

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,
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, 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：

熱応動アクチュエータおよび熱応動アクチュエータユニット

技術分野

[0001] 本発明は、熱応動アクチュエータおよび熱応動アクチュエータユニットに関する。

本願は、2017年7月14日に、日本に出願された特願2017-138367号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 電子機器などの発熱体の過度な温度上昇を抑制するために、熱環境の変化によって可動する熱応動アクチュエータを用いて、発熱体と熱交換器とを接触状態あるいは非接触状態のどちらかに切り替えることが行なわれている。例えば、熱環境が大きく変化する宇宙空間で使用される宇宙機では、宇宙機内の過度な高温化を避けるために、電子機器の発熱を外部に放出するための熱交換器を備える一方で、低温環境下では宇宙機内の温度を一定に保持するために宇宙機内をヒータで加温することが必要となる。そこで、宇宙機においては、熱応動アクチュエータを用いて、低温状態では電子機器と熱交換器とを非接触状態とし、高温状態では電子機器と熱交換器とを接触状態とすることによって、ヒータによる電力の使用量を削減することが行なわれている。

[0003] 非特許文献1には、パラフィンの固液相の体積変化を利用した熱応動アクチュエータ（ヒートスイッチ）が開示されている。

特許文献1には、形状記憶合金を用いた熱応動アクチュエータ（熱放散スイッチ）が開示されている。この特許文献1に開示されている熱放散スイッチは、発熱体と熱交換器との間に熱放散スイッチを設けて、形状記憶合金が変形することによって、発熱体と熱交換器との熱流経路を生成または消去するように構成されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0004] 非特許文献1：デイヴィッド・G・ギルモア (David G. Gilmore) 著、「スペースクラフト・サーマル・コントロール・ハンドブック (Spacecraft Thermal Control Handbook Volume I: Fundamental Technologies)」、ジ・エアロスペース・コーポレーション (The Aerospace Corporation)、2002年発行、p. 353-371

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2013-243365号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 非特許文献1に開示されているパラフィンの固液相の体積変化を利用した熱応動アクチュエータは、パラフィンを封じ込めるために容器が必要となる。このため、サイズが大型で質量が大きくなる傾向がある。
- [0007] また、特許文献1に開示されている形状記憶合金を用いた熱応動アクチュエータでは、形状記憶合金を介して発熱体と熱交換器とを接触させている。このため、発熱体と熱交換器との接触面積を広くするのが難しい。また、形状記憶合金が介在することで熱伝達率が低下する。
- [0008] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、サイズの小型化および軽量化が容易な構成で、熱交換器などの支持板と、発熱体となる可動板とを広い面積で接触させることができる熱応動アクチュエータユニット、およびその熱応動アクチュエータユニットの駆動源として有利に用いることができる熱応動アクチュエータ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

- [0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットは、第1の部材と、第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材の間に配置された弾性部材と、前記第1の部材の前記第2の部材側とは

反対側に配置され、熱によって前記第2の部材側に変形する形状記憶合金を有する熱変形部材と、を備えることを特徴としている。

[0010] 本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記形状記憶合金が、熱によって前記第2の部材の表面に対して垂直な方向に沿う方向に伸び変形可能であり、前記第2の部材の表面に対して垂直な方向に延び、一方の端部が前記第2の部材の表面に固定され、他方の端部にフランジ部が設けられている支柱を備え、前記第1の部材が、前記支柱が通る貫通孔を有し、前記支柱に沿って摺動可能であってもよい。

[0011] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記熱変形部材は、複数個の形状記憶合金の柱状体を含み、前記複数個の柱状体は、それぞれ前記支柱の周方向に沿って配置されていてもよい。

[0012] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記複数個の柱状体は、熱伝導性部材で覆われていてもよい。

[0013] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記支柱は雄ねじを有するボルトであって、前記第2の部材は表面に雌ねじを有し、前記ボルトの前記雄ねじと前記第2の部材の前記雌ねじとを螺合させるときの締め付けトルク調整部を備えていてもよい。

[0014] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記弾性部材が皿ばねであって、前記皿ばねの穴に前記支柱が挿入されていてもよい。

[0015] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記形状記憶合金が、単結晶形状記憶合金であってもよい。

[0016] また、本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータユニットにおいて、前記第1の部材の前記第2の部材側の表面および前記第2の部材の前記第1の部材側の表面の少なくとも一方に、弾性部材収容孔が形成されていてもよい。

[0017] 本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータは、第1の部材と第2の部材との間に配置される弾性部材と、前記第1の部材の前記第2の部材側とは反

対側に配置される、熱によって前記第2の部材側に変形する形状記憶合金を有する熱変形部材と、を備えることを特徴としている。

[0018] 本発明の一態様に係る熱応動アクチュエータにおいて、一方の端部が前記第2の部材の表面に固定可能とされていて、他方の端部にフランジ部が設けられている支柱を備え、前記弾性部材と前記熱変形部材は、前記支柱が通る貫通孔を有し、前記形状記憶合金が、熱によって前記支柱の長手方向に沿う方向に伸び変形可能とされていてもよい。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、サイズの小型化および軽量化が容易な構成で、熱交換器などの支持板と、発熱体となる可動板とを広い面積で接触させることができる熱応動アクチュエータユニット、およびその熱応動アクチュエータユニットの駆動源として有利に用いることができる熱応動アクチュエータを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1A]本発明の第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの構成を説明する図であり、熱応動アクチュエータユニットの正面図である。

[図1B]図1Aのb-b線断面図である。

[図2A]本発明の第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図2B]本発明の第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図3A]本発明の第2の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図3B]本発明の第2の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動後の熱応動アクチュエータユニットの正面断

面図である。

[図4A]本発明の第3の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図4B]本発明の第3の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、作動後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図5]本発明の第4の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図6A]本発明の第5の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットを説明する図であり、接触抑制部材が作動する前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図6B]本発明の第5の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットを説明する図であり、接触抑制部材が作動した後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[図7A]本発明の第6の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの構成を説明する図である。

[図7B]本発明の第6の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの構成を説明する図であり、熱応動アクチュエータユニットの平面図である。

[図8]図7BのVIII－VIII線断面図である。

[図9]実施例1で作製した熱応動アクチュエータユニットの熱挙動を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の熱応動アクチュエータおよび熱応動アクチュエータユニットの実施形態について、添付した図面を参照して説明する。以下の説明においては、熱応動アクチュエータユニットは、第2の部材を支持板とし、第1の部材をその支持板の表面に対して垂直な方向に変位可能な可動板としている。なお、以下の説明で用いる図面は、本発明の特徴を理解し易くするため

に便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などは実際とは異なっていることがある。

[0022] [第1の実施形態]

図1Aおよび図1Bは、本発明の第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの構成を説明する図であり、図1Aは、熱応動アクチュエータユニットの正面図、図1Bは、図1Aのb-b線断面図である。図2Aおよび図2Bは、本発明の第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、図2Aは、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図、図2Bは、作動後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

[0023] 第1の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット1は、支持板11と、支柱12と、熱変形部材14と、可動板17と、弾性部材18とを備える。熱応動アクチュエータ10は、支持板11の表面に対して垂直な方向に可動板17を変位させるための駆動源であり、支柱12と、熱変形部材14と、弾性部材18とを備える。

[0024] 支持板11は、熱応動アクチュエータユニット1の基材となる部分であり、熱応動アクチュエータユニット1の用途によって、材料や構造を適宜選択することができる。支持板11は、例えば、熱交換器とすることができる。熱交換器としては、例えば、ラジエータやヒートシンクを用いることができる。

[0025] 支柱12は、支持板11の表面に対して垂直な方向に延び、一方の端部が支持板11の表面に固定されていて、他方の端部にフランジ部13が設けられている。本実施形態では、支柱12は雄ねじを有するボルトとされていて、支持板11は表面に雌ねじを有しており、そのボルトの雄ねじと支持板11の雌ねじとを螺合させることによって、支柱12を支持板11の表面に固定させている。なお、本実施形態では、支柱12は、支持板11と螺合している部分のみを雄ねじとしているが、支柱12の表面全体を雄ねじとしてもよい。支柱12の材料の例としては、金属、セラミック、樹脂などのボルト

の材料として一般に使用されているものを利用することができる。また、支柱 12 と支持板 11 との間に、断熱材を介在させてもよい。

[0026] フランジ部 13 は、後述する形状記憶合金柱状体 15 が伸び変形したときに、形状記憶合金柱状体 15 が可動板 17 側に伸びるように押さえつける機能がある。フランジ部 13 は、支柱 12 と一体とされていてもよいし、支柱 12 と分離可能とされていてもよい。

