

(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2017-194418

(P2017-194418A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/25 (2006.01) G 0 1 B 11/25 H 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-86149 (P2016-86149)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成28年4月22日 (2016. 4. 22)		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	100114775
			弁理士 高岡 亮一
		(74) 代理人	100121511
			弁理士 小田 直
		(72) 発明者	時光 拓海
			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
		Fターム(参考)	2F065 AA04 AA53 BB05 DD04 FF01
			FF02 FF05 FF09 GG02 GG07
			HH05 HH06 HH07 JJ03 JJ26
			LL04 LL30 LL53 PP25 QQ21
			QQ31 TT08

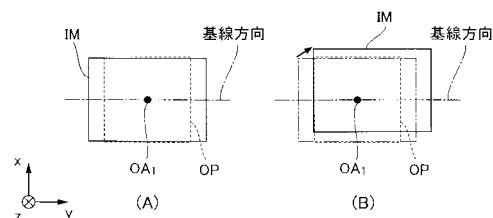
(54) 【発明の名称】 投影装置、計測装置、および物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光利用効率の点で有利な投影装置を提供する。

【解決手段】 周期パターン光を物体に投影する投影光学系を備える投影装置であって、投影光学系の瞳面に配置された開口絞りを有し、光源からの光によって瞳面に形成される光源の像強度分布 IM の、周期パターン光の周期方向の寸法を L_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を L_2 とし、開口絞りの開口部 OP の、周期パターン光の周期方向の寸法を S_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を S_2 とし、次の条件式を満たす $L_1 / L_2 > S_1 / S_2$ 、 $L_1 > S_1$ 。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期パターン光を物体に投影する投影光学系を備える投影装置であって、
 前記投影光学系の瞳面に配置された開口絞りを有し、
 光源からの光によって前記瞳面に形成される前記光源の像強度分布の、前記周期パターン光の周期方向の寸法を L_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を L_2 とし、
 前記開口絞りの開口部の、前記周期パターン光の周期方向の寸法を S_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を S_2 とし、
 以下の条件式を満たす

$$L_1 / L_2 > S_1 / S_2、L_1 > S_1$$

10

ことを特徴とする投影装置。

【請求項 2】

1.2 L_1 / S_1 1.6 を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の投影装置。

【請求項 3】

1.3 L_1 / S_1 1.5 を満たすことを特徴とする請求項 2 に記載の投影装置。

【請求項 4】

0.8 L_2 / S_2 1.2 を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の投影装置。

【請求項 5】

0.9 L_2 / S_2 1.1 を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の投影装置。

20

【請求項 6】

$L_1 > L_2$ を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の投影装置。

【請求項 7】

前記光源からの光により前記周期パターンを生成するパターン生成部を含み、
 前記周期パターンは前記開口部を通過し、前記物体に投影される、
 ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の投影装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のうちいずれか 1 項に記載の投影装置と、
 前記投影装置によりパターン光が投影された物体を撮像する撮像装置と、を有すること
 を特徴とする計測装置。

30

【請求項 9】

パターン光を物体に投影する投影光学系を備える投影装置と、前記投影装置により前記パターン光が投影された前記物体を撮像する撮像装置と、を含む計測装置であって、

前記投影装置は、

前記投影光学系の瞳面に配置された開口絞りを有し、

光源からの光によって前記瞳面に形成される前記光源の像強度分布の、前記投影装置と前記撮像装置とを結ぶ基線方向の寸法を L_1 と、該基線方向に垂直な方向の寸法を L_2 とし、

前記開口絞りの開口部の、前記基線方向の周期方向の寸法を S_1 と、該基線方向に垂直な方向の寸法を S_2 とし、

40

以下の条件式を満たす

$$L_1 / L_2 > S_1 / S_2、L_1 > S_1、$$

ことを特徴とする計測装置。

【請求項 10】

前記パターンは周期パターンであって、

前記投影装置および前記撮像装置は、前記基線方向が前記周期パターンの周期方向と同じになるように配置される、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の計測装置。

