

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6575918号
(P6575918)**

(45) 発行日 **令和1年9月18日(2019.9.18)**

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int. Cl. F 1
CO3C 27/04 (2006.01) CO3C 27/04 A

請求項の数 3 (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2017-221333 (P2017-221333) | (73) 特許権者 | 517402469 株式会社ウショー技研 埼玉県さいたま市岩槻区本宿169番地 |
| (22) 出願日 | 平成29年10月30日(2017.10.30) | (73) 特許権者 | 594097169 山内 敦典 千葉県八街市根古谷4番地81 |
| (65) 公開番号 | 特開2019-81685 (P2019-81685A) | (72) 発明者 | 清川 幸男 茨城県潮来市延方西1655番地 株式会 社ウショー技研 延方工場内 |
| (43) 公開日 | 令和1年5月30日(2019.5.30) | (72) 発明者 | 佐藤 結香 茨城県潮来市延方西1655番地 株式会 社ウショー技研 延方工場内 |
| 審査請求日 | 平成30年1月16日(2018.1.16) | (72) 発明者 | 山内 敦典 千葉県八街市根古谷4番地81 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラスまたはセラミックスと金属を接合して構成する窓の構造および製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラスやセラミックスなどの非金属の窓部材1と金属部材2を中間に配置した封着金属3を介して接合して構成される窓構造であって、窓部材1の熱膨張率と封着金属3の熱膨張率が金属部材2の熱膨張率よりも小さな値である構成であって、窓構造の断面構造において、金属部材2と封着金属3の接合部6と、窓部材1と封着金属3の接合部7の間に、相対的に厚みが厚く剛性の高い梃の支点となる支点部5を設け、金属部材2と封着金属3の接合部6を力点とし、窓部材1と封着金属3との接合部7を作用点とする梃の構造を有する窓構造。

【請求項2】

請求項1の窓構造であって、窓部材1と封着金属3を接合するためのバインダー4がアルミニウムである窓構造。

【請求項3】

請求項1の窓構造の製造方法であって、金属部材2と封着金属3を接合したのちに窓部材1を封着金属3に接合する製造工程となる製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラスまたはセラミックスなどの窓部材と金属部材を接合して構成する窓の構造と製造方法に関する。特に、ベーキング可能な真空装置用のガラス窓付きフランジの

構造と製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガラス窓部材と金属を接合して構成する窓構造は、真空機器、半導体製造機器、計測機器、光学機器などに広く利用されている。特に真空機器用の窓構造として、コンフラットフランジと呼ばれる規格のフランジに適用された窓構造が広く利用されている。コンフラットフランジの規格は超高真空用のフランジの国際規格である。コンフラットフランジは、日本国内ではICFフランジと呼ばれている。コンフラットフランジは500までのベーキングに対応した超高真空用のフランジである。窓付きのコンフラットフランジはビューイングポートと呼ばれている。コンフラットフランジのビューイングポートは300から350程度の温度までベーキング可能なものが実用化されている。

10

【0003】

窓構造の例として、ガラス窓が付いたコンフラットフランジについて図2と図3を用いて説明する。

【0004】

説明の都合により、図2のコンフラットフランジを従来技術1とする。

【0005】

図2は直径70mmのコンフラットフランジにガラスの窓を設けたビューイングポートを大気圧側から見た正面図であり、図3は断面図である。窓部材1が金属部材2に封着金属部材3を介して接合されている。窓部材1の素材は、コバルガラス、石英ガラス、サファイアガラスなどのガラスの他に光学結晶などが用途により選択される。金属部材2はコンフラットフランジの本体であり、一般的に材質はSUS304ステンレスやSUS316ステンレスなどのステンレスであり、用途によっては Hastelloy などの材質が選択されることもある。窓部材1と金属部材2であるフランジ本体2の間には封着金属部材3が配置されている。封着金属部材3の材質はコバル金属が用いられることが多い。窓部材1と封着金属部材3の接合には少なからず熱を加える工程が必要があり、接合加工の熱による熱膨張やその後の冷却による収縮によるひずみが大い窓部材1が破損してしまう。コバル金属の熱膨張率はガラスの熱膨張率に近いことためガラスと金属を接合する場合の中間部材として利用される。ガラスの窓部材1とコバル金属部材3はバインダー4を介して接合される。バインダー4は口ウ付けの口ウ材であることが多いが、後述するようにアルミニウムをバインダー4として接合されることもある。

20

30

【0006】

従来技術1では、金属部材2をフランジ本体2とし、封着金属3をコバル金属部材3として説明する。フランジ本体2の材質はステンレスであり、コバル金属部材3の材質はコバル金属である。窓部材1の材質は任意の材質として説明する。

【0007】

窓部材1とコバル金属部材3はバインダー4を介して接合部7aで接合される。バインダー4は口ウ付けの口ウ材である。

【0008】

窓部材1と接合済みのコバル金属部材3をフランジ本体2に接合する。フランジ本体2とコバル金属部材3は接合部6aで溶接により接合される。従来技術では窓部材1と封着金属部材3を接合したのちに金属部材2と接合を行う。加工時の熱による金属部材2の熱膨張によるひずみの影響を窓部材に与えないためである。

40

【0009】

コバル金属部材3は、ベーキング時のフランジ本体2の熱膨張によるひずみを緩和して窓部材1にひずみが極力伝わらないようにする緩衝部としても機能する。図3の例では、コバル金属部材3を薄肉としている。接合部6aから接合部7aまでの長さは、窓部材1に伝わるフランジ本体の熱膨張によるひずみが十分に小さくなる長さとしてされている。そのため、窓部材1がフランジ本体2の表面から突出している。

【0010】

50

フランジ本体 2 の表面から窓部材 1 が突出していると使用時や着脱作業時に窓部材 1 を破損する危険性が高くなるため、フランジ本体 2 の表面と窓部材 1 の表面が同一面となっているか、あるいは、フランジ本体 2 の表面に対して窓部材 1 の表面がやや低くなっているビューイングポートが製品化されており、ゼロリングスビューイングポートと呼ばれている。

【 0 0 1 1 】

ゼロリングスビューイングポートでは必然的に接合部 6 a と接合部 7 a の距離が短くなる。ゼロリングスビューイングポートを実現するためには、フランジ本体 2 の熱膨張によるひずみをコバル金属部材 3 が十分に緩和し、窓部材 1 にひずみを伝えないようにすることが重要であり、コバル金属部材 3 には構造上の工夫が施されている。ひずみを緩和する工夫や構造には種々あり、例えば後述する従来技術 2 や、特許文献 1 に記載される構造などがある。