[0027] 熱変形部材 14 は、複数個（図 1 B では 8 個）の形状記憶合金柱状体 15 と、形状記憶合金柱状体 15 を覆う熱伝導性部材 16 とを含む。形状記憶合金柱状体 15 は、それぞれ支柱 12 の周方向に沿って等間隔で配置されている。また、形状記憶合金柱状体 15 が、それぞれ支柱 12 の周方向に沿って等間隔で配置されていることによって、熱変形部材 14 としての形状の変化が均一となる。なお、図 1 において、形状記憶合金柱状体 15 は円柱状とされているが、形状記憶合金柱状体 15 の形状に、特に制限はなく、例えば、角柱状とされていてもよい。

[0028] 形状記憶合金柱状体 15 は、支持板 11 の表面に対して垂直な方向（支柱 12 の長手方向）に沿う方向に伸び変形可能とされている。すなわち、形状記憶合金柱状体 15 は、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以下になる温度で圧縮変形されていて、その温度以上に加熱すると、支持板 11 の表面に対して垂直な方向（支柱 12 の長手方向）に沿う方向に伸び変形して元の形状に戻るようになっている。形状記憶合金柱状体 15 が変形する温度は、特に限定されないが、 -270°C 以上 250°C 以下の範囲と広範囲に設定することが可能である。なお、形状記憶合金柱状体 15 が変形する温度は、形状記憶合金柱状体 15 を構成する形状記憶合金の組成、形状記憶合金柱状体 15 を製造する際の熱処理条件、形状記憶合金柱状体 15 に付与されている圧縮力などにより変化させることができる。

[0029] 形状記憶合金柱状体 15 を構成する形状記憶合金の例としては、Ni-Ti 系合金、Fe-Ti 系合金、Mn-Ti 系合金、Ti-Ni-Co 系合金、Ti-Ni-Cu 系合金、Cu-Zn-Al 系合金、Fe-Mn-Si 系

合金、Ti-Mo-Al系合金を挙げることができる。形状記憶合金の結晶構造は、単結晶であってもよいし、多結晶であってもよいが、好ましくは単結晶である。単結晶の形状記憶合金は、多結晶の形状記憶合金と比較して、回復ひずみが大きく、また結晶構造の安定性が高いので、長期間にわたって安定して、形状記憶能力を維持させることが可能となる。

[0030] 熱伝導性部材16は、形状記憶合金柱状体15に対して均一に熱を付与する。すなわち、形状記憶合金柱状体15は、熱伝導性部材16で覆われているので均一に加熱される。

熱伝導性部材16の材料の例としては、アルミニウム、銅、鉄、ステンレスなどの金属を挙げることができる。図1Bに示すように、熱伝導性部材16は、支柱12が通る貫通孔を有する円柱状とされている。ただし、熱伝導性部材16の形状は、特に制限はなく、例えば、角柱状とされていてもよい。

[0031] 可動板17は、支柱12が通る貫通孔を有し、支柱12に沿って摺動（移動）可能とされている。可動板17が、支柱12に沿って移動することによって、支持板11と可動板17とを接触状態と非接触状態とに切り替えることができる。可動板17の支持板11とは反対側の表面（図1では上側の表面）には、通常、電子機器やヒータなどの発熱体（図示せず）が配置される。可動板17は、熱伝導性であることが好ましい。可動板17の材料の例としては、アルミニウム、銅、鉄、ステンレスなどの金属を挙げることができる。

[0032] 弾性部材18は、可動板17の支持板11側の表面に形成された弾性部材収容孔17aに収容されている。弾性部材収容孔17aは、弾性部材18が加圧されて変形した状態となったときに支持板11と可動板17とが接触し、弾性部材18が復元した状態となったときに支持板11と可動板17とが非接触となる深さで形成されていることが好ましい。

弾性部材18としては、弾性変形可能なものであれば特に制限はないが、例えば、皿ばね、板ばね、圧縮コイルばね、ゴムを用いることができる。本

実施形態では、皿ばねを用いている。皿ばねは中央に穴を有しており、この皿ばねの穴が支柱 12 に挿入されている。また、弾性部材 18 と支持板 11 との間に、断熱材を介在させてもよい。

[0033] 次に、本実施形態の熱応動アクチュエータユニット 1 の作動状態を説明する。

本実施形態の熱応動アクチュエータユニット 1 において、可動板 17 の温度が、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以下になる温度以下である場合は、熱伝導性部材 16 の温度もまた形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以下になる温度以下となる。このため、図 2 A に示すように、形状記憶合金柱状体 15 は、圧縮変形した長さ L_{10} となる。

[0034] 一方、可動板 17 に配置された電子機器（図示せず）の発熱によって、可動板 17 の温度が上昇すると、熱伝導性部材 16 の温度もまた上昇する。熱伝導性部材 16 の温度が、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以上になる温度以上となると、形状記憶合金柱状体 15 は復元力により弾性部材 18 を弾性的に圧縮変形させながら、支持板 11 の表面に対して垂直な方向（支柱 12 の長手方向）に沿う方向に伸び変形して、図 2 B に示すように、長さ L_{11} となる。

[0035] 形状記憶合金柱状体 15 が伸び変形すると、その伸び変形量に対応して、熱伝導性部材 16 および可動板 17 と支持板 11 と、が相対的に接近移動する。熱伝導性部材 16 および可動板 17 と、支持板 11 とが、相対的に接近移動することによって、弾性部材 18 が圧縮変形する。このように、熱伝導性部材 16 の温度が、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以上になる温度以上となると、形状記憶合金柱状体 15 の伸び変形と弾性部材 18 の圧縮変形によって、可動板 17 と支持板 11 の位置関係が互いに接するように変化する。

[0036] 次に、可動板 17 の温度が低下すると、熱伝導性部材 16 の温度もまた低下する。熱伝導性部材 16 の温度が、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾

性部材 18 の回復力以下になる温度未満となると、形状記憶合金柱状体 15 は伸び変形する力が弱くなる。そうすると、弾性部材 18 は回復力によって元の形状に戻ろうとし、熱伝導性部材 16 および可動板 17 と、支持板 11 と、が相対的に離間移動する。熱伝導性部材 16 および可動板 17 と、支持板 11 と、が相対的に離間移動することによって、形状記憶合金柱状体 15 は圧縮変形して、図 2 A に示すように、圧縮変形した長さ L_{10} となる。このように、熱伝導性部材 16 の温度が、形状記憶合金柱状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以下になる温度未満となると、弾性部材 18 の回復力による変形と、形状記憶合金柱状体 15 の圧縮変形とによって、可動板 17 と支持板 11 の位置関係が互いに離れるように変化する。

[0037] 以上のような構成とされた第 1 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 によれば、支持板 11 と、支柱 12 と、熱変形部材 14 と、可動板 17 と、弾性部材 18 とを備える比較的簡単な構成とされているので、サイズの小型化および軽量化が容易となる。

[0038] また、第 1 の実施形態において、上記の熱変形部材 14 は、複数の形状記憶合金柱状体 15 を含み、これらの複数の形状記憶合金柱状体 15 は、それぞれ支柱 12 の周方向に沿って配置されている。このため、熱変形部材 14 を、一定の条件で安定して変形させることができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 によれば、精度よく可動板 17 と支持板 11 の位置関係を変化させることができる。

[0039] さらに、第 1 の実施形態において、上記の複数の形状記憶合金柱状体 15 は、それぞれ等間隔で配置されている。このため、熱変形部材 14 を、一定の条件で均等に変形させることができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 によれば、より精度よく可動板 17 を移動させることが可能となる。

[0040] またさらに、第 1 の実施形態において、上記の複数の形状記憶合金柱状体 15 は、それぞれ熱伝導性部材 16 で均一に覆われている。このため、複数の形状記憶合金柱状体 15 が均一に加熱されるので、熱変形部材 14 を

、一定の条件でより均一で安定に変形させることができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット１によれば、さらに精度よく可動板１７を移動させることが可能となる。

[0041] また、第１の実施形態において、形状記憶合金柱状体１５を構成する形状記憶合金は、単結晶形状記憶合金であることが好ましい。単結晶形状記憶合金は回復ひずみが大きく、また結晶構造の安定性が高いので、これを用いることによって、長期間にわたって安定して、形状記憶能力を維持させることがより可能となる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット１によれば、例えば、宇宙空間のような過酷な環境下であっても長期間にわたって精度よく可動板１７を移動させることが可能となる。

[0042] さらに、第１の実施形態においては、可動板１７の支持板１１側の表面に、弾性部材１８を收容する弾性部材收容孔１７aを有し、弾性部材１８が加圧されて変形した状態となったときに、弾性部材１８が弾性部材收容孔１７aに收容されるように構成されている。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット１は、例えば、可動板１７（発熱体）と熱交換器（熱交換器）とを接触状態（ＯＮ）あるいは非接触状態（ＯＦＦ）のどちらかに切り替えるための装置（ヒートスイッチ）として用いることができる。本実施形態の熱応動アクチュエータユニット１は電気エネルギーを利用せずに作動させることができる。このため、本実施形態の熱応動アクチュエータユニット１を、人工衛星、探査機およびローバなどの宇宙機に用いると、低温環境下では、電気エネルギーを利用せずに発熱体と熱交換器とを非接触状態とすることができる。これによって、発熱体が熱交換機を介して外部に放出されにくくなるので、ヒータによる電力の使用量を削減することができ、バッテリーや発電機などの電気エネルギーの供給源を軽量化することが可能となる。

