

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 20 年 9 月 4 日 (2008.9.4)

【公開番号】特開 2006-41540 (P2006-41540A)
 【公開日】平成 18 年 2 月 9 日 (2006.2.9)
 【年通号数】公開・登録公報 2006-006
 【出願番号】特願 2005-221109 (P2005-221109)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 1 5 D

G 0 3 F 7/20 5 2 1

【手続補正書】
 【提出日】平成 20 年 7 月 23 日 (2008.7.23)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

第 1 の偏光マニピュレータ (PM1、PM21、PM31、PM41、PM51、PM611、PM621、PM111)、第 2 の偏光マニピュレータ (PM2、PM22、PM32、PM42、PM52、PM612、PM622、P112)、それらの間に配置される少なくとも 1 つの光学エレメント (L1、L2、18、30) を含むマイクロソグラフィ用投影露光装置 (PEA) のための照明システムにおいて：

(a) 前記第 1 の偏光マニピュレータ (PM1、PM21、PM31、PM41、PM51、PM611、PM621、P111) に入る光線 (R) の電界ベクトルが、時間的に固定されている第 1 の方向 (PD_i) において振動し、

(b) 前記第 1 の偏光マニピュレータ (PM1、PM21、PM31、PM41、PM51、PM611、PM621、P111) から放出される光線 (R) の電界ベクトルが時間的に変化する第 2 の方向 (PD_m) において振動し、

(c) 前記第 2 の偏光マニピュレータ (PM2、PM22、PM32、PM42、PM52、PM612、PM622、P112) から放出される光線 (R) の電界ベクトルが時間的に固定されている第 3 の方向 (PD_o) において振動する、照明システム。

【請求項 2】

前記第 1 の偏光マニピュレータ (PM1、PM611) は、楕円偏光された光を生成する請求項 1 に記載の照明システム。

【請求項 3】

前記第 2 の偏光マニピュレータ (PM2、PM612) は、楕円偏光された光を直線偏光された光に変換する請求項 2 に記載の照明システム。

【請求項 4】

前記第 1 の偏光マニピュレータ (PM21、PM31、PM41、PM51、PM621) と、前記第 2 の偏光マニピュレータ (PM22、PM32、PM42、PM52、PM622) は、それぞれ偏光回転子を含む請求項 1 に記載の照明システム。

【請求項 5】

前記第 1 の偏光マニピュレータ (PM41、PM51) と前記第 2 の偏光マニピュレー

タ (PM42、PM52) は、前記第2の方向を断続的に回転する請求項4に記載の照明システム。

【請求項6】

$m = 1、3、5、\dots$ として、前記第1の偏光マニピュレータ (PM41) が第1の方向を $m \times 90^\circ$ 回転させる請求項5に記載の照明システム。

【請求項7】

前記第1の偏光マニピュレータ (PM111) と前記第2の偏光マニピュレータ (PM112) との間に配置される第3の偏光マニピュレータ (PM113) を含み、その第3の偏光マニピュレータ (PM113) は、前記照明システム (1110) の光軸 (OA) に平行な光学軸を有する光学的にアクティブな結晶 (1101) を含み、その結晶 (1101) は、前記光学軸の方向に沿って局所的に変化する厚さを有する請求項1に記載の照明システム。

【請求項8】

前記第1の偏光マニピュレータ (PM111) と前記第2の偏光マニピュレータ (PM112) との間に配置され、偏光方向が放射方向から接線方向に変化する四重対称性を有する偏光分布を生成する第3の偏光マニピュレータ (PM113) を含み、前記第1の偏光マニピュレータ (PM111) は、 $m = 1、3、5、\dots$ とするとき、第1の方向を $m \times 90^\circ$ 回転させ、前記第2の偏光マニピュレータ (PM112) は、 $n = 1、3、5、\dots$ とするとき、 $n \times 45^\circ$ の角度で方向を変更することのできる光学軸を有する半波長プレート (1198) の機能を有する請求項1に記載の照明システム。

【請求項9】

前記第1の偏光マニピュレータ (PM21、PM31) と前記第2の偏光マニピュレータ (PM22、PM32) は、連続して第2の方向 (PD_m) を回転させる請求項4に記載の照明システム。

【請求項10】

(a) 第1のペアの偏光マニピュレータ (PM611、PM612) と、
 (b) 前記第1のペアの偏光マニピュレータ (PM611、PM612) に続く第2のペアの偏光マニピュレータ (PM621、PM622) と、
 (c) 前記第1のペアの偏光マニピュレータ (PM611、PM612) と前記第2のペアの偏光マニピュレータ (PM621、PM622) の間に配置された、少なくとも1つの別の偏光マニピュレータ (PM3) と、
 を含む請求項1に記載の照明システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

このためアクチュエータ740は、モータ m によって回転される歯付きローラ742を含む。レンズL1、L2の外周には、歯付きホイール・リム744、746が取り付けられている。歯付きホイール・リム744、746は、歯付きローラ742とともに、歯車係合を構成し、それが、モータ m とレンズL1、L2の間の伝達を提供する。したがって、モータ m の付勢は、レンズL1、L2の共通回転対称軸周りの回転をもたらす。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

モータ m は、コントロール・ユニット748に接続されており、それによりあらかじめ

決定済みのコントロール・パターンに従ってモータ m をコントロールすることが可能になる。図示の実施形態においてはこのパターンが、照明システム710の露光動作の間にわたって、レンズL1、L2が連続的に、ゆっくりと回転されるように設定される。これは、偏光方向 PD_i を有する直線偏光された光によって、レンズL1、L2が作られている材料内に偏光誘起複屈折が生じ得ないことを保証する。これは、レンズL1、L2の連続的な回転に起因して、偏光方向 PD_i とレンズL1、L2の材料の間に固定された空間的關係が存在しないことによる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0090】

コントロール・ユニット748は、上記に代えて、照明システム710の露光動作期間と露光動作期間の間の一時停止間にのみレンズL1、L2が回転されるような方法でモータ m をコントロールすることもできる。これは、光学エレメントが回転対称性を有してなく、多重対称性だけを有している場合に有利である。すなわち、光学エレメントの形状が任意角度の回転の下に一樣性を保つのではなく、特定の角度、たとえば90°の回転の下に一樣性を保つことを意味する。この場合、その光学エレメントの光学特性は、特定の角度の回転が行われたときに限って同一となる。一時停止間に光学エレメントを回転することは、光学エレメントの形状だけが回転対称であり、それ自体の材料（たとえば、その結晶構造）が回転対称でない場合においても有利である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0092