10

【 0 0 1 2 】

バインダー 4 がロウ付けのロウ材である場合、ベーキングによりロウ材を構成する物質の一部が気化して消失することにより寿命に問題があることが知られている。ロウ材が消失することにより、接合部 7 a が劣化してリークが発生してしまったり、気化した成分が装置内の不純物となってしまうたりするといった問題が知られている。

【 0 0 1 3 】

この問題を解決する方法としてバインダー 4 をアルミニウムとした窓構造が実用化されている。例えば、非特許文献 1 に記載のビューイングポートがある。

20

【 0 0 1 4 】

窓部材 1 の材質として石英ガラスが選択されることも多い。石英ガラスは熱膨張率が小さく、石英ガラス自身が熱衝撃により破損する危険性が他のガラスに比べて低い。石英ガラスは広い波長範囲で高い透過率を有し光学ガラスとして優れている。また、石英ガラスは化学的に安定であり装置を汚染することもない。これらの理由で石英ガラスのを採用したビューイングポートはより高品位のビューイングポートと位置付けられる。

【 0 0 1 5 】

以下、さらに具体的に、窓部材 1 が石英ガラスであり、金属部材 2 であるフランジ本体 2 がステンレスであり、封着金属部材 3 がコバル金属であり、バインダー 4 がアルミニウムであるゼロリングスビューイングポートについて説明する。

30

【 0 0 1 6 】

説明の都合により、下に説明するゼロリングスビューイングポートを従来技術 2 とする。

【 0 0 1 7 】

図 4 は従来技術 2 のゼロリングスビューイングポートを大気圧側から見た正面図であり、図 5 は断面図であり、図 6 は断面の拡大図である。表 1 はビューイングポートを構成する部材の室温における熱膨張率の一覧である。

【 0 0 1 8 】

従来技術 2 においても、従来技術 1 と同様に、窓部材 1 と封着金属部材 3 を接合したのちに金属部材 2 と接合を行う。

40

【 0 0 1 9 】

封着金属 3 であるコバル金属部材 3 は、金属部材 2 であるフランジ本体 2 と接合部 6 a で溶接により接合される。溶接はコバル金属部材 3 の先端部とフランジ本体 2 を、溶接領域が小さく一定の大きさとなるように全周にわたって精密に溶接を施している。

【 0 0 2 0 】

コバル金属部材 3 の溶接部付近は薄肉の薄肉部 1 0 となっている。ベーキング等による温度変化によるフランジ本体 2 の熱膨張によって生じるひずみを緩和するための工夫である。

【 0 0 2 1 】

コバル金属部材 3 の薄肉部 1 0 の上側の外周部側にある突起部 9 は、フランジ本体 2

50

とコパール金属部材 3 を溶接する際の位置決めのために利用する突起である。突起部 9 を設けない場合、溶接時に加わった熱が冷める際にコパール金属部材 3 が収縮してコパール金属部材 3 を下側に引き込むように変形するため、石英ガラス窓部材 1 にこの変形によるひずみが伝わってしまう。突起部 9 にはこのひずみの発生を防ぐ働きもある。また、真空時に大気圧によりかかる力を突起部 9 で受けることにより、接合部 6 a にかかる力を軽減する働きがある。

【 0 0 2 2 】

突起部 9 の上側には薄肉部 1 1 a があり、薄肉部 1 0 と同様に、石英ガラス窓部材 1 に伝わるひずみを緩和するために薄肉となっている。ただし、真空時に大気圧による力が加わる部分であるため、必要な強度が保たれる厚みとしている。

10

【 0 0 2 3 】

アルミニウムバインダー 4 を介して石英ガラス窓部材 1 と接合される箇所であるコパール金属部材 3 の窓部材受け部 1 2 は、薄肉部 1 1 a に比べて厚く剛性が高くなっており、ひずみが伝播してきた場合の変形を極力抑える働きをする。

【 0 0 2 4 】

窓部材受け部 1 2 の外周にはふち状の補強部 1 3 を設けている。補強部 1 3 は窓部材受け部 1 2 の剛性を向上させるとともに、窓部材受け部 1 2 の面のねじれを防ぎ平面度を保つ働きがある。

【 0 0 2 5 】

窓部材受け部 1 2 のアルミニウムバインダー 4 との接合面は精密な平面加工が施されるとともに研磨が施されており、接合面からのリークの発生を防いでいる。

20

【 0 0 2 6 】

アルミニウムバインダー 4 は薄肉のリング状であり、接合面の気密性を保つために表面は研磨加工が施される。

【 0 0 2 7 】

石英ガラス部材 1 とコパール金属部材 3 の間にアルミニウムバインダー 4 を挿入し加熱しつつ圧力を加えることで接合する。

【 0 0 2 8 】

この構成では窓部材 1 は化学的に安定かつ光学特性に優れた石英ガラスであり、その他の部材のすべてが金属の構成となる。すべての接合部分において高い気密シールが形成され超高真空対応のビューイングポートとして機能する。ロウ付けにより窓部材 1 と封着金属 3 を接合したビューイングポートと異なり、ベーキングによるロウ材から脱ガスもなく非常にクリーンなビューイングポートとなる。

30

【 0 0 2 9 】

なおかつ、この構成のゼロレンジビューイングポートの最高使用温度は 3 5 0 程度である。一方、バインダー 4 がロウ材である場合の最高使用温度が 2 0 0 程度である。バインダーをアルミニウムとすることで、従来技術 1 のビューイングポートに比べて優れたベーキング性能が得られている。これらの理由により、従来技術 2 のゼロレンジビューイングポートは非常に高品位のビューイングポートと位置付けられる。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 3 0 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 2 6 6 2 6 4 号

【 非特許文献 】

【 0 0 3 1 】

【 非特許文献 1 】 浜松ホトニクス の H O T な 情 報 マ ガ ジ ン [ハ マ ホ ッ ト] 、 2 0 1 0 冬、
v o l . 7 、 0 7 - 0 8 ペ ー ジ 、 株 式 会 社 浜 松 ホ ト ニ ク ス