【請求項 11】

50

被検物を計測する、請求項 8 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置と、前記計測装置による計測結果に基づいて前記被検物を保持して移動させるロボットと、を有するシステム。

【請求項 12】

請求項 8 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置を用いて被検物を計測する工程と、

該計測結果に基づいて被検物を処理することにより物品を製造する工程と、を有することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、投影装置、計測装置、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

物体の形状を計測する装置として、パターン投影法を用いた光学式の計測装置が知られている。パターン投影法では、所定のパターン光を物体に投影して撮像し、撮像画像におけるパターンを検出して、三角測量の原理から各画素位置における距離情報を算出することで、物体の形状を求めている。

【0003】

パターン光の物体への投影は、計測装置に含まれる投影装置（プロジェクタ）により行われる。プロジェクタは、物体を均一に照明すること、および光源からの光を効率よく利用することが求められる。光利用効率を向上させる技術として、光源の像強度分布の形状と開口絞りの開口部の形状とを相似形とする技術がある（特許文献 1 および 2）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 1 8 2 8 6 3 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 3 1 3 8 6 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

しかしながら、上記特許文献の装置では、プロジェクタに含まれる光源や開口絞りの配置誤差等により、開口絞りの開口部に光源像が形成されない部分（瞳面の光強度分布の欠損）が発生しうる。瞳面の光強度分布の欠損があると、物体のパターン投影面における照度均一性が低下し、パターン光の検出誤差が発生しうる。瞳面の光強度分布の欠損の発生を防ぐため、開口絞りの開口部を狭くする方法が考えられるが、光利用効率が低下する。

【0006】

本発明は、例えば、光利用効率の点で有利な投影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】

40

上記課題を解決するために、本発明は、周期パターン光を物体に投影する投影光学系を備える投影装置であって、投影光学系の瞳面に配置された開口絞りを有し、光源からの光によって瞳面に形成される光源の像強度分布の、周期パターン光の周期方向の寸法を L_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を L_2 とし、開口絞りの開口部の、周期パターン光の周期方向の寸法を S_1 と、該周期方向に垂直な方向の寸法を S_2 とし、次の条件式を満たす、 $L_1 / L_2 > S_1 / S_2$ 、 $L_1 > S_1$ 、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、光利用効率の点で有利な投影装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態に係る投影装置を用いた計測装置の構成を示す概略図である。

【図 2】ドットラインパターン光の一例を示す図である。

【図 3】投影装置の詳細な構成を示す図である。

【図 4】開口絞りの開口部と投影光学系の瞳面に形成された光源の像強度分布との関係を示す図である。

【図 5】投影光学系のフォーカス面とフォーカス面近傍の面における点像分布を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態に係る開口絞りの開口部と投影光学系の瞳面に形成された光源の像強度分布との関係を示す図である。

10

【図 7】第 2 実施形態に係る開口絞りの開口部と投影光学系の瞳面に形成された光源の像強度分布との関係を示す図である。

【図 8】計測装置とロボットアームとを含む制御システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明を実施するための形態について図面などを参照して説明する。

【 0 0 1 1 】

(第 1 実施形態)

図 1 は本発明の第 1 実施形態に係る投影装置を用いた計測装置の構成を示す概略図である。計測装置は、パターン投影法を用いて、被計測物 5 の形状（例えば、3 次元形状、2 次元形状、位置及び姿勢など）を計測する。計測装置は、図 1 に示すように、投影装置（プロジェクタ）1 と、撮像装置（撮像部）2 と、処理部 3 とを有する。ここで、被計測物 5 が載置された平面内に互いに直交する X 軸および Y 軸を取り、この X Y 平面に直交する方向に Z 軸を取る。

