

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-89489
(P2008-89489A)

(43) 公開日 平成20年4月17日(2008.4.17)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 1 B 11/24 (2006.01) G O 1 B 11/24 K 2 F O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-272536 (P2006-272536) (22) 出願日 平成18年10月4日 (2006.10.4)</p>	<p>(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (74) 代理人 100081422 弁理士 田中 光雄 (74) 代理人 100101454 弁理士 山田 卓二 (72) 発明者 出尾 晋一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内 (72) 発明者 吉田 幸久 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

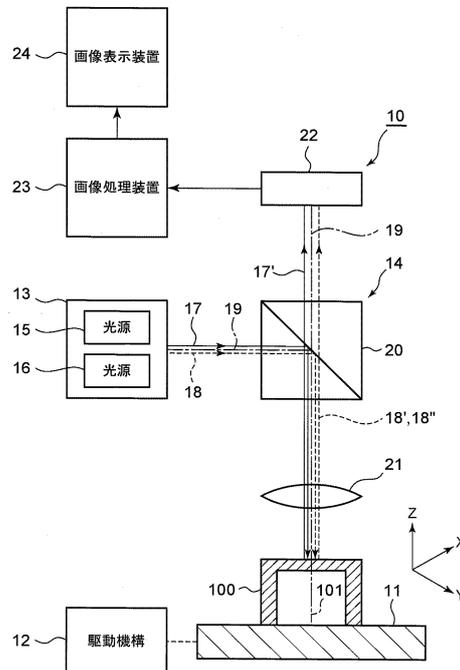
(54) 【発明の名称】 形状測定方法及び形状測定装置

(57) 【要約】

【課題】光源と光学系の配置と調整が簡単な形状測定装置を提供する。

【解決手段】シリコンを含む半導体材料からなる物100の形状を測定する形状測定装置10は、400nm～800nmの波長を有する可視光17を出射する光源15と、900nm～1200nmの波長を有する近赤外光18を出射する光源16と、物に第1の光と第2の光を一つの光軸19に沿って同一の方向から入射する光学系14と、2つの光17,18に感度を有し、光17,18の反射光を受光する撮像素子22を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シリコンを含む半導体材料からなる物の形状を測定する形状測定装置であって、
 400nm～800nmの波長を有する第1の光を出射する第1の光源と、
 900nm～1200nmの波長を有する第2の光を出射する第2の光源と、
 上記物に上記第1の光と第2の光を一つの光軸に沿って同一の方向から入射する光学系と、

上記第1の光と第2の光に感度を有し、上記第1の光と第2の光の上記物からの反射光を受光する受光部を備えたことを特徴とする形状測定装置。

【請求項 2】

上記第1の光が通過する光路上に配置され、上記第1の光の強度を調整する第1の光強度調整部、上記第2の光が通過する光路上に配置され、上記第2の光の強度を調整する第2の光強度調整部、の少なくともいずれか一方を備えたことを特徴とする請求項1の形状測定装置。

【請求項 3】

上記第1の光と第2の光が入射される物表面部分の反対側にある物表面部分に対向して上記第2の光を吸収する光吸収部材が配置されていることを特徴とする請求項1または2の形状測定装置。

【請求項 4】

シリコンを含む半導体材料からなる物の形状を測定する形状測定方法であって、
 400nm～800nmの波長を有する第1の光を出射し、
 900nm～1200nmの波長を有する第2の光を出射し、
 上記物に上記第1の光と第2の光を一つの光軸に沿って同一の方向から入射し、
 上記第1の光と第2の光に感度を有する受光部で、上記第1の光と第2の光の上記物からの反射光を受光することを特徴とする形状測定方法。

【請求項 5】

物の形状を計測する形状測定装置であって、
 上記物に対して不透過性を有する第1の波長の第1の光を出射する第1の光源と、
 上記物に対して透過性を有し且つ上記第1の波長と異なる波長の第2の波長を有する第2の光を出射する第2の光源と、
 上記物に対して上記第1の光源と第2の光源から出射された第1の光と第2の光を同一方向から入射する光学系と、
 上記第1の光と第2の光に感度を有し、上記物と雰囲気との境界で反射した第1の反射光と第2の反射光を受光する受光部を備えたことを特徴とする形状測定装置。

