

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-144398

(P2012-144398A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 0 3 C 27/06 (2006.01)	C 0 3 C 27/06	4 G 0 6 1
C 0 3 C 27/10 (2006.01)	C 0 3 C 27/10	A

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-4827 (P2011-4827)	(71) 出願人	000190138
(22) 出願日	平成23年1月13日 (2011.1.13)		信越石英株式会社
			東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 2 番 2 号
		(74) 代理人	100080230
			弁理士 石原 詔二
		(74) 代理人	100147935
			弁理士 石原 進介
		(72) 発明者	稲木 恭一
			東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 2 番 2 号 信
			越石英株式会社内
		F ターム (参考)	4G061 AA13 BA03 CA02 CB12 CD06
			DA22

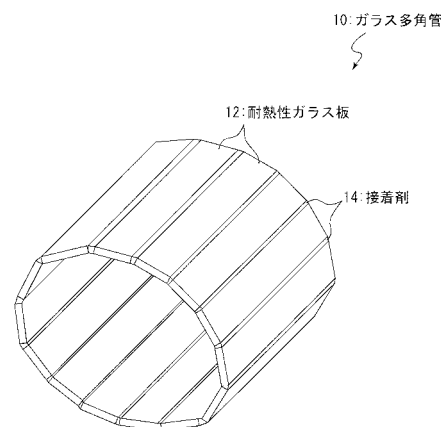
(54) 【発明の名称】 ガラス多角管及びその製造方法並びに容器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】優れた寸法精度を有し、大型化が可能なガラス多角管、及び該ガラス多角管を簡単に製造することができるガラス多角管の製造方法及び優れた寸法精度を有し、大型化が可能な容器を提供する。

【解決手段】4枚以上の耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着してなるガラス多角管の製造方法であって、(A)耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接合し、接合体を形成する工程と、(B)前記接合体を100℃以上で加熱し、前記耐熱性ガラス板同士を接着する工程と、を含むようにした。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

4枚以上の耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着してなるガラス多角管の製造方法であって、

(A)耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接合し、接合体を形成する工程と、

(B)前記接合体を100℃以上で加熱し、前記耐熱性ガラス板同士を接着する工程とを含むことを特徴とするガラス多角管の製造方法。

【請求項 2】

B型粘度計で30rpm、23℃の条件下で測定したときの、前記スラリー状の接着剤の粘度が、3000mPa・s以上であることを特徴とする請求項1記載のガラス多角管の製造方法。

【請求項 3】

前記(A)工程の前記接合を室温で行うことを特徴とする請求項1又は2記載の大口径ガラス多角管の製造方法。

【請求項 4】

前記耐熱性ガラス板が石英ガラスであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のガラス多角管の製造方法。

【請求項 5】

前記(B)工程の加熱を500℃以上で行うことを特徴とする請求項4記載のガラス多角管の製造方法。

【請求項 6】

前記耐熱性ガラス板が10枚以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載のガラス多角管の製造方法。

【請求項 7】

4枚以上の耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着してなることを特徴とするガラス多角管。

【請求項 8】

前記耐熱性ガラス板が10枚以上であることを特徴とする請求項7記載のガラス多角管。

【請求項 9】

前記ガラス多角管の外径が500mm以上であり、前記ガラス多角管の肉厚が10mm以上であり、前記ガラス多角管の長さが1000mm以上であることを特徴とする請求項7又は8記載のガラス多角管。

【請求項 10】

前記ガラス多角管の外径の寸法公差が、 $\pm 5\text{mm}$ 以内であり、前記ガラス多角管の肉厚の寸法公差が $\pm 2\text{mm}$ 以内であり、前記ガラス多角管の長さの寸法公差が $\pm 10\text{mm}$ 以内であることを特徴とする請求項9記載のガラス多角管。