[0043] さらにまた、第１の実施形態においては、弾性部材１８が穴を有する皿ばねであって、この皿ばねの穴が支柱１２に挿入されている。この場合、皿ばねは高い回復力を有するため、熱伝導性部材１６の温度が、形状記憶合金柱

状体 15 の復元力が弾性部材 18 の回復力以下になる温度未満に下降したときは、確実に、熱伝導性部材 16 および可動板 17 と、支持板 11 と、を相対的に離間移動させることができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 は、発熱体と熱交換器とを接触状態あるいは非接触状態のどちらかに切り替えるための装置として安定に作動させることが可能となる。

[0044] そして、第 1 の実施形態においては、支柱 12 は雄ねじを有するボルトであって、支持板 11 は表面に雌ねじを有し、このボルトの雄ねじと支持板 11 の雌ねじとを螺合させることによって、支柱 12 を支持板 11 の表面に固定させているので、支柱 12 と支持板 11 とを確実に固定することができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 は、発熱体と熱交換器とを接触状態あるいは非接触状態のどちらかに切り替えるための装置としてより確実に安定に作動させることが可能となる。

[0045] また、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 1 は、熱環境による形状記憶合金柱状体 15 の伸縮と、弾性部材 18 の弾性的な伸縮とによって、支持板 11 の表面に対して垂直な方向に可動板 17 を変位させる。よって、例えば、同一の形状記憶合金柱状体 15 を用いても、支柱 12 と支持板 11 とを螺合させるときの締め付けトルク（形状記憶合金柱状体 15 および弾性部材 18 に付与される初期の圧縮力の程度）を調整することによって、熱応動アクチュエータ 10 が作動する温度条件を変更することができる。

[0046] さらに、本実施形態の熱応動アクチュエータ 10 は、支柱 12 と、熱変形部材 14 と、弾性部材 18 を備える簡単な構成とされているので、例えば、電子機器が配置されている基板と熱交換器とをボルトで固定している装置においては、ボルトのワッシャー部に搭載することが可能となる。

[0047] [第 2 の実施形態]

図 3 A および図 3 B は、本発明の第 2 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、図 3 A は、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図、図 3 B は、作動後の熱応動アクチュエ

ータユニットの正面断面図である。

なお、この第２の実施形態においては、第１の実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0048] 第２の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット２では、熱変形部材１４が、支柱１２が通る貫通孔を有する形状記憶合金筒状体２１とされている。

形状記憶合金筒状体２１を構成する形状記憶合金の材料および結晶構造は、第１の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット１の形状記憶合金柱状体１５の場合と同様とすることができる。

[0049] 本実施形態の熱応動アクチュエータユニット２において、可動板１７の温度が、形状記憶合金筒状体２１の復元力が弾性部材１８の回復力以下になる温度以下である場合は、図３Ａに示すように、形状記憶合金柱状体１５は、圧縮変形した長さ L_{20} となる。

[0050] 一方、可動板１７に配置された電子機器（図示せず）の発熱によって、可動板１７の温度が上昇すると、形状記憶合金筒状体２１の温度も上昇する。形状記憶合金筒状体２１の温度が、その復元力が弾性部材１８の回復力以上になる温度以上となると、形状記憶合金筒状体２１は復元力により支持板１１の表面に対して垂直な方向（支柱１２の長手方向）に沿う方向に伸び変形して、図３Ｂに示すように、長さ L_{21} となる。

[0051] 形状記憶合金筒状体２１が伸び変形すると、その伸び変形量に対応して、可動板１７と支持板１１とが相対的に接近移動する。可動板１７と支持板１１とが相対的に接近移動することによって、弾性部材１８が圧縮変形する。このように、形状記憶合金筒状体２１の温度が、その復元力が弾性部材１８の回復力以上になる温度以上となると、形状記憶合金筒状体２１の伸び変形と弾性部材１８の圧縮変形によって、可動板１７と支持板１１の位置関係が互いに接するように変化する。

[0052] 次に、可動板１７の温度が低下すると、形状記憶合金筒状体２１の温度も

低下する。形状記憶合金筒状体 2 1 の温度が、その復元力が弾性部材の回復力以下になる温度未満となると、形状記憶合金筒状体 2 1 は伸び変形する力が弱くなる。そうすると、弾性部材 1 8 は、復元力によって元の形状に戻ろうとし、可動板 1 7 と支持板 1 1 とが相対的に離間移動する。可動板 1 7 と支持板 1 1 とが相対的に離間移動することによって、形状記憶合金筒状体 2 1 は圧縮変形して、図 3 A に示すように、圧縮変形した長さ L_{20} となる。このように、形状記憶合金筒状体 2 1 の温度が、その復元力が弾性部材 1 8 の回復力以下になる温度未満となると、弾性部材 1 8 の回復力による変形と、形状記憶合金筒状体 2 1 の圧縮変形とによって、可動板 1 7 と支持板 1 1 の位置関係が互いに離れるように変化する。

[0053] 以上のような構成とされた第 2 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 2 によれば、熱変形部材 1 4 は支柱 1 2 が通る貫通孔を有する形状記憶合金筒状体 2 1 とされていて、熱変形部材 1 4 の構造が簡略となるので、サイズの小型化および軽量化が容易となる。なお、第 2 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットでは、フランジ部 1 3 の代わりに支柱 1 2 の頭部をフランジとして使用してもよい。

[0054] [第 3 の実施形態]

図 4 A および図 4 B は、本発明の第 3 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの作動状態を説明する図であり、図 4 A は、作動前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図、図 4 B は、作動後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

なお、この第 3 の実施形態においては、第 1 の実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0055] 第 3 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 3 では、弾性部材 1 8 が、支持板 1 1 の可動板 1 7 側の表面に形成された弾性部材収容孔 1 1 a に収容されている。弾性部材収容孔 1 1 a は、弾性部材 1 8 が加圧されて変形した状態となったときに支持板 1 1 と可動板 1 7 とが接触し、弾性部材 1

８が復元した状態となったときに支持板１１と可動板１７とが非接触となる深さで形成されている。

[0056] 第３の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット３では、弾性部材１８が、支持板１１の可動板１７側の表面に形成された弾性部材収容孔１１ａに收容されていて、可動板１７に弾性部材１８を收容させるための孔を形成する必要がない。このため、可動板１７の強度を高くすることができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット３は、可動板１７に比較的質量が大きい電子機器や加工が難しい材料を配置する場合に適している。

[0057] なお、弾性部材１８を收容するための孔は、支持板１１と可動板１７のそれぞれに形成されていてもよい。この場合、支持板１１と可動板１７のそれぞれに形成した孔の合計の深さが、弾性部材１８が加圧されて変形した状態となったときに支持板１１と可動板１７とが接触し、弾性部材１８が復元した状態となったときに支持板１１と可動板１７とが非接触となる深さとする。

[0058] [第４の実施形態]

図５は、本発明の第４の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

なお、この第４の実施形態においては、第１の実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0059] 第４の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット４は、さらに、支柱１２（ボルトの雄ねじ）と支持板１１（雌ねじ）とを螺合させるときの締め付けトルクを調整する締め付けトルク調整部４１を備える。締め付けトルク調整部４１は、例えば、無線操作可能なモータを備え、遠隔地から締め付けトルクの値を設定できるようにされている。

[0060] 熱応動アクチュエータ１０が作動する温度条件は、支柱１２と支持板１１とを螺合させるときの締め付けトルク（形状記憶合金柱状体１５および弾性

部材 18 に付与される初期の圧縮力の程度) によって変更することができる。したがって、本実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 4 は、遠隔地から熱応動アクチュエータ 10 が作動する温度条件を変えることが可能となる。

[0061] [第 5 の実施形態]

図 6 A および図 6 B は、本発明の第 5 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットを説明する図であり、図 6 A は、接触抑制部材が作動する前の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図、図 6 B は、接触抑制部材が作動した後の熱応動アクチュエータユニットの正面断面図である。

なお、この第 5 の実施形態においては、第 1 の実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0062] 第 5 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット 5 は、支持板 11 の可動板 17 側の表面に柱状の接触抑制部材 51 が埋設されている。接触抑制部材 51 は支持板 11 の温度が過度に高くなると長手方向に膨張して、支持板 11 と可動板 17 とが直接接触するのを防止する機能がある。接触抑制部材 51 の材料としては、形状記憶合金を用いることができる。

[0063] 支持板 11 の温度が過度に高くなると、支持板 11 と可動板 17 とが接触した際に、支持板 11 の熱が可動板 17 に移動し、可動板 17 に配置した電子機器が熱によって損傷するおそれがある。支持板 11 に接触抑制部材 51 を設けることによって、過度に高温となった支持板 11 と可動板 17 とが接触することを抑制することができる。