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 3 2 】

50

上に述べたように、従来の技術 2 の、アルミニウムをバインダー 4 として構成したゼロリングスビューイングポートは超高真空に対応したベーキング可能なクリーンなビューイングポートである。しかしながら、フランジ本体 2 の材質であるステンレスとコバルト金属部材 3 の材質であるコバルト金属の熱膨張率は窓部材 1 の石英ガラスの熱膨張率よりも大きく、高温となるにつれて石英ガラス窓部材 1 との熱膨張率の差によるひずみが大きくなってしまふことを避けられない構成となっている。熱膨張率の差によるひずみが石英ガラス窓部材 1 に伝わらないようにするための構造上の工夫は施されているが、ひずみの伝達を極力小さくする作用にとどまっている。また、仮にフランジ本体 2 の熱膨張により石英ガラス窓部材 1 に伝わるひずみをコバルト金属部材 3 の構造を工夫することによりゼロとできたとしても、コバルト金属部材 3 と石英ガラス窓部材 1 の熱膨張率には差があるため、温度が高くなるにつれて石英ガラス窓部材 1 に加わるストレスは大きくなってしまふ。

10

【 0 0 3 3 】

なお、コバルト金属よりも熱膨張率が小さく石英ガラスの熱膨張率に近い熱膨張率をもつ合金も存在するが、製造工程で加えられる熱により性質が変化して膨張率が変化してしまふため、封着用金属合金としては実用化にいたっていない。

【 0 0 3 4 】

このように、従来の技術では、石英ガラス窓部材 1 と金属部材類の熱膨張率の差によるひずみにより石英ガラス窓部材 1 に加わるストレスをゼロとすることはできない。この理由によりベーキング可能な温度の上限があり、実用化されているゼロリングスビューイングポートの最高使用温度は 3 5 0 程度となっている。

20

【 0 0 3 5 】

また、最高使用温度において、熱膨張率の差によるひずみに起因した応力が窓部材 1 の破壊応力よりも小さくなるように設計されているのはもちろんのことであるが、窓部材に期待していないストレスが加わっていることは、窓部材 1 が破損する危険性を少なからず含んでいることとなり望ましいことではない。

【 0 0 3 6 】

コンフラットフランジの規格は 5 0 0 までのベーキングを想定した規格であるため、ビューイングポートについても 5 0 0 までのベーキングが可能であることが望ましい。さらに言えば、5 0 0 で利用可能とするためにはより高い耐熱温度であることが求められる。そして、本発明の以前に 5 0 0 で利用可能であることを明示したゼロリングスビューイングポートは存在していない。

30

【 0 0 3 7 】

また、ビューイングポートを高温とする場合と同様に、ビューイングポートを低温に冷却する場合にも金属部材類の収縮によるひずみが発生するため、高温の場合と同様の問題が発生する。例えば、ビューイングポートをマイナス 1 9 6 の液体窒素中で使用する必要がある用途などにおいても、材質の熱膨張率の差により発生するストレスによる破損の危険性を考慮に入れる必要がある。

【 0 0 3 8 】

本発明は、このような従来の技術が有していた問題を解決しようとするものであり、金属部材 2 と封着金属 3 の熱膨張あるいは収縮によるひずみを窓部材 1 に伝えない構造を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 3 9 】

本発明は上記の目的を達成するために、図 1 に示したように、封着部材 3 の断面構造において、金属部材 2 と封着金属 3 の接合部 6 を梶の力点となる力点部 6 とし、窓部材 1 と封着金属 3 の接合部 7 を梶の作用点となる作用点部 7 とし、力点部 6 と作用点部 7 の間に相対的に剛性の高い構造の梶の支点となる支点部 5 を設けた梶の構造を導入する。

【 0 0 4 0 】

下に、バインダー 4 をアルミニウムとしたゼロリングスビューイングポートを例に具体

50

的に説明する。より具体的な説明のため、日本国内ではICF70フランジと呼ばれる直径が70mmのコンフラットフランジである従来技術2のゼロリングスビューイングポートの場合について説明する。

【0041】

まずは、従来技術2のゼロリングスビューイングポートが最高使用温度を超えた温度で破損する理由について説明する。

【0042】

表1は従来技術2のゼロリングスビューイングポートを構成するそれぞれの部材の材質の室温における熱膨張率の一覧である。表1のように、熱膨張率の大小関係は数1のようになる。

【0043】

【数1】

石英ガラスの熱膨張率<コバル金属の熱膨張率<ステンレスの熱膨張率

【0044】

コバル金属部材3の熱膨張率はステンレス製のフランジ本体2の熱膨張率に比べれば石英ガラス窓部材1の熱膨張率に近いが、コバル金属部材3の熱膨張率が石英ガラス窓部材1の熱膨張率と一致しているわけではない。バインダー4のアルミニウムは厚みが薄く、接合されているコバル金属部材3の窓部材受け部12と同じ動きをすると考えてよく、ここでは考慮に入れなくても差し支えない。

【0045】

図4と図5に示される従来技術2のゼロリングスビューイングポートを電気炉中で最高使用温度を超える500まで加熱し、冷却後に取り出して、最高使用温度を超えた温度としたことによる破損の状況を調べた。図7中の破損部位14は石英ガラス窓材1の破損が発生した箇所である。破損が起きた部位はコバル金属部材3の窓部材受け部12の内周側の接合部の付近であった。

【0046】

破損が起きた箇所や、各部材の熱膨張率の関係から下のよう考察を行った。

【0047】

図8は高温時に想定されるコバル金属部材3の姿勢を示した断面図である。実際の変形量はわずかなものであるが、説明のために変形の程度を強調した図としている。フランジ本体2とコバル金属部材3の接合部6a付近を点aとし、コバル金属部材3の薄肉部11aの上端部に相当する点を点bとしている。説明の都合上、点bを石英ガラス窓部材1とコバル金属部材3の接合部7aを代表する点として説明を進める。

【0048】

点aはフランジの中心から約18mmの位置にある。ステンレスの熱膨張率は $14.7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ であるので、室温から500まで温度が上昇すると、熱膨張により点aはフランジの中心から矢印Aの外周方向に約0.13mm移動する。点aと点bの距離は4.5mmほどと短いことから、点aの移動の影響は点aから点bまでの距離では緩和しきれず、点bは点aの移動に引きずられて矢印Bの外周方向に動く。コバル金属部材3そのものも熱膨張するが、点aに引きずられて移動する移動量分があるため、点bはコバル金属部材3が自然に熱膨張した場合の移動距離よりも大きな距離を移動していると推定できる。石英ガラス窓部材1とコバル金属部材3の接合部である窓部材受け部12は剛性が高く同じ直径を保とうとするため、コバル金属部材3は矢印Dの方向に倒れこむと推定できる。

【0049】

図9はひずみなしに自然に熱膨張したコバル金属部材部材3の姿勢と、上記の様に熱膨張によるひずみが加わったコバル金属部材3の姿勢の比較をした図である。2点破線の断面形状はひずみなしに自然に熱膨張したコバル金属部材3の姿勢であり、ハッチングを施した断面形状は熱膨張によるひずみが加わったコバル金属部材3の姿勢である。

