

(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
2013 年 10 月 3 日(03.10.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/146541 A1

- (51) 国際特許分類:
F24J 2/12 (2006.01) G02B 5/10 (2006.01)
F03G 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/058107
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 21 日(21.03.2013)
- (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 2012-074950 2012 年 3 月 28 日(28.03.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 古谷 明(FURUTANI Akira); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).

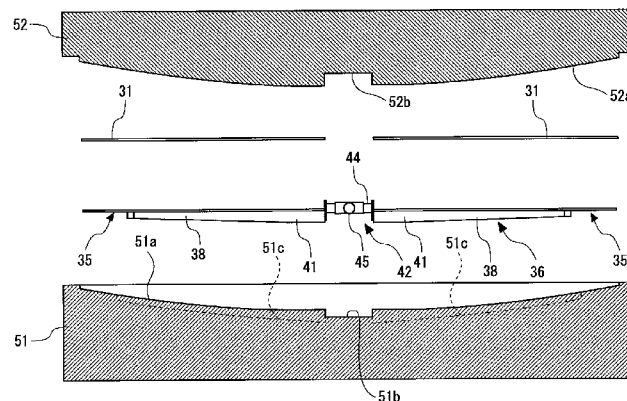
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MIRROR STRUCTURE, MIRROR STRUCTURE, LIGHT COLLECTION DEVICE PROVIDED WITH SAME, HEAT COLLECTION FACILITY, AND SOLAR THERMAL GENERATOR FACILITY

(54) 発明の名称: 鏡構造体の製造方法、鏡構造体、これを備えている集光装置、集熱設備及び太陽熱発電設備



(57) Abstract: In the present invention, prepared are: a mirror (31) that reflects solar light; a back surface reinforcing plate (35) that supports the back surface of the mirror (31); and a support frame (36) that is disposed at the back surface of the back surface reinforcing plate (35). Next, the back surface reinforcing plate (35) and the support frame (36) are joined. Then, an adhesive is disposed between the mirror (31) and the back surface reinforcing plate (35), and using a bottom mold (51) and a top mold (52), the mirror (31), the back surface reinforcing plate (35), and the support frame (36) are elastically deformed in a manner so that the reflecting surface of the mirror (31) forms a target 3D curved surface, and the elastically deformed state is maintained until the adhesive cures.

(57) 要約: 太陽光を反射する鏡 31 と、鏡 31 の背面を支える背面補強板 35 と、背面補強板 35 の背面に配置される支持フレーム 36 とを準備する。次に、背面補強板 35 と支持フレーム 36 とを接合する。そして、鏡 31 と背面補強板 35 との間に接着剤を配し、下型 51 及び上型 52 を用いて、鏡 31 の反射面が目的の三次元曲面を成すよう、鏡 31 と背面補強板 35 と支持フレーム 36 とを弾性変形させ、接着剤が硬化するまで弾性変形の状態を維持する。



WO 2013/146541 A1

明 細 書

発明の名称：

鏡構造体の製造方法、鏡構造体、これを備えている集光装置、集熱設備及び太陽熱発電設備

技術分野

[0001] 本発明は、太陽光を反射する鏡構造体の製造方法、鏡構造体、これを備えている集光装置、集熱設備及び太陽熱発電設備に関する。

本願は、2012年3月28日に日本に出願された特願2012-074950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] 近年、地球温暖化の防止及び化石燃料の使用抑制の観点から、二酸化炭素や窒素酸化物などの有害物質の排出が少ない自然エネルギーや、資源を再利用するリサイクルエネルギーとしての太陽光エネルギーが注目されている。

[0003] 太陽光エネルギーを利用する設備としては、例えば、鏡を有する集光装置と、鏡からの光を受ける受熱器と、を備えている集熱設備がある。

[0004] このような集熱設備における集光装置としては、例えば、以下の特許文献1に開示されている集光装置がある。

[0005] この集光装置は、複数の鏡を有する鏡構造体と、この鏡構造体の鏡を目的の方向に向ける駆動装置とを備えている。鏡構造体は、複数の鏡を有すると共に、鏡の背面に接着されるラミネートシートと、このラミネートシートの背面側に配置されるトラス構造物と、ラミネートシートとトラス構造物との間に配置され、鏡の曲面を維持するためのスペーサ片と、を有している。

[0006] この鏡構造体では、軽量化を図るために、変形可能な薄い鏡を用い、剛体を成すスペーサ片及びトラス構造物でこの鏡を変形不能に支持している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開昭58-35359号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上述の鏡構造体では、変形可能な薄い鏡をスペーサ片及びトラス構造物で支持しているため、鏡構造体の完成の前後で変形せず、独自に高い剛性を持つスペーサ片及びトラス構造物の存在により、鏡構造体の重量がかさんでしまう。このため、この鏡構造体の搬送や現場組み付けを容易に行うことができないのみならず、鏡構造体を目的の方向に向ける際の駆動力が大きくなる、という問題がある。

[0009] そこで、本発明は、鏡構造体の軽量化を図ることで、搬送や現場組み付けを容易に行うことができ、鏡構造体を目的の方向に向ける際の駆動力を小さくすることができる鏡構造体の製造方法、鏡構造体、これを備えている集光装置、集熱設備及び太陽熱発電設備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

[0010] 発明の一実施形態に係る鏡構造体の製造方法は、
太陽光を反射して、受熱器に太陽光を照射する鏡構造体の製造方法において、太陽光を反射する鏡と、該鏡の背面を支える背面補強板と、該背面補強板の背面に配置される支持フレームと、を準備する準備工程と、前記背面補強板と前記支持フレームとを接合する接合工程と、前記鏡と前記背面補強板との間に接着剤を配し、前記鏡の反射面が目的の三次元曲面を成すよう、前記鏡と前記背面補強板と前記支持フレームとを弾性変形させ、前記接着剤が硬化するまで弾性変形の状態を維持する矯正接着工程と、を実行する。

[0011] 当該製造方法では、接着剤の硬化により、鏡、背面補強板及び支持梁部材の弾性変形状態が維持されて、鏡、背面補強板及び支持フレームが一体化した一つの剛体を成す。すなわち、当該製造方法では、鏡、背面補強板及び支持フレームが一体化した段階で初めて、鏡構造体の剛性が確保される。

[0012] このため、当該製造方法では、鏡、背面補強板及び支持フレームのそれぞれに高い剛性が要求されず、鏡構造体の軽量化を図ることができる。

[0013] ここで、前記鏡構造体の製造方法において、前記矯正接着工程では、前記

鏡に接する第一の型と、前記背面補強板及び前記支持フレームに接する第二の型とを用い、前記目的の三次元曲面に対応した曲面を形成してもよい。

[0014] この際、前記準備工程では、複数の前記鏡と、複数の該鏡毎の背面補強板を準備し、前記矯正接着工程では、複数の該鏡に接する前記第一の型と、複数の前記背面補強板及び前記支持フレームに接する前記第二の型とを用いて、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面の一部を成すよう、複数の該鏡の反射面の形状を形成してもよい。

[0015] 当該製造方法では、複数の鏡の反射面で目的の三次元曲面を形成する場合でも、既に目的の三次元曲面を成している複数の鏡を支持フレーム等に取り付ける場合よりも、個々に鏡を加工する手間を省くことができる。また、支持フレームに対する各鏡の向きや位置調整が非常に容易になり、製造工程を簡略化することができる。また、複数の鏡の反射面で、極めて正確に目的の三次元曲面を形成することができる。

[0016] また、前記第一の型及び前記第二の型を用いる前記鏡構造体の製造方法において、前記矯正接着工程では、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面である回転対称面の一部を成し且つ複数の鏡の間に該回転対称面の回転対称軸が存在するよう、複数の該鏡の反射面の形状を形成してもよい。

[0017] 駆動装置で鏡構造体の光軸の向きを制御して、固定されている受熱器に日周運動する太陽からの光を照射する場合、光軸から離れた位置に複数の鏡の回動の基準となる回転軸が存在すると、光軸の向きの制御が非常に複雑になる。当該製造方法では、回転対称面の回転対称軸が鏡構造体の光軸となり、この光軸が複数の鏡の間に存在する。よって、当該製造方法では、光軸を中心として鏡構造体を回動させる場合、複数の鏡の間に回動の基準となる回転軸を配置することができ、固定されている受熱器に日周運動する太陽からの光を照射する場合の光軸の向きの制御を簡易化することができる。

[0018] また、当該製造方法では、前記回転対称面が回転放物面である場合、回転放物面で最も曲率の大きい回転対称軸周りには、鏡が存在しない。このため、矯正接着工程で鏡に無理な弾性変形を強いることを避けることができる。