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0092】

この状況が、XVI XVI線に沿った照明システム710の断面が示されている図16に例示されており。両方向矢印 PD_i は、入射光の偏光方向を示す。参照番号750は、レンズL2と固定的に関連付けられた基準方向を示す。レンズL1、L2が、照明システム710の動作期間と動作期間の間における一時停止の間に、矢印752によって示されるように90°の回転角度で回転した場合には、続いて生じる基準方向750が偏光方向 PD_i に一致する動作期間の間に、レンズL2（およびレンズL1）が入射光にさらされることになる。これは、その前と同様に密度変動を誘起するが、方向が直交する。2つの角度ポジションの間における動作期間の持続時間が同一であれば、複屈折が生じない。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

モータ m のコントロールについては、このほかの種々のコントロール・パターンが可能であることを理解すべきである。たとえば、レンズL1、L2を照明システム710の動作の間に、レンズL1、L2の合計の回転角度が90°となるまで、10°の回転角度で断続的にレンズL1、L2を回転させることも可能である。その後、レンズL1、L2が、それらのオリジナルのポジションに戻るまで、同一の手順を逆行させればよい。偏光誘起密度変動のある種の『ばかし』は、最大回転角度が45°に満たない場合であっても達成することができる。これが、偏光誘起複屈折の発生の抑圧に充分となることもある。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0105

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0105】

図22は、第11の実施形態に従った照明システムの第1の動作モードを示している。全体が1110によって示されるこの照明システムは、図10、13及び14に示されている照明システムと同様に第3の偏光マニピュレータPM113を含み、接線状偏光分布を生成することが意図されている。しかしながら、第3の偏光マニピュレータPM113は、以下から明らかになるとおり、放射状または接線状の偏光分布のいずれも生成しない。まず、図23～25を参照して第3の偏光マニピュレータPM113の構造について説明する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0108

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0108】

図23に示されている実施形態においては、結晶1101が、実質的にディスク形状であり、平坦なベース表面1103と、その反対側の2つのエリア1105a、1105bも分割されたトップ表面を有する。第3の偏光マニピュレータPM113のエレメント軸EAは、光学軸1101と平行に整列され、照明システム1110の光軸OAと一致する。エレメント軸EAと垂直に、エレメント軸EAと交差し、アジマス角の基準軸として機能する基準軸RAを定義することができる。図23の例示においては、2つのエリア1105a、1105bに、それぞれ0°から180°まで、および180°から360°までのアジマス角範囲が割り当てられている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0109

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0109】

エレメント軸EAに対して垂直であり、かつ基準軸RAと角度をなす任意の半径rに沿って、結晶1101は、一定の厚さdを有する。この『厚さ』という用語は、結晶1101の、その光学軸に沿ったかさに関係する。したがって、結晶1101の厚さプロファイルは、純粋にアジマス角の関数であり、エレメント軸EAからの半径方向距離の関数ではない。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0116

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0116】

図22に示されている第1の動作モードにおいては、回転子1181が交換ホルダ1171から引き出され、その結果、入射光がその初期偏光方向PD_iを維持する。これが図26に示されており、そこには、照明システム1110の光軸OAに沿った種々の位置P₁、P₂、P₃、P₄における瞳全体にわたる偏光分布を図式的に例示されている。図22に矢印によって示されているとおり、参照番号P₁は、第1の偏光マニピュレータPM111の直前のポジションを表す。参照番号P₂およびP₃は、それぞれ第3の偏光マニピュレータPM113の直前および直後のポジションに対応する。参照番号P₄は、第2

の偏光マニピュレータ P M 1 1 2 の直後のポジションに対応する。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 7】

ここで、投影光束が瞳平面 2 8 の環状領域のみを通過するように照明システム 1 1 1 0 が設定されているものと仮定する。これは、たとえば図 2 に示されているようにアキシコン・エレメント 2 7 a、2 7 b を離すことによって達成することができる。その結果、図 2 6 に示されている瞳にわたる偏光分布についても環状領域に制限される。回転子 1 1 8 1 が引き出される第 1 の動作モードでは、位置 P 2 において、すなわち第 3 の偏光マニピュレータ P M 1 1 3 の直前において、投影光が初期の偏光方向 $P D_i$ を伴って完全に直線偏光されたままとなる。このとき、第 3 の偏光マニピュレータ P M 1 1 3 が、結晶 1 1 0 1 を光線が通過する場所に応じて偏光方向を回転する。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 8】

照明システム 1 1 1 0 において結晶 1 1 0 1 が、基準軸 R A が紙面内に横たわるように配向されているとすれば、これが結果として位置 P 3 に示される偏光分布をもたらす。この偏光分布は、放射状と接線状の偏光方向が交番する四重対称性によって特徴付けされる。図示の構成においては、接線状偏光がアジマス角 0° 、 90° 、 180° 、 270° において達成され、放射状偏光がアジマス角 45° 、 135° 、 225° 、 315° において達成される。結晶 1 1 0 1 が直線的な厚さプロファイルを有することから、偏光方向が接線方向と放射方向の間において連続的に変化する。結晶 1 1 0 1 がステップ状の厚さプロファイルを伴って設計されている場合には、偏光方向が滑らかにならず、放射状偏光方向と接線状偏光方向の間においてステップ状に変化する。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 9】

図 2 2 に示されている第 1 の動作モードにおいては、半波長プレート 1 1 9 8 が、その光学軸が初期偏光方向 $P D_i$ と平行に走るような角度ポジションにある。図 2 6 にはこれが軸の向き A O によって略図的に示されている。この向きにおいては、半波長プレート 1 1 9 8 が位置 P 3 における偏光分布を、位置 P 4 について示されているとおりのマスク M に望ましい接線状偏光分布に変換する。これは、事実上、半波長プレートがその光学軸において偏光方向のミラーリングを行うことを考えれば容易に理解することができる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 1】

図 2 8 は、第 2 の動作モードにおける偏光分布を、図 2 6 に類似の表現を用いて示している。回転子 1 1 8 1 の挿入に起因して、位置 P 2、すなわち第 3 の偏光マニピュレータ