【請求項 11】

請求項1～6のいずれか1項記載の方法により製造されることを特徴とする請求項7～10のいずれか1項記載のガラス多角管。

【請求項 12】

請求項7～11のいずれか1項記載のガラス多角管を用いて製造されることを特徴とする容器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ガラス多角管及びその製造方法並びに容器に関し、特に、太陽電池や有機ELなどの大型基板を加熱処理するときに用いられる大型の容器として好適に用いられるガラ

10

20

30

40

50

ス多角管及びその製造方法並びに容器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の大型容器は、石英ガラスなどが主に使用されてきたが、石英ガラスの管を旋盤で加熱しながら径を大口径にした管が用いられてきた（例えば、特許文献1）。また、石英結晶粒子を管状の型に充填し、これを内面側から加熱して大口径の管を製造する方法などが使用されてきた。また角型の大型容器では、大型の石英ガラス板材同士を火炎バーナーで加熱して、石英ガラス板の端面を石英ガラス溶接棒で溶接するのが一般的であった（例えば、特許文献2）。

【0003】

10

しかしながら、最近では太陽電池や有機ELの基板がますます大型化が加速され、加熱処理するための大型容器もさらに大型化が求められることになっている。残念ながら、石英ガラスを大口径化する設備や技術も限界となり、大口径の管を製造することが難しくなってきた。

【0004】

また、大口径になると外径や肉厚の公差は悪くなる一方であり、現状の管の火炎加工による大口径化や型に粉を充填して溶融する方法では、外径の公差は外径が500mm以上では±50mm程度、また肉厚の公差も±5mm程度、長さの公差も±30mm程度になってしまうといった問題があった。寸法公差が悪いとシール性も悪くなる為、太陽電池や有機ELのプロセスに使用するガスは特別な有毒なガスとなり、容器端部でのシール性の問題で従来の管が使用されるのには問題が出てきた。更に大型の容器で、肉厚、寸法の公差が厳しくなっているのが現状である。

20

【0005】

さらに、最近ではプロセスの低温化が進み、石英ガラス以外のガラス、例えば高珪酸ガラス、パイレックス（登録商標）、バイコール、テンパックス、ネオセラム、ネオレックス、ファイアライトが使用されることが検討されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平4-26522号公報

30

【特許文献2】実公平7-14194号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、優れた寸法精度を有し、大型化が可能なガラス多角管、及び該ガラス多角管を簡単に製造することができるガラス多角管の製造方法及び優れた寸法精度を有し、大型化が可能な容器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

上記課題を解決するために、本発明者等は、大型容器の製造方法について鋭意研究を重ねた結果、4枚以上の耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着することで、大型容器を簡単に製造することが可能であることを見出したのである。また、その製法で得られた大型容器は優れた寸法精度であることを確認したのである。

【0009】

即ち、本発明のガラス多角管の製造方法は、4枚以上の耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着してなるガラス多角管の製造方法であって、（A）耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接合し、接合体を形成する工程と、（B）前記接合体を100℃以上で加熱し、前記耐熱性ガラス板同士を接着する工程と、を含むことを特徴とする。前記耐熱性ガラス板が10枚以上

50

であることが好ましい。

【0010】

B型粘度計で30rpm、23の条件下で測定したときの、前記スラリー状の接着剤の粘度が、3000mPa・s以上であることが好ましい。

【0011】

前記(A)工程の前記接合を室温で行うことが好適である。

【0012】

前記耐熱性ガラス板として、石英ガラスが好適に用いられる。前記耐熱性ガラス板として石英ガラスを用いた場合、前記(B)工程の加熱を500以上で行うことが好ましい。

10

【0013】

本発明のガラス多角管は、4枚以上の耐熱性ガラス板を、SiO₂微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接着してなることを特徴とする。前記耐熱性ガラス板が10枚以上であることが好ましい。

【0014】

本発明によれば、前記ガラス多角管の外径が500mm以上であり、前記ガラス多角管の肉厚が10mm以上であり、前記ガラス多角管の長さが1000mm以上である大口径ガラス多角管を得ることができる。また、本発明によれば、前記大口径ガラス多角管において、前記ガラス多角管の外径の寸法公差が、±5mm以内であり、前記ガラス多角管の肉厚の寸法公差が±2mm以内であり、前記ガラス多角管の長さの寸法公差が±10mm以内である大口径ガラス多角管を得ることができる。