- [0019] また、前記鏡構造体の製造方法において、前記鏡と前記背面補強板とを少なくとも一部で接着する前記接着剤が、弾性接着剤であってもよい。
- [0020] 当該製造方法では、鏡の熱膨張係数と背面補強板の熱膨張係数との差による鏡と背面補強板との熱膨張差を吸収することができる。
- [0021] 発明の一実施形態に係る鏡構造体は、
太陽光を反射して、受熱器に太陽光を照射する鏡構造体において、太陽光を反射する鏡と、該鏡の背面を支える背面補強板と、該背面補強板の背面に配置される支持フレームと、を備え、前記鏡の反射面が目的の三次元曲面を成すよう、該鏡と該背面補強板と前記支持フレームとが弾性変形した状態で互いに接合され、該弾性変形した状態が維持されている。
- [0022] 当該鏡構造体では、鏡、背面補強板及び支持梁部材の弾性変形状態が維持されて、鏡、背面補強板及び支持フレームが一体化した一つの剛体を成す。
すなわち、当該鏡構造体では、鏡、背面補強板及び支持フレームが一体化した段階で初めて、全体としての剛性が確保される。このため、当該鏡構造体では、鏡、背面補強板及び支持フレームのそれぞれに高い剛性が要求されず、鏡構造体の軽量化を図ることができる。
- [0023] また、前記鏡構造体において、前記鏡と前記背面補強板とは接着剤で接合され、前記鏡と前記背面補強板とを少なくとも一部で接着する前記接着剤は、弾性接着剤であってもよい。
- [0024] 当該鏡構造体では、鏡の熱膨張係数と背面補強板の熱膨張係数との差による鏡と背面補強板との熱膨張差を吸収することができる。
- [0025] また、前記鏡構造体において、鏡構造体が複数の前記鏡を有し、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面である回転対称面の一部を成し、複数の前記鏡の相互間に、前記回転対称面の回転対称軸が存在してもよい。
- [0026] 駆動装置で鏡構造体の光軸の向きを制御して、固定されている受熱器に日周運動する太陽からの光を照射する場合、光軸から離れた位置に複数の鏡の回動の基準となる回転軸が存在すると、光軸の向きの制御が非常に複雑になる。当該鏡構造体では、回転対称面の回転対称軸が鏡構造体の光軸となり、

この光軸が複数の鏡の間に存在する。よって、当該鏡構造体では、光軸を中心として鏡構造体を回動させる場合、複数の鏡の間に回動の基準となる回転軸を配置することができ、固定されている受熱器に日周運動する太陽からの光を照射する場合の光軸の向きの制御を簡易化することができる。

[0027] この場合、前記支持フレームは、前記回転対称軸に対して放射方向に延びて、前記背面補強板を支持する複数の支持梁部材を有し、複数の前記支持梁部材が弾性変形していてもよい。

[0028] 当該鏡構造体では、鏡及び背面補強板を複数の支持梁部材で効率的に支持できるため、支持フレームの部品点数を少なくすることができると共に、支持フレームを構成する部材として軽量の部材を用いることができる。よって、当該鏡構造体の軽量化を図ることができる。

[0029] 発明の一実施形態に係る集光装置は、
前記鏡構造体と、前記鏡構造体の前記鏡を目的の方向に向ける駆動装置と、を備えている。

[0030] 当該集光装置も前記鏡構造体を備えているので、この鏡構造体の軽量化を図ることができる。

[0031] 発明の一実施形態に係る集熱設備は、
前記集光装置と、前記集光装置で集光された太陽光により媒体を加熱する受熱器と、を備えている。

[0032] 発明の一実施形態に係る太陽熱発電設備は、
前記集光装置と、前記集光装置で集光された太陽光により媒体を加熱する受熱器と、前記受熱器で加熱された媒体により駆動するタービンと、前記タービンの駆動で発電する発電機と、を備えている。

発明の効果

[0033] 本発明では、鏡構造体の軽量化を図ることができる。このため、本発明によれば、鏡構造体の搬送や現場組み付けを容易に行うことができ、鏡構造体を目的の方向に向ける際の駆動力を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]本発明の一実施形態に係る集熱設備の構成を示す説明図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る集熱設備の平面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係るヘリオスタット（集光装置）の背面図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る鏡構造体の背面図である。

[図5]本発明の一実施形態に係る鏡構造体の要部背面図である。

[図6]本発明の一実施形態に係る鏡構造体の底面図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る鏡構造体の側断面図である。

[図8A]本発明の一実施形態に係る鏡構造体を示す説明図で、鏡構造体の正面についての説明図である。

[図8B]本発明の一実施形態に係る鏡構造体を示す説明図で、鏡構造体の断面についての説明図である。

[図9]本発明の一実施形態に係るヘリオスタットの各回転軸線及び光軸を示す説明図である。

[図10]本発明の一実施形態に係る鏡構造体の製造手順を示すフローチャートである。

[図11]本発明の一実施形態に係る製造過程における下型と矯正前の鏡構造体との関係を示す説明図である。

[図12]本発明の一実施形態に係る製造過程の矯正工程の説明図である。

発明を実施するための形態

[0035] 次に、本発明に係る集光装置に係る一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態は、本発明に係る集光装置の好適な具体例であり、この実施形態が示す態様に限定されるものではない。また、以下に示す実施形態における構成要素は適宜、既存の構成要素等との置き換えが可能であり、かつ、他の既存の構成要素との組合せを含む様々なバリエーションが可能である。したがって、以下に示す実施形態の記載をもって、特許請求の範囲に記載された発明の内容を限定するものではない。

[0036] 本実施形態の集熱設備 1 は、図 1 に示すように、太陽光が照射される受熱

器 10 と、この受熱器 10 が上部に固定されるタワー施設 20 と、タワー施設 20 の周囲に複数設置され、鏡 31 で太陽光を反射して受熱器 10 に太陽光を照射する集光装置としてのヘリオスタット 30 と、複数のヘリオスタット 30 を制御する制御装置 2 と、を備えている。

[0037] 受熱器 10 は、太陽光が照射される受熱部 11 と、この受熱部 11 を覆うケーシング 12 とを有している。受熱部 11 の内部には、水や空気等の作動流体が供給され、この作動流体が太陽光からの熱で加熱される。例えば、図示は省略するが、作動流体が空気の場合、集熱設備 1 は、さらに、加熱された空気で駆動するガスタービンと、このガスタービンの駆動で発電する発電機とを備えていることで、太陽熱発電設備を構成することができる。なお、この例は、受熱器 10 からの熱エネルギーを電気エネルギー発生に利用しているが、この熱エネルギーを蒸気発生のために利用してもよいし、さらにこの蒸気を電気エネルギー発生に利用してもよい。

[0038] ヘリオスタット 30 は、図 2 に示すように、タワー施設 20 を中心として、リング状の領域内に複数点在している。言い換えると、ヘリオスタット 30 は、タワー施設 20 を中心として、周方向に 360° 複数配置されていると共に、タワー施設 20 を基準として遠近方向にも複数配置されている。なお、ここでは、タワー施設 20 を中心として、リング状の領域内に複数のヘリオスタット 30 を配置しているが、タワー施設 20 を中心とする扇状の領域又は矩形領域内に複数のヘリオスタット 30 を配置してもよい。

[0039] タワー施設 20 は、図 1 に示すように、鉛直方向に延びる 4 本の支柱 21 と、4 本の支柱 21 の相互を連結する複数のタワー梁 22 と、受熱器 10 を収納する収納室 23 と、を有している。タワー施設 20 の支柱 21 及びタワー梁 22 は、ヘリオスタット 30 の鏡 31 で反射されて受熱器 10 に向う太陽光の光路上に存在しないよう、配置されている。

[0040] ヘリオスタット 30 は、図 3 に示すように、太陽光を反射する鏡 31 を有する鏡構造体 32 と、この鏡構造体 32 の鏡 31 を目的の方向に向ける駆動装置 33 と、これらを支える支持台 34 と、を備えている。

- [0041] 鏡構造体 32 は、図 4 ～図 7 に示すように、左右一对の 2 枚の鏡 31 と、各鏡 31 の背面を支持する背面補強板 35 と、背面補強板 35 の背面を支持する支持フレーム 36 と、を有している。
- [0042] 2 枚の鏡 31 は、図 8 A 及び図 8 B に示すように、同一サイズでかつ正面視で同一の長方形板状を成している。本実施形態の鏡構造体 32 では、2 枚の鏡 31 の反射面が一つの回転対称面、具体的には回転放物面の一部を形成している。2 枚の鏡 31 は、その中間地点に回転放物面の頂部が位置するように離間しており、図示左右で対称となっている。以下、本実施形態では、図 8 A、図 8 B 及び図 9 に示すように、この回転放物面の頂部を鏡構造体 32 の主点 Q1 とし、この主点 Q1 を通り、反射面に対する法線方向に延びる軸、つまり、主点 Q1 と回転放物面の焦点 Q2 とを通る回転対称面の回転中心軸を、この鏡構造体 32 の光軸 A0 とする。なお、図 9 において焦点 Q2 は、主点 Q1 からの実際の距離で示したものではない。
- [0043] 駆動装置 33 は、図 3 及び図 9 に示すように、鏡構造体 32 の主点 Q1 を通り且つ光軸 A0 に直交する第二回転軸線 A2 と、鏡構造体 32 の主点 Q1 を通り且つ第二回転軸線 A2 に直交する第一回転軸線 A1 とを中心として鏡構造体 32 を回動させる。よって、本実施形態では、第一回転軸線 A1 と第二回転軸線 A2 との交点が、鏡構造体 32 の主点 Q1 上に位置している。
- [0044] 駆動装置 33 は、図 3 に示すように、第一回転軸線 A1 を中心軸として回転可能に支持台 34 に支持されている第一回転軸 50 と、第二回転軸線 A2 を中心軸として回転可能に第一回転軸 50 に取り付けられている第二回転軸 44 と、各回転軸 50, 44 を独自に回転させると共に、水平面に対する第一回転軸線 A1 の角度を変える駆動機構 49 と、を有している。
- [0045] 再び、鏡構造体 32 について説明する。鏡構造体 32 の背面補強板 35 は、図 6 及び図 8 B に示すように、各鏡 31 の背面に接着され、各鏡 31 を背面側から支持している。この背面補強板 35 は、薄い鋼板や薄いアルミニウム合金板や樹脂板等で形成され、その板厚方向に凹凸形状を成すよう成形されたものである。この背面補強板 35 は、凸部の頂部で接着剤を介して鏡 3

