(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5116726号
(P5116726)

(45)発行日　平成25年1月9日(2013.1.9)　(24)登録日　平成24年10月26日(2012.10.26)

(51)Int.Cl.		F I		
G03F 7/20	(2006.01)	G03F	7/20	501
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	517
G02B 17/00	(2006.01)	H01L	21/30	515D
G02B 7/198	(2006.01)	G02B	17/00	Z
		G02B	7/18	B

請求項の数 9　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2009-132427 (P2009-132427)
(22)出願日　平成21年6月1日 (2009.6.1)
(65)公開番号　特開2010-277050 (P2010-277050A)
(43)公開日　平成22年12月9日 (2010.12.9)
審査請求日　平成22年12月13日 (2010.12.13)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100076428
弁理士　大塚　康徳
(74)代理人　100112508
弁理士　高柳　司郎
(74)代理人　100115071
弁理士　大塚　康弘
(74)代理人　100116894
弁理士　木村　秀二
(74)代理人　100130409
弁理士　下山　治
(74)代理人　100134175
弁理士　永川　行光

最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光装置およびデバイス製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置であって、
前記投影光学系は、ミラーアセンブリを含み、前記ミラーアセンブリは、前記投影光学系を通る光線を折り曲げる第１反射面を有する第１ミラー部材と、前記光線を折り曲げる第２反射面を有する第２ミラー部材と、前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材をそれぞれ支持する第１支持面および第２支持面を有する支持機構とを含み、
前記第１ミラー部材は、前記第１反射面が斜め上方を向くように配置され、かつ、前記第１反射面の裏側に第１窪み部が設けられ、前記第１窪み部の内面に固定された取付部によって第１支持点が構成され、
前記第２ミラー部材は、前記第２反射面が斜め下方を向くように配置され、かつ、前記第２反射面の側に第２窪み部が設けられ、前記第２窪み部の内面に固定された取付部によって第２支持点が構成され、
前記第１ミラー部材は、前記第１支持点において前記支持機構の前記第１支持面によって支持され、前記第２ミラー部材は、前記第２支持点において前記支持機構の前記第２支持面によって支持され、
前記ミラーアセンブリは、さらに、
前記第１ミラー部材の前記第１反射面と前記第２ミラー部材の前記第２反射面とがなす角度を調整する調整機構を含む、ことを特徴とする露光装置。

【請求項２】
前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材は、それぞれの重量が前記支持機構によって支えられつつ前記支持機構に対して位置決めされている
ことを特徴とする請求項１に記載の露光装置。
【請求項３】
前記第１支持点は、前記第１反射面が属する面と前記第１反射面の裏側の第１裏面が属する面との間に位置し、
前記第２支持点は、前記第２反射面が属する面と前記第２反射面の裏側の第２裏面が属する面との間に位置する、
ことを特徴とする請求項１又は２に記載の露光装置。
【請求項４】
原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置であって、
前記投影光学系は、ミラーアセンブリを含み、前記ミラーアセンブリは、前記投影光学系を通る光線を折り曲げる第１反射面を有する第１ミラー部材と、前記光線を折り曲げる第２反射面を有する第２ミラー部材と、前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材をそれぞれ支持する第１支持面および第２支持面を有する支持機構とを含み、前記支持機構が位置決めされることによって前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材の相互の位置関係が維持されたまま前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材が位置決めされ、
前記第１ミラー部材は、前記第１反射面が属する面と前記第１反射面の裏側の第１裏面が属する面との間に第１支持点を有し、前記第１支持点において前記支持機構の第１支持面によって支持され、
前記第２ミラー部材は、前記第２反射面が属する面と前記第２反射面の裏側の第２裏面が属する面との間に第２支持点を有し、前記第２支持点において前記支持機構の第２支持面によって支持され、
前記第１ミラー部材は、前記第１裏面の側に第１窪み部を有し、前記第１支持点は、前記第１窪み部の内面に固定された取付部によって構成され、
前記第２ミラー部材は、前記第２反射面の側に第２窪み部を有し、前記第２支持点は、前記第２窪み部の内面に固定された取付部によって構成され、
前記ミラーアセンブリは、さらに、
前記第１ミラー部材の前記第１反射面と前記第２ミラー部材の前記第２反射面とがなす角度を調整する調整機構を含む、
ことを特徴とする露光装置。
【請求項５】
前記第１支持点の数が４個であり、前記第１ミラー部材は、前記第１裏面であって４個の前記第１支持点よりも低い位置に支持点を更に有する、
ことを特徴とする請求項３又は４に記載の露光装置。
【請求項６】
前記第２支持点の数が５個である、
ことを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の露光装置。
【請求項７】
前記投影光学系は、第１凹反射面と、凸反射面と、第２凹反射面とを更に含み、前記投影光学系の物体面と像面との間に、前記物体面から前記像面に向って、前記第１反射面、前記第１凹反射面、前記凸反射面、前記第２凹反射面、前記第２反射面が順に配置されている、
ことを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載の露光装置。
【請求項８】
前記調整機構は、前記第１支持点または前記第２支持点を支持する受け部の位置を調整することで前記角度を調整することができるように構成されている、
ことを特徴とする請求項１乃至７のいずれか１項に記載の露光装置。