20

【0015】

本発明のガラス多角管は、前述した本発明のガラス多角管の製造方法により好適に製造される。

【0016】

本発明の容器は、前述した本発明のガラス多角管を用いて製造されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、優れた寸法精度を有し、大型化が可能なガラス多角管及び容器を提供することができるという著大な効果を奏する。また、本発明によれば、大型の場合も優れた寸法精度を有するガラス多角管を簡単に製造することができるガラス多角管の製造方法を提供することができるという著大な効果を奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明のガラス多角管の一つの実施の形態を示す斜視説明図である。

【図2】図1のガラス多角管の製造途中の状態を示す斜視説明図である。

【図3】本発明のガラス多角管の他の実施の形態を示す斜視説明図である。

【図4】図3のガラス多角管の製造途中の状態を示す斜視説明図である。

【図5】図4のガラス多角管の内面側の要部拡大図である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を図1～図5に基づいて説明するが、これらの説明は例示的に示されるもので限定的に解釈すべきものでないことはいうまでもない。

【0020】

図1は本発明のガラス多角管の一つの実施の形態を示す斜視説明図であり、図2は図1のガラス多角管の製造途中の状態を示す斜視説明図である。図1において、10は第1のガラス多角管である。該ガラス多角管10は4枚以上(図1では14枚)の耐熱性ガラス板12をSiO₂微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤14を介して多角管形状(図1では14角管形)に接着してなるものである。図2において、10aは製造途中のガラ

50

ス多角管中間体で、6枚の耐熱性ガラス板12を SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤14を介して弧状に接着された状態が示されている。該ガラス多角管中間体10aの状態からさらに残りの8枚の耐熱性ガラス板14を SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤を介して接着することにより図1に示したガラス多角管10が形成される。

【0021】

前記耐熱性ガラス板の材質としては、公知の耐熱性ガラスが使用可能であり特に制限はないが、 $20 \sim 700$ の範囲における熱膨張係数が $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5} (^\circ\text{K}^{-1})$ のガラスが好ましく、具体的には、85質量%以上の SiO_2 を含有するドープ又はノドープのケイ酸塩ガラスが好適である。該ケイ酸塩ガラスとしては、例えば、高珪酸ガラス、パイレックス（登録商標）、バイコール、テンパックス、ネオセラム、ネオレックス、ファイアライト及び石英ガラス等の高耐熱性ガラスが挙げられ、石英ガラスがより好ましい。

10

【0022】

前記耐熱性ガラス板の形状は板状であれば特に制限はなく、目的とするガラス多角管の形状に合わせて適宜選択すればよい。具体的には、短冊形状又は円弧状のガラス板が好適に用いられる。

用いられる耐熱性ガラス板の枚数は、図1では14枚の例を示したが、本発明のガラス多角管に用いられる耐熱性ガラス板は4枚以上であればよく、目的とするガラス多角管の形状に合わせて適宜選択すればよい。大口径の多角管を得るためには10枚以上の耐熱性ガラス板を用いることが好適である。

20

【0023】

前記耐熱性ガラス板の製造方法は特に制限はなく、公知の方法により入手可能であり、例えば、ブロック形状の塊からスライスしたり高温で加熱して成型する方法で入手してもよい。

【0024】

前記 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤において、 SiO_2 微粒子としては、非晶質 SiO_2 微粒子が好ましく、具体的には、高珪酸もしくは石英ガラスの微粒子が好適である。

【0025】

前記 SiO_2 微粒子の粒径は $500 \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $100 \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、粒径をコントロールして最密充填になる粒子分布で溶媒に溶かすことが特に好適である。高珪酸もしくは石英ガラスの微粒子は、ガラス材料を粉砕し、粒度を揃えるなどして調整することも可能である。スラリーは高珪酸ガラスと石英ガラスの微粒子を混合して混ぜても構わないし、またはそれぞれ単体で作成しても構わない。また、好ましくは最密充填にするには、粒子が非常に細かい粒子を併せて溶媒に溶かし込む必要がある。