【請求項 6】

物の形状を計測する形状測定方法であって、
 上記物に対して不透過性を有する第1の波長の第1の光を出射し、
 上記物に対して透過性を有し且つ上記第1の波長と異なる波長の第2の波長を有する第2の光を出射し、
 上記物に対して上記第1の光と第2の光を同一方向から入射し、
 上記物と雰囲気との境界で反射した第1の反射光と第2の反射光を受光することを特徴とする形状測定方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、物の形状を測定する方法と装置に関する。特に、本発明は、部分的に異なる厚みを有する物又はデバイス、または薄肉化された部分を有する物又はデバイスの形状を光学的に測定することに好適に利用できる装置と方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

従来、物の形状を測定する装置の一つとして、特許文献1に記載の装置（半導体部品の検査装置）がある。この装置は、半導体部品の表面に照明された光（白色光）の反射光と半導体部品の他方の裏面に照明された光（赤色光）の透過光を、半導体部品の表面側に配置されたCCDセンサで検出し、このCCDセンサで検出された画像から半導体部品のガラス割れやシリコン割れを検出するものである。

【特許文献1】特許第3506170号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1に開示された装置では、2つの光を出射する光源及びそれらの光学系が半導体部品の上方と下方に配置されており、そのために装置全体の設計が複雑になるという問題がある。また、光学系を調整する場合、半導体部品の上下にそれぞれ配置された光学系を調整しなければならず、調整作業が繁雑になるという問題がある。さらに、半導体部品の裏面に赤色光を透過しない金属膜が存在する場合、割れを含む形状を正しく検出できないという問題がある。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

このような問題を解決するため、本発明は、シリコンを含む半導体材料からなる物の形状を測定する形状測定装置に、400nm～800nmの波長を有する第1の光を出射する第1の光源と、900nm～1200nmの波長を有する第2の光を出射する第2の光源と、上記物に上記第1の光と第2の光を一つの光軸に沿って同一の方向から入射する光学系と、上記第1の光と第2の光に感度を有し、上記第1の光と第2の光の上記物からの反射光を受光する受光部を備えたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0005】

このような構成を備えた形状測定装置によれば、2つ光が同一方向から物の表面に入射されるため、光源と光学系の配置と調整が簡単である。また、物の裏面（光が入射される面の反対側にある面）に光を透過しない金属膜があっても、この金属膜に覆われた部分の形状を正しく測定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0006】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。なお、以下の説明では、必要に応じて、特定の方向を示す用語「上」、「下」、「左」、「右」及びそれらの用語を含む別の用語を使用するが、それは図面を参照した発明の理解を容易にするためであって、それらの用語によって発明の技術的範囲が限定されるものではない。

【実施形態1】

【0007】

図1は、本発明に係る形状測定装置の概略構成を示す。形状測定装置10による形状測定の対象物は限定的ではないが、実施形態1及び後に説明する他の実施形態では、薄肉部分を有する半導体装置を対象物として扱う。具体的に、図1には、対象物として、圧力に応じて変形可能な薄肉部分のダイヤフラム備えた圧力センサ100が示してある。図2に示すように、センサ100は、中心軸101を囲む筒部102と、筒部102の一端を閉鎖する薄肉のダイヤフラム103を有する。ダイヤフラム103の厚さは、筒部102の内部と外部との圧力差に応じて中心軸101の方向変形できるように決められている。筒部102とダイヤフラム103は、シリコンからなる基材、例えば、単結晶シリコン基板、多結晶シリコン基板、SOI（シリコン・オン・インシュレータ）基板から選択された適当な基板をその一方の表面（下面）からエッチング加工して形成される。図2に示すように、センサ100の上面には電気配線（トレース配線）104が形成されている。配線104の材料には、例えばアルミニウムの導電性金属が使用される。

40

【0008】

50

図1を再び参照すると、形状測定装置10は、図示するように、中心軸101を上下方向に向けた状態でセンサ100を支持する基台11を有する。水平面に沿って直交する2方向(X, Y方向)と上下方向(Z方向)にセンサ100の位置を調整する駆動機構12を基台11に連結してもよい。