フランジ本体 2 の熱膨張により点 a が外周方向に R 1 移動することで、コバール金属部材 3 がひずみなしに自然に熱膨張した場合よりも、点 b が外周方向に R 2 の距離だけ余計に動いていることを表している。コバール金属部材 3 の窓部材受け部 1 2 は、外周方向に引っ張られるとともに窓部材受け部 1 2 の内周側が下側に下がるように傾く。このようなコバール金属 3 の姿勢の変化により、図 7 の破壊部位 1 4 付近にかかる応力が石英ガラス窓部材 1 の破壊応力を超えて破損が発生すると推定される。

【 0 0 5 0 】

上の説明における点 a の移動量 0 . 1 3 m m は日常的な感覚ではわずかな変化であるが、このわずかなひずみが窓部材付近に伝搬して生じる数十 μ m 程度の小さなひずみによるストレスが窓部材 1 を破損する。窓部材がひずみによるストレスに対して非常にデリケートであることを強調しておく。

【 0 0 5 1 】

ゼロリングスビューイングポートを低温に冷却した場合にも同様に問題があると推定される。低温にすることによる収縮により、コバール金属部材 3 の姿勢は図 1 0 のようになると推定される。低温に冷却する場合にはフランジ本体は収縮するため、矢印 A と矢印 B の方向はフランジの中心方向となり、矢印 D も図 8 とは逆向きとなる。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 はひずみなしに自然に収縮したコバール金属部材 3 の姿勢と、収縮によるひずみが加わったコバール金属 3 の姿勢の比較をした図である。2 点破線の断面形状はひずみなしに自然に収縮したコバール金属部材 3 の姿勢であり、ハッチングを施した断面形状は収縮によるひずみが加わったコバール金属部材 3 の姿勢である。フランジ本体 2 が冷却により収縮したことにより点 a が中心方向に R 1 移動することで、点 b がコバール金属部材 3 がひずみなしに自然に収縮した場合よりも中心方向に R 2 の距離だけ余計に動くことを示している。コバール金属部材 3 の窓部材受け部 1 2 は、中心方向に引っ張られるとともに窓部材受け部 1 2 の外周側は下側に下がるように傾く。このようなコバール金属部材 3 の姿勢の変化により、低温においても石英ガラス窓部材 1 に望まれていない応力が加わると推定できる。

【 0 0 5 3 】

上で説明したとおり、従来の技術における問題は、温度上昇による熱膨張あるいは温度低下による収縮によって、窓部材受け部 1 2 の位置と姿勢が変化してしまうことによるものであった。

【 0 0 5 4 】

窓部材受け部 1 2 の位置と姿勢を保つには図中の点 b の位置が温度により変化しなければ良い。つまりは点 a とは逆の方向に点 b が移動するしくみを導入すればよい。このような動きをするしくみはすなわち艇のしくみである。

【 0 0 5 5 】

コバール金属部材 3 の断面構造に艇の構造を導入したコバール金属部材 3 をデザインし、ゼロリングスビューイングポートの試作と耐熱試験を行うことでアイデアの検証を行った。試作品に用いられている各部材の材質は従来技術 2 と同一であり、窓部材 1 は石英ガラスであり、フランジ本体 2 はステンレスであり、封着金属部材 3 はコバール金属で、バインダー 4 はアルミニウムである。

【 0 0 5 6 】

説明の都合により、この試作を試作 1 と呼ぶことにする。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は試作 1 のゼロリングスビューイングポートの断面図であり、図 1 3 は試作 1 の断面の拡大図である。コバール金属部材 3 の断面構造において艇の構造を形成するために、点 a と点 b の中間に薄肉部 1 0 と薄肉部 1 1 に比べて相対的に厚肉で剛性が高くなる艇の支点となる支点部 5 を設けた。支点部 5 は明瞭に薄肉部 1 0 と薄肉部 1 1 に比べて厚肉に設定し、また幅も広く設定した。つまり、支点部 5 が艇の支点として作用することを確認するため、厚みと幅は極端に大きくした。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

この支点部 5 は従来技術 2 の構造にある位置決めのための突起部 9 とは明らかに厚みと幅が異なっており、また、その結果による剛性が異なっており、突起部 9 とははっきりと区別されるものである。従来技術 1 のゼロリングスビューイングポートの突起部 9 は厚みと幅が小さく剛性が低いため艇の支点として作用していない。支点部 5 のフランジ本体 2 と接する面は従来技術 2 の突起部 9 と同様に位置決めのためのストッパーとしても機能する。

【 0 0 5 9 】

試作した図 1 2 の構造のゼロリングスビューイングポートを電気炉中で最高使用温度を超える 5 0 0 まで加熱して耐熱試験を行った。その結果、図 1 4 中の破損箇所 1 5 の位置に石英ガラス窓部材 1 の破損が認められた。従来技術 2 の場合とは石英ガラス窓材 1 が破壊される部位が異なっており、支点部 5 を設けたことによる差が明瞭に現れた。

【 0 0 6 0 】

破損が起きた箇所や、艇の構造を導入したことなどから下のよう考察を行った。

【 0 0 6 1 】

図 1 5 は高温時に想定されるコパール金属部材 3 の姿勢を示した断面図である。試作 1 のゼロリングスビューイングポートを室温から 5 0 0 まで加熱すると、点 a は矢印 A の方向に約 0 . 1 3 mm 移動する。支点部 5 は相対的に厚肉であり剛性が高くなるため、点 a の動きに引きずられにくく位置をほとんど変えないと考えられ、支点部 5 は点 c 付近を支点として矢印 E の方向に倒れ込むと推定できる。実際の支点は支点部 5 の内部にあると思われるが、ここでは説明のために点 c を支点として説明をする。点 a を艇の力点とし、点 c を艇の支点とした艇の動きとなり、接合部 7 付近の点 b は点 a とは逆向きのフランジの中心方向の矢印 B の方向に移動する。支点である点 c がほとんど動かないとすると、点 b はコパール金属部材 3 がひずみなく自然に熱膨張した場合よりもフランジの中心側に位置することになる。点 b が中心に向かって移動するのに対して窓部材の受け部 1 2 は同じ直径を保とうとするため矢印 D の方向に倒れ込むと考えられる。

【 0 0 6 2 】

図 1 6 はひずみなしに自然に熱膨張したコパール金属部材 3 の姿勢と、上記の様にひずみが加わったコパール金属 3 の姿勢の比較をした図である。2 点破線の断面形状はひずみなしに自然に熱膨張したコパール金属部材 3 の姿勢であり、ハッチングを施した断面形状は熱膨張によるひずみが加わったコパール金属部材 3 の姿勢である。点 a が外周方向に R 1 移動すると点 b が中心側に移動し、部材受け部 1 2 の外周側が下向きに傾く様子を図示している。図中では、艇の支点となる点 c の移動距離である R 3 はほぼゼロと想定している。