1の背面と接着されている。鏡31と背面補強板35とを少なくとも一部で接着する接着剤は、鏡31の熱膨張係数と背面補強板35の熱膨張係数との差による熱膨張差を吸収するため、例えば、弾性を有するシリコン系又は変性シリコン系の弾性接着剤が好ましい。

[0046] 背面補強板35の背面には、前述したように、支持フレーム36が配置されている。この支持フレーム36は、図4に示すように、各背面補強板35の背面に接合される複数の支持梁部材38と、複数の支持梁部材38相互を連結する連結部材42とを有している。

[0047] 複数の支持梁部材38は、その長手方向が鏡構造体32の光軸A_oから放射方向を向くように、背面補強板35に接合されている。具体的に、本実施形態では、1枚の背面補強板35に対して2本の支持梁部材38が設けられている。各支持梁部材38は、一方の端部が光軸A_o側を向き、その他方の端部が背面補強板35の角側、つまり鏡31の角側を向き、2本の支持梁部材38でV字を成すよう、背面補強板35に設けられている。なお、ここでは、1枚の背面補強板35、つまり1枚の鏡31に対して、2本の支持梁部材38を設けているが、強度上の観点から、3本以上の支持梁部材38を設けてもよい。

[0048] 支持梁部材38は、図3及び図4に示すように、その断面形状が溝型又は角パイプ型等の形状を成している。また、この支持梁部材38は、鏡構造体32の光軸A_oから遠ざかるに連れて、言い換えると、背面補強板35の角側に向かうに連れて、その厚みが薄くなっており、軽量化が図られている。また、支持梁部材38は、鏡構造体32の光軸A_oから遠ざかるに連れて、その幅を狭く（先細り）してもよい。すなわち、支持梁部材38は、この支持梁部材38が延びている放射方向に対して垂直な断面積が、光軸A_oに近い位置での断面積よりも光軸A_oから遠い位置での断面積の方が小さくてもよい。

[0049] 連結部材42は、図4～図7に示すように、1枚の背面補強板35の2本の支持梁部材38相互連結する連結梁41と、一方の背面補強板35側の連

結梁 4 1 と他方の背面補強板 3 5 側の連結梁 4 1 とを連結する円柱状の軸 4 4 と、この軸 4 4 が挿通される T 字管 4 5 と、を有している。

[0050] 連結梁 4 1 相互を連結する軸 4 4 の中心軸線は、光軸 A o に直交し且つ鏡構造体 3 2 の回転放物面の頂点である主点 Q 1 を通っている。また、この軸 4 4 は、T 字管 4 5 の両腕部分 4 5 a に入り込み、この T 字管 4 5 の内部に設けられている軸受け（図示せず）により、自身の中心軸線回りに回転可能に支持されている。本実施形態では、この軸 4 4 が前述した第二回転軸を成し、軸 4 4 の中心軸が第二回転軸線 A 2 を成す。よって、以下では、この軸 4 4 を第二回転軸 4 4 という。

[0051] 駆動装置 3 3 の第一回転軸 5 0 は、図 5 に示すように、以上で説明した T 字管 4 5 と、この T 字管 4 5 の脚部分 4 5 b に挿通されて固定される第一回転軸本体 5 0 a と、を有している。第一回転軸本体 5 0 a の中心軸は、第一回転軸線 A 1 を成している。この第一回転軸 5 0 は、第一回転軸線 A 1 を中心として回転可能に、且つ、水平面に対する角度を変えられるように、図 3 に示す支持台 3 4 に支持されている。この第一回転軸 5 0 の回転及び水平面に対する角度変更は、図 3 に示す駆動機構 4 9 により行われる。

[0052] 以上のように、本実施形態では、鏡構造体 3 2 の構成要素である連結部材 4 2 の第二回転軸 4 4 及び T 字管 4 5 は、駆動装置 3 3 の構成要素にもなっている。

[0053] 以上で説明した鏡構造体 3 2 は、光軸 A o を基準にして点対称である。また、鏡構造体 3 2 の重心 Q 3 の位置は、図 9 に示すように、鏡構造体 3 2 の光軸 A o 上であって、主点 Q 1 を基準にして焦点 Q 2 と反対側の位置である。この重心 Q 3 は、主点 Q 1 からの距離が極めて短く、図 7 に示すように、主点 Q 1 を通る第二回転軸線 A 2 を中心軸とする第二回転軸 4 4 内、及び主点 Q 1 を通る第一回転軸線 A 1 を中心軸とする第一回転軸 5 0 内に存在する。

[0054] このため、本実施形態では、鏡構造体 3 2 が第一回転軸線 A 1 回りに回転しても、第二回転軸線 A 2 回りに回転しても、鏡構造体 3 2 の重心位置の移

動はほとんどない。しかも、鏡構造体 3 2 自体の重さで、鏡構造体 3 2 自体を第一回転軸線 A 1 や第二回転軸線 A 2 の回りに回転させようとするモーメントはほとんど生じない。

[0055] したがって、本実施形態では、鏡構造体 3 2 を回転させるための駆動力を小さくすることができると共に、第一回転軸 5 0 や第二回転軸 4 4 の剛性や、これらの回転軸 5 0, 4 4 を回転可能に支持する軸受けを含む支持構造の剛性等が多少小さくても、鏡構造体 3 2 を安定支持することができる。

[0056] このように、本実施形態では、第一回転軸 5 0 や第二回転軸 4 4 等の剛性を小さくできるので、これらの小型軽量化を図ることも可能である。

[0057] また、本実施形態では、鏡構造体 3 2 の主点 Q 1 が第一回転軸線 A 1 と第二回転軸線 A 2 との交点上に位置している。このため、本実施形態において、鏡構造体 3 2 は、第一回転軸線 A 1 回りに回転しても第二回転軸線 A 2 回りに回転しても、鏡構造体 3 2 の主点 Q 1 が移動せず、この鏡構造体 3 2 の主点 Q 1 と受熱器 1 0 の受熱部 1 1 との相対位置も変化しない。

[0058] よって、本実施形態では、鏡構造体 3 2 を回転させても、鏡構造体 3 2 の 2 枚の鏡 3 1 で反射した太陽光を受熱器 1 0 の受熱部 1 1 に正確に照射し続けることができる。言い換えると、本実施形態では、2 つの鏡 3 1 の間に光軸 A 0 が存在するため、光軸 A 0 を中心として鏡構造体 3 2 を回転させる場合、複数の鏡の間に回転の基準となる回転軸を配置することができ、固定されている受熱器に日周運動する太陽からの光を照射する場合の光軸 A 0 の向きの制御を簡易化することができる。

[0059] また、本実施形態では、背面補強板 3 5 の背面に接合される複数の支持梁部材 3 8 は、鏡構造体 3 2 の光軸 A 0 に対して放射方向、つまり鏡 3 1 の曲率が変わる方向に沿って延びているため、鏡 3 1 及び背面補強板 3 5 をその曲率の変化に合わせて支持することで、これらを極めて効率的に支持することができる。このため、本実施形態では、支持フレーム 3 6 の部品点数を少なくすることができると共に、支持フレーム 3 6 を構成する部材として軽量の部材を用いることができ、鏡構造体 3 2 の軽量化を図ることができる。

[0060] 次に、以上で説明した鏡構造体 3 2 の製造手順について、図 1 0 に示すフローチャートに従って説明する。

[0061] (準備工程<ステップ S 1>)

準備工程では、2 枚の鏡 3 1 及び 2 枚の背面補強板 3 5、さらに、前述の支持フレーム 3 6 を準備する。この時点で、2 枚の鏡 3 1 の反射面は、いずれも平坦である。また、背面補強板 3 5 には、凹凸形状が形成されているものの、この背面補強板 3 5 自体の剛性はきわめて低く、この背面補強板 3 5 は自重で変形する。さらに、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、鏡 3 1 と背面補強板 3 5 と支持フレーム 3 6 を変形させて、この変形状態を維持するための上型 (第一の型) 5 2 及び下型 (第二の型) 5 1 も準備する。

[0062] 上型 5 2 は、2 枚の鏡 3 1 に対向する鏡対向面 5 2 a と、支持フレーム 3 6 の第二回転軸 4 4 及び T 字管 4 5 に対向する回転軸対向面 5 2 b とが形成されている。鏡対向面 5 2 a は、2 枚の鏡 3 1 の反射面の目的の形状である回転放物面に対応した凸形状を成している。また、回転軸対向面 5 2 b は、第二回転軸 4 4 や T 字管 4 5 の形状に対応した形状を成している。