【0009】

形状測定装置10は、基台11に支持されたセンサ100を照明するために、基台11の上方に配置された光源ユニット13と光学系14を有する。光源ユニット13は、第1の光源15と第2の光源16を有する。第1の光源15は、約400nm~約800nmの波長を有する第1の光の可視光17を出射する。第2の光源16は、約900nm~約1200nmの波長を有する第2の光の近赤外光18を出射する。第1の光源15と第2の光源16は、それぞれの光源から出射された可視光17と近赤外光18が同一の光軸19に沿って移動するように調整されている。なお、図1では、可視光17と近赤外光18を区別して認識できるように、それらは光軸19からオフセットして表されている。実施形態1において、光学系14はビームスプリッタ20を有する。ビームスプリッタ20は、光源15, 16から出射された可視光17と近赤外光18の進行方向、すなわち光軸19を垂直下方に変えて、図示するように基台11に支持されているセンサ100をその上方から照明するように配置されている。実施形態の光学系14は、ビームスプリッタ20と基台11の間に配置されたレンズ21を有する。レンズ21は、一枚のレンズで構成してもよいし、複数のレンズを組み合わせた組レンズであってもよい。

10

【0010】

形状測定装置10はまた、ビームスプリッタ20の上方に、電荷撮像素子(CCD)からなる撮像素子22を有する。実施形態では、撮像素子22は、この撮像素子22で撮像された画像を解析処理する画像処理装置23に接続されている。また、画像処理装置23は液晶表示装置などの画像表示装置24に接続されている。

20

【0011】

以上の構成を備えた形状測定装置10の動作を説明する。形状測定の対象物であるセンサ100は、中心軸101を上下方向に向けるとともに、ダイヤフラム103を上部に位置させた状態で、基台11の上に設置される。このとき、センサ100の全体が照明されるように、センサ100の中心軸101を形状測定装置10の光軸19にほぼ一致させることが好ましい。

30

【0012】

この状態で、光源ユニット13の光源15, 16を起動し、可視光17と近赤外光18を出射する。光源15, 16から出射された可視光17と近赤外光18は光軸19に沿ってビームスプリッタ20に入射する。ビームスプリッタ20は、可視光17と近赤外光18の光軸を垂直方向に偏向し、レンズ21を介してセンサ100に入射する。

【0013】

図2に示すように、センサ100に入射された可視光17は、センサ100を透過せず、センサ上面(雰囲気との境界面)105で反射し、その反射光17'が光軸19を上方に向けて進行する。他方、センサ100に入射された近赤外光18は、一部がセンサ上面105で反射して反射光18'となり、残りはセンサ100の内部に進入する。センサ100の内部に進入した近赤外光18は、その一部がセンサ内面(ダイヤフラム内面)106(雰囲気との境界面)で反射して反射光18''となり、上方に向けて進行する。センサ内面106を通過した残りの近赤外光18'''はセンサ100を透過する。そして、センサ100の上面105で反射した可視光17'と、センサ100の上面105で反射した近赤外光18'及びセンサ内面106で反射した近赤外光18''は、光軸19に沿い、レンズ21とビームスプリッタ20を順に透過して、撮像素子22で受光される。筒部102に進入した近赤外光18は、センサ下面(筒部下面)でその一部が反射してセンサ上方に戻るかもしれないが、筒部102の厚み(上下方向の高さ)はダイヤフラム103に比べて相当大きいことから、筒部102の内部を進行する間に減衰し、たとえ一部の近赤外光18がセンサ上面105を通過して上方に戻ることがあっても、撮像素子22で受光さ

40

50

れる光量は相当小さいものと考えられる。

【0014】

図1に戻り、撮像素子22は、可視光17と近赤外光18を合成して得られる像を画像処理装置23に送信する。画像処理装置23は、内蔵されている画像処理プログラムを利用し画像を処理し、その処理した画像を必要に応じて画像表示装置24に出力して該画像表示装置24に表示する。画像表示装置24に表示された画像の一例を図3に示す。なお、画像表示装置24に表示された画像が不鮮明である場合、駆動機構12を操作して、表示される画像を鮮明にすることができる。