【 0 0 6 3 】

石英ガラス窓部材 1 は、中心向きの圧縮の力と、窓部材受け部 1 2 の外周部が下向きに傾くことで生じる応力により、外周部に破壊が発生したと推定され、図 1 6 のモデルと試験の結果が一致する。

【 0 0 6 4 】

図 5 の従来技術 2 と図 1 2 の艇の構造を導入した試作 1 の耐熱試験の結果と考察の対比より、点 a が熱膨張により移動しても点 b の移動量がゼロとなるように、支点部 5 の位置が動けばよいことがわかる。具体的には、コパール金属部材 3 の形状を調整して支点部 5 の剛性を調整すればよいことがわかる。

【 0 0 6 5 】

図 1 7 は断面形状に艇の構造をもつコパール金属部材 3 の断面形状である。この断面図において支点部 5 の厚み T 2 と幅 L 2 を変えることで支点部の剛性を調整できる。薄肉部 1 0 の長さ L 1 と、薄肉部 1 1 の長さ L 3 と、支点部 5 の長さ L 2 のバランスを変えることで、支点の位置を変えることもできる。

【 0 0 6 6 】

図 1 8 に示すように、支点部 5 の剛性や支点の位置を調整することで、艇の支点である

点 c を点 a の動きにつれて矢印 C の方向に適切な距離を移動するように調整でき、点 a が動いても点 b が動かないようなコパール金属部材 3 の形状を設計ができることがわかる。

【 0 0 6 7 】

図 1 9 に示すように、梘の力点となる点 a から支点となる点 c までの距離を D_1 とし、支点となる点 c から作用点となる点 b までの距離を D_2 とし、力点となる点 a の移動量を R_1 とし、支点となる点 c の移動量を R_3 としたときに、作用点となる点 b の移動量 R_2 が 0 となるようにすればよい。つまり数 2 のような関係となるようにコパール金属部材 3 を設計すればよい。

【 0 0 6 8 】

【 数 2 】

$$D_1 : D_2 \approx (\Delta R_1 - \Delta R_3) : \Delta R_3$$

【 0 0 6 9 】

数 2 を満たすように設計されたコパール金属部材 3 では、窓部材受け部 1 2 には点 a の移動によるひずみによるストレスが加わらないため、窓部材 1 にストレスが加わらない。

【 0 0 7 0 】

数 2 の関係は、金属部材 1 の熱膨張率と封着金属 3 の熱膨張率の比が大きく変化しない温度領域の任意の温度で成立するので、広い温度範囲で梘の作用が有効であることが期待できる。

【 0 0 7 1 】

厳密には、石英ガラス窓部材 1 の熱膨張率とコパール金属部材 3 の熱膨張率は異なるので、点 b の位置は石英ガラス窓部材 1 の熱膨張に合わせて移動量をほぼ 0 とすることが理想的であるが、こうした調整も支点部 5 の剛性を調整することで可能である。また、同様の類推から、膨張率がゼロのゼロ膨張ガラスや膨張率がマイナスの値となるマイナス膨張ガラスに合わせたコパール金属部材 3 の設計も可能になることがわかる。

【 0 0 7 2 】

窓部材 1 と封着金属 3 を接合する際に加熱の工程が必要であるが、窓部材 1 の熱膨張率と封着金属部材 3 の熱膨張率が同じ値となる構成にできるとは限らない。窓部材 1 と封着金属 3 の熱膨張率の差が一定の値以上であると、接合加工後の温度低下による封着金属 3 の収縮により発生するひずみが窓部材 1 を破壊してしまう。つまり、窓部材 1 と封着金属 3 を接合すること自体が困難であることもありうる。

【 0 0 7 3 】

この問題は本発明を適用することで解決できる。金属部材 2 と封着金属 3 を接合しておき、その後に窓部材 1 と封着金属部材 3 を接合すればよく、窓部材 1 と封着金属 3 を接合する際に、接合済みの金属部材 2 と封着金属部材 3 の温度と窓部材 1 の温度を同一として接合すればよい。封着金属部材 3 の構造に導入された梘の作用により、窓部材 1 と封着金属 3 を熱膨張のひずみなしに接合することができる。

【 0 0 7 4 】

この製造方法は請求項 3 の製造方法であり、後述する実施例ではこの製造工程によりゼロリングスビューイングポートを製作した。

【 0 0 7 5 】

この請求項 3 の製造工程は、特に窓部材 1 の熱膨張率と封着金属 3 の熱膨張率の差が大きい場合や、ひずみによる破壊応力が小さく脆いセラミックスなどを窓材とする場合に有効であると考えられる。

【 発明の効果 】

【 0 0 7 6 】

上述したように、本発明の窓構造では、金属部材 2 の熱膨張あるいは収縮によるひずみが窓部材 1 に伝わらない。従来技術の窓構造の最高使用温度を超えた温度領域においても、金属部材 2 の熱膨張によるひずみが窓部材 1 に伝わらない。その結果として、従来窓構造の最高使用温度を超えた温度領域で使用可能な窓構造となる。特に 5 0 0 までのベ

10

20

30

40

50

ーキングを前提としたコンフラットフランジの窓構造として500 まで使用可能なフランジを提供できる。

【0077】

低温から高温までの広い温度範囲において、窓部材1に加わるストレスがゼロの窓構造を提供できる。窓部材に加わるストレスがゼロであるということは、窓構造を使用中の破損の危険性を下げることと相当し、より安全な窓構造を提供することに相当する。

【0078】

熱膨張により窓部材1に伝わるストレスをゼロにすることができるため、これまで接合が困難であったり熱膨張によるひずみに弱かったセラミックス等の窓構造を実現できる。

【0079】

ひずみによりある種の機能を有する材料がある場合には、意図的にひずみの方向や大きさをコントロールすることもできる。

【0080】

本発明と従来技術の決定的な違いは、本発明では窓部材1に伝わるひずみの量と方向を積極的にコントロールできる点にある。窓部材1に伝わるひずみをゼロとすることもできるし、意図的にひずみを伝えることもできる。