【請求項９】
デバイスを製造するデバイス製造方法であって、
請求項１乃至８のいずれか１項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、
該基板を現像する工程と、
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置、および、それを用いてデバイスを製造するデバイス製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
液晶ディスプレイ等のフラットパネルディスプレイの製造に使用される露光装置の投影光学系は、物体面から像面に向かって、反射ミラー、凹面鏡、凸面鏡、凹面鏡、反射ミラーを順に有する。２つの反射ミラーは、投影光学系の光軸を折り曲げるために使用される。フラットパネルディスプレイを製造するための露光装置では、ディスプレイの大型化や製造コストの削減などの要求に応えて露光領域の拡大が進んでいる。露光領域を拡大するためには、投影光学系を構成する光学素子を大型化する必要があり、光学素子の大型化は、それを製造するための製造装置の大型化を招く。
【０００３】
従来は、投影光学系に組み込まれる２つの折り曲げミラーは、それらの反射面が互いに９０度をなす一体的な構造として製造されることが多かった。しかしながら、露光領域の拡大に対する要求は、このような一体的な構造を有する２つの折り曲げミラーの製造を困難にしてきた。
【０００４】
特許文献１には、２つの別個の反射ミラーを折り曲げミラーとして有するミラー光学系が開示されている。しかしながら、特許文献１には、光軸を折り曲げるための２つの反射ミラーがどのような支持機構によって支持されるかに関して開示も示唆もない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特許第３４４５０２１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明は、製造が容易な投影光学系を有する露光装置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】
【０００７】
本発明の１つの側面は、原版のパターンを投影光学系によって基板に投影して該基板を露光する露光装置に係り、前記露光装置において、前記投影光学系は、ミラーアセンブリを含み、前記ミラーアセンブリは、前記投影光学系を通る光線を折り曲げる第１反射面を有する第１ミラー部材と、前記光線を折り曲げる第２反射面を有する第２ミラー部材と、前記第１ミラー部材および前記第２ミラー部材をそれぞれ支持する第１支持面および第２支持面を有する支持機構とを含み、前記第１ミラー部材は、前記第１反射面が斜め上方を向くように配置され、かつ、前記第１反射面の裏側に第１窪み部が設けられ、前記第１窪み部の内面に固定された取付部によって第１支持点が構成され、前記第２ミラー部材は、前記第２反射面が斜め下方を向くように配置され、かつ、前記第２反射面の側に第２窪み部が設けられ、前記第２窪み部の内面に固定された取付部によって第２支持点が構成され、前記第１ミラー部材は、前記第１支持点において前記支持機構の前記第１支持面によって支持され、前記第２ミラー部材は、前記第２支持点において前記支持機構の前記第２支

持面によって支持され、前記ミラーアセンブリは、さらに、前記第１ミラー部材の前記第１反射面と前記第２ミラー部材の前記第２反射面とがなす角度を調整する調整機構を含む。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、製造が容易な投影光学系を有する露光装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】第１実施形態のミラーアセンブリおよびそれを支持するフレームを示す斜視図。

【図２】第１実施形態のミラーアセンブリから第１および第２ミラー部材を取り外した状態を示す斜視図。

【図３】軸ベースの構造（ａ）および支持部材の構造（ｂ）を例示する図。

【図４】ベース部材に固定された軸ベースおよび支持部材を例示する図。

【図５】支持ベースの上部に配置された支持部材によって第１ミラー部材を支持する構造を例示する図。

【図６】支持ベースの下部に配置された支持部材の構成を例示する図。

【図７】上側に配置される第１ミラー部材の構造を例示する斜視図。

【図８】下側に配置される第２ミラー部材の構造を例示する斜視図。

【図９】ミラーアセンブリの製造方法を例示する図。

【図１０】支持ベースの上部に配置された支持部材によって第１ミラー部材を支持する構造を例示する図。

【図１１】本発明の一実施形態の露光装置の構成を示す図。

【図１２】第１ミラー部材に対して支持点において摩擦力が加わったとき場合における第１ミラー部材の第１反射面の変形量を計算した結果を示す図。

【図１３】第１ミラー部材の変形を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

図１１を参照しながら本発明の一実施形態の露光装置ＥＸの構成を説明する。露光装置ＥＸは、原版（レチクル）２１を照明する照明光学系１９と、原版２１のパターンを基板（プレート）２８に投影する投影光学系２２とを備えている。原版２１は、原版ステージによって投影光学系２２の物体面に配置され、基板２８は、基板ステージによって投影光学系２２の像面に配置される。露光装置ＥＸは、典型的には、走査露光装置として構成され、原版２１および基板２８が走査されながら原版２１のパターンが基板２８に転写される。露光装置ＥＸは、原版２１と基板２８との位置関係を計測するためのアライメントスコープ２０を備えうる。

【００１１】

投影光学系２２は、第１反射面を有する第１ミラー部材２４および第２反射面を有する第２ミラー部材２５を含むミラーアセンブリＭＡを含む。該第１反射面および該第２反射面は、それぞれ、投影光学系２２の光軸を折り曲げるための反射面である。第１ミラー部材２４は光軸を鉛直方向（重力方向）の上方から水平方向へと折り曲げている。第２ミラー部材２５は光軸を水平方向から鉛直方向の下方へと折り曲げている。投影光学系２２は、第１凹反射面２６ａと、凸反射面２７と、第２凹反射面２６ｂとを更に含みうる。ここで、第１凹反射面２６ａと第２凹反射面２６ｂは、１つの凹反射ミラー２６における互いに異なる領域に設けられてもよい。投影光学系２２の物体面と像面との間には、該物体面から該像面に向って、第１ミラー部材２４の第１反射面、第１凹反射面２６ａ、凸反射面２７、第２凹反射面２６ｂ、第２ミラー部材２５の第２反射面が順に配置されている。投影光学系２２の物体面と第１ミラー部材２４との間には、平行平板ガラス等の透過型光学素子２３ａが配置されうる。第２ミラー部材２５と投影光学系２２の像面との間には、平行平板ガラス等の透過型光学素子２３ｂが配置されうる。

【００１２】

図１および図２を参照しながらミラーアセンブリＭＡの構成例を説明する。ミラーアセンブリＭＡは、投影光学系２２の光軸を折り曲げる第１反射面２４ａを有する第１ミラー部材２４と、該光軸を更に折り曲げる第２反射面２５ａを有する第２ミラー部材２５と、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５を支持する支持機構Ｓとを含む。第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５は、例えば、ショット社から入手可能なゼロデュア又はオハラ社から入手可能なクリアセラム等のガラスセラミクス（線膨張係数約０．１ｐｐｍ／℃）で構成されることが好ましい。ベース部材４は、例えば、スーパーインバー又は京セラから入手可能なコージライト等のゼロ膨張セラミクス（線膨張係数０．１ｐｐｍ／℃）で構成されることが好ましい。