[0063] 下型 5 1 は、2 枚の背面補強板 3 5 に対向する背面補強板対向面 5 1 a と、支持フレーム 3 6 の第二回転軸 4 4 及び T 字管 4 5 に対向する回転軸対向面 5 1 b と、支持フレーム 3 6 の支持梁部材 3 8 に対向する支持梁対向面 5 1 c と、が形成されている。背面補強板対向面 5 1 a は、2 枚の鏡 3 1 の反射面の目的の形状である回転放物面に対応した凹形状を成している。また、回転軸対向面 5 1 b は、第二回転軸 4 4 や T 字管 4 5 の形状に対応した形状を成している。また、支持梁対向面 5 1 c は、背面補強板対向面 5 1 a と同様、2 枚の鏡 3 1 の反射面の目的の形状である回転放物面に対応した凹形状を成している。但し、この支持梁対向面 5 1 c は、支持梁部材 3 8 に接触する面であるため、背面補強板 3 5 に接する背面補強板対向面 5 1 a から凹んだ位置に形成されている。

[0064] (接合工程<ステップ S 2>)

次に、2 枚の背面補強板 3 5 を支持フレーム 3 6 に接合する。この際、背

面補強板 3 5 の背面に、支持梁部材 3 8 を溶接又は接着で接合する。

[0065] (接着剤塗布工程<ステップ S 3>)

次に、2 枚の背面補強板 3 5 が接合された支持フレーム 3 6 を、下型 5 1 にセットする。

この際、支持フレーム 3 6 の第二回転軸 4 4 及び T 字管 4 5 を、下型 5 1 の回転軸対向面 5 1 b に対向させ、支持フレーム 3 6 の支持梁部材 3 8 を支持梁対向面 5 1 c に対向させる。そして、2 枚の背面補強板 3 5 における多数の凸部の頂部に接着剤を塗布する。この際、接着剤は、多数の凸部の頂点に塗布される過程で、先に塗布したものが乾燥・硬化しないように、例えば、ディスペンサやロボットアーム等により素早く塗布するとよい。

[0066] (矯正工程<ステップ S 4>)

次に、下型 5 1 にセットされた支持フレーム 3 6 に接合されている 2 枚の背面補強板 3 5 それぞれの上に平坦な鏡 3 1 を置いてから、上型 5 2 を下型 5 1 に対向させて、この上型 5 2 を下型 5 1 に押し付ける。この結果、鏡 3 1、背面補強板 3 5 及び支持梁部材 3 8 が弾性変形して、上型 5 2 及び下型 5 1 の形状に合った形状に矯正される。すなわち、2 枚の鏡 3 1 は、その反射面が一つの回転放物面を成す形状になり、背面補強板 3 5 及び支持梁部材 3 8 は、この鏡 3 1 の形状に対応した形状になる。一方、支持フレーム 3 6 の第二回転軸 4 4 及び T 字管 4 5 は、変形することなく、上型 5 2 が下型 5 1 に押し付けられる前の形状で維持される。

[0067] (硬化工程<ステップ S 5>)

そして、矯正工程での矯正状態を維持して、つまり、鏡 3 1、背面補強板 3 5 及び支持梁部材 3 8 が弾性変形している状態を維持して、接着剤が硬化し、鏡 3 1 と背面補強板 3 5 とが完全に接着するまで待つ。なお、ここでは、鏡 3 1 と背面補強板 3 5 とを少なくとも一部で接着する接着剤として弾性接着剤を用いているため、この接着剤が硬化しても、鏡 3 1 や背面補強板 3 5 の弾性が失われるわけではない。

[0068] 硬化工程が終了すると、上型 5 2 を下型 5 1 から外し、下型 5 1 内から、

2枚の鏡31、2枚の背面補強板35及び支持フレーム36が一体となった鏡構造体32を取り出す。

以上で鏡構造体32が完成する。なお、以上で説明した鏡構造体32の製造手順で、ステップS3～ステップS5の工程が矯正接着工程を成す。

[0069] 完成した鏡構造体32は、接着剤の硬化により、鏡31、背面補強板35及び支持梁部材38の弾性変形状態が維持されて、鏡31、背面補強板35及び支持フレーム36が一体化した一つの剛体を成すことになる。すなわち、本実施形態では、鏡31、背面補強板35及び支持フレーム36が一体化した段階で初めて、鏡構造体32の剛性が確保される。

[0070] このため、本実施形態では、鏡31、背面補強板35及び支持フレーム36のそれぞれに高い剛性が要求されず、鏡構造体32の軽量化を図ることができる。しかも、本実施形態では、前述したように、鏡31及び背面補強板35を支持梁部材38で効率的に支持していることから、この点からも、鏡構造体32を軽量化することができる。

[0071] したがって、本実施形態では、鏡構造体32の搬送や現場組み付けを容易に行うことができ、鏡構造体32を駆動装置33で目的の方向に向ける際の駆動力を小さくすることができる。

[0072] また、本実施形態では、既に目的の三次元曲面を成している複数の鏡を支持フレーム等に取り付ける場合よりも、個々に鏡を加工する手間を省くことができるのみならず、支持フレーム36に対する各鏡31の向きや位置調整が非常に容易になり、製造工程を簡略化することができる。さらに、本実施形態では、複数の鏡の反射面で極めて正確に、目的の三次元曲面を形成することができる。また、本実施形態では、目的の三次元曲面である回転放物面で最も曲率が大きい回転対称軸周りには、鏡31が存在しないため、矯正工程(S4)で鏡31に無理な弾性変形を強いることを避けることができる。

[0073] なお、以上の実施形態では、2枚の鏡31を有する鏡構造体32を例示しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、1枚の鏡を有するものでも、さらに3枚以上の鏡を有するものにも適用可能である。また、以上の

実施形態では、長方形板状の鏡 3 2 を有する鏡構造体 3 2 を例示しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の形状、例えば、半円形板状の鏡を有する鏡構造体であってもよい。

符号の説明

[0074] Q 1 …主点、Q 2 …焦点、Q 3 …重心、A o …光軸、A 1 …第一回転軸線、A 2 …第二回転軸線、1 …集熱設備、2 …制御装置、1 0 …受熱器、1 1 …受熱部、2 0 …タワー施設、3 0 …ヘリオスタット（集光装置）、3 1 …鏡、3 2 …鏡構造体、3 3 …駆動装置、3 4 …支持台、3 5 …背面補強板、3 6 …支持フレーム、3 8 …支持梁部材、4 0 …支持梁、4 2 …連結部材、4 4 …第二回転軸、4 5 …T 字管、4 9 …駆動機構、5 0 …第一回転軸、5 1 …下型（第二の型）、5 2 …上型（第一の型）

請求の範囲

- [請求項1] 太陽光を反射して、受熱器に太陽光を照射する鏡構造体の製造方法において、
- 太陽光を反射する鏡と、該鏡の背面を支える背面補強板と、該背面補強板の背面に配置される支持フレームと、を準備する準備工程と、
- 前記背面補強板と前記支持フレームとを接合する接合工程と、
- 前記鏡と前記背面補強板との間に接着剤を配し、前記鏡の反射面が目的の三次元曲面を成すよう、前記鏡と前記背面補強板と前記支持フレームとを弾性変形させ、前記接着剤が硬化するまで弾性変形の状態を維持する矯正接着工程と、
- を実行する鏡構造体の製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の鏡構造体の製造方法において、
- 前記矯正接着工程では、前記鏡に接する第一の型と、前記背面補強板及び前記支持フレームに接する第二の型とを用い、前記鏡の反射面を前記目的の三次元曲面に形成する、
- 鏡構造体の製造方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の鏡構造体の製造方法において、
- 前記準備工程では、複数の前記鏡と、複数の該鏡毎の背面補強板を準備し、
- 前記矯正接着工程では、複数の該鏡に接する前記第一の型と、複数の前記背面補強板及び前記支持フレームに接する前記第二の型とを用いて、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面の一部を成すよう、複数の該鏡の反射面の形状を形成する、
- 鏡構造体の製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載の鏡構造体の製造方法において、
- 前記矯正接着工程では、前記第一の型及び前記第二の型を用いて、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面である回転対称面の一部を成し且つ複数の鏡の間に該回転対称面の回転対称軸が存在する

よう、複数の該鏡の反射面の形状を形成する、
鏡構造体の製造方法。

[請求項5] 請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の鏡構造体の製造方法において、

前記鏡と前記背面補強板とを少なくとも一部で接着する前記接着剤は、弾性接着剤である、
鏡構造体の製造方法。

[請求項6] 太陽光を反射して、受熱器に太陽光を照射する鏡構造体において、
太陽光を反射する鏡と、該鏡の背面を支える背面補強板と、該背面補強板の背面に配置される支持フレームと、を備え、