P M 1 1 3 の直前における偏光方向は、この場合 90° の回転を受ける。第 3 の偏光マニピュレータ P 1 1 3 は、この偏光分布を位置 P 3 に示されている偏光分布に変換する。この偏光分布は、図 2 6 に示されている位置 P 3 の偏光分布を、すべての偏光方向を 90° 回転することによって得ることができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 2】

図 2 8 には、回転された半波長プレート 1 1 9 8 の光学軸の向き A O ' が略図的に示されている。この回転された軸の向き A O ' に起因して、位置 P 3 における偏光分布は、この場合にもマスク M の近傍において接線状偏光分布に変換される。したがって、照明システム 1 1 1 0 は、両方の動作モードにおいて接線状偏光分布を得ることが可能であり、しかも第 1、第 2 の偏光マニピュレータ P M 1 1 1、P M 1 1 2 の間における偏光方向を交番させる。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 3】

図 1 3 に示されている第 5 の実施形態とは対照的に、照明システム 1 1 1 0 は、第 2 の偏光マニピュレータ P M 1 1 2 用に半波長プレートを 1 つだけしか必要としない。この半波長プレート 1 1 9 8 は、ゼロ次のプレートとして構成することができる。これは、位置 P 4 において生じる、より大きな入射角の観点から有利である。同じ理由から、入射角に応じて幾何学的パス長が異なるため、照明システムのこの部分に光学的にアクティブな結晶の使用は困難である。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 4】

【図 1】照明システムを含む投影露光装置の簡略化した斜視図である。

【図 2】偏光マニピュレータとして $1/4$ 波長プレートと $3/4$ 波長プレートを含む図 1 の照明システムを通る断面を示したメリジオナル平面の断面図である。

【図 3】図 2 の照明システムを、さらに簡略化して示した説明図である。

【図 4】照明システムの入口側の偏光方向を示した説明図 (a)、円偏光された光の電界ベクトルを示した説明図 (b)、照明システムの出口側の偏光方向を示した説明図 (c) である。

【図 5】偏光マニピュレータとして液晶を含む本発明の第 2 の実施形態に従った照明システムを、図 3 と類似の態様で例示した説明図である。

【図 6】液晶によってもたらされる偏光方向の回転を示した説明図である。

【図 7】回転角 の時間的变化を例示したグラフである。

【図 8】偏光マニピュレータとして半波長プレートを含む本発明の第 3 の実施形態に従った照明システムを、図 3 と類似の態様で例示した説明図である。

【図 9】図 8 に示されている第 3 の実施形態について回転角 の時間的变化を例示したグラフである。

【図 1 0】第 3 の偏光マニピュレータを含み、かつ液晶を偏光マニピュレータとして含む

本発明の第４の実施形態に従った照明システムを、図３と類似の態様で例示した説明図である。

【図１１】放射状偏光分布を略図的に表現した説明図である。

【図１２】図１０に示されている第４の実施形態について回転角の時間的変化を例示したグラフである。

【図１３】第３の偏光マニピュレータを含み、かつ２つの移動可能な偏光マニピュレータを含む本発明の第５の実施形態に従った照明システムを、図３と類似の態様で例示した説明図である。

【図１４】２ペアの偏光マニピュレータおよびそれらのペアの間に配置される第３の偏光マニピュレータを含む本発明の第６の実施形態に従った照明システムを、図３と類似の態様で例示した説明図である。

【図１５】照明システムの動作の間に２つのレンズを回転するためのアクチュエータを含む本発明の第７の実施形態に従った照明システムを、図３と類似の態様で例示した説明図である。

【図１６】図１５に示されている照明システムのXVI XVI線に沿った断面図である。

【図１７a】本発明の第８の実施形態に従った投影露光装置を、投影モードについてかなり簡略化して示した説明図である。

【図１７b】図１７aの投影露光装置を、補償モードについて示した説明図である。

【図１８】光学エレメントの第１のポイントにおける偏光方向を、それぞれ投影モードおよび補償モードについて示した説明図である。

【図１９】光学エレメントの第２のポイントにおける偏光方向を、それぞれ投影モードおよび補償モードについて示した説明図である。

【図２０】装置の露光動作の間に偏光誘起複屈折の補償が行われる本発明の第９の実施形態に従った投影露光装置をかなり簡略化して示した説明図である。

【図２１】装置の露光動作の間に照明システムの中だけで偏光誘起複屈折の補償が行われる本発明の第１０の実施形態に従った投影露光装置をかなり簡略化して示した説明図である。

【図２２】第３の偏光マニピュレータを含み、かつ挿入可能な回転子を第１の偏光マニピュレータとして、回転可能な半波長プレートを第２の偏光マニピュレータとして含む本発明の第１１の実施形態に従った照明システムを、第１の動作モードについて示した説明図である。