【0081】

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】 本発明の形態をしめす窓構造の断面図

【図2】 従来技術1の窓構造の正面図

【図3】 従来技術1の窓構造の断面図

【図4】 従来技術2のゼロレングスビューイングポートの正面図

【図5】 従来技術2のゼロレングスビューイングポートの断面図

【図6】 図5の断面の拡大図

【図7】 従来技術2の耐熱テストによる破損箇所

【図8】 コバール金属部材の姿勢

【図9】 コバール金属部材の姿勢の比較

【図10】 コバール金属部材の姿勢

【図11】 コバール金属部材の姿勢の比較

【図12】 試作1のゼロレングスビューイングポートの断面図

【図13】 図12の断面の拡大図

【図14】 試作1の耐熱テストによる破損箇所

【図15】 コバール金属部材の姿勢

【図16】 コバール金属部材の姿勢の比較

【図17】 コバール金属部材の形状

【図18】 コバール金属部材の姿勢

【図19】 コバール金属部材の姿勢の比較

【図20】 実施例1のゼロレングスビューイングポートの断面図

【発明を実施するための形態】

【0083】

以下、本発明の実施の形態を図17から図21を用いて説明する

【実施例】

【0084】

直径70mmのステンレス製コンフラットフランジのフランジ本体2に石英ガラス窓部材1を設けたゼロレングスビューイングポートに本発明を適用した実施例について説明する。

【0085】

実施例は、請求項1の構成の窓構造であり、窓部材1と封着金属部材3をバインダー4をアルミニウムとして接合した請求項2の窓構造であり、請求項3の製造方法により製作

10

20

30

40

50

した真空装置用の窓構造である。

【0086】

図20は本発明を適用したゼロリングスビューイングポートの断面図である。

窓部材1は合成石英ガラスであり、金属部材2であるフランジ本体2はSUS304ステンレスであり、封着金属部材3であるコバル金属部材3はコバル金属であり、バインダー4であるアルミニウムバインダー4はアルミニウムである。

【0087】

コバル金属部材3とフランジ本体2はTIG溶接により接合部6で溶接により接合した。溶接はフランジ本体2とコバル金属部材3の溶接部6の溶接領域が小さく一定の大きさとなるように精密な溶接を全周にわたって施した。コバル金属部材3の梘の支点となる支点部5と梘の力点となる力点部6の距離を全周にわたって一定とすると、梘の作用が全周にわたって均一に働くようにするためである。

【0088】

フランジ本体2と接合済みのコバル金属部材3に石英ガラス窓部材1を接合した。石英ガラス窓部材1とコバル金属部材3の間にアルミニウムバインダー4を挿入し、加熱しつつ圧力をかけて接合した。

【0089】

図17は、図20中の封着金属部材3であるコバル金属部材3の形状の拡大図であり、形状の特徴的な寸法を付記したものである。課題を解決する手段の試作1において説明した通り、梘の支点部5の剛性を調整することで窓部材に伝わるひずみを調整できる。図17の断面形状において、試作1のコバル金属部材3の形状を基準として、梘の支点となる支点部5の厚みT2を変えたゼロリングスビューイングポートを複数製作した。

【0090】

製作したゼロリングスビューイングポートを電気炉で500℃まで加熱して耐熱テストを実施し、石英ガラス窓部材1が破損しない梘の支点となる支点部の厚みT2を見つけ出した。T2の値は従来技術2のコバル金属部材の薄肉部2の厚みと、試作1の梘の支点となる支点部5の厚みの中間の値となった。

【0091】

耐熱試験において、電気炉の昇温速度は約10℃/minとした。通常、実用化されているコンフラットフランジのビューイングポートのベーキングにおける昇温速度は昇温中の破損を防止するため3℃/min以下であることが推奨されており、昇温速度10℃/minはかなり大きな昇温速度であり厳しい耐熱試験の条件といえる。

【0092】

上の説明においては、説明のしやすさや理解のしやすさを優先してシンプルなモデルを利用して本発明の原理の説明を行ったことを念のため付記しておく。実際には、熱膨張による封着金属3の挙動は上の説明よりも複雑である。例えば、薄肉部10は多少の変形すると思われるが、この変形については無視して説明を行っている。

【0093】

上の説明では、封着金属3の断面構造において梘の構造は1つであったが、梘の構造の数は1つである必要はなく、必要に応じて複数の梘の構造を導入してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明により、従来の技術の窓構造を利用できなかった温度領域で使用可能な窓構造を実現できる。例えば真空装置用の窓構造であるビューイングポートに適用した場合、従来の技術のビューイングポートの最高使用温度を超えた温度でのベーキングが可能となり、真空装置の運用温湿を高めることができると考えられる。

【0095】

本発明の窓構造を装着した装置全体を加熱あるいは冷却する場合だけでなく、窓構造部分のみを高温の環境あるいは低温の環境にさらす用途でも利用できると考えられる。高温または低温の環境に窓構造部分のみを挿入してプローブのようにして利用する用途が想定

10

20

30

40

50

できる。

【0096】

これまで窓部材に利用することが困難であった材質の窓を窓構造に適用できる可能性が広がる。請求項3の製造方法により、窓部材1の接合工程においても窓部材1に伝わるストレスをゼロにすることができるため、これまで接合が困難であったり熱膨張によるひずみに弱かったセラミックス等を窓部材1とした窓構造の実現の可能性が広がると期待できる。

【0097】

本発明を適用可能な窓部材1は、光に対して透過性を有するガラスに限定されない。電磁波を通すための窓や分子ふるいの働きをする窓など光以外のものを通過させる窓にも適用可能であると思われる。

10

【0098】

本発明では封着金属3の窓材受け部12の動きを窓部材の熱膨張あるいは収縮に合わせることができるため、熱膨張率がゼロのゼロ膨張ガラスや膨張率がマイナスの値のマイナス膨張ガラスの窓材の窓構造の構成が可能になる。

【0099】

本発明は、金属部材2と封着金属部材3の接合部6と窓部材1と封着金属部材3の接合部7の距離を大きくできない窓において有用であるので、より薄型の窓構造を構成する場合に有効と思われる。

【0100】

本発明の実施例では窓部材1が円形の窓構造について例示をおこなった。本発明は窓部材1が円形でない場合にも有用であると思われる。

20

【0101】

本発明がコンフラットフランジのビューイングポート以外の窓にも適用可能であるのもちろんのことである。

【0102】

【0103】

【表1】

| 符号 | 部材 | 材質 | 熱膨張率 [K ⁻¹] |
|----|-------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 窓部材 | 石英ガラス | 0.5×10 ⁻⁶ |
| 2 | フランジ本体 | SUS304ステンレス | 14.7×10 ⁻⁶ |
| 3 | コバール金属部材 | コバール金属 | 5×10 ⁻⁶ |
| 4 | アルミニウムバインダー | アルミニウム | 30×10 ⁻⁶ |