30

【0026】

接着剤に用いられる溶媒としては、 SiO_2 微粒子を溶解しスラリー状の接着剤が得られるものであれば特に制限はないが、例えば、純水やアルコール、その他高純度な化学薬品（例えば Si のアルコキシド）等から選択すればよい。例えば純水に高珪酸もしくは石英ガラスの微粒子を溶かしこんだ場合には、接着剤は白濁した粘性をもったスラリーとなる。

40

接着剤の粘性に関しては、特に制限はないが、粘性が小さすぎる場合には接着するときに乾燥するまでに接着剤が流れてしまい工業的に使用できない。また、粘性が大きすぎる場合には、接着剤を取り扱うことが難しくなる。こうしたことから、接着剤の粘性は、B型粘度計で 30 rpm 、 23 の条件下で測定したときの接着剤の粘度が、 $3000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上であることが好ましく、 $4000 \sim 15000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 程度がより好ましい。

【0027】

スラリー状の接着剤の固形分は65質量%以上が好ましく、80質量%以上がより好ま

50

しく、83質量%以上がさらに好ましい。

前記 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤としては、例えば、特表2008-511527号公報に記載される非晶質 SiO_2 粒子を含有する水性スラリーが好適に用いられる。

【0028】

図3は本発明のガラス多角管の他の実施の形態を示す斜視説明図、図4は図3のガラス多角管の製造途中の状態を示す斜視説明図、及び図5は図4の内面側の要部拡大図である。図3において、11は第2のガラス多角管である。該ガラス多角管11は4枚の耐熱性ガラス板12を SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤14を介して多角形状(4角形)に接着してなるものである。図4及び図5において、11aは製造途中のガラス多角管中間体で、2枚の耐熱性ガラス板12を SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤14を介してL字状に接着された状態が示されている。該ガラス多角管中間体11aの状態からさらに残りの2枚の耐熱性ガラス板12を SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤を介して接着することにより図3に示したガラス多角管11が形成される。

10

【0029】

本発明のガラス多角管の製造方法は、(A)耐熱性ガラス板を、 SiO_2 微粒子を主成分とするスラリー状の接着剤で接合し、接合体を形成する工程と、(B)前記接合体を100℃以上で加熱し、前記耐熱性ガラス板同士を接着する工程と、を含むことを特徴とする。

20

【0030】

上記(A)工程においては、図1及び図3に示したような完成状態と同様の形状の接合体を形成し、この接合体を(B)工程において加熱処理して最終的に耐熱性ガラス板同士を接着して完成状態のガラス多角管を製造することができる。

【0031】

また、上記(A)工程において2枚以上完成枚数未満の耐熱性ガラス板同士を接合し、接合体を形成した後、(B)工程により該耐熱性ガラス板同士を接着した後、再度(A)工程及び(B)工程のサイクルを繰り返し、最終的に目的とする多角管を得てもよい。例えば、上記(A)工程においては、図2及び図4に示したような未完成状態の弧状又はL字状の接合体を形成し、この接合体を(B)工程において加熱処理して未完成状態の耐熱性ガラス板同士を接着し、次いで未完成状態の弧状又はL字状の接着体に耐熱性ガラス板をさらに接合した完成状態と同様の形状の接合体及び接着体の混合体を形成し、この混合体をさらに(B)工程において加熱処理して最終的に接合状態の耐熱性ガラス板同士を接着して完成状態のガラス多角管を製造することもできる。

30

【0032】

前記(A)工程における接合方法については特に規定はしないが、ガラス粒子が最密充填に近い状態で溶かしこんだ接着剤は粘性をもつので、ガラスの端面同士に接着剤を塗布して接着するのも良い。またガラス板同士を90°で固定して、その端面の隙間に接着剤を流し込むのでも構わない。特に、接着剤に微粒子が溶け込んでいる場合には、静置した場合には重力で粒度分布に偏りが発生してしまう危険性があるので、接着剤は静置せずに十分に攪拌される状態で保持することが好ましい。また、接着する板の端面についても特に規定はしないが、接着剤がなじみやすい凹凸面が好ましい。ただし、平滑な面でも接着剤をはじかなければ十分な接着効果を発揮する。