20

【 0 0 1 2 】

投影装置 1 は、例えば、光源部 1 1 と、照明光学系 1 2 と、パターン生成部 1 3 と、投影光学系 1 4 とを含み、所定のパターン光を被計測物 5 に投影する。投影装置 1 の光軸を光軸 OA_1 とする。光源部 1 1 は、例えばハロゲンランプ、LED など各種の発光素子である。本実施形態では、投影光学系 1 4 の入射瞳を均一に照らすために、1 チップで構成される表面実装型 LED を用いる。また、その発光部の形状は長方形とする。照明光学系 1 2 は、光源部 1 1 から射出された光の光源像を投影光学系 1 4 の入射瞳に形成し、また、パターン生成部 1 3 で生成されたパターンを均一に照明する（例えば、ケーラー照明）。

30

【 0 0 1 3 】

パターン生成部 1 3 は、被計測物 5 に投影するパターンを生成し、本実施形態では、ガラス基板をクロムめっきすることによってパターンが形成されたマスクで構成されている。なお、パターン生成部 1 3 は、任意のパターンを生成可能な DLP (Digital Light Processing) プロジェクタや液晶プロジェクタなどで構成してもよい。投影光学系 1 4 は、パターン生成部 1 3 で生成されたパターン光を被計測物 5 に投影する光学系である。

40

【 0 0 1 4 】

図 2 は、パターン生成部 1 3 によって生成され、被計測物 5 に投影されるパターン光の一例であるドットラインパターン光（周期パターン光）を示す図である。ドットラインパターン光は、図 2 に示すように、明線で形成された明部 BP と、暗線で形成された暗部 DP とが図中 Y 方向（周期方向）に交互に配置された周期的なラインパターン光（ストライプパターン光）である。また、明線 BP 上において明部が延びる方向（Y 方向に直交する X 方向）において明部を切断するように明部と明部の間に、ドット DT が設けられている。ドット DT は、互いの明線を識別するための識別部である。ドットの位置は各明線上において異なるため、検出されたドットの座標（位置）情報から、投影された各明線がパターン生成部 1 3 上のどのラインに対応するかの指標が与えられ、投影された各明線の識別

50

が可能となる。

【 0 0 1 5 】

図 1 に戻ると、撮像装置 2 は、例えば、撮像光学系 2 1 と、撮像素子 2 2 とを含み、被計測物 5 を撮像して画像を取得する。撮像装置 2 の光軸を光軸 $O A_2$ とする。撮像部 2 は、本実施形態では、ドットラインパターン光が投影された被計測物 5 を撮像して、ドットラインパターン光に対応する部分を含む画像（距離画像）を取得する。撮像光学系 2 1 は、被計測物 5 に投影されたドットラインパターン光を撮像素子 2 2 に結像するための結像光学系である。撮像素子 2 2 は、パターン光が投影された被計測物 5 を撮像するための複数の画素を含むイメージセンサであって、例えば、CMOS センサや CCD センサなどで構成されている。

10

【 0 0 1 6 】

投影装置 1 と撮像装置 2 とは、両者の光学中心を結んだ線である、基線 $B L$ の長さ（基線長）の間隔で配置される。ここで光学中心とは投影装置 1 および撮像装置 2 が有する光学系の物体側の瞳位置の事を表す。また、本実施形態では、明部 $B P$ および暗部 $D P$ が延びる方向（ x 方向）と基線 $B L$ とは直交するように設定される。

【 0 0 1 7 】

処理部 3 は、撮像装置 2 の撮像画像から求めたパターン座標、投影装置 1 および撮像装置 2 の光学特性、基線長等に基づいて、被計測物 5 の形状を求める。パターン座標は、例えば、撮像画像において、明部 $B P$ に平行な方向（ x 方向）の各画素座標に対して明部 $B P$ と交差する方向（ y 方向）断面の輝度分布に基づいて求められる。本実施形態では、当該輝度分布から検出したドット $D T$ の位置により明部 $B P$ を識別してパターン座標が求められる。