【図２３】図２２に例示されている第３の偏光マニピュレータの斜視図である。

【図２４】図２３に示されている第１のマニピュレータの厚さプロファイルを、d旋光性の光学的にアクティブな結晶について例示したグラフである。

【図２５】図２３に示されている第１のマニピュレータの厚さプロファイルを、l旋光性の光学的にアクティブな結晶について例示したグラフである。

【図２６】光軸に沿った種々のポジションにおける瞳偏光分布を、第１の動作モードについて示した説明図である。

【図２７】図２２の照明システムを第２の動作モードについて示した説明図である。

【図２８】光軸に沿った種々のポジションにおける瞳偏光分布を、第２の動作モードについて示した説明図である。

【手続補正１８】

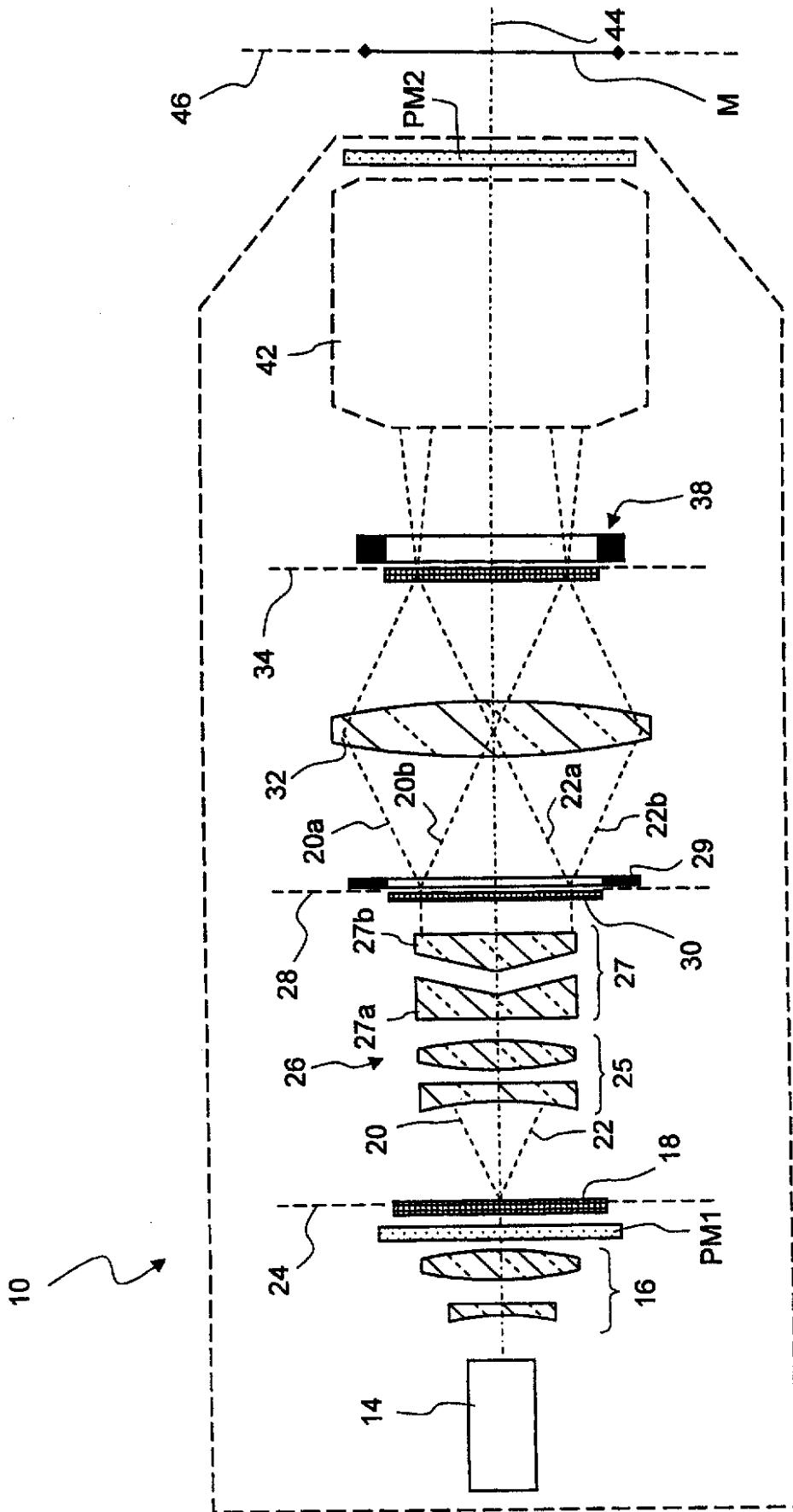
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図２