40

【0033】

前記(A)工程の接合体の形成において、接着剤は、溶剤を蒸発させることが必要であるが、室温もしくは100℃程度で接着箇所を加熱すれば良い。加熱する方法は、例えば温風を強制的に接着部に吹き出してもよく、また工業用のドライヤーなどにより加熱してもよい。場合によっては、火炎によって乾燥させることも可能である。

【0034】

前記(B)工程の加熱温度は100℃以上であり、接着剤に溶かし込んだ微粒子の種類

50

およびガラス板の種類によって適宜選択すればよいが、ガラスの微粒子同士が加熱により熔着する温度が好適である。

接着剤の SiO_2 成分が石英ガラスで石英ガラスの板同士を接着させるには、500以上、好ましくは1000以上1400以下に加熱することが好適である。またガラスの材質が、高珪酸ガラス、パイレックス（登録商標）、バイコール、テンバックス、ネオセラム、ネオレックス、ファイアライトの場合には200以上、好ましくは400以上500以下で加熱することが好適である。

加熱時間は加熱温度に応じて適宜選択すればよいが1～10時間が好適である。

【0035】

本発明では、 SiO_2 を主成分とする接着剤を用いることにより、熱膨張などによる伸び縮みを小さくすることができる。また、本発明では、4枚以上のガラス板を準備して、これらを接着することにより、寸法精度が非常によく、公差も小さいガラス多角管を得ることができる。例えば、外径が500mm以上、肉厚が10mm以上、長さが1000mm以上の大口径の多角管において、外径の寸法公差が $\pm 5\text{mm}$ 以内、肉厚の寸法公差が $\pm 2\text{mm}$ 以内、長さの寸法公差が $\pm 10\text{mm}$ 以内という優れた寸法精度を有する大口径多角管を得ることができる。

【実施例】

【0036】

以下に実施例をあげて本発明をさらに具体的に説明するが、これらの実施例は例示的に示されるもので限定的に解釈されるべきでないことはいうまでもない。

【0037】

（実験例1）

石英ガラスの微粉を調整し、 $1\mu\text{m}$ 以下の細かい粒子、 $5 - 10\mu\text{m}$ の中間粒子、 $50 - 100\mu\text{m}$ の大きな粒子を準備し、最密充填になる比率で混合し、これを純水に溶かしこんだ。水分量としては約10%程度で、B型粘度計での30rpmでの回転条件、室温（23）での接着剤の粘度は $6500\text{mPa}\cdot\text{s}$ となった。

この接着剤を使用して、幅 $10\text{mm} \times$ 長さ $40\text{mm} \times$ 厚 10mm の石英ガラス角棒2個を室温で接合した後、1200で1時間加熱し、石英ガラス角棒を接着し、幅 $10\text{mm} \times$ 長さ $80\text{mm} \times$ 厚 10mm の細長い角ロッドを作成した。

【0038】

前記接着された石英ガラス角棒をサンプルとして、JAS1級試験 単板積層材試験に準拠し、下記方法により三点曲げ試験を行い、耐荷重（N）を測定した。支点間距離30mmで置いた2本の支持棒の上にサンプルを載せ、サンプルの表面を上面としてスパン中央に直行して置いた、加重棒の有効長さ（サンプルの幅）の上に荷重速度 $0.5\text{mm}/\text{分}$ の条件で荷重を加え、室温で耐荷重を測定した。結果を表1に示した。

【0039】

（実験例2）

実験例1と同じ接着剤で、幅 $10\text{mm} \times$ 長さ $40\text{mm} \times$ 厚 10mm の石英ガラス角棒2個を室温で接合した後、600で1時間加熱し、実験例1と同サイズのサンプルを作成した。該サンプルに対して、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。結果を表1に示す。