[0064] [第 6 の実施形態]

図 7 A、図 7 B および図 8 は、本発明の第 6 の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニットの構成を説明する図であり、図 7 A は、熱応動アクチュエータユニットの正面図、図 7 B は、熱応動アクチュエータユニットの平面図である。図 8 は、図 7 B のVIII-VIII線断面図である。

なお、この第 6 の実施形態においては、第 1 の実施形態における構成要素

と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0065] 熱応動アクチュエータユニット6は、支柱12と、熱変形部材14と、弾性部材18とを備える熱応動アクチュエータ10を4個有する。これら4個の熱応動アクチュエータ10は、それぞれ熱応動アクチュエータユニット6の四隅の近傍に備えられている。可動板17の支持板11とは反対側の表面には発熱体61が配置されている。

[0066] 以上のような構成とされた第6の実施形態に係る熱応動アクチュエータユニット6によれば、複数個の熱応動アクチュエータ10を用いて可動板を移動させるので、精度よく可動板17を移動させることが可能となる。また、個々の熱応動アクチュエータ10は、支持板11と、支柱12と、熱変形部材14と、可動板17と、弾性部材18とを備える比較的簡単な構成とされているので、サイズの小型化および軽量化が容易となる。

[0067] 以上、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上述した実施形態において示した各構成部材の形状や組み合わせは一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

[0068] 本実施形態においては、熱応動アクチュエータユニットを、支持板と可動板とを接触状態（ON）と非接触状態（OFF）とに切り替えるための装置（ヒートスイッチ）として説明した。ただし、本発明の熱応動アクチュエータユニットは、例えば、可動板17を可動ステージとする位置決め装置として利用することができる。

[0069] 位置決め装置として利用する場合は、熱変形部材14にヒータを配置して、形状記憶合金に熱を付与することが好ましい。この場合、可動板17は熱伝導性でなくてもよい。また、位置決め装置として利用する場合は、支持板と可動板とを接触状態とする必要は特にはない。このため、支持板の可動板17側の表面又は可動板の支持板側の表面に、弾性部材を収容する弾性部材収容孔を設けなくてもよい。

[0070] また、本実施形態の熱応動アクチュエータユニットでは、支持板の表面に固定された支柱のフランジ部によって、熱変形部材を可動板（第１の部材）の支持板（第２の部材）側とは反対側に固定しているが、熱変形部材の形状記憶合金を可動板側に伸び変形させることができれば、熱変形部材の固定方法には特に制限はない。

[0071] さらに、本実施形態の熱応動アクチュエータユニットでは、熱変形部材を可動板（第１の部材）にのみに配置しているが、支持板（第２の部材）の可動板側とは反対側にも熱変形部材を配置してもよい。この場合は、熱変形部材の形状記憶合金による伸び変形によって、可動板と支持板の両方が互いに移動するため、非接触状態（OFF）と接触状態（ON）との切り替えをより確実に行うことができる。

[0072] なお、本実施形態の熱応動アクチュエータユニット及び熱応動アクチュエータは、宇宙用途に限定されるものではなく、地上用途の発熱体や熱交換器などへ適用できることはいうまでもない。

実施例

[0073] [実施例１]

図７に示すように、四隅の近傍に熱応動アクチュエータを備えた熱応動アクチュエータユニット６を作製した。

支持板１１および可動板１７としては、アルミニウム合金板を用いた。可動板１７には発熱体６１としてヒータを配置した。

支柱１２としては、フランジ付のねじ（Ｍ４）を用いた。

熱変形部材１４として、６個の単結晶の形状記憶合金柱状体１５（サイズ：φ１．３ｍｍ、長さ９ｍｍ、変態温度：２０℃）と、アルミニウム合金製の熱伝導性部材１６とを含むものを用いた。６個の形状記憶合金柱状体１５はそれぞれ等間隔で配置した。

弾性部材１８としては、皿ばね（ＳＳＲＢＮ１４－Ａ）を用いた。

支柱１２は、トルク０．６Ｎｍ（２５℃）の力で支持板１１に固定した。

[0074] 作製した熱応動アクチュエータユニット６を低温恒温槽内に配置した。低

温恒温槽内の温度を、 $60^{\circ}\text{C} \rightarrow 40^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C} \rightarrow 0^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C} \rightarrow -40^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C} \rightarrow 0^{\circ}\text{C} \rightarrow 20^{\circ}\text{C} \rightarrow 40^{\circ}\text{C} \rightarrow 60^{\circ}\text{C}$ の順に、各温度で120分間維持しながら、支持板11と可動板17の温度を測定する試験を行なった。なお、試験中は、発熱体61（ヒータ）に約10Wの電力を付与した。この試験結果を、図9に示す。

[0075] 図9において、横軸は時間を、縦軸は温度を表す。実線は支持板11の温度であり、破線は可動板17の温度である。また、図9中、Heat inputは、発熱体61に付与した電力である。

実線と波線が重なっているときは、支持板11と可動板17とが接触状態となっていると考えられる。一方、実線と波線が乖離しているときは、支持板11と可動板17とが非接触状態となっていると考えられる。

[0076] 図9の結果から、低温恒温槽内の温度を 60°C から順次下降させたときは、温度が 0°C となった時点で支持板11と可動板17とが非接触状態となったことが分かる。支持板11と可動板17とが非接触状態となると、支持板11は環境温度の低下に伴って温度が大きく低下する。一方、可動板17はヒータから供給される熱によって、環境温度の低下による温度の低下量が少なくなる。

[0077] また、図9の結果から、低温恒温槽内の温度を -40°C から順次上昇させたときは、温度が 40°C となった時点で支持板11と可動板17とが接触状態となったことが分かる。

支持板11と可動板17とが接触状態となると、可動板17に供給されるヒータからの熱が支持板11に拡散するため、支持板11と可動板17の温度が同じとなる。

[0078] 以上の結果から、本実施例の熱応動アクチュエータユニット6を用いることによって、可動板の環境温度に対する熱変化量を低減させることができることが確認された。

産業上の利用可能性

[0079] 本発明の熱応動アクチュエータユニットは、サイズの小型化および軽量化

が容易な構成で、熱交換器などの支持板と、発熱体となる可動板とを広い面積で接触させることができる。また、本発明の熱応動アクチュエータは、その熱応動アクチュエータユニットの駆動源として有利に用いることができる。

符号の説明

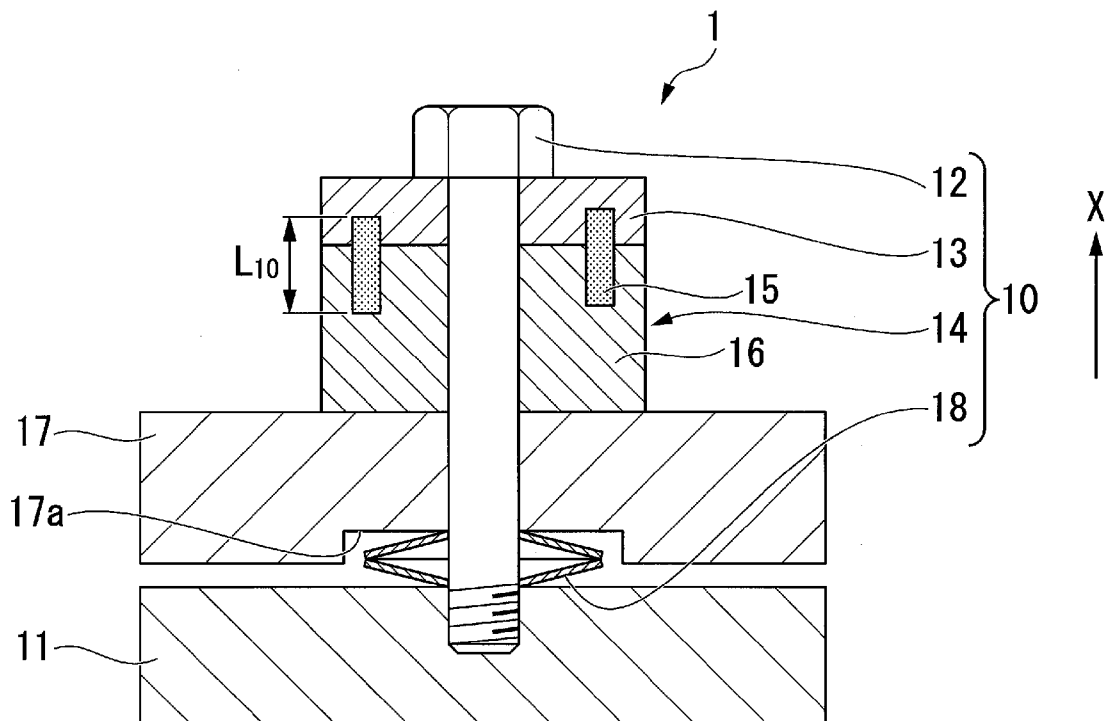
[0080] 1、2、3、4、5、6…熱応動アクチュエータユニット、10…熱応動アクチュエータ、11…支持板、11a…弾性部材収容孔、12…支柱、13…フランジ部、14…熱変形部材、15…形状記憶合金柱状体、16…熱伝導性部材、17…可動板、17a…弾性部材収容孔、18…弾性部材、21…形状記憶合金筒状体、41…締め付けトルク調整部、51…接触抑制部材、61…発熱体