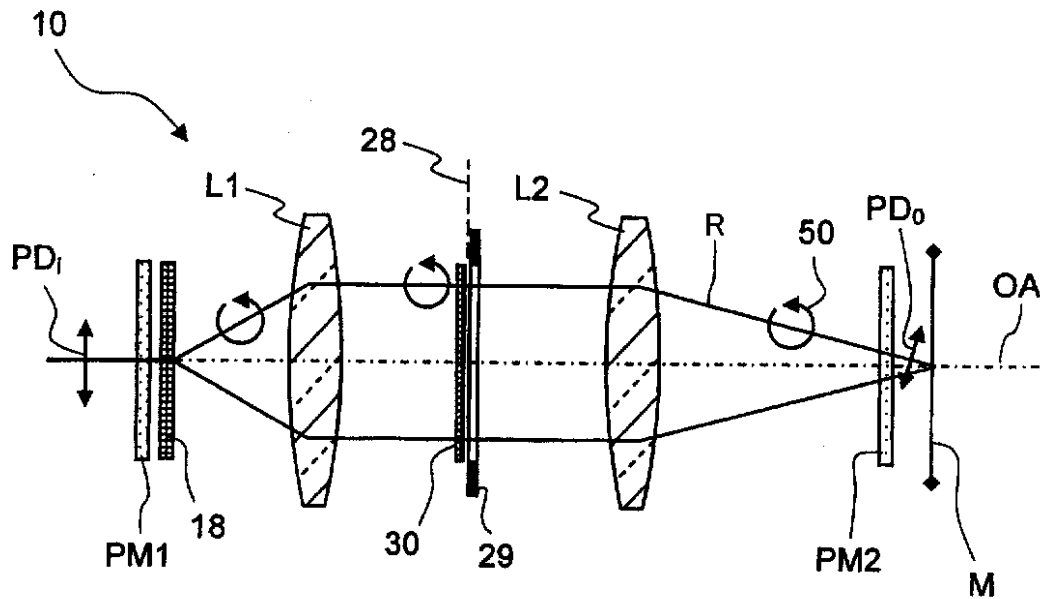
【補正方法】変更

【補正の内容】

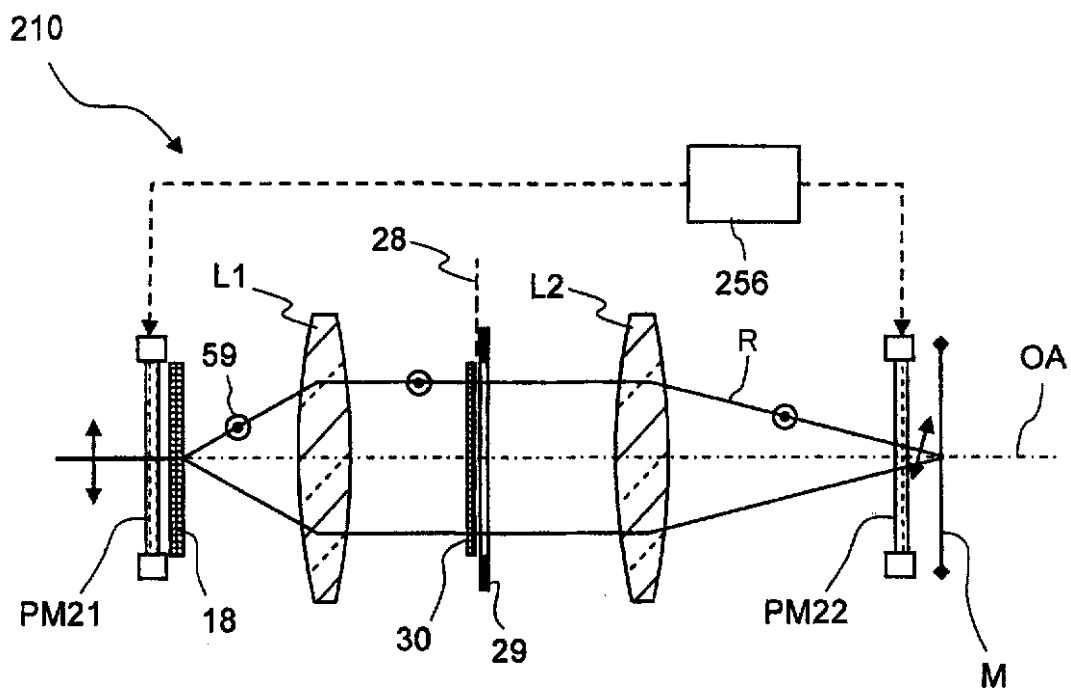
【図 2】



【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図3
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【図3】



【手続補正20】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図5
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【図5】

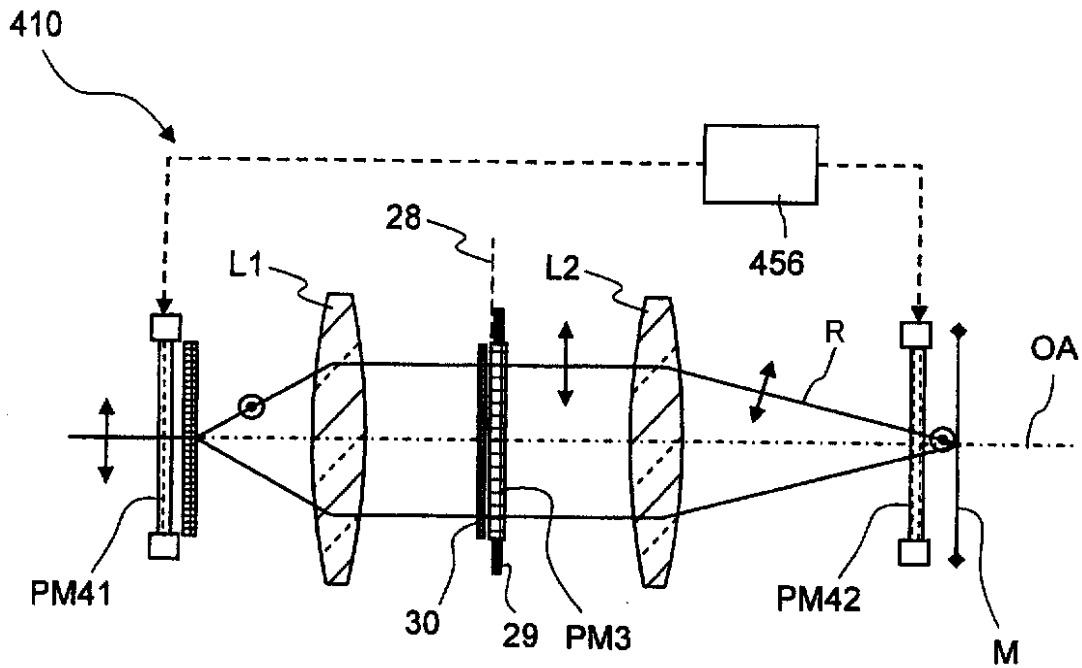


【手続補正21】
 【補正対象書類名】図面
 【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 0】



【手続補正 2 2】

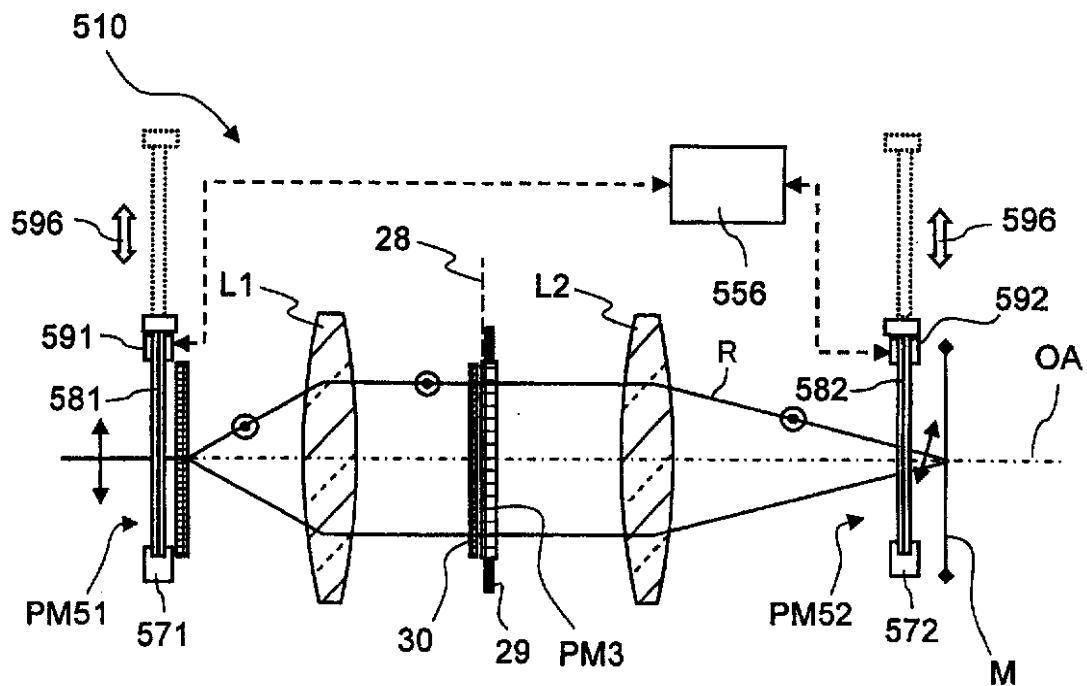
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 3】