前記鏡の反射面が目的の三次元曲面を成すよう、該鏡と該背面補強板と前記支持フレームとが弾性変形した状態で互いに接合され、該弾性変形した状態が維持されている、

鏡構造体。

[請求項7] 請求項 6 に記載の鏡構造体において、

前記鏡と前記背面補強板とは接着剤で接合され、

前記鏡と前記背面補強板とを少なくとも一部で接着する前記接着剤は、弾性接着剤である、

鏡構造体。

[請求項8] 請求項 6 又は 7 に記載の鏡構造体において、

複数の前記鏡を有し、複数の該鏡の反射面全体で前記目的の三次元曲面である回転対称面の一部を成し、

複数の前記鏡の相互間に、前記回転対称面の回転対称軸が存在する、

鏡構造体。

[請求項9] 請求項 8 に記載の鏡構造体において、

前記支持フレームは、前記回転対称軸に対して放射方向に延びて、前記背面補強板を支持する複数の支持梁部材を有し、

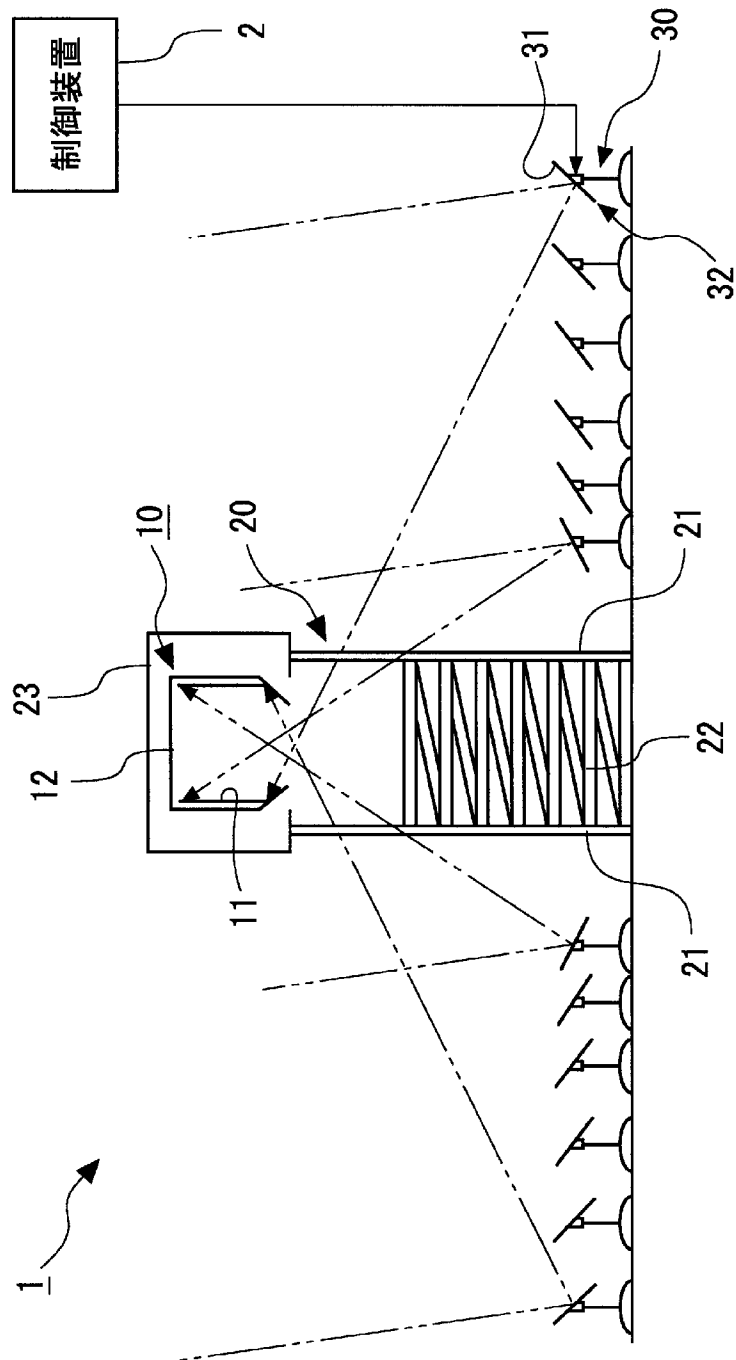
複数の前記支持梁部材が弾性変形している、
鏡構造体。

[請求項10] 請求項6から9のいずれか一項に記載の鏡構造体と、
前記鏡構造体の前記鏡を目的の方向に向ける駆動装置と、
を備えている集光装置。

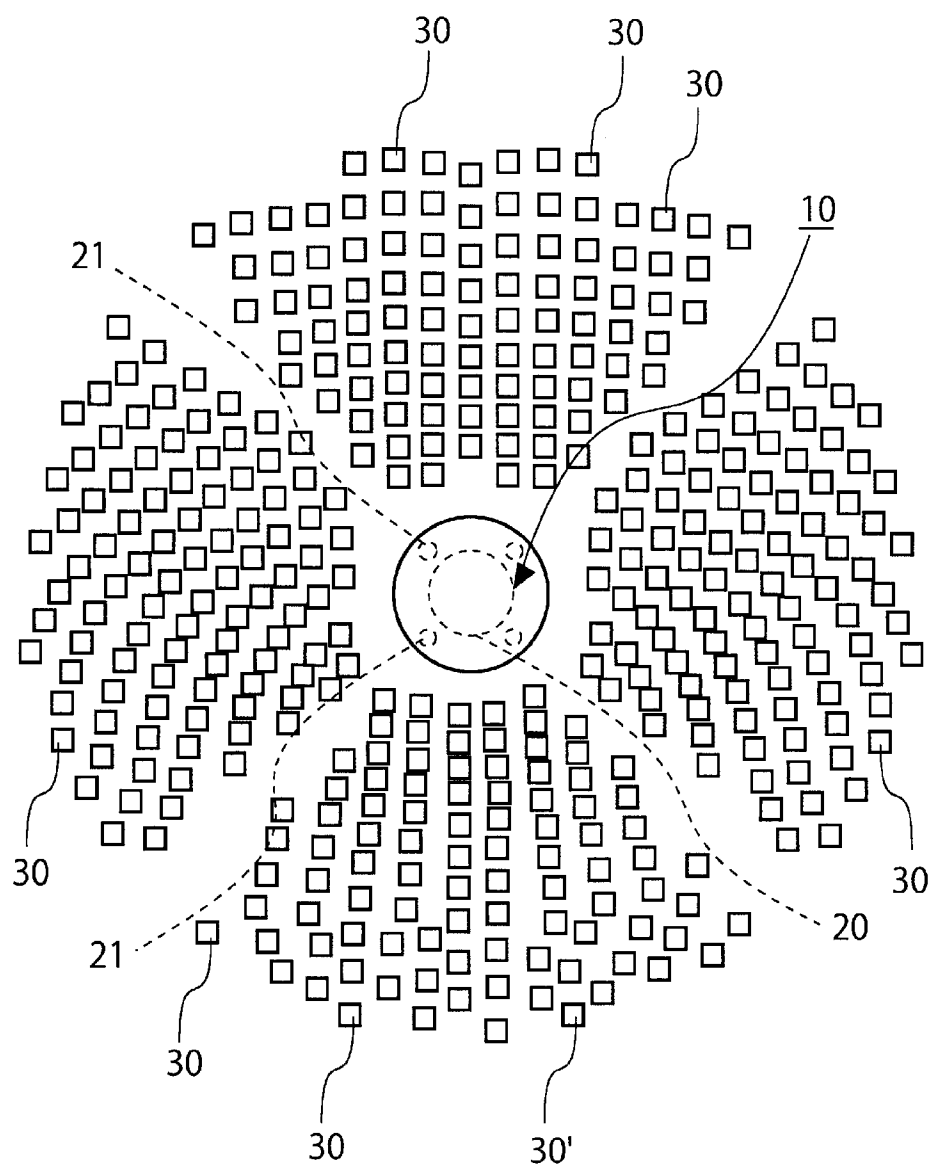
[請求項11] 請求項10に記載の集光装置と、
前記集光装置で集光された太陽光により媒体を加熱する受熱器と、
を備えている集熱設備。

[請求項12] 請求項10に記載の集光装置と、
前記集光装置で集光された太陽光により媒体を加熱する受熱器と、
前記受熱器で加熱された媒体により駆動するタービンと、
前記タービンの駆動で発電する発電機と、
を備えている太陽熱発電設備。