【００１３】

支持機構Ｓが位置決めされることによって、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の相互の位置関係が維持されたまま第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が位置決めされる。ここで、位置決めとは、位置および姿勢の少なくとも一方を決定することをいう。支持機構Ｓは、例えば、Ｙ軸に平行な直線上に配置された軸２および軸３を有し、軸２および軸３を介してフレーム１によって支持される。軸２は、例えば、ベース部材４に固定された軸ベース９に固定されうる。軸３は、ベース部材４に直接に固定されうる。

【００１４】

フレーム１は、投影光学系２２の鏡筒の一部を構成する。例えば、軸２および軸３がＹ軸に平行な軸の周りで回転駆動されることによって、または、軸２および軸３の回転角が調整されることによって、支持機構Ｓの回転角（姿勢）が調整されうる。支持機構Ｓは、ベース部材４と、ベース部材４に固定された支持部材５、６、１０、３０、３１とを含む。第１ミラー部材２４は、支持部材５、６、１０によって支持され、第２ミラー部材２５は、支持部材１０、３０、３１によって支持される。なお、この例では、中央部に配置された支持部材１０は、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５を支持するように構成されているが、支持部材１０は、第１ミラー部材２４を支持する部材と第２ミラー部材２５を支持する部材とに分割されてもよい。

【００１５】

図３および図４を参照しながら軸ベース９および支持部材１０の構成例を説明する。中央部に配置された支持部材１０は、上側に配置された第１ミラー部材２４を支持する受け部４１３と、下側に配置された第２ミラー部材２５を支持する受け部４１６とを有する。軸ベース９および支持部材１０は、例えば、スーパーインバー又は京セラから入手可能なコージライト等のゼロ膨張セラミクス（線膨張係数０．１ｐｐｍ／℃）で構成されることが好ましい。

【００１６】

図５を参照しながら支持ベース４の上部に配置された支持部材５によって第１ミラー部材２４を支持する構造を説明する。なお、同様に支持ベース４の上部に配置された支持部材６は、支持部材５と対称な構成を有しうる。第１ミラー部材２４は、その反射面である第１反射面２４ａが属する面と第１反射面２４ａの裏側の第１裏面２４ｂが属する面との間に第１支持点４３、４４を有し、第１支持点４３、４４において支持機構Ｓ（支持部材５、６）によって支持される。第１ミラー部材２４は、第１裏面２４ｂの側に第１窪み部２４ｒを有し、第１支持点４３、４４は、第１窪み部２４ｒに配置される。第１ミラー部材２４の第１窪み部２４ｒの側面、底面には、それぞれ取付部１５ａ、１５ｂが固定されている。第１窪み部２４ｒへの取付部１５ａ、１５ｂの固定は、例えば、ネジ等による機械的な締結または接着剤でなされうる。接着剤は、投影光学系２２を構成する光学素子のくもりを防止するため、低発ガスタイプのものが望ましい。

【００１７】

第１ミラー部材２４の第１支持点４４（取付部１５ａ）は、受け部４１１ａによって支持される。受け部４１１ａは、例えば、支持部材５に固定された台座１２ａ、台座１２ａに固定された球面部材１１ａとを有し、球面部材１１ａの球面によって第１ミラー部材２

４の第１支持点４４（取付部１５ａ）を支持する。受け部４１１ａは、第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａに平行な方向Ｃにおける第１ミラー部材２４の位置を決定する。

【００１８】

第１ミラー部材２４の第１支持点４３（取付部１５ｂ）は、受け部４１１ｂによって支持される。受け部４１１ｂは、例えば、支持部材５に固定された台座１２ｂ、台座１２ｂに固定された球面部材１１ｂとを有し、球面部材１１ｂの球面によって第１ミラー部材２４の第１支持点４３（取付部１５ｂ）を支持する。受け部４１１ｂは、第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａに垂直な方向（厚さ方向）Ｄにおける第１ミラー部材２４の位置を決定する。方向Ｄにおける受け部４１１ｂの位置（球面部材１１ｂの球面の位置）は、調整機構３９によって調整することができる。調整機構３９は、例えば、支持部材５に形成された雌ねじ１４とそれにねじ込まれた雄ねじ１３とを含み、雄ねじ１３に台座１２ｂが結合されている。雄ねじ１３を回転させることによって、方向Ｄにおける受け部４１１ｂの位置（球面部材１１ｂの球面の位置）を調整し、これによって方向Ｄにおける第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａの位置を調整することができる。支持部材５には、雄ねじ１３を回転させるためのアクセス部５ｒが設けられている。方向Ｄにおける第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａの位置を調整することによって、Ｘ軸に平行な軸の周りにおける第１反射面２４ａの角度を調整することができる。

【００１９】

支持部材５、６、台座１２ａ、１２ｂ、球面部材１１ａ、１１ｂ、調整機構３９、取付部１５ａ、１５ｂは、例えば、スーパーインバー又は京セラから入手可能なコージライト等のゼロ膨張セラミクス（線膨張係数０．１ｐｐｍ／℃）で構成されることが好ましい。

【００２０】

図６および図８を参照しながら支持ベース４の下部に配置された支持部材３１によって第２ミラー部材２５を支持する構造を説明する。なお、同様に支持ベース４の下部に配置される支持部材３０は、支持部材３１と対称な構成を有しうる。第２ミラー部材２５は、第１ミラー部材２４と同様に、その反射面である第２反射面２５ａが属する面と第２反射面２５ａの裏側の第２裏面２５ｂが属する面との間に第２支持点を有し、該第２支持点には取付部１５が固定されている。第２ミラー部材２５は、該第２支持点において支持機構Ｓ（より具体的には、支持部材３０、３１、１０）によって支持されている。第２ミラー部材２５は、第２反射面２５ａの側に第２窪み部２５ｒを有し、取付部１５が固定された第２支持点は、第２窪み部２５ｒに配置される。第２ミラー部材２５の第２窪み部２５ｒのうち２つの側面および底面には、取付部１５が固定されている。

