

【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 01 L 21/027 (2006.01)

G 03 F 7/20 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/30 5 1 5 D

G 03 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)を含むマイクロリ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、橜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、橜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 (P M 4 2 、 P M 5 2) 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 (P M 4 1) 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 (P M 1 1 1) と前記第 2 の偏光マニピュレータ (P M 1 1 2) との間に配置される第 3 の偏光マニピュレータ (P M 1 1 3) を含み、その第 3 の偏光マニピュレータ (P M 1 1 3) は、前記照明システム (1 1 1 0) の光軸 (O A) に平行な光学軸を有する光学的にアクティブな結晶 (1 1 0 1) を含み、その結晶 (1 1 0 1) 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 (P M 1 1 1) と前記第 2 の偏光マニピュレータ (P M 1 1 2) 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 (P M 1 1 3) を含み、前記第 1 の偏光マニピュレータ (P M 1 1 1) 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 (P M 1 1 2) 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 (1 1 9 8) 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 (P M 2 1 、 P M 3 1) と前記第 2 の偏光マニピュレータ (P M 2 2 、 P M 3 2) は、連続して第 2 の方向 (P D_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 (P M 6 1 1 , P M 6 1 2) と、

(b) 前記第 1 のペアの偏光マニピュレータ (P M 6 1 1 , P M 6 1 2) に続く第 2 のペアの偏光マニピュレータ (P M 6 2 1 , P M 6 2 2) と、

(c) 前記第 1 のペアの偏光マニピュレータ (P M 6 1 1 , P M 6 1 2) と前記第 2 のペアの偏光マニピュレータ (P M 6 2 1 , P M 6 2 2) 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 (P M 3) 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】0 0 8 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 8】

このためアクチュエータ 7 4 0 は、モータ m によって回転される歯付きローラ 7 4 2 を含む。レンズ L 1 、 L 2 の外周には、歯付きホイール・リム 7 4 4 、 7 4 6 が取り付けられている。歯付きホイール・リム 7 4 4 、 7 4 6 は、歯付きローラ 7 4 2 とともに、歯車係合を構成し、それが、モータ m とレンズ L 1 、 L 2 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 L 1 、 L 2 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】0 0 8 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 9】

モータ m は、コントロール・ユニット 7 4 8 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関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様性を保つのではなく、特定の角度、たとえば90°の回転の下に一様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『ぼかし』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、純粹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PD₁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 PM112 の直後のポジションに対応する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0117

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0117】

ここで、投影光束が瞳平面28の環状領域のみを通過するように照明システム1110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27a、27bを離すことによって達成することができる。その結果、図26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1181が引き出される第1の動作モードでは、位置P2において、すなわち第3の偏光マニピュレータPM113の直前において、投影光が初期の偏光方向PD₁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PM113が、結晶1101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12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0118

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0118】

照明システム1110において結晶1101が、基準軸RAが紙面内に横たわるように配向されるとすれば、これが結果として位置P3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1101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において連続的に変化する。結晶1101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においてステップ状に変化する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0119

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0119】

図22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1198が、その光学軸が初期偏光方向PD₁と平行に走るような角度ポジションにある。図26にはこれが軸の向きAO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1198が位置P3における偏光分布を、位置P4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14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0121

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0121】

図28は、第2の動作モードにおける偏光分布を、図26に類似の表現を用いて示している。回転子1181の挿入に起因して、位置P2、すなわち第3の偏光マニピュレータ

PM113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PM113は、この偏光分布を位置P3に示されている偏光分布に変換する。この偏光分布は、図26に示されている位置P3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15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0122】

図28には、回転された半波長プレート1198の光学軸の向きAO'が略図的に示されている。この回転された軸の向きAO'に起因して、位置P3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1110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PM111、PM112の間における偏光方向を交番させる。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0123】

図13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1110は、第2の偏光マニピュレータPM112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1198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P4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液晶の使用は困難である。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0124

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0124】

【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θ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θの時間的变化を例示したグラフである。

【図10】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变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旋光性的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旋光性的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】