【0015】

図3に示す画像200において、中央に表れた低濃度の四角形領域201がダイヤフラム103の平面形状を示し、四角形領域201の周囲に表れた高濃度の周辺領域202が筒部102を示す。また、周辺領域202に表れた濃淡混合領域203がセンサ上面105に形成された電気配線104を示す。この図に示すように、画像200上、センサ100の筒部102とダイヤフラム103、および電気配線104は、明らかに異なる濃度をもって表示される。その理由の一つは、上述のように、可視光17はその全部又は殆どがセンサ上面105で反射されること、また、近赤外光18はその一部がセンサ100の上面105および内面106で反射して撮像素子で受光されるが残りはセンサ100を透過して撮像素子22に受光されないこと、さらに、センサ100の内部に進入した近赤外光は透過するセンサ部分の厚みに応じて減衰すること、そして、結果的に撮像素子22で受光されるダイヤフラム像と筒部像の光量が異なることにあると考えられる。また、金属配線104は、可視光17は勿論、近赤外光18も透過し得ないことから、ダイヤフラム103や筒部102とは異なった濃度をもって表示される。

10

20

【0016】

したがって、図3に示す画像を評価することによって、センサ100におけるダイヤフラム103や電気配線104が適正な形状を有するか否か判断できる。なお、ダイヤフラム103が目的の厚みを有するときに撮像された画像の濃度（基準濃度）を画像表示装置24に表示することで、この基準濃度と実際に撮像されたダイヤフラム像の濃度を比較して、ダイヤフラム103が目的の厚みを有するか否か判断することも可能である。

【0017】

なお、赤外光には、近赤外光、中赤外光、熱赤外光が含まれるが、中赤外光や熱赤外光を使用した場合、測定対象物の温度に関する情報が撮像素子の受光する像に含まれること、また撮像素子はそれら中赤外光や熱赤外光の波長帯域に感度を持たないことから、本発明では中赤外光や熱赤外光の使用は適当ではないと考えられる。

30

【0018】

また、センサ100は図1に示す形態に限定されるものでなく、例えば、図4に示すように、筒部102の肉厚が下方に向かって次第に厚くなる形態のセンサ110や、筒部102の下面に金属膜107が形成されている形態のセンサ120も、本発明の形状測定装置の測定対象に含まれる。

【0019】

このように、従来形状測定装置では測定対象の上下にそれぞれ光源と光学系を配置しているため、装置全体の構成が大きくなり、また複雑になるという問題があったが、上述の形状測定装置では測定対象の片側（上方）にのみ光源と光学系が配置できるので、装置を簡単かつ小型にできる。また、従来形状測定装置では透過光として赤色光を用いているが、例えば対象がシリコンからなる物の場合、その薄肉部が相当薄くなければ赤色光は該部分を透過できず、そのために撮像した画像から形状を正確に認識できない。これに対し、上述の形状測定装置では、シリコンを透過する近赤外光を使用しているため、薄肉部が相当薄くなくても、該薄肉部の形状を他の部分の形状とは明らかに異なる態様で表示した画像を得ることができる。

40

【実施形態2】

【0020】

50

図6は、実施形態2の形状測定装置10'を示す。図示するように、実施形態2の形状測定装置10'は、光源ユニット13とビームスプリッタ20にフィルタユニット30を備えている。フィルタユニット30は、第1の光である可視光17の光量を調整する第1のフィルタ31と、第2の光である近赤外光18の光量を調整する第2のフィルタ32と、これら第1のフィルタ31と第2のフィルタ32をそれらが光軸19を横切る位置(図示する位置)に着脱可能に保持するフィルタホルダ33を有する。

【0021】

このような構成を備えた実施形態2の形状測定装置10'によれば、可視光17と近赤外光18の強度を別々に制御し、薄肉部分と厚肉部分(例えば、ダイヤフラム103と筒部102、または欠陥部と無欠陥部、もしくは溝部とそれ以外の部分)から得られる反射光の光量に大きな差をつけ、その結果、画像表示装置24に表示される薄肉部分と厚肉部分の画像を明らかに異なる濃度をもって表示できる。

10

【0022】

フィルタに要求される性能は測定対象によって異なるが、例えば、図示するダイヤフラム付センサであって、ダイヤフラムが約10 μ mの厚みを有すると共に該ダイヤフラムの上面にアルミニウムの電極(配線)が形成されている場合、フィルタを透過してセンサに入射される可視光と近赤外光の光強度の比率(近赤外光の光強度/可視光の光強度)が約0.8~0.9となるようにそれぞれのフィルタが選択される。

【0023】

なお、実施形態2では、フィルタユニット30は光源ユニット13とビームスプリッタ20の間に配置されているが、ビームスプリッタ20とレンズ21の間、レンズ21と基台11の間、またはビームスプリッタ20と撮像素子22の間の任意の位置に配置することができる。また、実施形態2では、フィルタユニット30に2つのフィルタ31, 32を備えているが、第1のフィルタ31を収容する第1のフィルタユニットと第2のフィルタ32を収容する第2のフィルタユニットをそれぞれ異なる場所に設置してもよい。