【００２１】

第２ミラー部材２５の第２窪み部２５ｒ内の第２支持点に固定された取付部１５は、受け部４１４ｃによって支持される。受け部４１４ｃは、例えば、支持部材３１に固定された台座１２ｃ、台座１２ｃに固定された球面部材１１ｃとを有し、球面部材１１ｃの球面によって第２ミラー部材２５の取付部１５（第２支持点）を支持する。支持部材３１、３０、台座１２ｃ、球面部材１１ｃ、取付部１５は、例えば、スーパーインバー又は京セラから入手可能なコージライト等のゼロ膨張セラミクス（線膨張係数０．１ｐｐｍ／℃）で構成されることが好ましい。

【００２２】

図７には、上側に配置される第１ミラー部材２４の構造が例示されている。第１ミラー部材２４は、その裏面である第１裏面２４ｂの側に、２つの第１窪み部２４ｒを有し、それらの側面、底面にそれぞれ取付部１５ａ、１５ｂが固定されている。即ち、第１ミラー部材２４は、第１反射面２４ａが属する面と第１裏面２４ｂが属する面との間に４個（２個の取付部１５ａと２個の取付部１５ｂ）を有する。更に、第１ミラー部材２４は、第１裏面２４ｂに１つの取付部１５ｃを有し、取付部１５ｃは、支持部材１０に固定された受け部４１３ｂによって支持される。つまり、第１ミラー部材２４は、合計で５個の取付部を有し、該５個の取付部を介して支持機構Ｓによって支持される。

【００２３】

図８には、下側に配置される第２ミラー部材２５の構造が例示されている。第２ミラー部材２５は、その表面である第１表面２５ａの側に、３つの第２窪み部２５ｒを有する。３つの第２窪み部２５ｒのうち第２ミラー部材２５が支持機構Ｓによって支持された状態において上側になる２つの第２窪み部２５ｒには、その側面および底面のそれぞれに取付部１５が固定される。３つの第２窪み部２５ｒのうち第２ミラー部材２５が支持機構Ｓによって支持された状態において下側になる１つの第２窪み部２５ｒには、その底面に１つの取付部１５が固定されうる。つまり、第２ミラー部材２５は、合計で５個の取付部１５を有し、該５個の取付部１５を介して支持機構Ｓによって支持される。

【００２４】

図９を参照しながらミラーアセンブリＭＡの製造方法を説明する。ミラーアセンブリＭＡは、支持機構Ｓによって第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持された状態で、以下の（目標１）および（目標２）を満足するように製造される。

【００２５】

（目標１）第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａと第２ミラー部材２５の第２反射面２５ａとがなす角度を目標角度（例えば９０度）の許容範囲内とする。

【００２６】

（目標２）第１反射面２４ａおよび第２反射面２５ａの平面度を目標平面度の許容範囲内とする。

【００２７】

ここで、目標１を達成するために、ステップＳ９１～Ｓ９３が実行されうる。具体的には、ステップＳ９１において、第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａおよび第２ミラー部材２５の第２反射面２５ａが研磨される。次いで、ステップＳ９２において、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓに搭載される。次いで、ステップＳ９３において、調整機構３９（図５参照）を用いて、下側の第２ミラー部材２５に対して上側の第２ミラー部材２４の角度が調整される。

【００２８】

目標２を達成するために、ステップＳ９４～Ｓ９８が実行されうる。具体的には、ステップＳ９４において、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓによって支持された状態で第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａおよび第２ミラー部材２５の第２反射面２５ａの平面度が干渉計等の計測器１７を用いて計測される。次いで、ステップＳ９５において、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓから降ろされる。次いで、ステップＳ９６において、ステップＳ９４における計測によって得られた結果に基づいて、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓによって支持された状態における第１反射面２４ａおよび第２反射面２５ａの凸部が削られる。次いで、ステップＳ９７において、第１反射面２４ａおよび第２反射面２５ａに膜が蒸着され、ステップＳ９８において、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓに再搭載される。第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５はその重量を支持機構Ｓが支えていることで固定されて位置決めされている。そのため、第１第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５は支持機構Ｓから降ろして、再搭載することが容易になっている。

【００２９】

ここで、ステップＳ９５において第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５を支持機構Ｓから降ろす前とステップＳ９８においてそれらを支持機構Ｓに再登載した後との間において第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の変形に再現性が必要である。第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５が支持機構Ｓから降ろす前とそれらを支持機構Ｓに再登載した後とでは、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５に加わる摩擦力が異なりうる。

【００３０】

図５を参照しながら、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５にかかる摩擦力の変化に対して第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の変形を鈍感にするために有

利な構成を説明する。方向Ｄにおける支持点４３と第１ミラー部材２４の第１裏面２４ｂとの間の距離ｔ２は、第１ミラー部材２４の厚さｔ１の３０％～７０％であることが好ましく、図５に示すように５０％であることが更に好ましい。ｔ２がｔ１の３０％～７０％の範囲内であると、目標とする平坦性が得られている。同様に、第２ミラー部材２５のその面方向の支持点と第２ミラー部材２５の第２裏面２５ｂとの間の距離は、第２ミラー部材２５の厚さの３０％～７０％であることが好ましく、５０％であることが更に好ましい。このような条件下では、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５を支持機構Ｓに搭載する度に変化しうる第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の前記支持点に加わる摩擦力の変化に対し第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の変形が鈍感になる。