【手続補正 2 3】

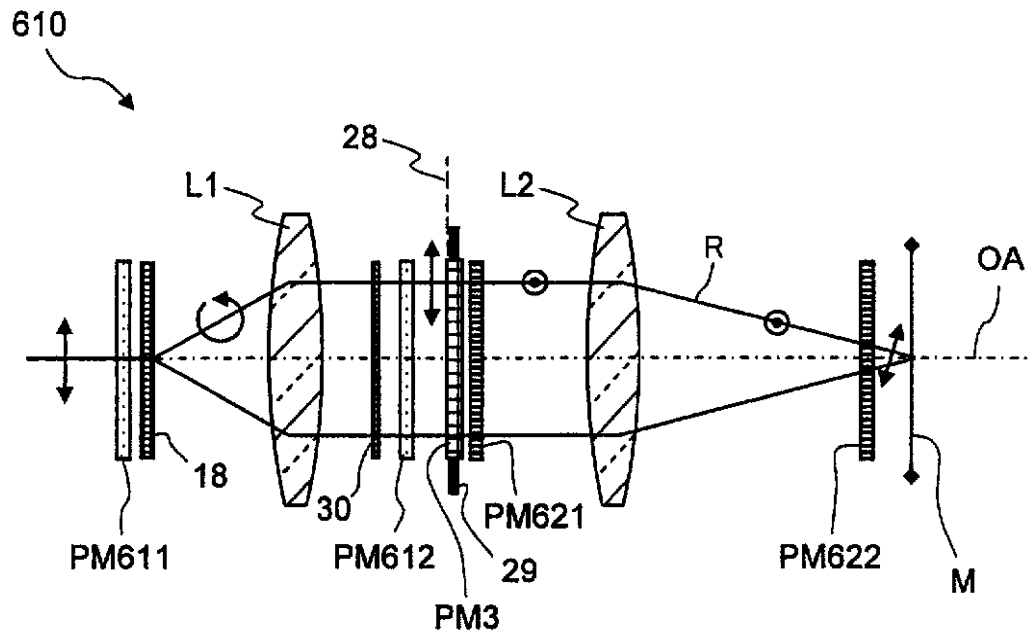
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 4】



【手続補正 2 4】

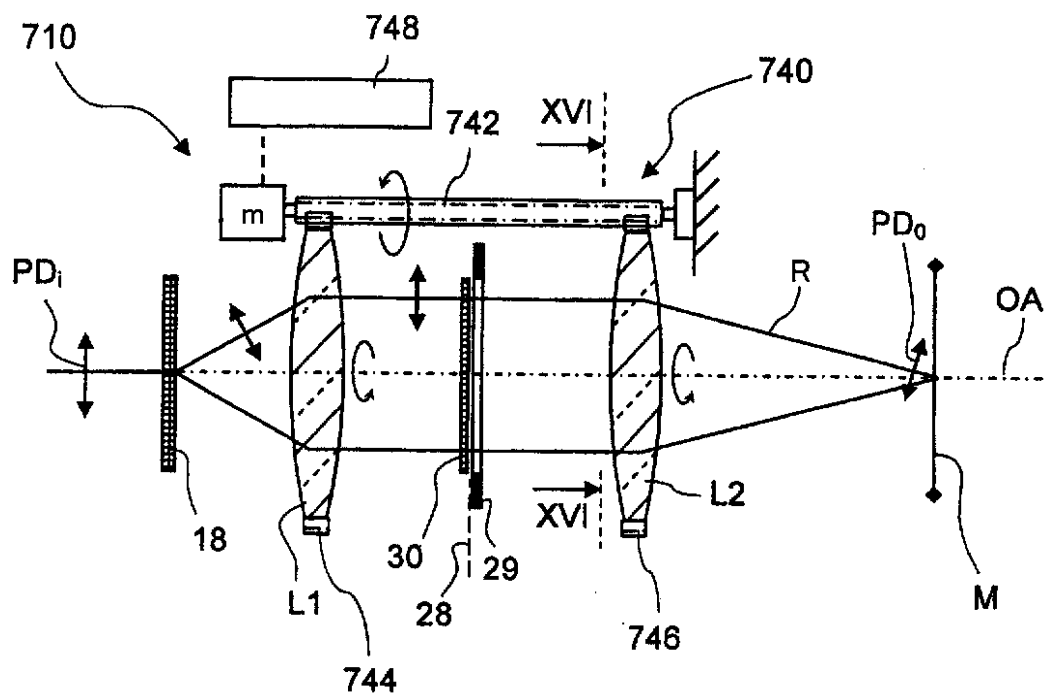
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 5】



【手続補正 2 5】

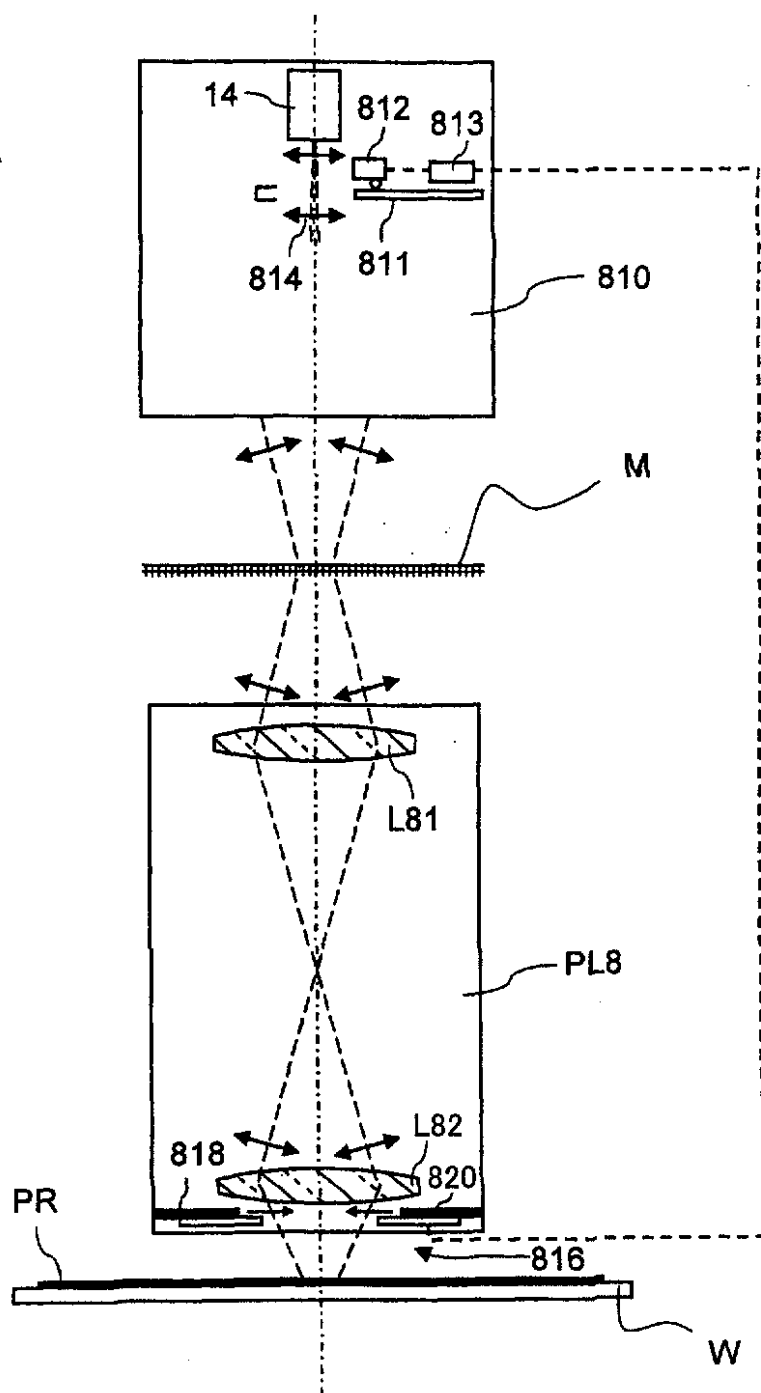
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 7 a