請求の範囲

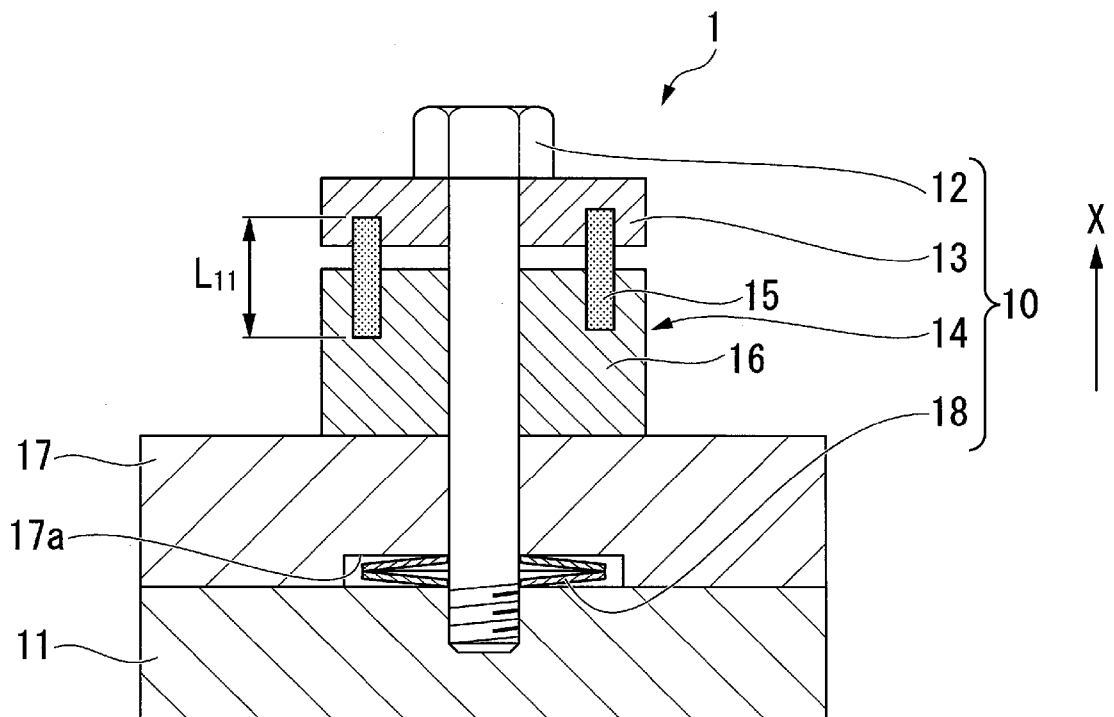
- [請求項1] 第1の部材と、
第2の部材と、
前記第1の部材と前記第2の部材の間に配置された弾性部材と、
前記第1の部材の前記第2の部材側とは反対側に配置され、熱によって前記第2の部材側に変形する形状記憶合金を有する熱変形部材と、
、
を備える、熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項2] 前記形状記憶合金が、熱によって前記第2の部材の表面に対して垂直な方向に沿う方向に伸び変形可能であり、
前記第2の部材の表面に対して垂直な方向に延び、一方の端部が前記第2の部材の表面に固定され、他方の端部にフランジ部が設けられている支柱を備え、
前記第1の部材が、前記支柱が通る貫通孔を有し、前記支柱に沿って摺動可能である、請求項1に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項3] 前記熱変形部材は、複数個の形状記憶合金の柱状体を含み、前記複数個の柱状体は、それぞれ前記支柱の周方向に沿って配置されている、請求項2に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項4] 前記複数個の柱状体は、熱伝導性部材で覆われている、請求項3に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項5] 前記支柱は雄ねじを有するボルトであって、前記第2の部材は表面に雌ねじを有し、前記ボルトの前記雄ねじと前記第2の部材の前記雌ねじとを螺合させるときの締め付けトルク調整部を備える、請求項2～4のいずれか一項に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項6] 前記弾性部材が皿ばねであって、前記皿ばねの穴に前記支柱が挿入されている、請求項2～5のいずれか一項に記載の熱応動アクチュエータユニット。

- [請求項7] 前記形状記憶合金が、単結晶形状記憶合金である、請求項1～6のいずれか一項に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項8] 前記第1の部材の前記第2の部材側の表面および前記第2の部材の前記第1の部材側の表面の少なくとも一方に、弾性部材収容孔が形成されている、請求項1～7のいずれか一項に記載の熱応動アクチュエータユニット。
- [請求項9] 第1の部材と第2の部材との間に配置される弾性部材と、
前記第1の部材の前記第2の部材側とは反対側に配置される、熱によって前記第2の部材側に変形する形状記憶合金を有する熱変形部材と、
を備える、熱応動アクチュエータ。
- [請求項10] 一方の端部が前記第2の部材の表面に固定可能とされていて、他方の端部にフランジ部が設けられている支柱を備え、
前記弾性部材と前記熱変形部材は、前記支柱が通る貫通孔を有し、
前記形状記憶合金が、熱によって前記支柱の長手方向に沿う方向に伸び変形可能とされている、請求項9に記載の熱応動アクチュエータ。

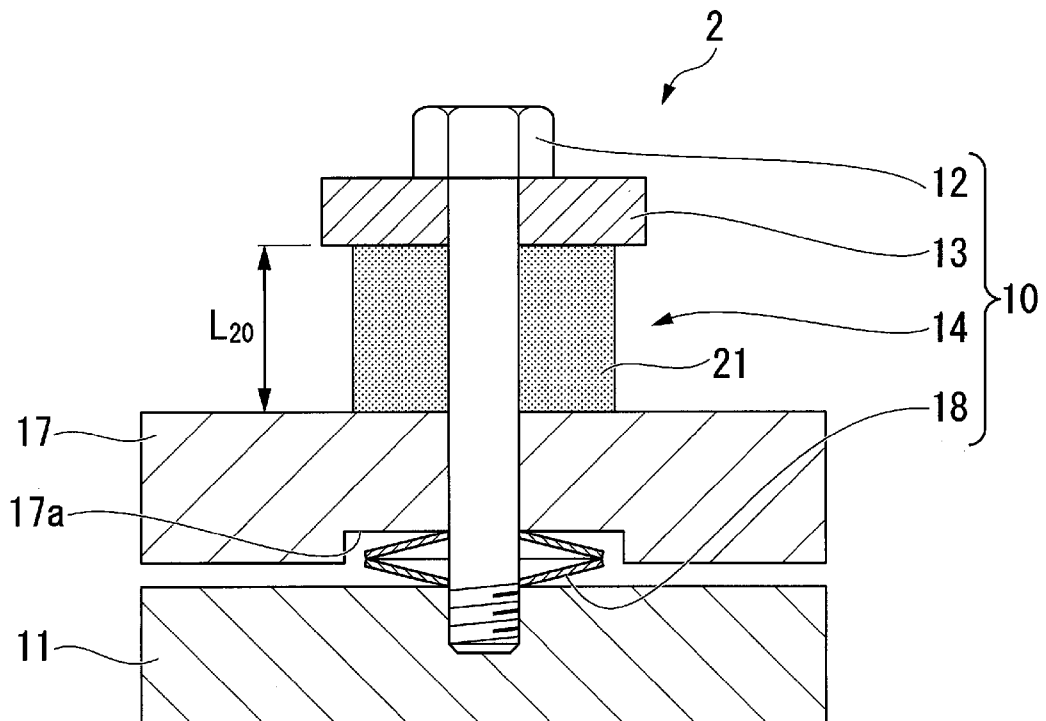
[図2A]