【００３１】

図１２は、第１ミラー部材２４に対して支持点４３において摩擦力が加わったとき場合における第１ミラー部材２４の第１反射面２４ａの変形量を計算した結果である。横軸は、方向Ｄにおける支持点４３と第１ミラー部材２４の第１裏面２４ｂとの間の距離ｔ２であり、縦軸は、第１反射面２４ａの変形量である。ここでは、第１ミラー部材２４の厚さｔ１を１５０ｍｍとしている。図１２から明らかなように、ｔ２がｔ１の５０％であるときに面変形量が最も小さくなる。

【００３２】

この理由は、次のように説明することができる。ｔ２＞ｔ１／２の条件では、図７において矢印Ｆのように取付部１５ｂ（支持点４３）に対して摩擦力が発生した場合は、第１ミラー部材２４は、図１３（Ａ）のような変形を受ける。一方、ｔ２＜ｔ１／２の条件では、図７において矢印Ｆのように取付部１５ｂ（支持点４３）に対して摩擦力が発生した場合は、第１ミラー部材２４は、図１３（Ｂ）のような変形を受ける。ｔ２＝ｔ１／２の条件では、図１３（Ａ）に示す変形と図１３（Ｂ）に示す変形の中間の変形になり、変形量は極小になる。

【００３３】

上記の実施形態では、第１ミラー部材２４の５箇所の支持点のうちの上部側の４箇所が第１窪み部（つまり、第１反射面２４ａと第１裏面２４ｂとの間）に配置され、下部側の１箇所が第１ミラー部材２４の裏面に配置されている。しかしながら、当該５箇所の支持点の全てが第１反射面２４ａと第１裏面２４ｂとの間に配置されてもよい。

【００３４】

次に、図７および図８を参照しながら第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の形状に関して説明する。図７に例示されるように、第１ミラー部材２４は、支持機構Ｓによって支持された状態で下側に位置する角部分６１に切欠き部を有することが好ましい。下側の角部分６１は、受け部によって支持されないので、切欠き部を設けることによって、下側の角部分６１の重量を低減することが第１ミラー部材２４の撓みの防止に有効である。第２ミラー部材２５は、支持機構Ｓによって支持された状態で上側に位置する角部分６２に切欠き部を有することが好ましい。上側の角部分６２は、受け部によって支持されないので、切欠き部を設けることによって、上側の角部分６２の重量を低減することが第２ミラー部材２５の撓みの防止に有効である。切欠き部は、図７に例示するように１又は複数の段差を有しても良いし、傾斜面を有しても良い。

【００３５】

上記の実施形態において、ミラーアセンブリＭＡの構成要素を全てが低熱膨張材で構成されることが好ましいが、ミラーアセンブリＭＡが配置される環境の温度が精密に制御される場合には、他の材料の利用を考慮することもできる。

【００３６】

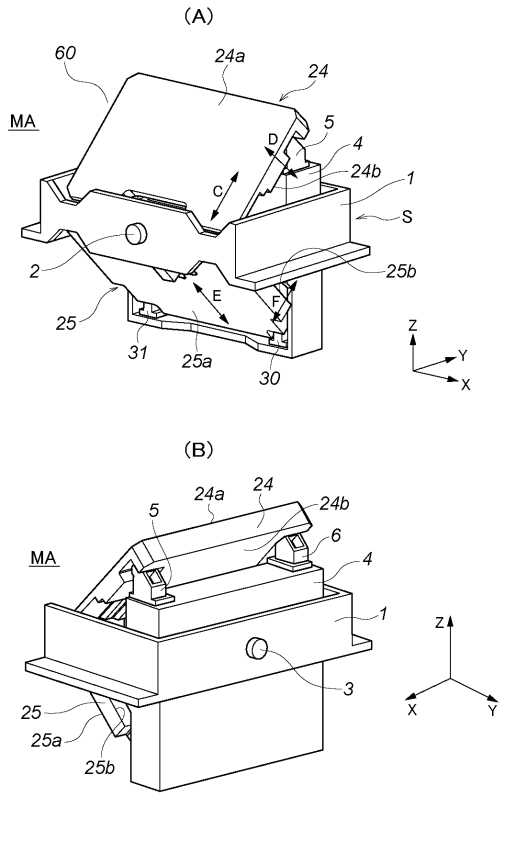
図１０を参照しながら第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５にかかる摩擦力の変化に対して第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の変形を鈍感にするためにために有利な他の構成を説明する。方向Ｄにおける支持点４４と第１ミラー部材２４の第１裏面２４ｂとの間の距離ｔ２は、第１ミラー部材２４の厚さｔ１の３０％～７０％である

ことが好ましく、図１０に示すように５０％であることが更に好ましい。同様に、第２ミラー部材２５のその面方向の支持点と第２ミラー部材２５の第２裏面２５ｂとの間の距離は、第２ミラー部材２５の厚さの３０％～７０％であることが好ましく、５０％であることが更に好ましい。このような条件下では、第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５を支持機構Ｓに搭載する度に変化しうる第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の前記支持点に加わる摩擦力の変化に対し第１ミラー部材２４および第２ミラー部材２５の変形が鈍感になる。

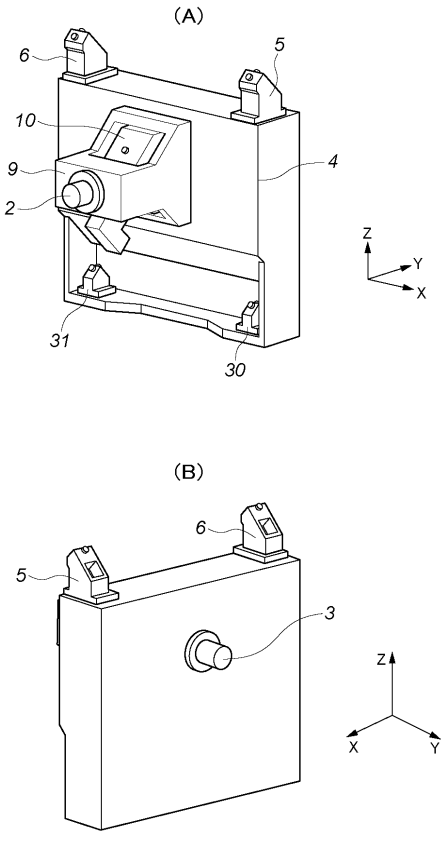
【００３７】

本発明の好適な実施形態のデバイス製造方法は、例えば、半導体デバイス、液晶デバイス等のデバイスの製造に好適である。前記方法は、感光剤が塗布された基板を、上記の露光装置を用いて露光する工程と、前記露光された基板を現像する工程とを含みうる。さらに、前記デバイス製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含みうる。