【0104】

【符号の説明】

【0105】

- 1 窓部材（例示では石英ガラス窓部材）
- 2 金属部材（例示ではフランジ本体）
- 3 封着金属部材（例示ではコバール金属部材）
- 4 バインダー（例示ではアルミニウムバインダー）
- 5 梃の支点となる支点部
- 6 2と3の接合部（梃の力点となる力点部）
- 6 a 従来技術における2と3の接合部
- 7 1と3の接合部（梃の作用点となる作用点部）
- 7 a 従来技術における1と3の接合部
- 8 ボルト取付穴
- 9 突起部
- 10 薄肉部

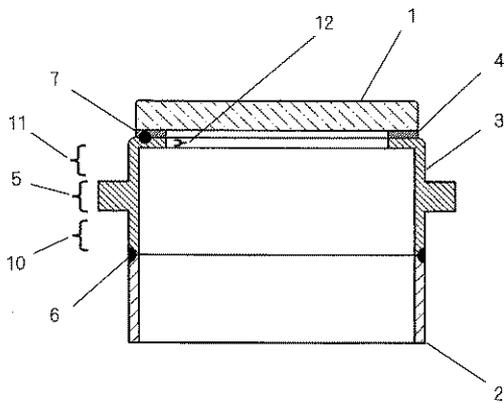
40

50

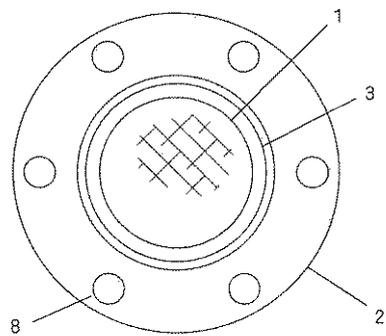
- 1 1 薄肉部
- 1 2 窓部材受け部
- 1 3 補強部
- 1 4 破損部位
- 1 5 破損部位

【 図 1 】

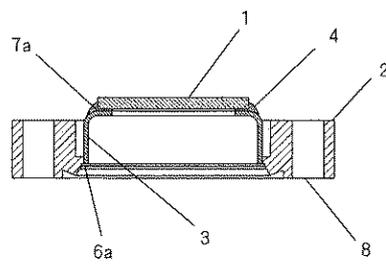
- 1 窓部材
- 2 金属部材
- 3 封着金属部材
- 4 パインダー
- 5 梘の支点となる支点部
- 6 2と3の接合部（梘の力点となる力点部）
- 7 1と3の接合部（梘の作用点となる作用点部）
- 10 薄肉部
- 11 薄肉部
- 12 窓部材受け部