20

【 0 0 1 8 】

図 3 は、投影装置 1 の詳細な構成を示す図である。投影装置 1 に含まれる投影光学系 1 4 は、レンズ 1 4 1 および 1 4 2 と、開口絞り 1 4 3 とを含む。レンズ 1 4 1 とレンズ 1 4 2 とは、開口絞り 1 4 3 を間に挟んで配置される。また、開口絞り 1 4 3 は、投影光学系 1 4 の瞳面に配置される。

【 0 0 1 9 】

図 4 (A) ~ (C) は、開口絞り 1 4 3 の開口部と投影光学系 1 4 の瞳面に形成された光源の像強度分布との関係を示す図である。図 4 (A) にて、開口部 $O P$ は点線で光源の像強度分布（光源像） $I M$ は実線で示される。光源像 $I M$ と開口部 $O P$ とは、略一致した形状をしており、開口部 $O P$ （投影光学系 1 4 の瞳面）に光源像 $I M$ が一様に形成される。図 4 (B) は、光源部 1 1 や開口絞り 1 4 3 などの配置誤差、製造誤差により、開口部 $O P$ における光源像 $I M$ の形成される位置がシフトした場合を示す図である。シフト前の光源像 $I M$ を 2 点鎖線、シフト後の光源像 $I M$ を実線、シフト方向を矢印で示す。

30

【 0 0 2 0 】

ここで、光源像 $I M$ のシフトは、上記のような配置誤差等による照明光学系 1 2 の主光線と投影光学系 1 4 の主光線の角度誤差によって引き起こされる。例えば、照明光学系 1 2 を小型に構成した場合は、周辺画角での角度特性が急峻に変化するためシフトが起こりやすい。シフトによる誤差は光源 1 1 の $X Y$ 方向の配置誤差で画角一律で発生する成分も存在するが、本実施形態では、説明を簡便にするため、光源 1 1 の Z 方向の配置誤差による周辺画角のみに発生する成分について説明する。したがって、図 4 (A) はシフトが起こっていない、中心画角を通過する光束による光源像 $I M$ を示し、図 4 (B) はシフトが起こり、周辺画角を通過する光束による光源像 $I M$ を示している。下記、同様の光源像と開口部との関係の説明において、シフトが発生し光源像中心が投影装置 1 の光軸 $O A_1$ からずれている図面も周辺画角を通過する光束による光源像として説明する。

40

【 0 0 2 1 】

図 4 (B) によれば、光源像 $I M$ のシフトにより、開口部 $O P$ に光源像 $I M$ が形成されない部分が生じることがわかる。開口部 $O P$ における光強度分布の欠損は、被計測物 5 に投影されるパターン光の照度均一性の低下につながりうる。図 4 (C) は、光源像 $I M$ が

50

形成されない部分（光強度分布の欠損）をなくすように、開口部OPの形状を小さくした場合を示す図である。図に示すように、開口部OPに光強度分布の欠損はなくなっている。しかしながら、開口部OPを小さくすることで開口部OPがカバーする光源像IMの面積が小さくなり、光利用効率が低下する。また、光源11の発光部サイズを大きくすることで欠損を改善する場合も光利用効率が低下し、被検物5上の照度を維持するためには、光源11の消費電力および発熱量が増加してしまう。

【0022】

光強度分布の欠損により、被計測物5のパターン投影面における光の配向分布（点像分布）の対称性が崩れる。図5（A）および（B）は、投影光学系14（投影装置1）のフォーカス面とフォーカス面近傍の面における点像分布を示す図である。図5（A）は、光強度分布の欠損が無い場合であり、図5（A）の左において、投影光学系14のフォーカス面を面BF、フォーカス面と平行な面で投影光学系14に近い面を面NR、投影光学系14から遠い面を面FRとする。撮像装置2は、いずれの面も撮像可能である。投影装置1からの光のうち、面BFの点pを通過する光束のうち最外周の光線を光線 R_{11} 、 R_{12} とする。この場合の面FRにおける点像分布を図5（A）右に示す。横軸は面FRにおけるy方向の位置、原点は点pの位置、縦軸は光強度である。開口部OPにおける光強度分布の欠損が無い場合、点像分布は点pの位置に関して対称な分布となる。すなわち、どの面も均一な照度でパターン光が投影される。