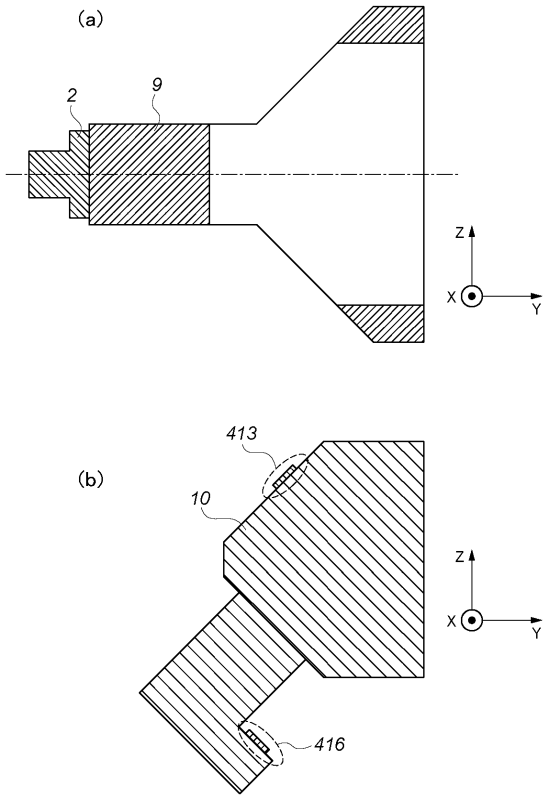
【図１】



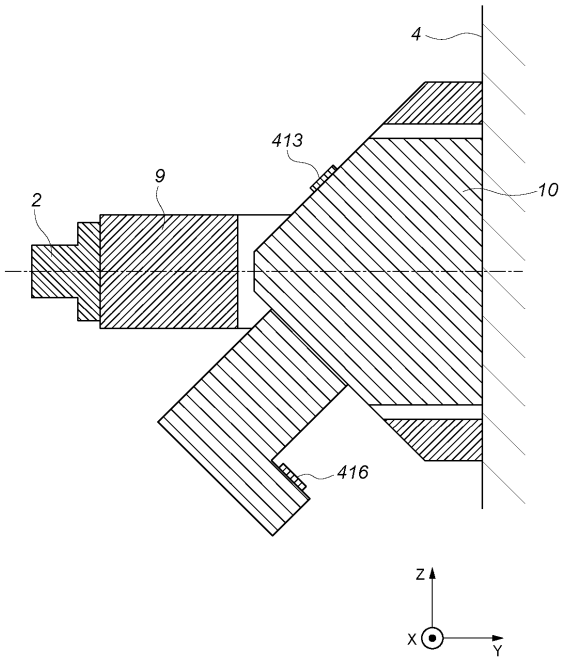
【図２】



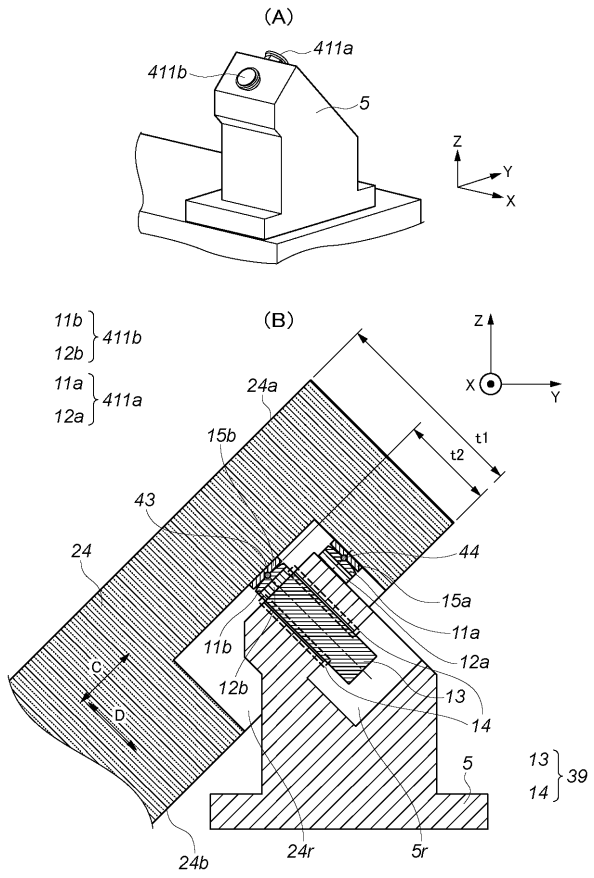
【図３】


(a)
2
9
Z
X
Y
(b)
413
10
416

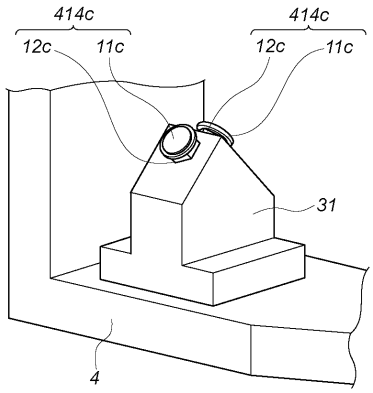
【図４】


4
413
9
2
10
416
Z
X
Y

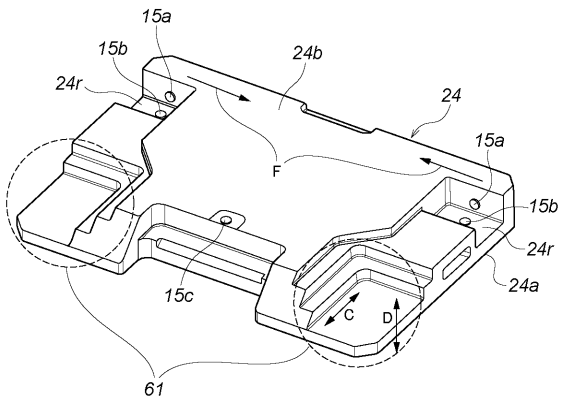
【図５】


(A)
411a
411b
5
Z
Y
X
(B)
11b
12b
411b
11a
12a
411a
24a
15b
t1
t2
43
44
24
15a
11a
11b
12a
12b
13
14
C
D
5
13
14
39
24b
24r
5r

