international search report
24.08.2021

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/021077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4091969 B1 (SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) 28 May 2008 (2008-05-28), entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/021077

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2020/070329 A1	09.04.2020	EP 3633431 A1 CN 112888980 A (Family: none)	
JP 61-229343 A	13.10.1986	(Family: none)	
JP 2015-23263 A	02.02.2015	(Family: none)	
JP 2012-79550 A	19.04.2012	US 2013/0213852 A1 entire text, all drawings WO 2012/043787 A1 TW 201216458 A CN 102893700 A	
JP 4091969 B1	28.05.2008	KR 10-2013-0119319 A US 2010/0258713 A1 entire text, all drawings JP 2009-21381 A WO 2009/008106 A1 EP 2169723 A1 KR 10-2010-0031753 A CN 101743638 A TW 200903788 A MY 143916 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/02(2006.01)i; H01L 23/08(2006.01)i; B23K 26/57(2014.01)i; H01L 33/48(2010.01)i FI: H01L23/02 B; H01L23/02 F; H01L23/08 B; H01L33/48; B23K26/57														
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）） H01L23/02; H01L23/08; B23K26/57; H01L33/48														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 2020/070329 A1 (INDIGO DIABETES NV) 09.04.2020 (2020 - 04 - 09) 第4頁第11-12行、第10頁第13行-第14頁第22行、第18頁第8行-第19頁第22行、図1-3, 8	1, 3-5, 7												
A		2, 6, 8												
A	JP 61-229343 A (株式会社東芝) 13.10.1986 (1986 - 10 - 13) 全文、全図	1-8												
A	JP 2015-23263 A (日本電気硝子株式会社) 02.02.2015 (2015 - 02 - 02) 全文、全図	1-8												
A	JP 2012-79550 A (日本電気硝子株式会社) 19.04.2012 (2012 - 04 - 19) 全文、全図	1-8												
A	JP 4091969 B1 (住友ベークライト株式会社) 28.05.2008 (2008 - 05 - 28) 全文、全図	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 13.08.2021		国際調査報告の発送日 24.08.2021												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 正山 旭 5F 9276 電話番号 03-3581-1101 内線 3516												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/021077

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/070329	A1	09.04.2020	EP	3633431	A1	
				CN	112888980	A	
JP	61-229343	A	13.10.1986	(ファミリーなし)			
JP	2015-23263	A	02.02.2015	(ファミリーなし)			
JP	2012-79550	A	19.04.2012	US	2013/0213852	A1	
				全文、全図			
				WO	2012/043787	A1	
				TW	201216458	A	
				CN	102893700	A	
				KR	10-2013-0119319	A	
JP	4091969	B1	28.05.2008	US	2010/0258713	A1	
				全文、全図			
				JP	2009-21381	A	
				WO	2009/008106	A1	
				EP	2169723	A1	
				KR	10-2010-0031753	A	
				CN	101743638	A	
				TW	200903788	A	
				MY	143916	A	