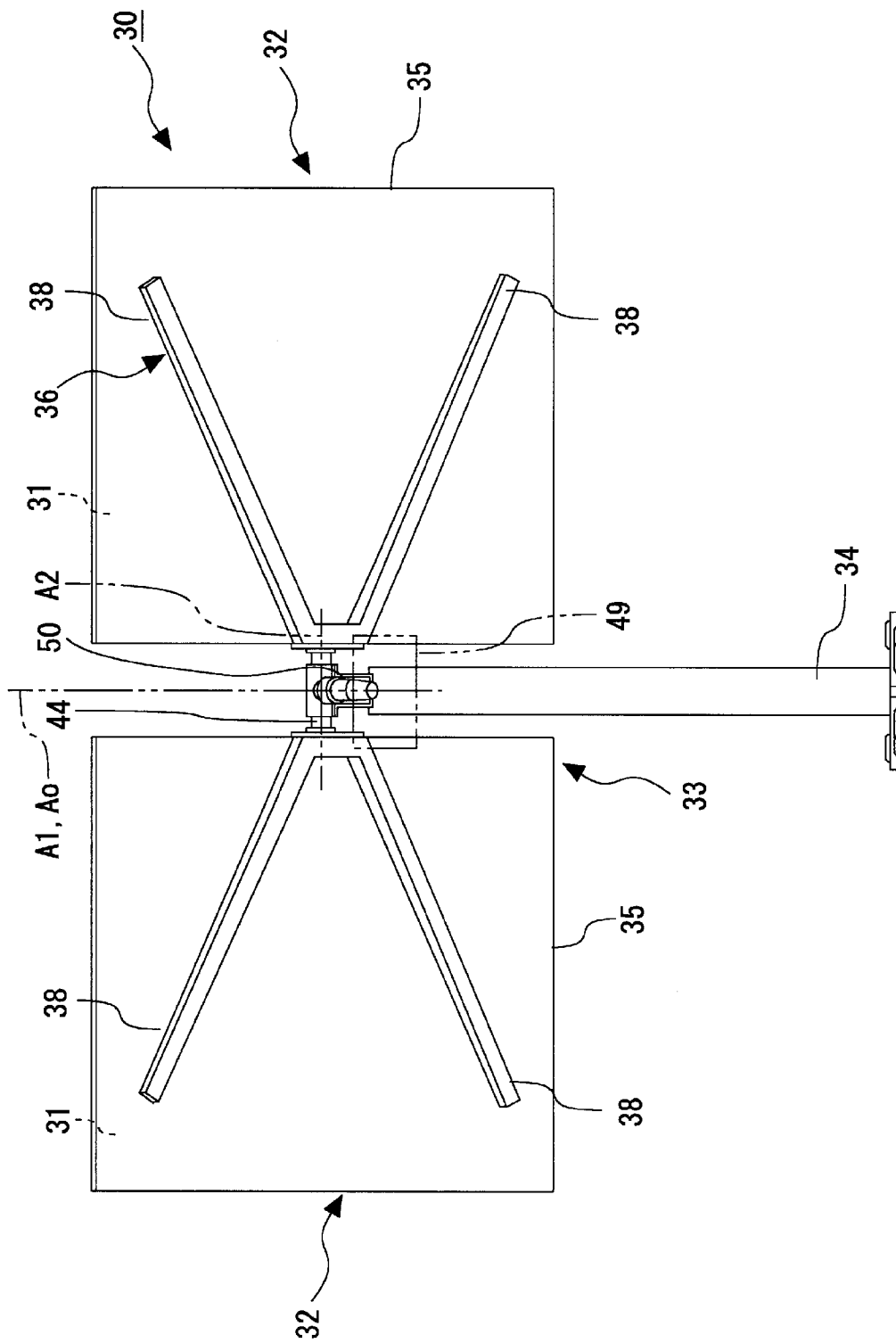
[図1]



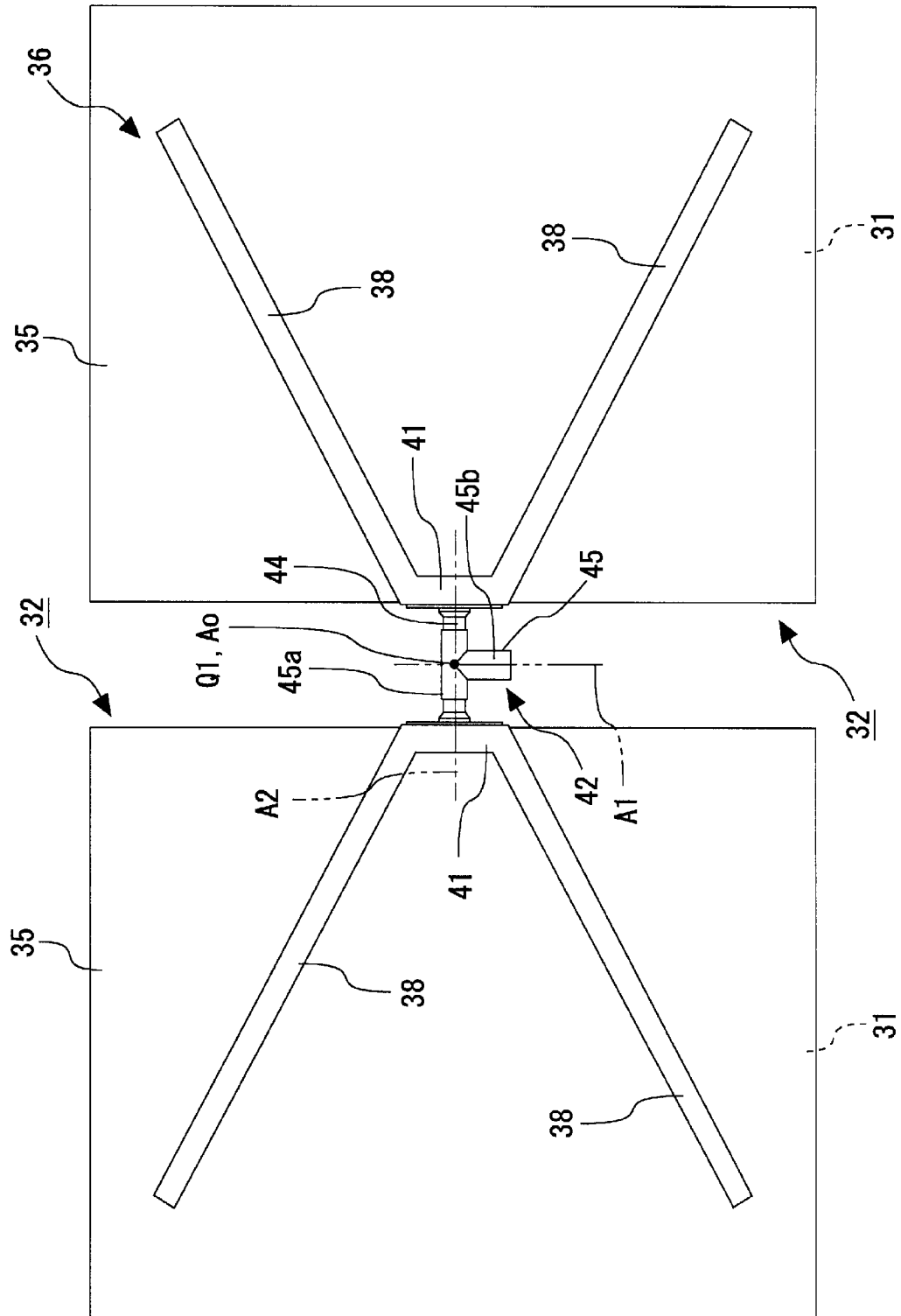
[図2]



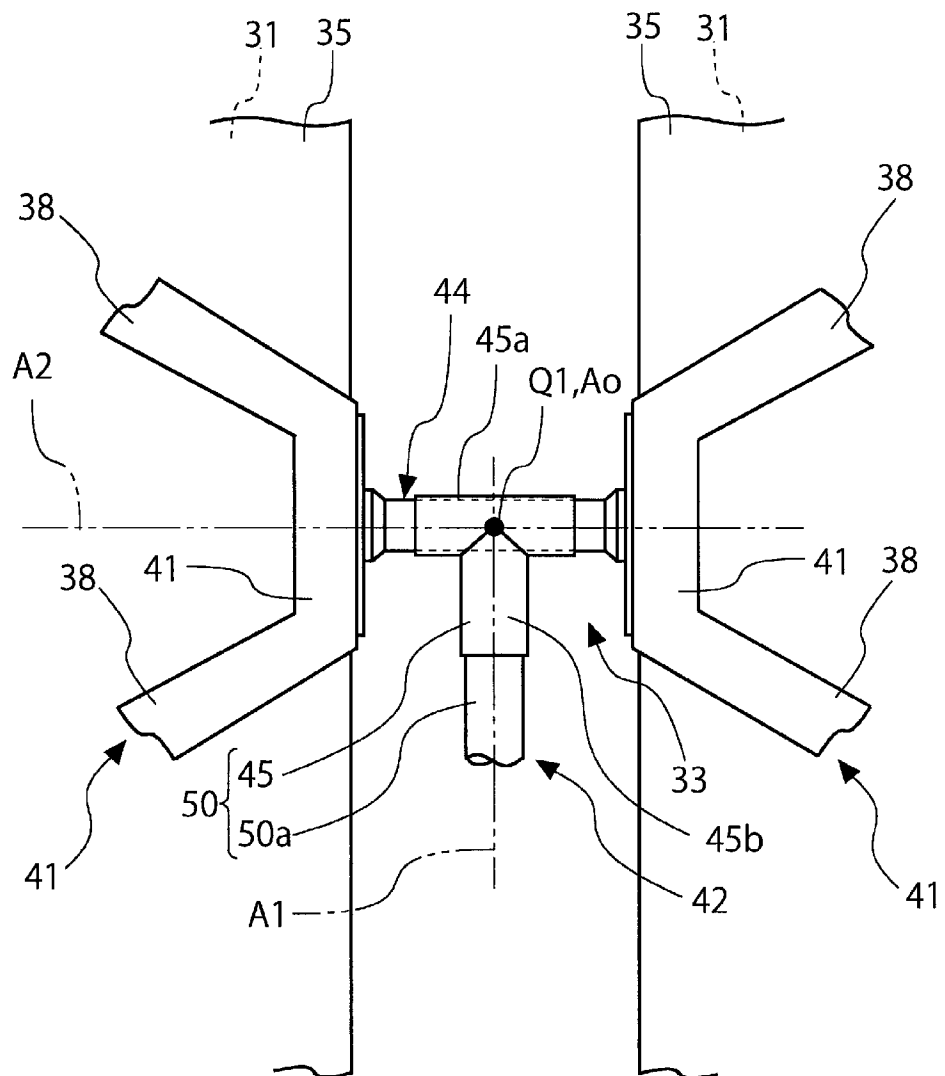
[図3]