【0040】

（実験例3）

実験例1の接着剤にエタノールを添加して粘性をB型粘度計での30rpmの回転条件、室温（23）での測定結果で $4500\text{mPa}\cdot\text{s}$ にした後、石英ガラスとネオセラム（幅 $10\text{mm} \times$ 長さ $40\text{mm} \times$ 厚 10mm ）を該接着剤を介して接合し、その後工業用のドライヤーで表面を急速乾燥させ、接合体を得た。得られた接合体を600で1時間加熱し、石英ガラスとネオセラムを接着し、サンプルを作成した。該サンプルに対して、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。結果を表1に示す。

【0041】

10

20

30

40

50

(実験例4)

実験例1と同じ接着剤で、幅25mm×長さ40mm×t25mmの石英ガラス角棒2個を室温で接合した後、1200℃で1時間加熱し、幅25mm×長さ80mm×t25mmのサンプルを作成した。該サンプルに対して、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。結果を表1に示す。

【0042】

(比較例1)

石英ガラス角棒2個(幅25mm×長さ40mm×t25mm)を、酸素と水素の火炎を使用したバーナーで端面を溶融して圧着溶接したが、端面が十分に加熱できなかったために溶接が十分ではなく、溶接面から割れてしまった。何度も繰り返しサンプル作成をして、10回目ようやく成功しサンプルを作成できた。得られたサンプルに対して、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。しかしながら、溶接面がしっかりと溶接されていなかったため、三点曲げ試験では、簡単に接着面で脱落してしまった。結果を表1に示す。

【0043】

(比較例2)

パイレックス(登録商標)(40mm×200mm×t25mm)の板2枚を、プロパンと酸素を使用したバーナーで端面を溶融して圧着溶接したが、途中でパイレックス(登録商標)が割れてしまい、溶接はできなかった。何度も繰り返しサンプル作成を試みたが、残念ながらサンプルは作成できなかった。

【0044】

(実施例1)

幅50mm、長さ1500mm、肉厚20mmの短冊状石英ガラス板を36枚準備し、角度10°で長さ1500mmの箇所石英ガラス板2枚を実験例1と同じ接着剤を用いて室温での接合し、接合体を形成した後、該接合体を1200℃で1時間加熱し、石英ガラス板を接着し、ガラス多角管中間体を得た。該ガラス多角管中間体に対して、さらに同様の方法で石英ガラス板の接着を繰り返し、計36枚の石英ガラス板を接着し、外径600mm、長さ1500mm、肉厚20mmの多角形管を得た。なお、接着は石英ガラスの端面だけではなく、多角形管の内面側にも接着剤を肉盛りすることで、機械的な強度を増すことの対策を行った。この多角形管の寸法公差は、長さは±10mm、外径は±10mm、肉厚は±2mmと非常に精度が良い多角形管を製造することが可能となった。

得られた多角形管と同じ肉厚のサンプルと溶接方法で幅20mm×長さ80mm×20mmのサンプルを作成して、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。結果を表1に示す。

【0045】

(実施例2)

4枚の石英ガラス板(幅700mm、長さ700mm、肉厚10mm)を準備し、実施例1と同じ接着剤を用いて下記方法により該4枚の石英ガラス板を接着し、ガラス多角管を得た。図5に示した如く、ガラス板同士を90°で固定して、その端面の隙間に接着剤を流し込み、室温で乾燥し、接合体を得た後、該接合体を1200℃で1時間加熱し、石英ガラス板を接着し、ガラス多角管中間体を得た。該ガラス多角管中間体に対して、さらに同様の方法で石英ガラス板の接着を行い、計4枚の石英ガラス板を接着し、四角管を得た。得られた四角管の寸法は700mm±10mm、肉厚10±2mmであった。

得られた四角管をサンプルとして、実験例1と同様の方法により三点曲げ試験を行った。結果を表1に示す。

【0046】

(比較例3)