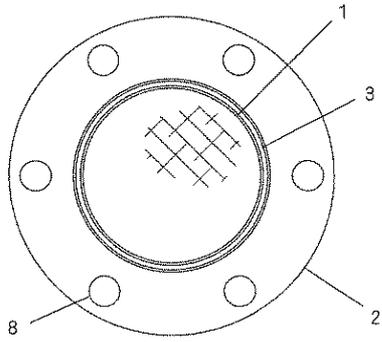
【 図 2 】



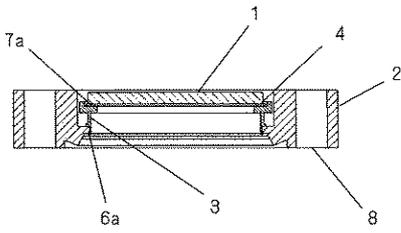
【 図 3 】



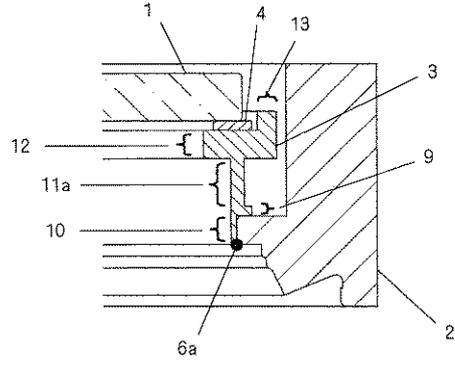
【图 4】



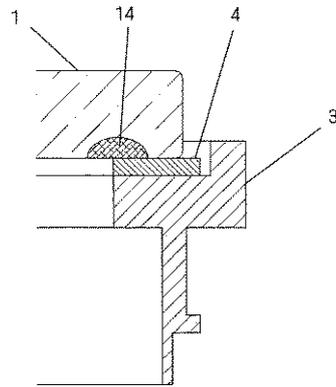
【图 5】



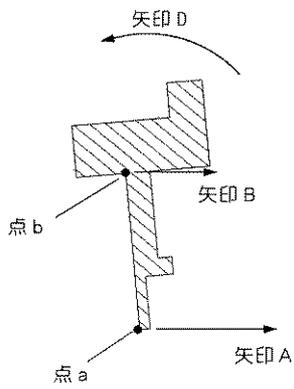
【图 6】



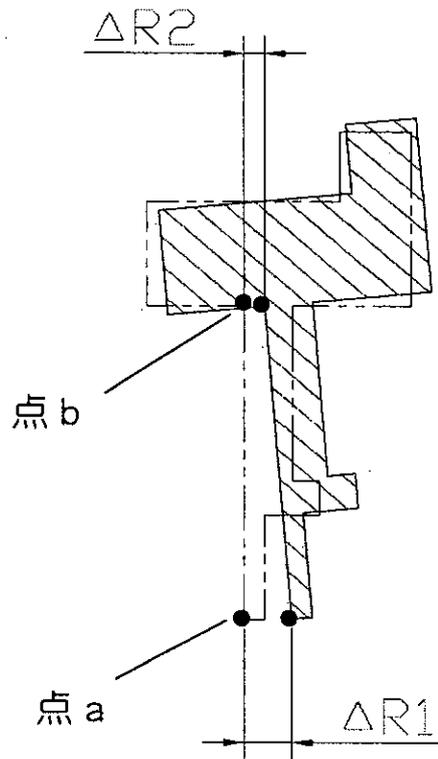
【图 7】



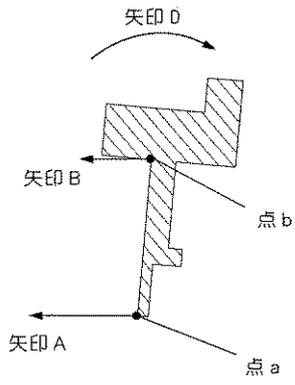
【图 8】



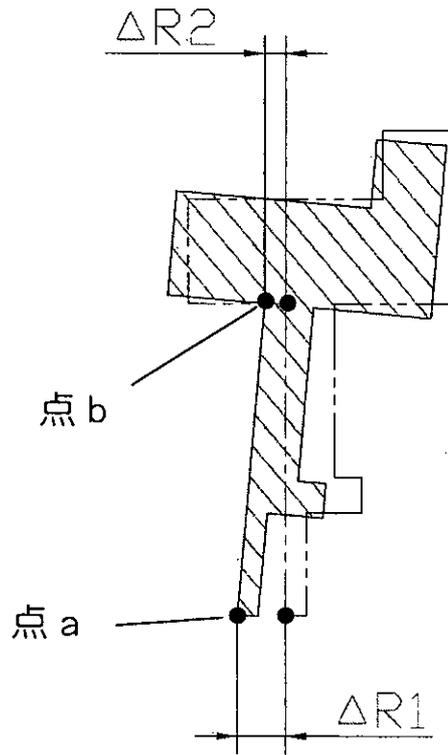
【图 9】



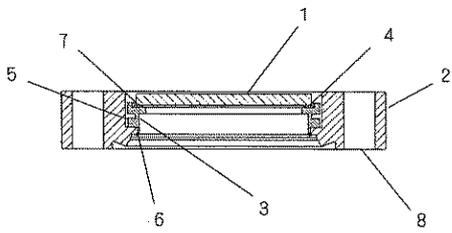
【图 1 0】



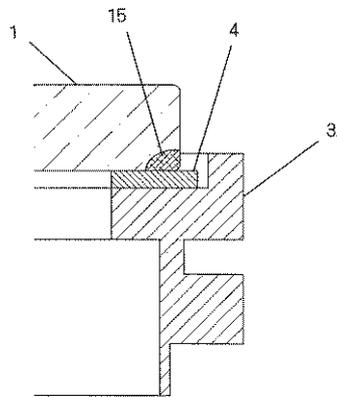
【图 1 1】



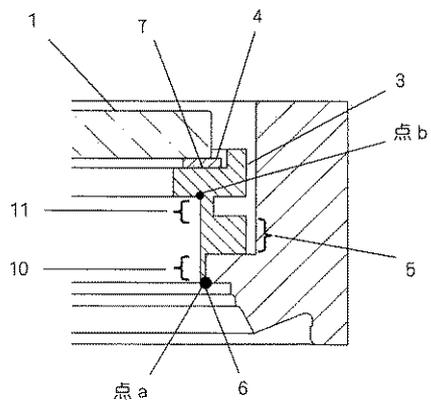
【图 1 2】



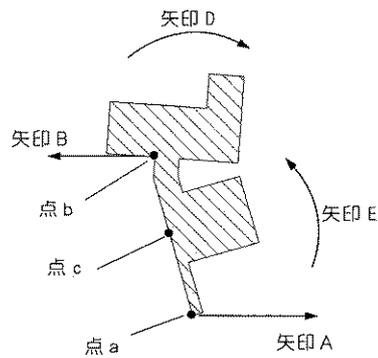
【图 1 4】



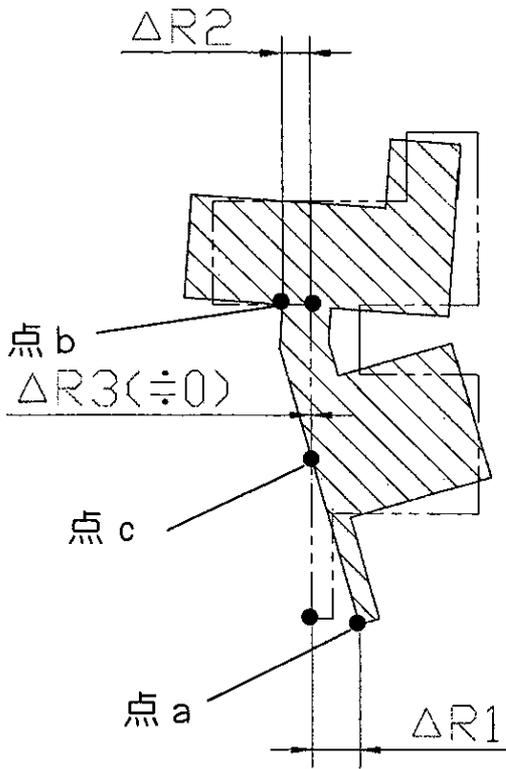
【图 1 3】



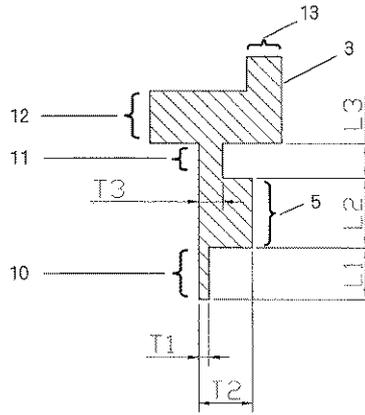
【图 1 5】



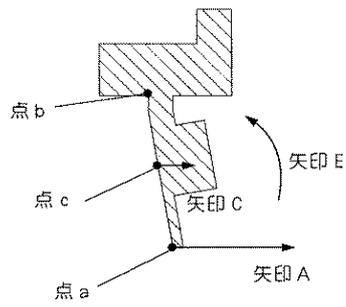
【图 16】



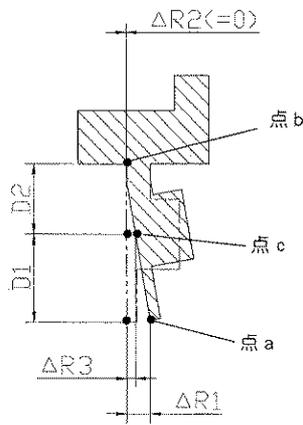
【图 17】



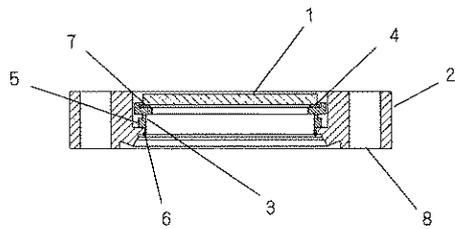
【图 18】



【图 19】



【图 20】



フロントページの続き

審査官 岡田 隆介

(56)参考文献 特開平05 - 171439 (JP, A)
特開2001 - 214974 (JP, A)
特開平09 - 033704 (JP, A)
実開平01 - 021741 (JP, U)
国際公開第2012 / 165357 (WO, A1)
国際公開第2014 / 061639 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C03C 27/00 - 29/00
F16J 12/00 - 13/24