【0023】

一方、図5（B）は、開口部OPにおける光強度分布の欠損が起きた場合であり、図5（B）の左において、投影装置1からの光のうち、図5（A）の場合と同じ点pを通過する光束のうち最外周の光線を光線 R_{21} 、 R_{22} とする。この場合の面FRにおける点像分布を図5（B）右に示す。横軸、原点および、縦軸は図5（A）と同様である。光強度分布の欠損が起きた場合、点像分布は点pの位置に関して対称な分布とならない。すなわち、面FRにおいて-y方向に光束の重心がずれ、面NRにおいて+y方向に光束の重心がずれる。これにより、パターン投影の照度均一性の低下（パターン検出誤差）につながる。

【0024】

なお、光強度分布の欠損を投影装置1の校正により軽減することは、パターン検出誤差が被計測物5のZ方向の位置に依存すること、および画角一様で誤差が発生するのではなく周辺画角で顕著に発生することから非常に困難である。

【0025】

ここで、図2のようなドットラインパターン光を被計測物5に投影する場合、パターン座標は、y方向（基線BL方向）の輝度分布に基づいて求められる。したがって、x方向の投影パターン歪みは、パターン座標の検出誤差をほとんど発生させない。これは、明部BPおよび暗部DPはx方向（基線BLに垂直な方向）に伸びているため、点像分布のx方向の歪みは、投影パターンの歪みを実質的に発生させないからである。したがって、ラインパターン光を投影する投影装置では基線に垂直な方向への光強度分布の欠損は許容され得る。

【0026】

なお、本実施形態に用いているライン対応付けのための符号（ドット）を持つパターンの場合は、ドットの検出ができる限り、x方向の投影パターンの歪みはラインの検出のための精度ほど高精度を要求されない。

【0027】

本実施形態の投影装置1は、製造上の誤差等により光源像がシフトした場合に、基線方向の光強度分布欠損の発生を抑えながらも、ドット検出が可能な程度で基線に垂直な方向の光強度分布欠損を許容する構成としている。図6（A）および（B）は、本実施形態に係る開口絞りの開口部と投影光学系14の瞳面に形成された光源の像強度分布との関係を示す図である。図6（A）はシフトが起こる前、図6（B）はシフトが起きた後を示している。図中一点鎖線を基線方向とする。本実施形態では、基線方向において、光源像IM

10

20

30

40

50

の寸法が開口部 O P の寸法よりも大きく、基線に垂直な方向において、光源像 I M の寸法と開口部 O P の寸法とが等しい構成としている。これにより、図 6 (B) のように光源像 I M がシフトしても、基線方向 (y 方向) に光強度分布の欠損が生じない。 x 方向にはドットの検出が可能な範囲で欠損が生じる。本実施形態では、 x 方向の欠損を許容しており、光利用効率を向上させている。