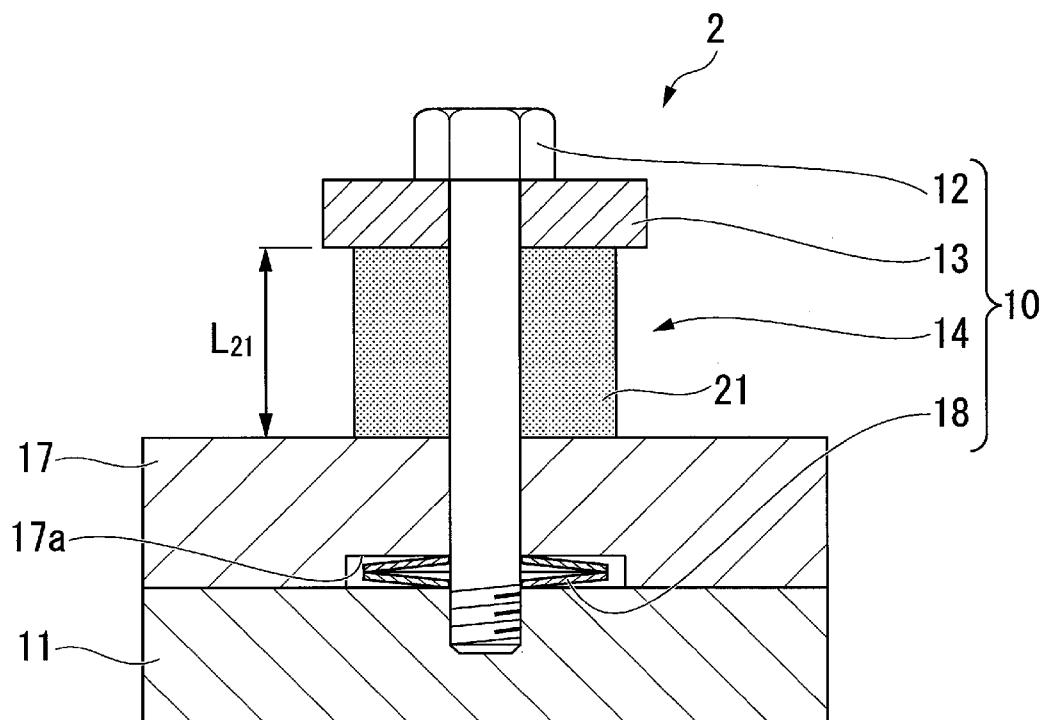
[図2B]



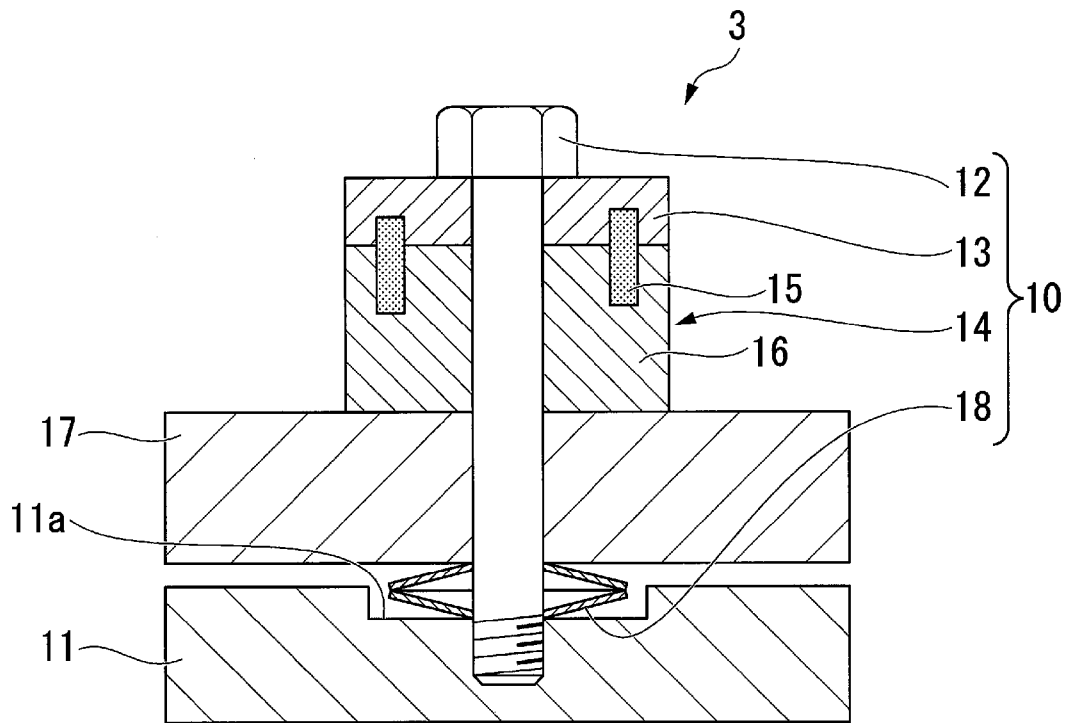
[図3A]



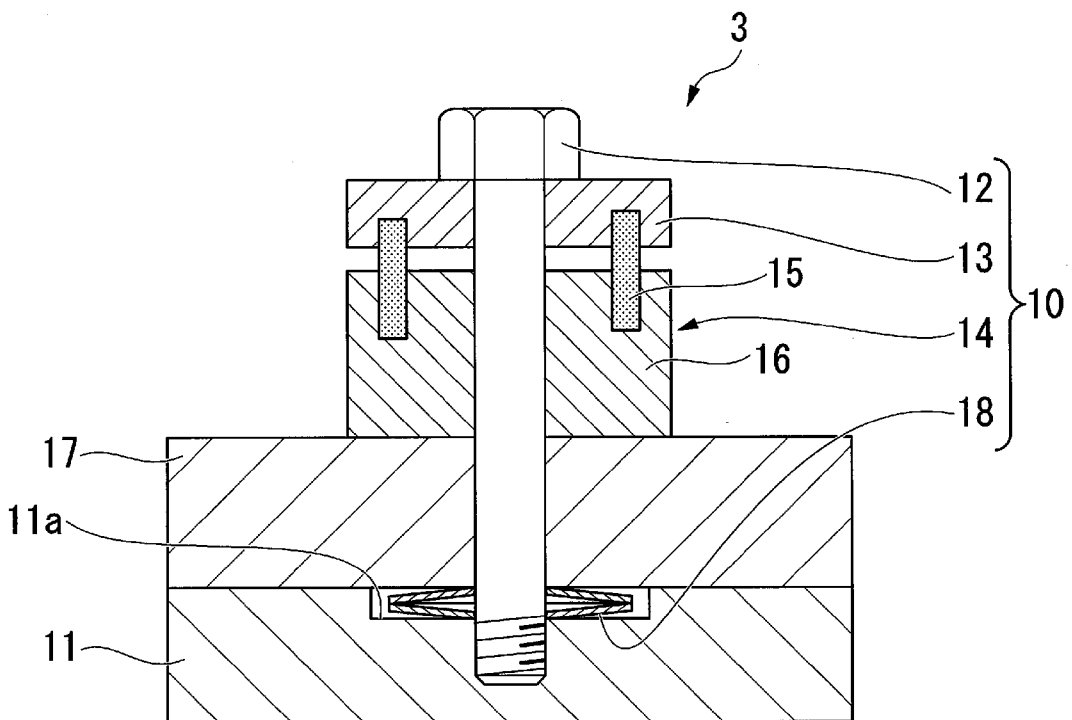
[図3B]



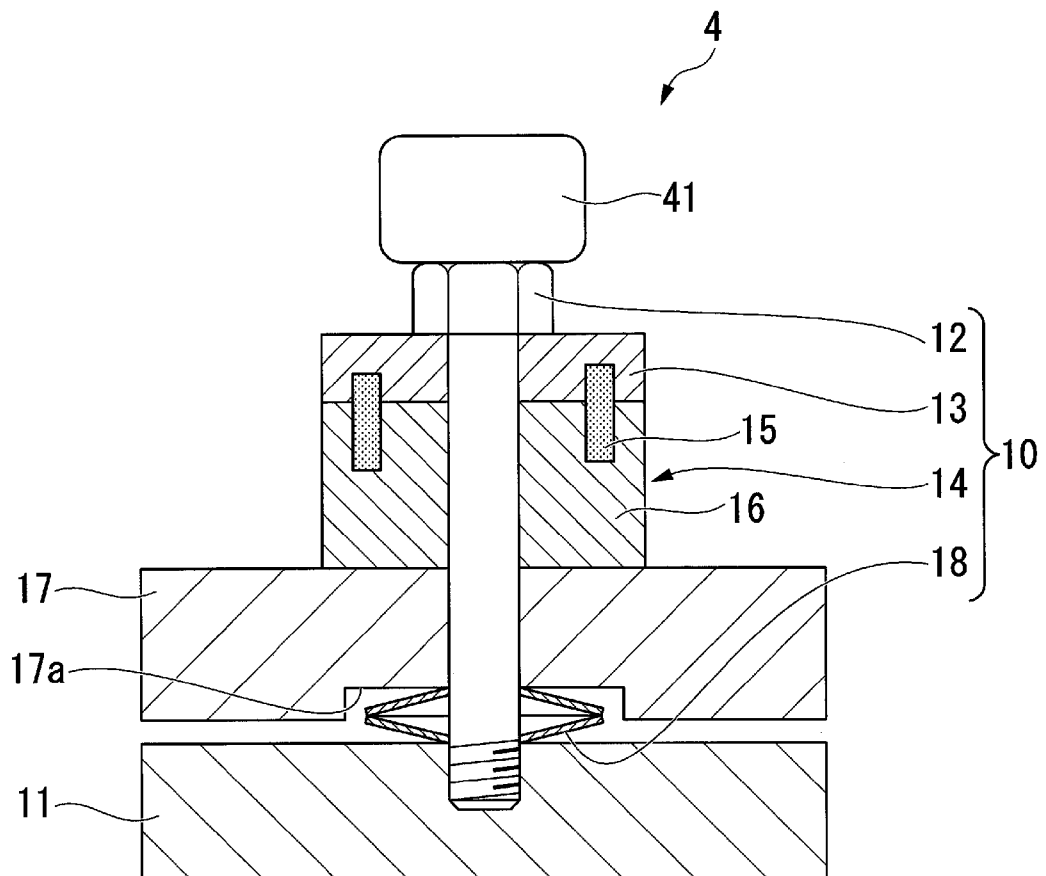
[図4A]