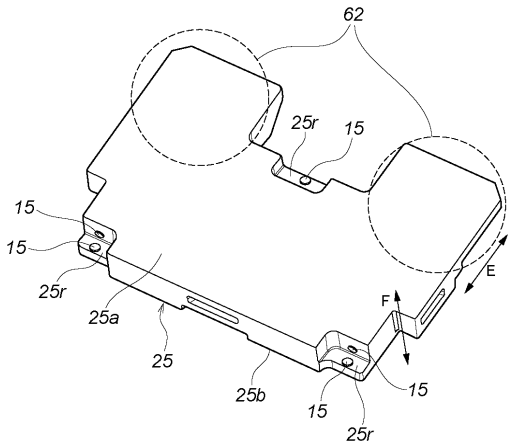
【図６】


414c
414c
12c
11c
12c
11c
31
4

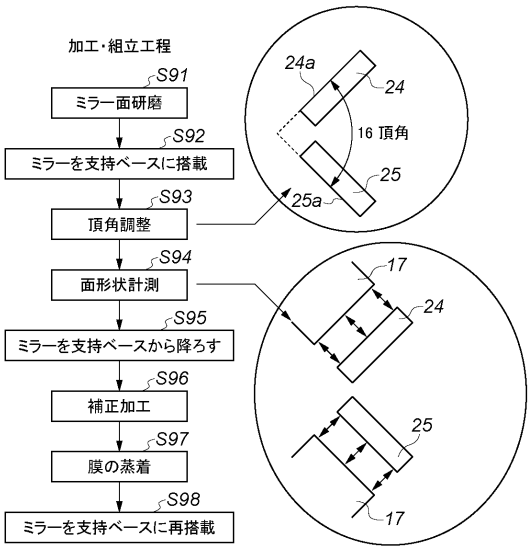
【図７】


15a
15b
24b
24r
24
15a
F
15b
24r
24a
15c
C
D
61

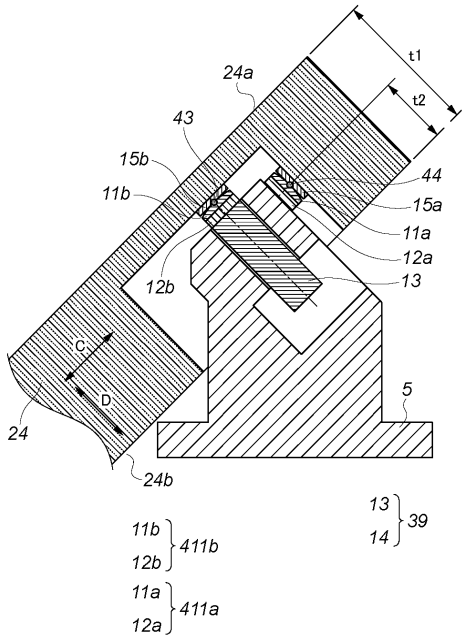
【図８】


62
25r
15
15
15
25r
25a
25
25b
15
25r
15
F
E

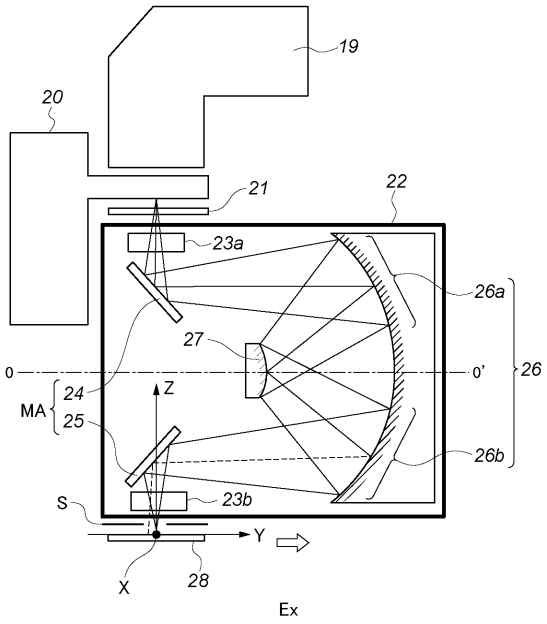
【図９】


加工・組立工程
S91
ミラー面研磨
S92
ミラーを支持ベースに搭載
S93
頂角調整
S94
面形状計測
S95
ミラーを支持ベースから降ろす
S96
補正加工
S97
膜の蒸着
S98
ミラーを支持ベースに再搭載
24a
24
16 頂角
25
25a
17
24
25
17

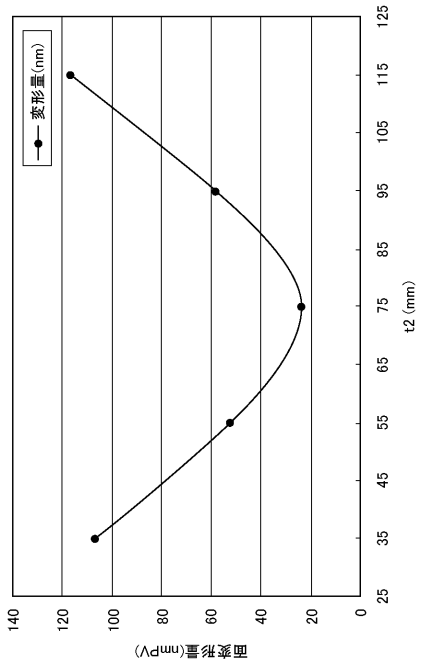
【図１０】


t1
t2
24a
43
15b
11b
44
15a
11a
12a
12b
13
C
D
24
5
24b
13
14
39
11b
12b
411b
11a
12a
411a