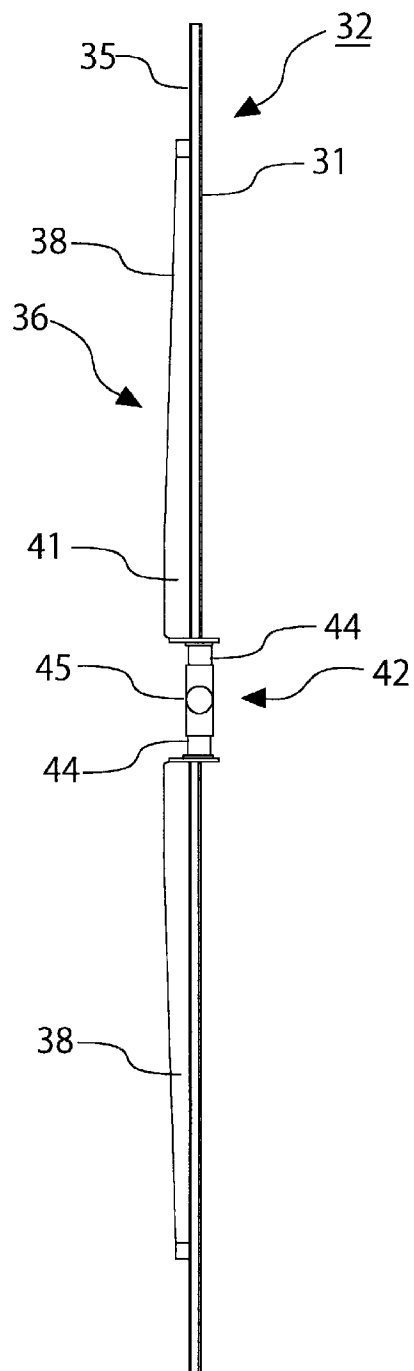
[図4]



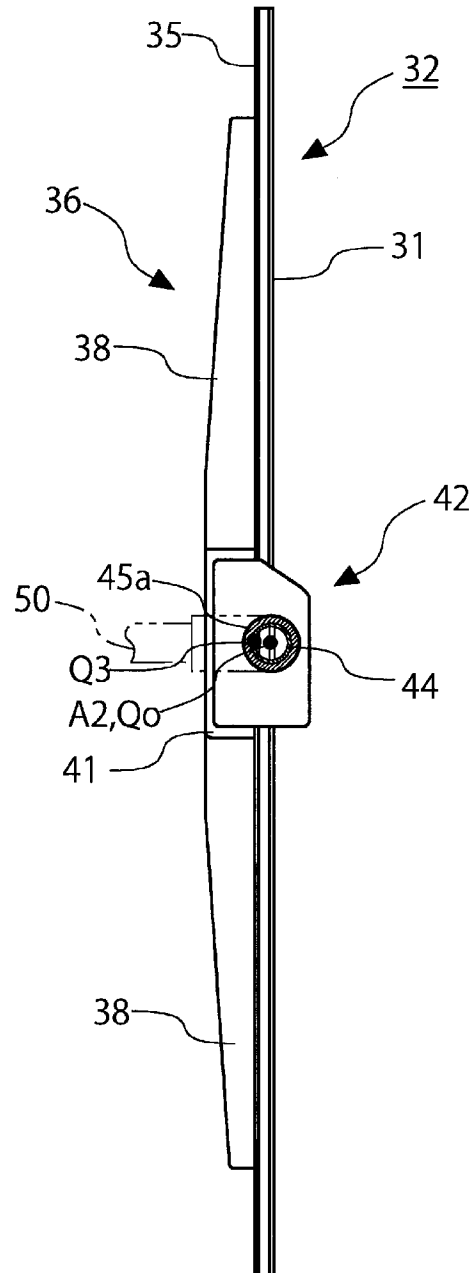
[図5]



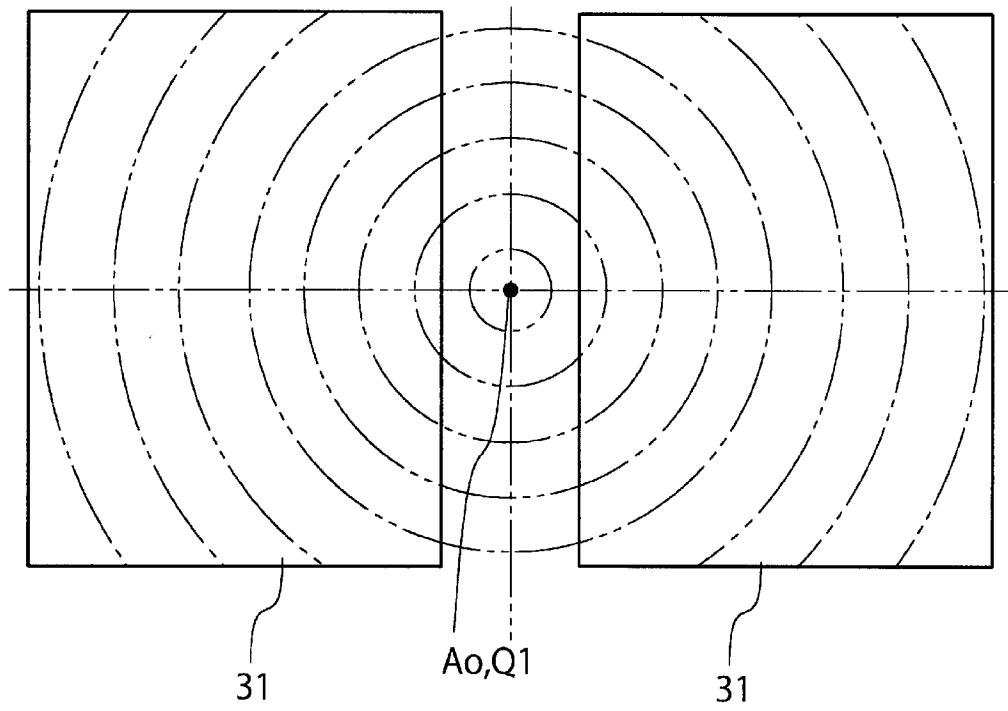
[図6]



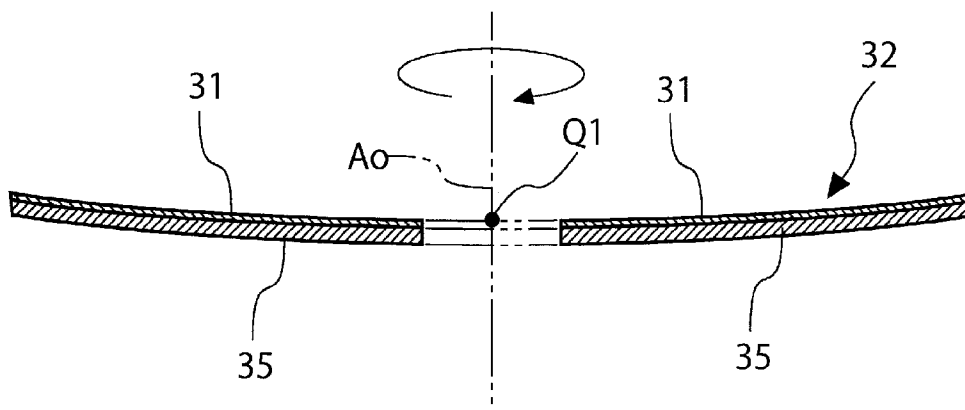
[図7]