【 0 0 2 8 】

ここで、開口部 O P の y 方向の寸法を S_1 、光源像 I M の y 方向の寸法を L_1 、開口部 O P の x 方向の寸法を S_2 、光源像 I M の x 方向の寸法を L_2 として互いの関係を条件式で表す。上記、光源像 I M と開口部 O P の寸法の関係は、 $L_1 > S_1$ 、かつ $L_2 = S_2$ と表せる。なお、 x 方向の欠損はドットの検出が可能な範囲で許容しているため、開口部 O P の x 方向の寸法 S_2 と、光源像 I M の x 方向の寸法 L_2 とは、等しくなくてもよく、大小関係も問わない。本実施形態では、ドットの検出が可能な範囲は、 L_2 / S_2 が 0.8 から 1.2 の範囲であり、より好ましくは 0.9 から 1.1 の範囲である。また、開口部 O P の y 方向の寸法 S_1 に対する光源像 I M の y 方向の寸法 L_1 は、光利用効率を考慮した大きさとしている。すなわち、好ましくは L_1 / S_1 を 1.2 から 1.6 の範囲とし、より好ましくは L_1 / S_1 を 1.3 から 1.5 の範囲とする。また、光源像 I M の形状の縦横比、すなわち L_1 / L_2 は、基線方向に欠損を生じさせない観点から、開口部 O P の形状の縦横比、すなわち S_1 / S_2 よりも大きくする (非相似とする)。また、 L_1 / L_2 は、1 よりも大きい ($L_1 > L_2$) とすることが望ましい。

【 0 0 2 9 】

ここでの光源像 I M の寸法は、例えばパターン生成部 1 3 の中心位置に微小な透過部を設けたときの、瞳面における光強度分布をシミュレーションもしくは実験により確認することが可能である。

【 0 0 3 0 】

このように、本実施形態の構成を備えた投影装置は、光利用効率の低減を抑えつつ、被計測物のパターン投影面における照度均一性を向上させることができる。当該投影装置を備えた計測装置は、投影パターンを高精度に検出できる。以上のように、本実施形態によれば、光利用効率の点で有利な投影装置を提供することができる。

【 0 0 3 1 】

(第 2 実施形態)

図 7 (A) および (B) は、本実施形態に係る開口絞りの開口部と開口部に形成された光源像との関係を示す図である。本実施形態では、開口絞り 1 4 3 の製造上の容易さ、投影光学系 1 4 への配置のし易さ、配置制度等を考慮して開口部 O P の形状を円形としている。これにより、光源像 I M のシフトを抑えることができる。図 7 (A) はシフトが起こる前、図 7 (B) はシフトが起きた後を示している。本実施形態においても、基線方向において、光源像 I M の寸法が開口部 O P の寸法よりも大きく、基線直交方向において、光源像 I M の寸法と開口部 O P の寸法とが等しい構成としている。なお、開口部 O P の y 方向の寸法を S_1 、x 方向の寸法を S_2 、光源像 I M の y 方向の寸法を L_1 、x 方向の寸法を L_2 とし、第 1 実施形態と同様の関係を満たす寸法とするのが好ましい。本実施形態による投影装置も、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 3 2 】

なお、上記では、基線 B L と投影装置 1 の光軸 O A₁ とが直交していたが、直交しない場合は、基線方向を投影装置 1 の光軸 O A₁ から投影光学系 1 4 の瞳面に基線を射影した方向と考えればよい。また、開口部 O P の形状誤差や配置誤差を低減するために、開口絞り 1 4 3 は開口部 O P の寸法変更機構を持たせた可変絞りよりも、開口部 O P の寸法が固定された固定絞りが好適である。

【 0 0 3 3 】

なお、パターン生成部 1 3 によって生成され、被計測物 5 に投影されるパターンは、図 2 に示すパターンに限らず、明と暗を反転したパターンでもよい。階調パターンや多色パターンなど、複数の線を含むパターンであってもよい。線は直線でも曲線でもよい。さら

に、線に限らずランダムドットパターンでもよい。また、ラインに設ける識別部としては、ドットに限らず、丸形状や、幅を狭くした部分など、各線を識別できる符号であればよい。ドットが設けられる位置は、明部上であっても暗部上であってもよい

【 0 0 3 4 】

(第 3 実施形態)