【図１１】

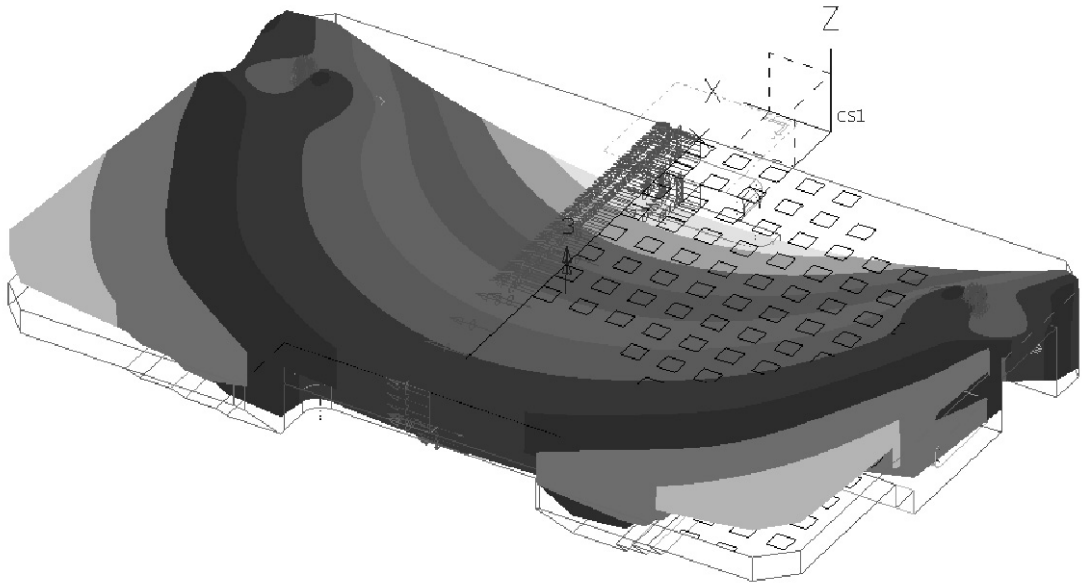

19
20
21
22
23a
26a
27
0
0'
26
MA
24
25
Z
26b
S
23b
Y
X
28
Ex

【図１２】

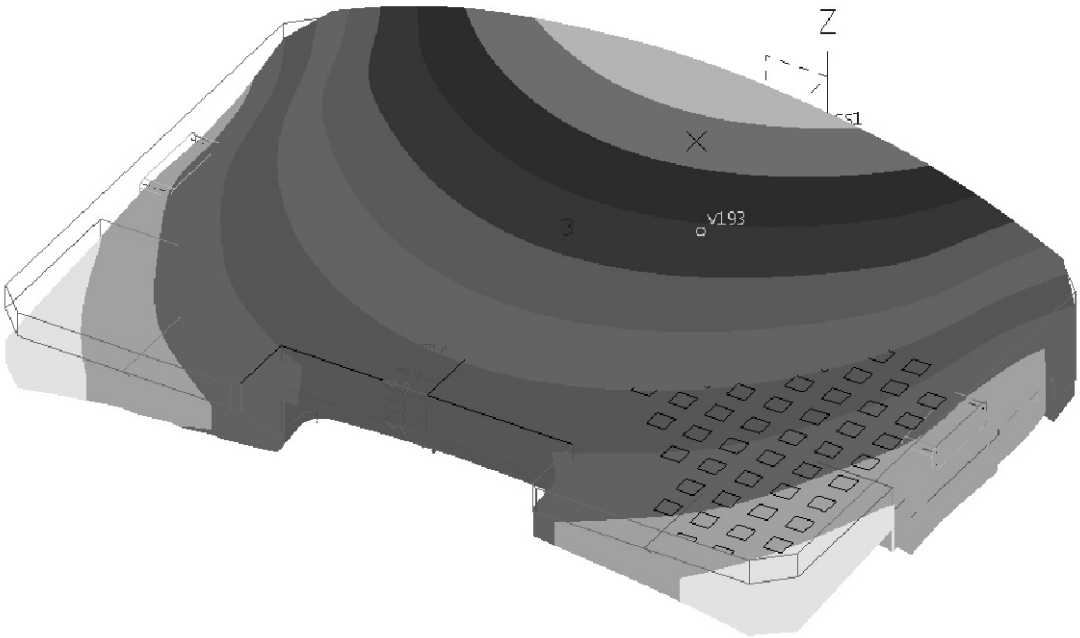

変形量(nm)
面変形量(nmPV)
t2 (mm)
0
20
40
60
80
100
120
140
25
35
45
55
65
75
85
95
105
115
125

【図１３】

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者　宮▲崎▼　恭一
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　深見　清司
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　久保田　創

(56)参考文献　特開２００５－３４５５８２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０２８８９８（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１８０５８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１８１０６３（ＪＰ，Ａ）
実開昭５７－０２３５３８（ＪＰ，Ｕ）
特開平０３－１９８３１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１６３６３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０８７０８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２８９１６０（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２５６１４７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－３６３５７１（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２４９７７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００７／０５６５５７（ＷＯ，Ａ１）
特開２００６－０７３９０５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３３３７１５（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０１３６０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｆ　　７／２０
Ｇ０２Ｂ　　７／１９８
Ｇ０２Ｂ　１７／００
Ｈ０１Ｌ　２１／０２７