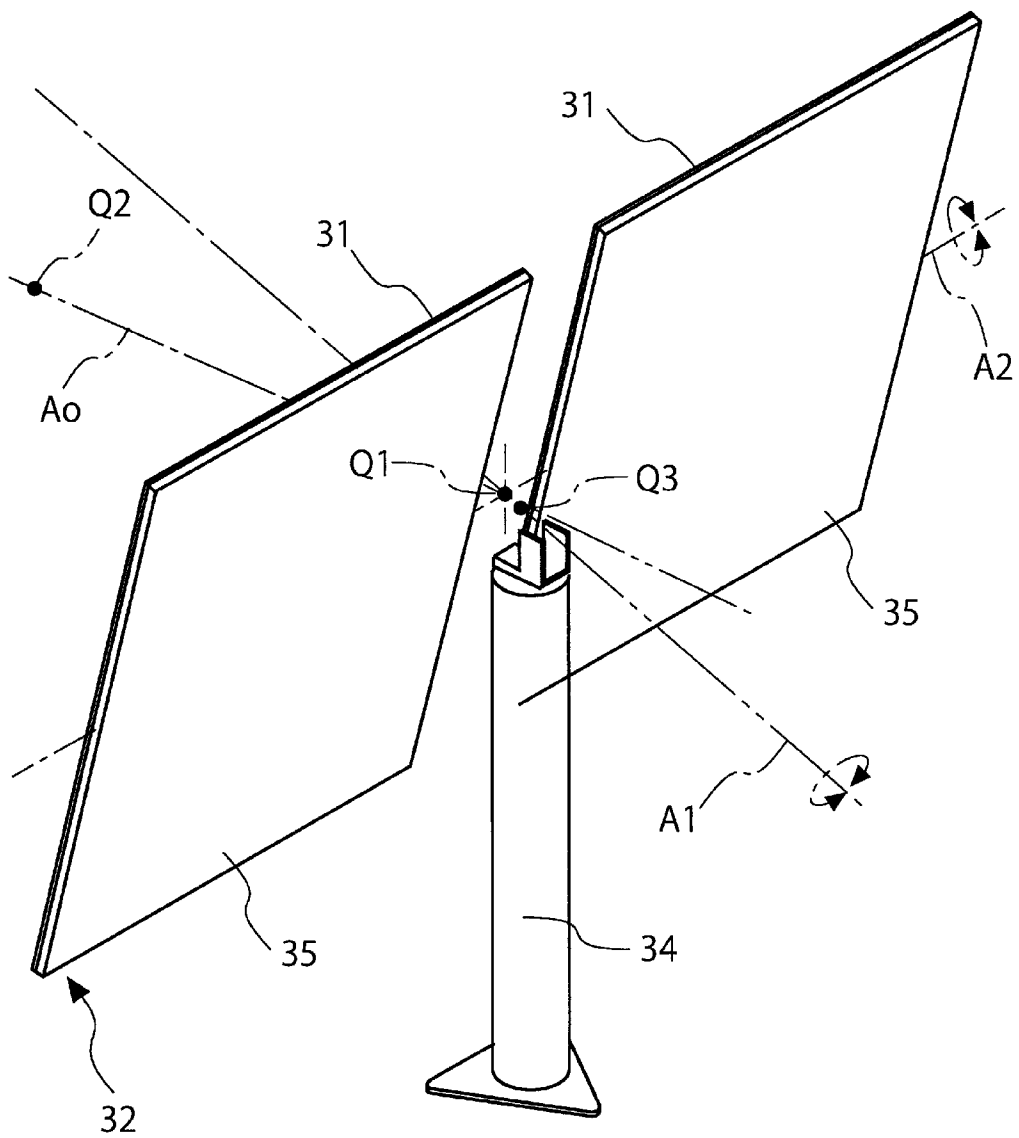
[図8A]



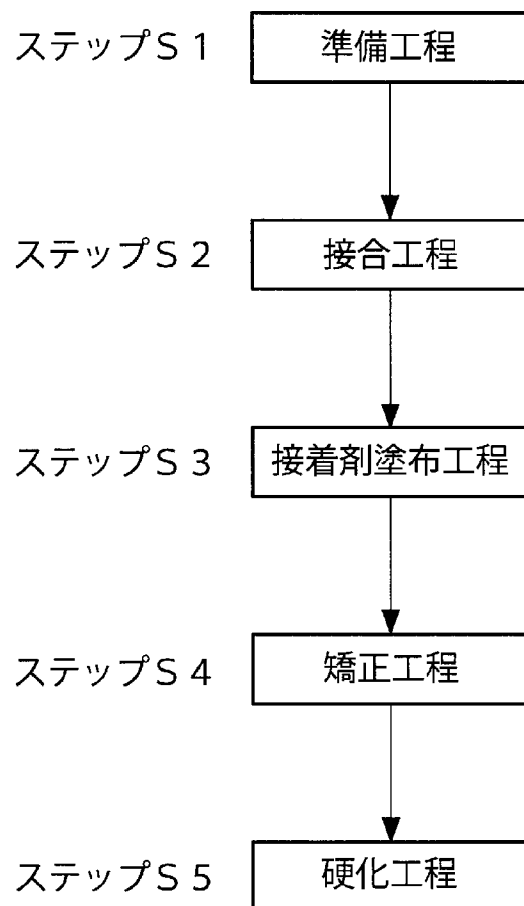
[図8B]



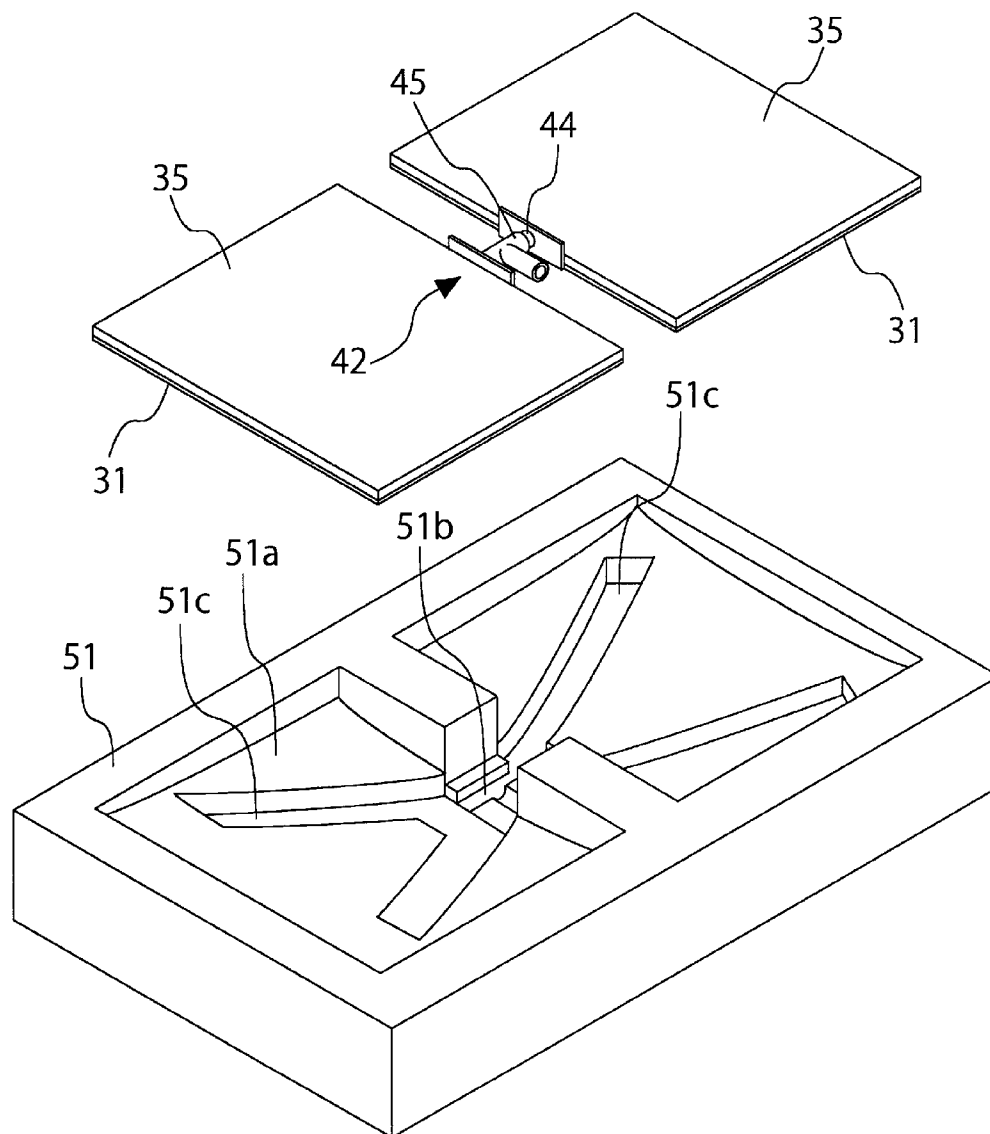
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24J2/12 (2006.01) i, F03G6/00 (2006.01) i, G02B5/10 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F24J2/12, F03G6/00, G02B5/10

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2003-124741 A (National Aerospace Laboratory of Japan), 25 April 2003 (25.04.2003), paragraph [0021] (Family: none)	1-12
A	JP 63-223601 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 19 September 1988 (19.09.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 58-35360 A (Glaverbel), 02 March 1983 (02.03.1983), entire text; all drawings & US 4465734 A & GB 2104444 A	1-12



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 June, 2013 (13.06.13)

Date of mailing of the international search report

25 June, 2013 (25.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F24J2/12(2006.01)i, F03G6/00(2006.01)i, G02B5/10(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F24J2/12, F03G6/00, G02B5/10		
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 1 9 2 2－1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1－2 0 1 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 3 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
A	JP 2003-124741 A（独立行政法人航空宇宙技術開発研究所） 2003.4.25、段落【0021】（ファミリーなし）	1-12
A	JP 63-223601 A（日本板硝子株式会社）1988.9.19、全文、全図 （ファミリーなし）	1-12
A	JP 58-35360 A（グラヴルベル）1983.3.2、全文、全図 & US 4465734 A & GB 2104444 A	1-12
☐ 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 1 3 . 0 6 . 2 0 1 3	国際調査報告の発送日 2 5 . 0 6 . 2 0 1 3	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 山本 崇昭 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 7	3 L 4 4 2 3