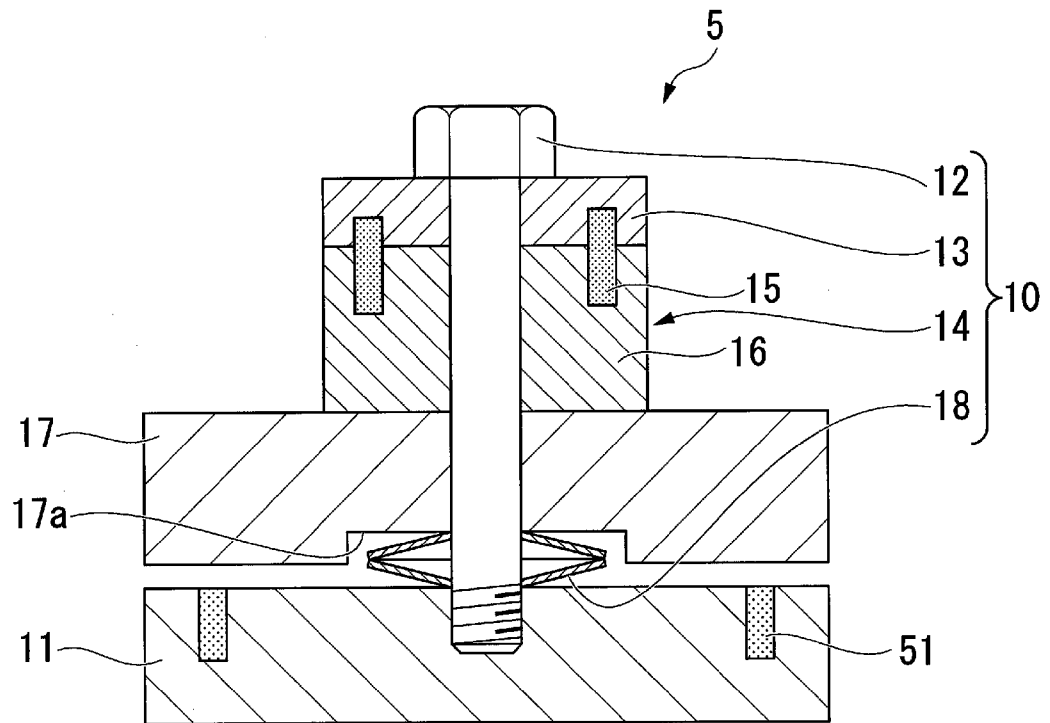
[図4B]



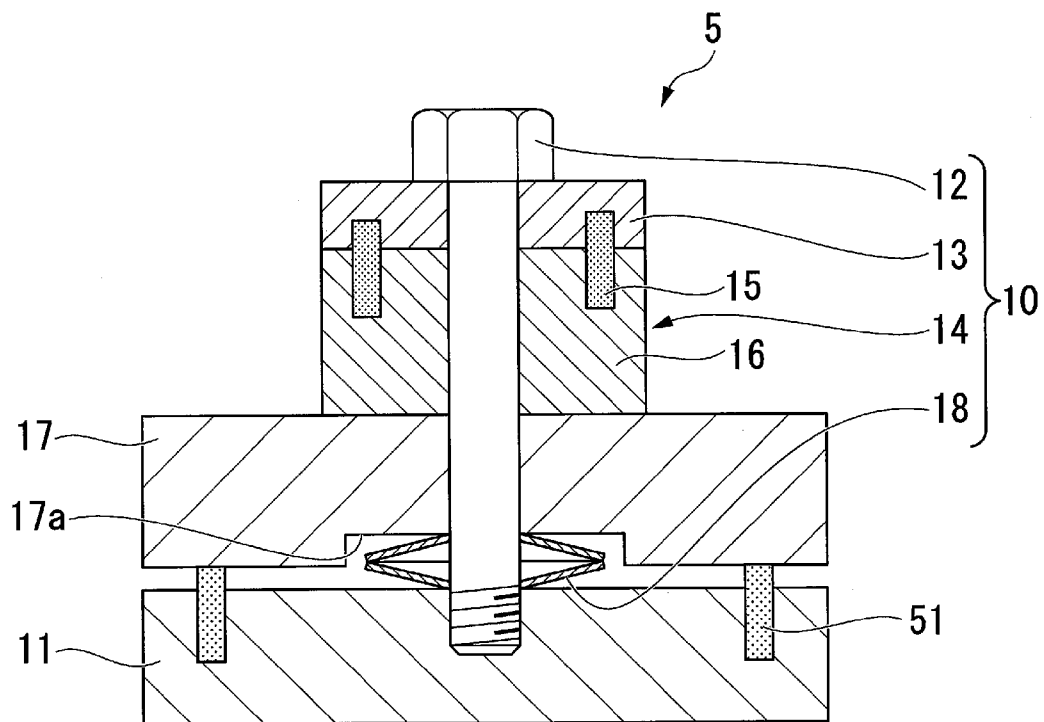
[図5]



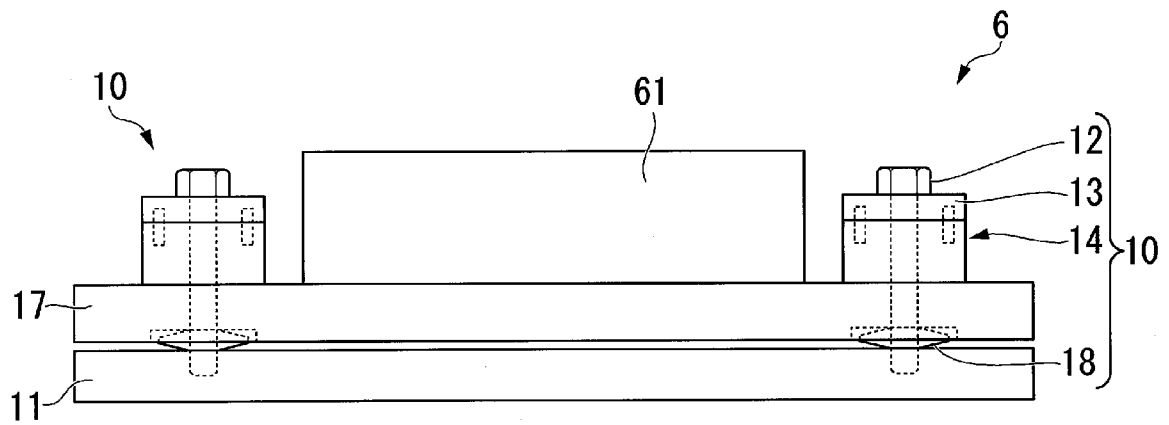
[図6A]