上述の計測装置は、ある支持部材に支持された状態で使用されうる。本実施形態では、一例として、図 8 のようにロボットアーム 3 0 0 (把持装置) に備え付けられて使用される制御システムについて説明する。計測装置 1 0 0 は、支持台 2 0 0 に置かれた被検物 2 1 0 にパターン光を投影して撮像し、画像を取得する。そして、計測装置 1 0 0 の制御部が、又は、計測装置 1 0 0 の制御部から画像データを取得した制御部 3 1 0 が、被検物 2 1 0 の位置および姿勢を求め、求められた位置および姿勢の情報を制御部 3 1 0 が取得する。制御部 3 1 0 は、その位置および姿勢の情報 (計測結果) に基づいて、ロボットアーム 3 0 0 に駆動指令を送ってロボットアーム 3 0 0 を制御する。ロボットアーム 3 0 0 は先端のロボットハンドなど (把持部) で被検物 2 1 0 を保持して、並進や回転などの移動をさせる。さらに、ロボットアーム 3 0 0 によって被検物 2 1 0 を他の部品に組み付ける (組立する) ことにより、複数の部品で構成された物品、例えば電子回路基板や機械などを製造することができる。また、移動された被検物 2 1 0 を加工することにより、物品を製造することができる。制御部 3 1 0 は、C P U などの演算装置やメモリなどの記憶装置を有する。なお、ロボットを制御する制御部を制御部 3 1 0 の外部に設けても良い。また、計測装置 1 0 0 により計測された計測データや得られた画像をディスプレイなどの表示部 3 2 0 に表示してもよい。

10

20

【 0 0 3 5 】

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内において様々な変更が可能である。

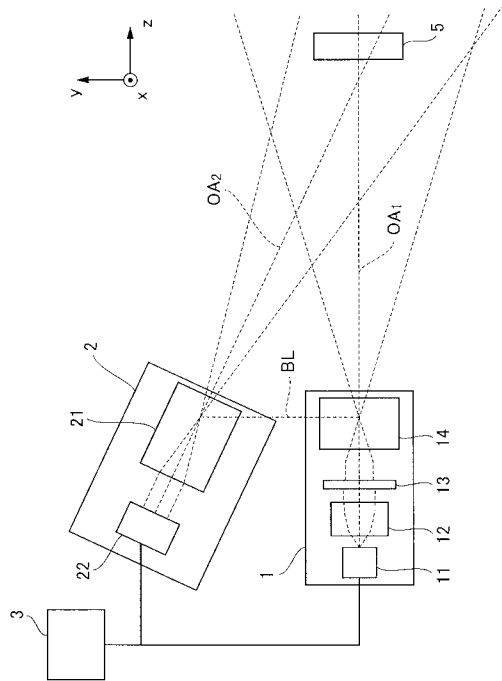
【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

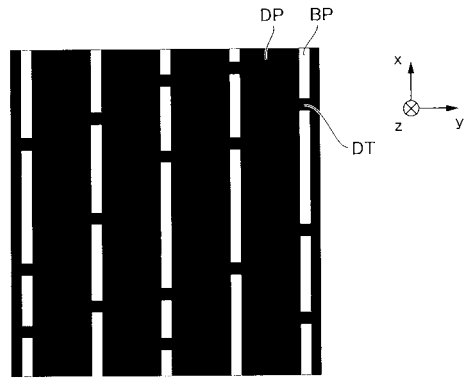
- 1 投影装置 (プロジェクタ)
- 2 撮像装置
- 1 1 光源部
- 1 2 照明光学系
- 1 3 パターン生成部
- 1 4 投影光学系
- 1 4 3 開口絞り
- O P 開口部
- I M 光源像