外径300mm肉厚石英ガラス管をブローアップして、外径600mm肉厚20mmのチューブを作成しようと試みたが、肉厚を20mmにすることは不可能で、肉厚4mmのチューブしか作成できなかった。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

(比較例 4)

外径 7 0 0 m m の金属製の型枠に、石英結晶の粉末を充填し、これを減圧雰囲気で中心部から溶融した。できた石英ガラス管は、外径 6 0 0 m m \pm 5 0 m m 、肉厚 2 0 m m \pm 6 m m 、長さ 1 5 0 0 m m \pm 5 0 m m であり、寸法精度が悪く使用できなかった。1 0 本の管を溶融したが、寸法精度には改善は認められなかった。

【 0 0 4 8 】

【 表 1 】

	三点曲げ試験（耐荷重）
実験例 1	2 5 0 N
実験例 2	5 0 N
実験例 3	5 0 N
実験例 4	1 7 0 0 N
実施例 1	2 0 0 0 N
実施例 2	1 2 0 0 N
比較例 1	1 0 N

10

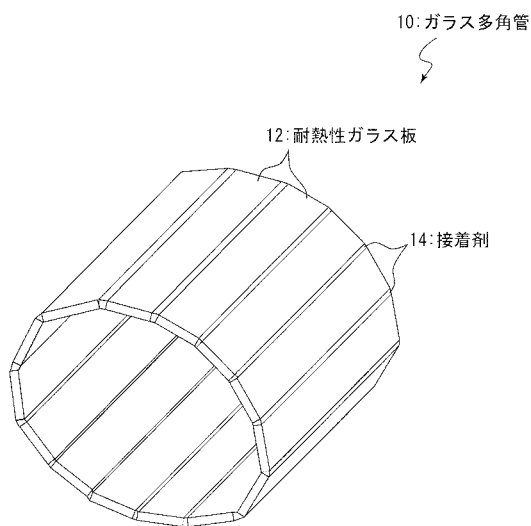
20

【 符号の説明 】

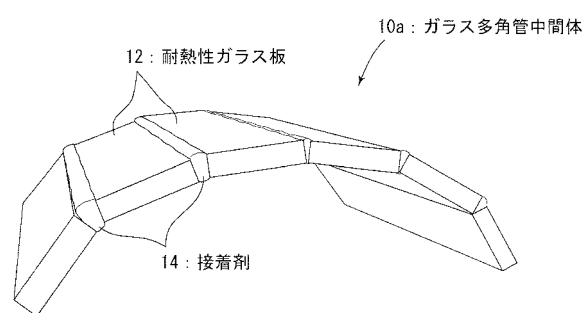
【 0 0 4 9 】

1 0 、 1 1 : ガラス多角管、1 0 a 、 1 1 a : ガラス多角管中間体、1 2 : 耐熱性ガラス板、1 4 : 接着剤。

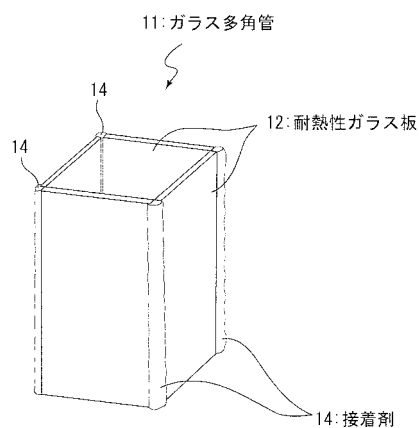
【 図 1 】



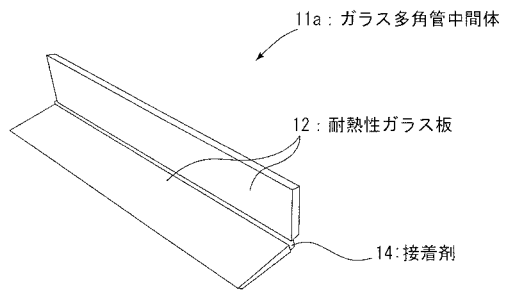
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