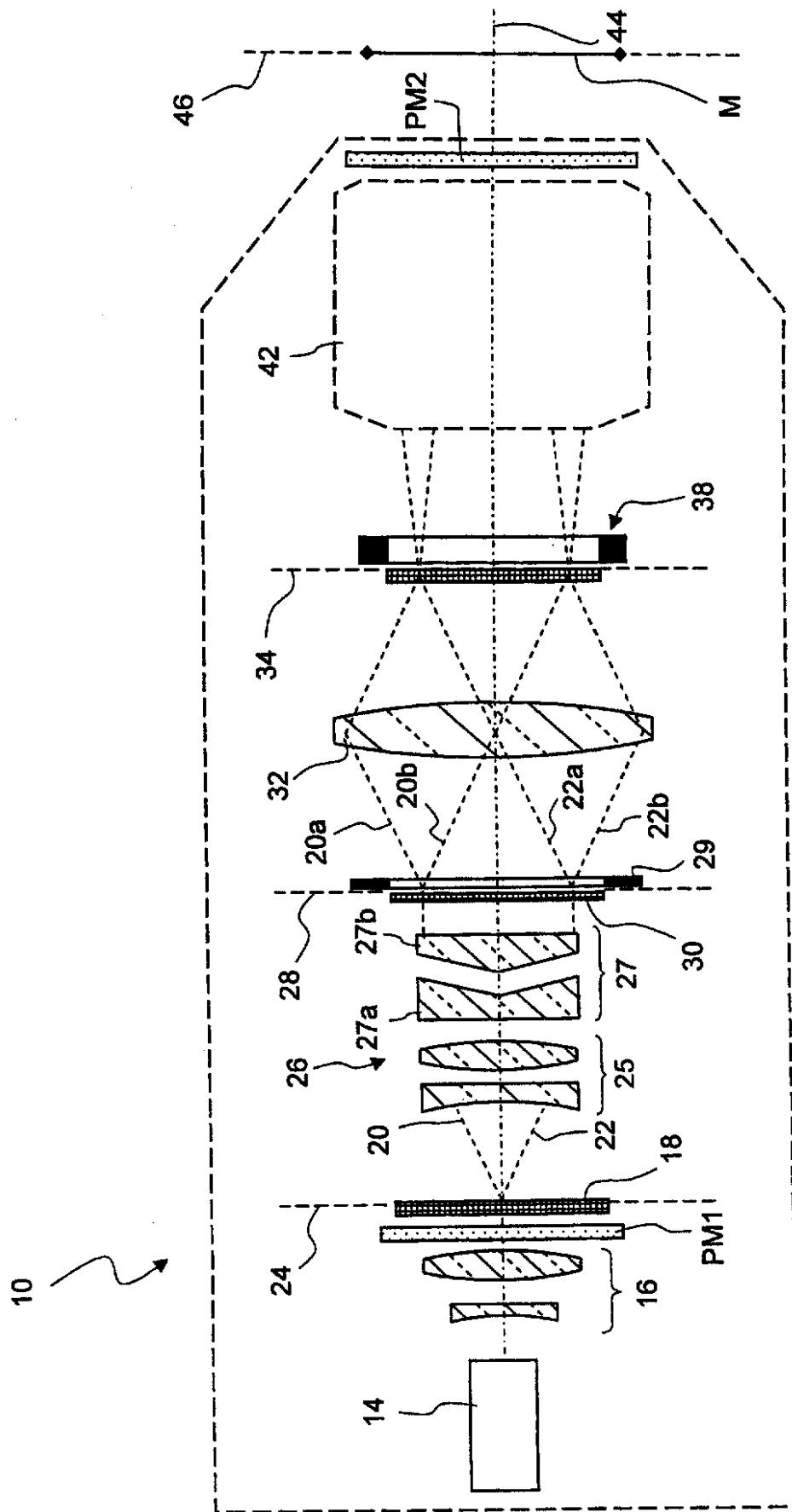
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図2】