【補正方法】変更

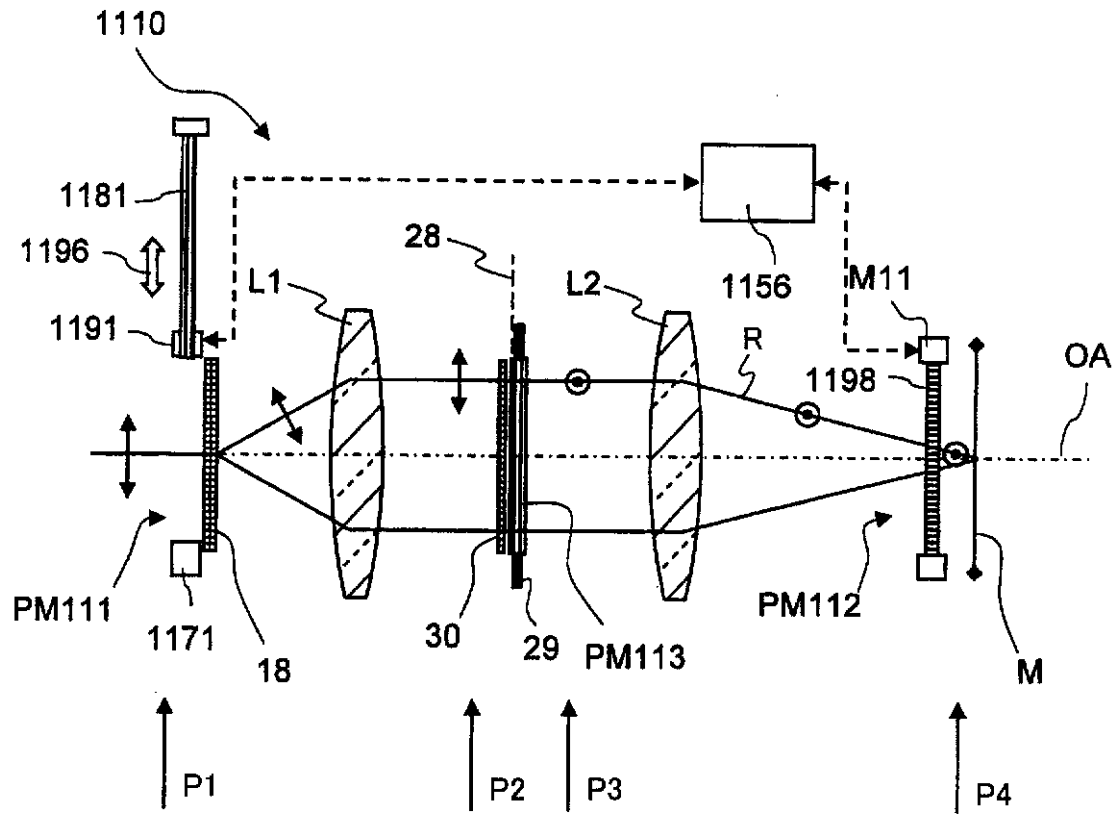
【補正の内容】

PEA2



【補正の内容】

【図 2 2】



【手続補正 2 7】

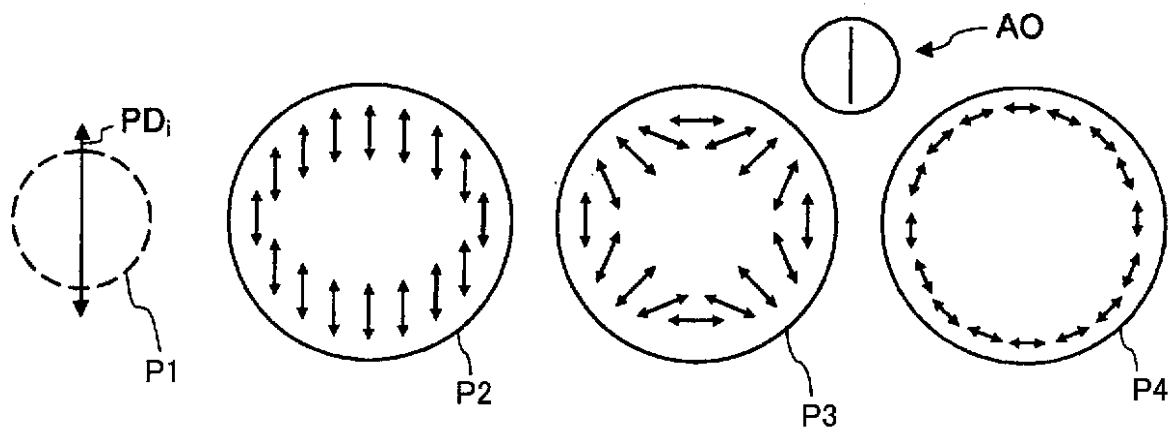
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 6】