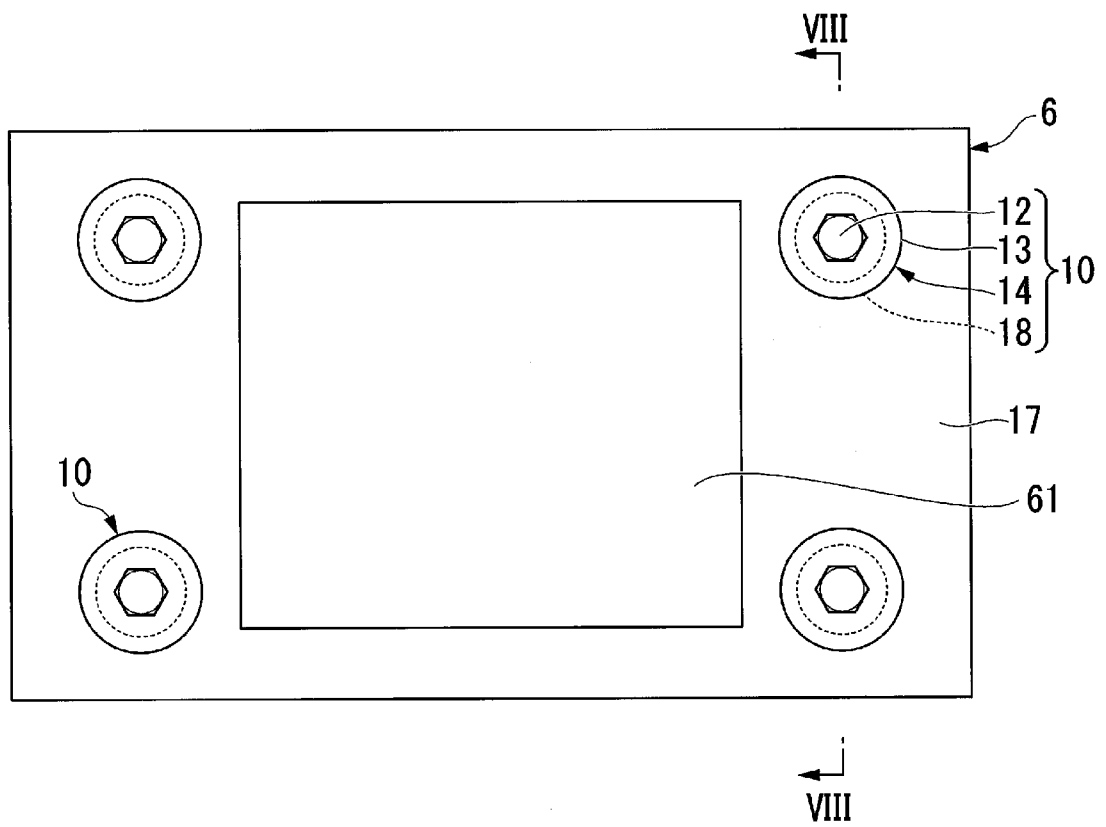
[図6B]



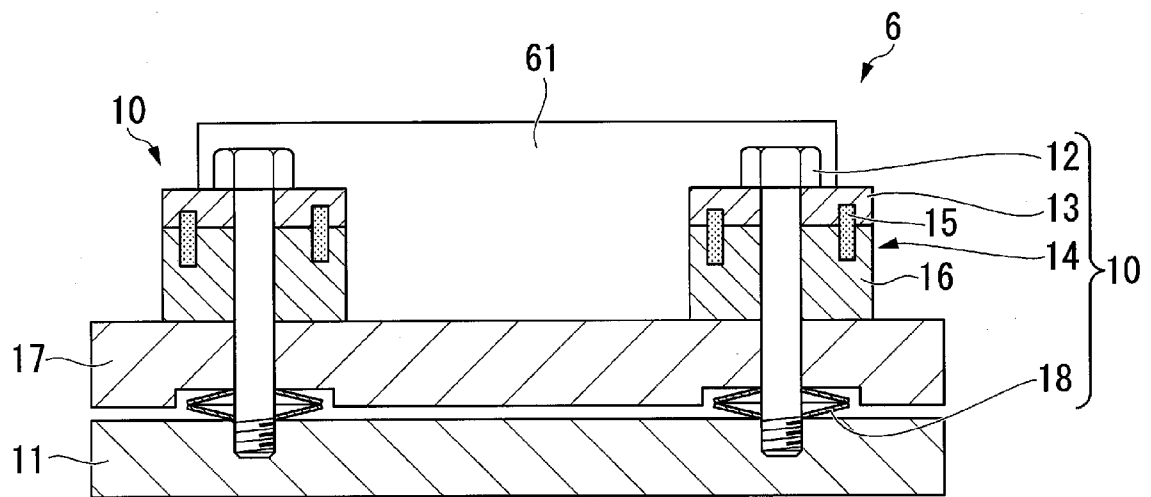
[図7A]



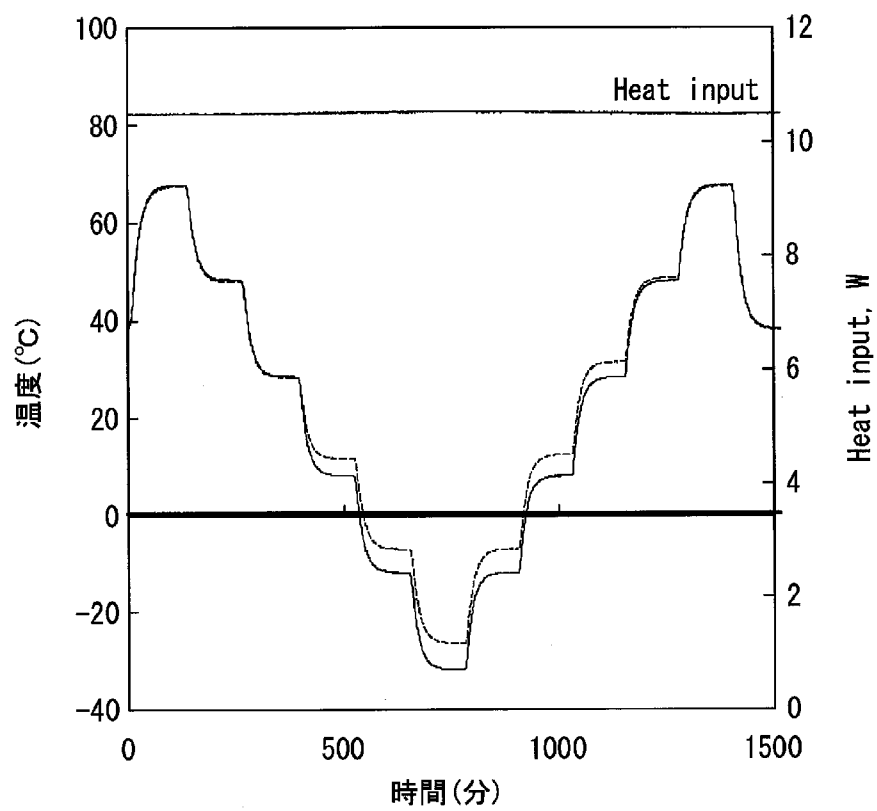
[図7B]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026059

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F03G7/06(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)

Int.Cl. F03G7/06, H05K7/20, H01L23/34-23/473, H01H37/32

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

DWPI (Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-259667 A (FUJITSU LTD.) 08 October 1993, paragraphs	1, 7-9
Y	[0010]-[0016], fig. 1-2 (Family: none)	2, 6, 10
A		3-5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 018834/1981 (Laid-open No. 133212/1982) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 19 August 1982, specification, page 3, line 3 to page 5, line 20, fig. 1-3 (Family: none)	2, 6, 10



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
14 September 2018 (14.09.2018)

Date of mailing of the international search report
02 October 2018 (02.10.2018)

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/JP2018/026059

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3-47480 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 28 February 1991, page 6, lower right column, line 13 to page 8, upper left column, line 9, fig. 8 (Family: none)	1, 9
A	JP 8-278099 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 22 October 1996, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 5003167 B2 (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 15 August 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 3555/1991 (Laid-open No. 99888/1992) (NEC CORP.) 28 August 1992, paragraphs [0008]-[0010], fig. 1 (Family: none)	1-10
A	US 6404636 B1 (RAYTHEON COMPANY) 11 June 2002, entire text, all drawings & WO 2002/061829 A2	1-10
A	JP 2016-532069 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 13 October 2016, entire text, fig. 5-9 & US 2015/0083367 A1, entire text, fig. 5-9 & WO 2015/042398 A1 & CA 2924101 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F03G7/06 (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. F03G7/06, H05K7/20, H01L23/34-23/473, H01H37/32,

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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)

DWPI (Derwent Innovation)

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 Y A	JP 5-259667 A (富士通株式会社) 1993. 10. 08, 段落[0010]-[0016], 図 1-2 (ファミリーなし)	1, 7-9 2, 6, 10 3-5
Y	日本国実用新案登録出願 56-018834 号 (日本国実用新案登録出願公開 57-133212 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (三菱電機株式会社) 1982. 08. 19, 明細書第 3 頁 第 3 行-第 5 頁第 20 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	2, 6, 10

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

- * 引用文献のカテゴリー
- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 09. 2018

国際調査報告の発送日

02. 10. 2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

西中村 健一

3 S

3420

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 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	JP 3-47480 A (富士電機株式会社) 1991.02.28, 第6頁右下欄第13行-第8頁左上欄第9行, 第8図 (ファミリーなし)	1, 9
A	JP 8-278099 A (三菱電機株式会社) 1996.10.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 5003167 B2 (カシオ計算機株式会社) 2012.08.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	日本国実用新案登録出願 3-3555 号 (日本国実用新案登録出願公開 4-99888 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 1992.08.28, 段落[0008]-[0010], 図1 (ファミリーなし)	1-10
A	US 6404636 B1 (RAYTHEON COMPANY) 2002.06.11, 全文, 全図 & WO 2002/061829 A2	1-10
A	JP 2016-532069 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 2016.10.13, 全文, 図5-9 & US 2015/0083367 A1, 全文, 図5-9 & WO 2015/042398 A1 & CA 2924101 A	1-10