20

【0024】

また、実施形態2では、フィルタユニット30は光源ユニット13から独立したユニットとして示してあるが、光源ユニット13に一体的に組み入れてもよい。

【実施形態3】

【0025】

図7は、実施形態3の形状測定装置10''を示す。図示するように、実施形態3の形状測定装置10''は、基台11の表面に、第2の光の近赤外光18を吸収する材料からなるシート状の光吸収部材40が配置されており、その上に測定対象が支持されるようにしてある。近赤外光18を吸収する材料としては、例えば、表面にカーボンブラックを塗布したシート又は板が使用できる。

30

【0026】

このように構成された実施形態3の形状測定装置10''によれば、測定対象を透過した近赤外光18は光吸収部材40に吸収され、それが反射光となって撮像素子22に検出されることがないので、薄肉部分と厚肉部分(例えば、ダイヤフラム103と筒部102、または欠陥部と無欠陥部、もしくは溝部とそれ以外の部分)から得られる反射光の光量に大きな差をつけ、その結果、画像表示装置24に表示される薄肉部分と厚肉部分の画像を明らかに異なる濃度をもって表示できる。

40

【0027】

なお、上述した複数の実施形態では、ビームスプリッタ20と基台11の間にレンズ21を設けているが、レンズ21は必ずしも必要ではない。ただし、対象物の一部領域の形状を詳細に観察する場合、その領域に光を収束させるためにレンズは有効である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明に係る形状測定装置の構成を示す図。

【図2】本発明の形状測定装置で形状を測定する圧力センサの断面図。

50

【図3】本発明の形状測定装置で圧力センサの形状を測定した結果の画像を示す図。

【図4】測定対象物の他の形態を示す断面図。

【図5】測定対象物の他の形態を示す断面図。

【図6】実施形態2に係る形状測定装置の構成を示す図。

【図7】実施形態3に係る形状測定装置の構成を示す図。

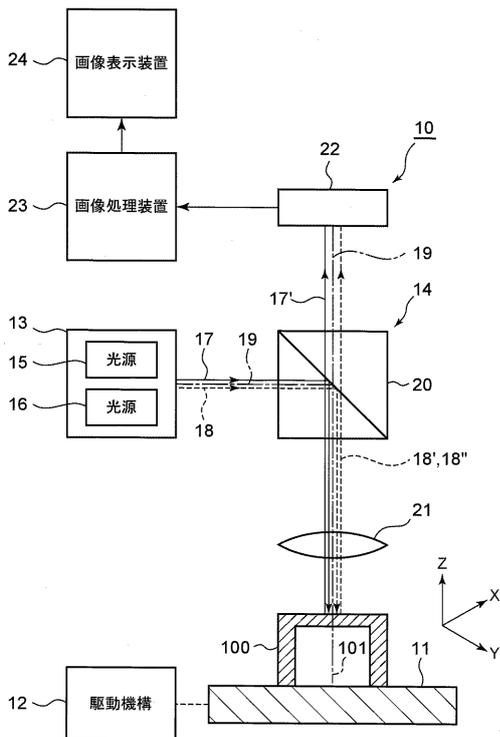
【符号の説明】

【0029】

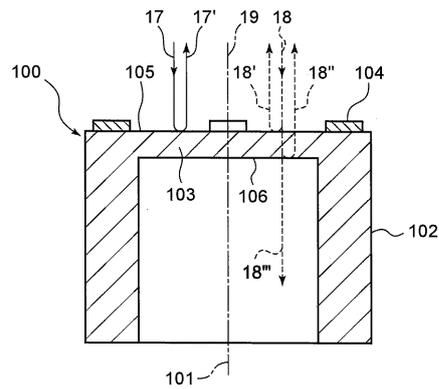
10、10'、10''：形状測定装置、11：基台、12：駆動機構、13：光源ユニット、14：光学系、15：第1の光源、16：第2の光源、17：可視光（第1の光）、18：近赤外光（第2の光）、19：光軸、20：ビームスプリッタ、21：レンズ、22：撮像素子、23：画像処理装置、24：画像表示装置、30：フィルタユニット、31：第1のフィルタ、32：第2のフィルタ、40：光吸収部材、100：圧力センサ、101：中心軸、102：筒部、103：ダイヤフラム、104：電気配線、105：センサ上面、106：センサ内面、200：画像。