【手続補正 2 8】

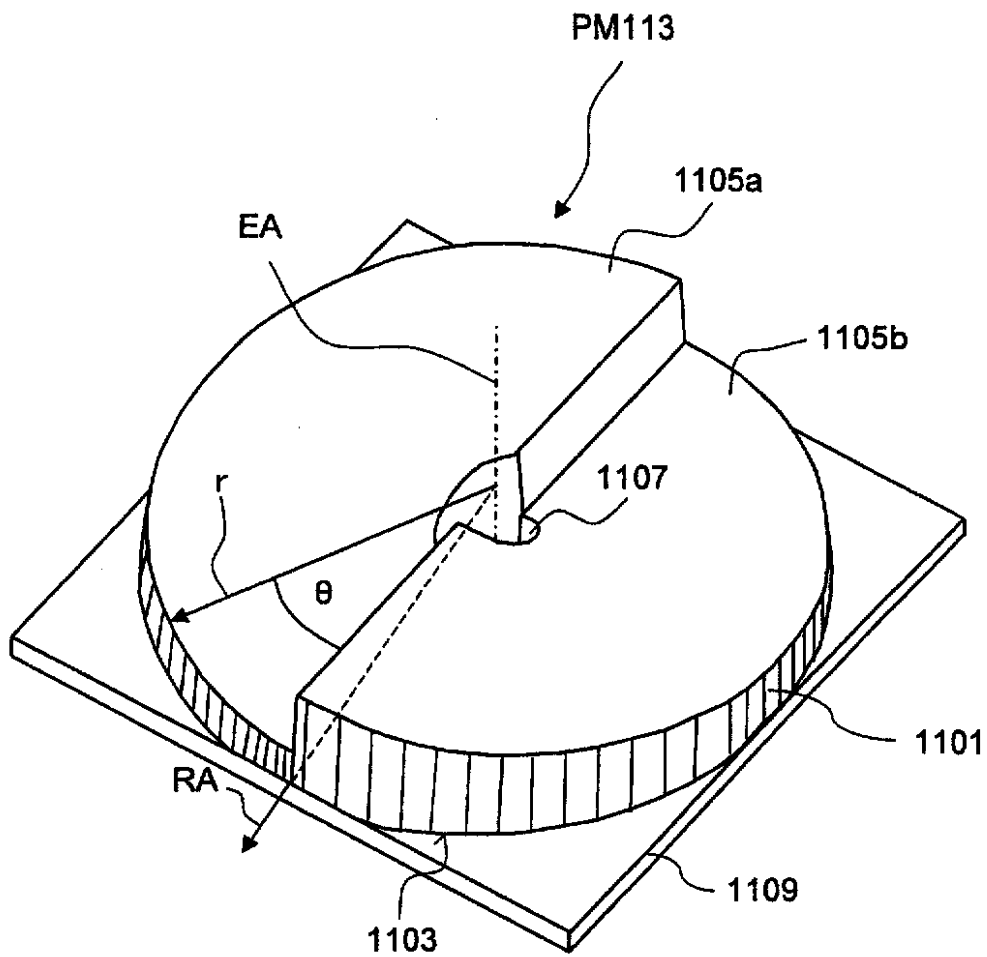
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 3】



【手続補正 2 9】

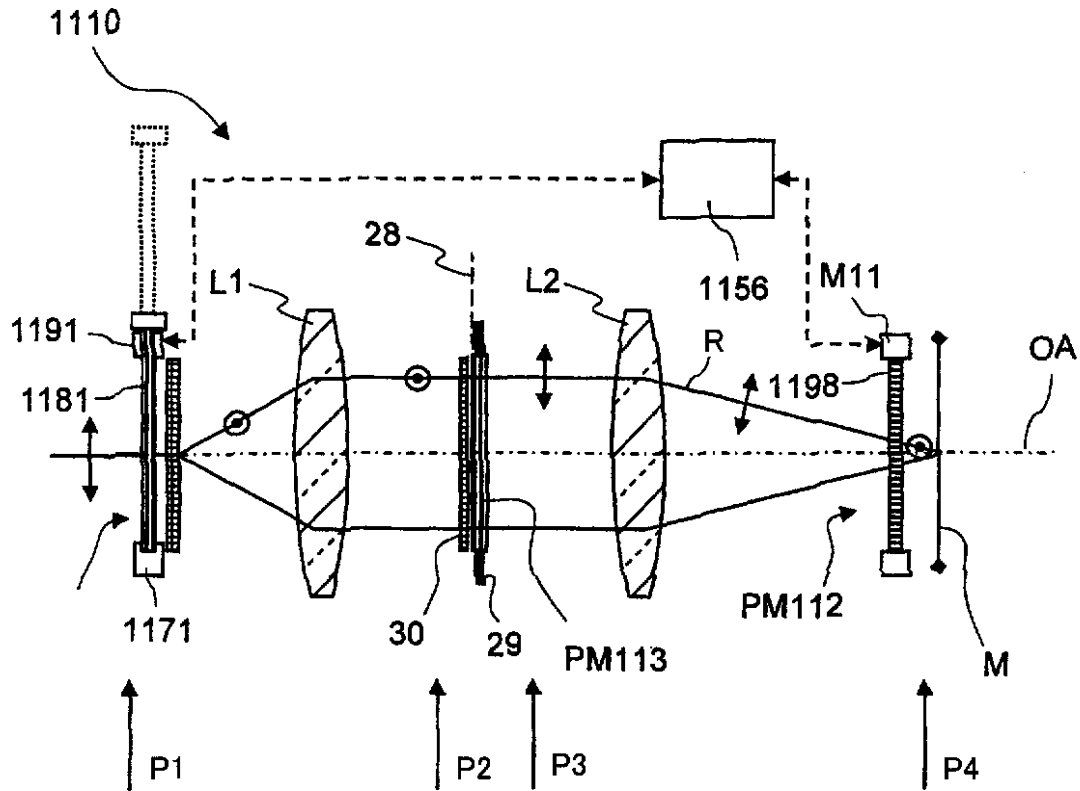
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 27】



【手続補正 30】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 28

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 28】