30

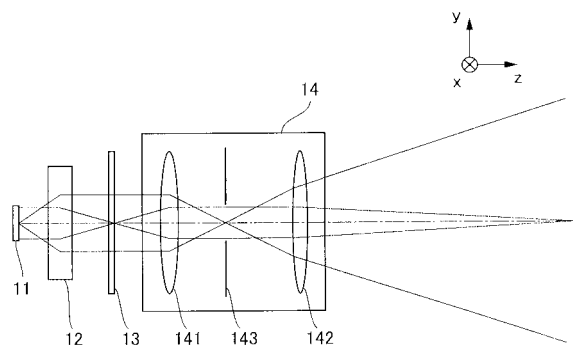
【 図 1 】



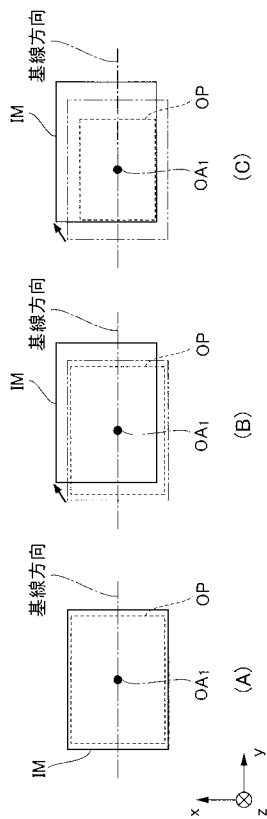
【 図 2 】



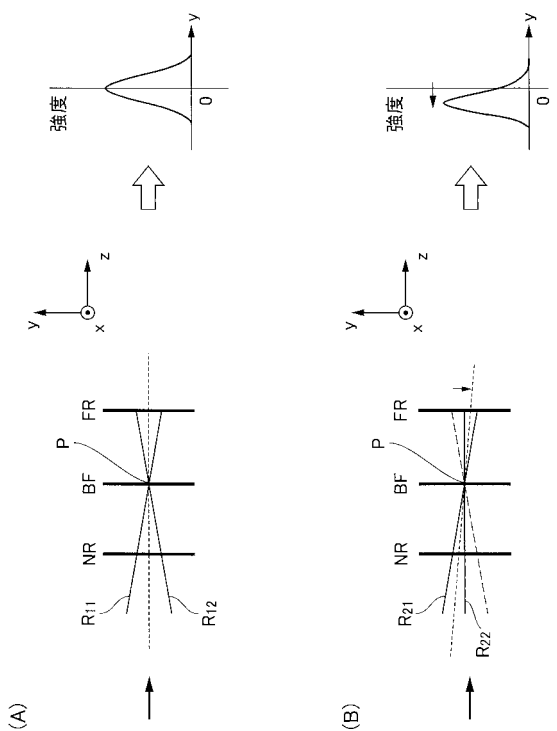
【 図 3 】



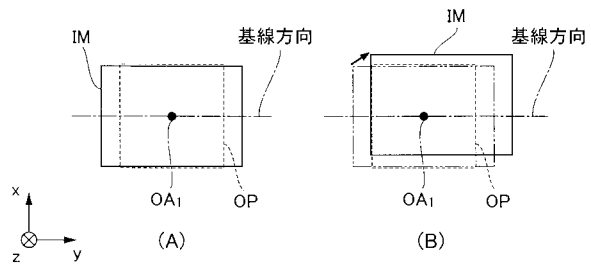
【 図 4 】



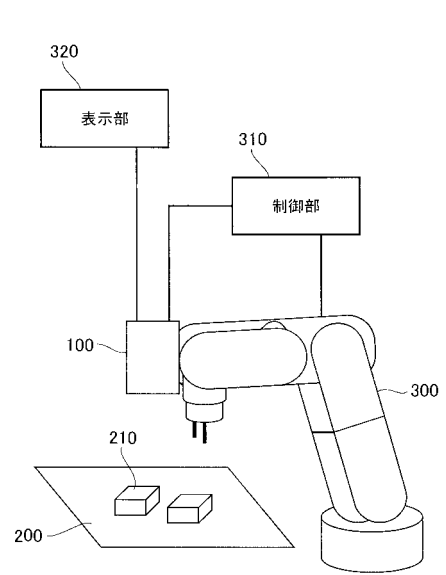
【 図 5 】



【図 6】



【図 8】



【図 7】