10

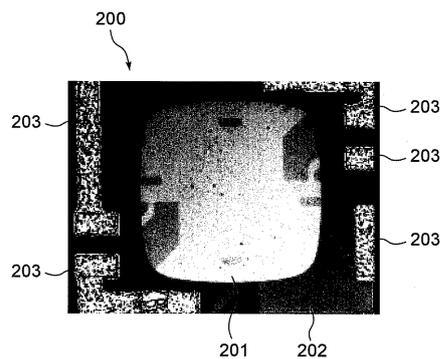
【図1】



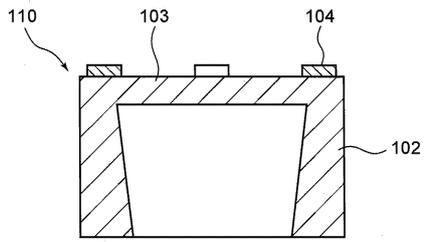
【図2】



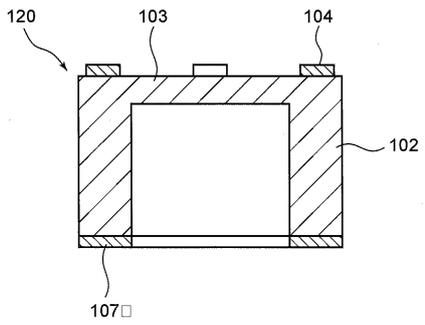
【図3】



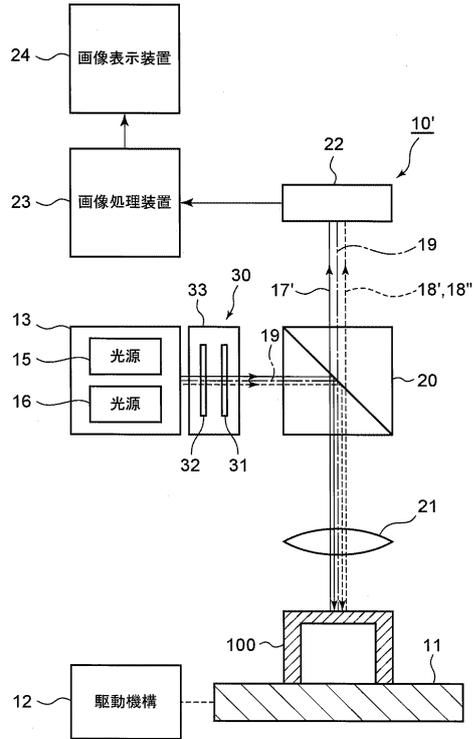
【 図 4 】



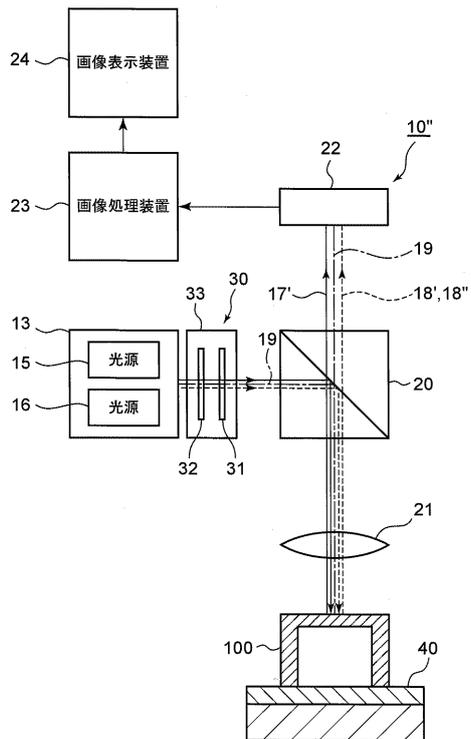
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 田口 元久

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA51 AA56 BB02 CC17 DD09 FF01 FF04 FF42 FF46 GG23
HH03 HH13 JJ03 JJ09 JJ26 LL04 LL22 LL46 MM03 NN03
PP12 QQ03 QQ27 QQ31 SS03 SS13 UU02