【手続補正 19】

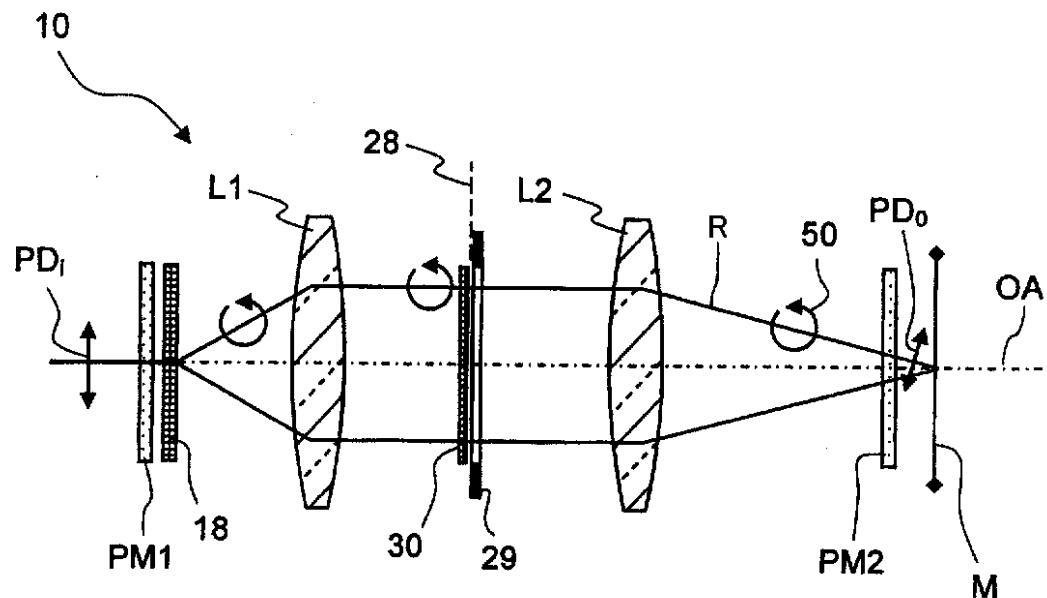
【補正対象書類名】図面

【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】

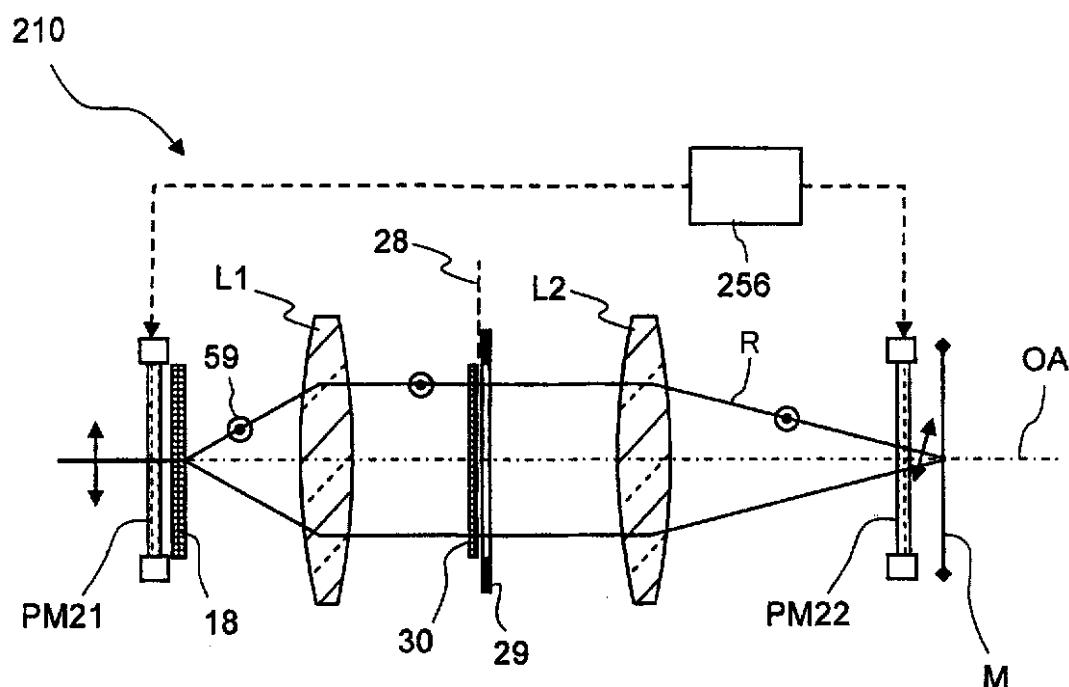
【補正対象書類名】図面

【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】

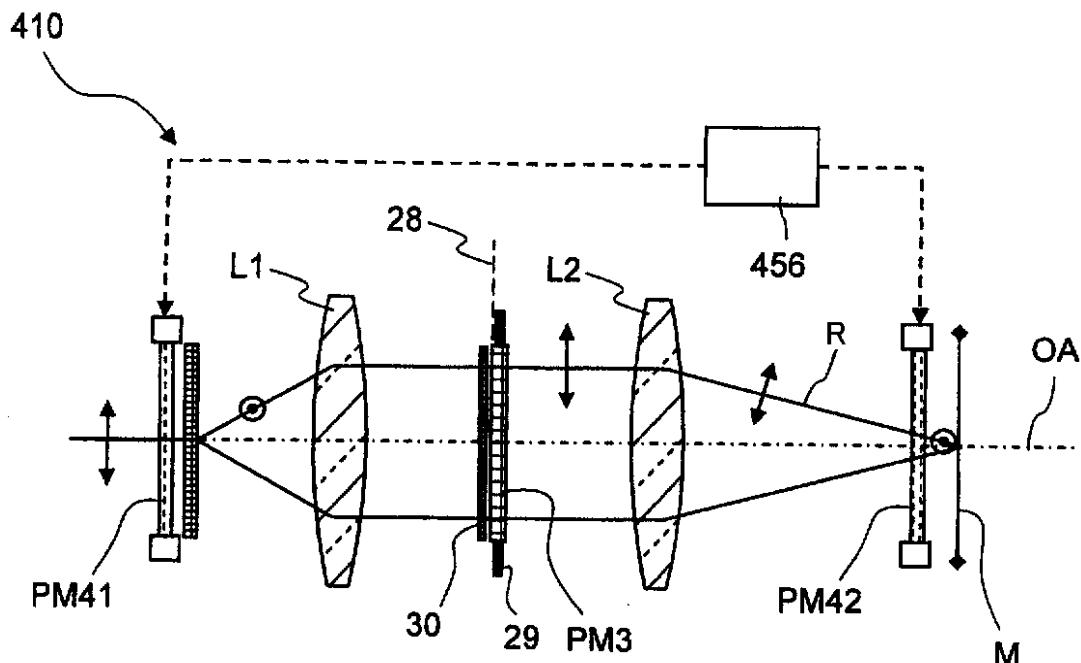
【補正対象書類名】図面

【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】

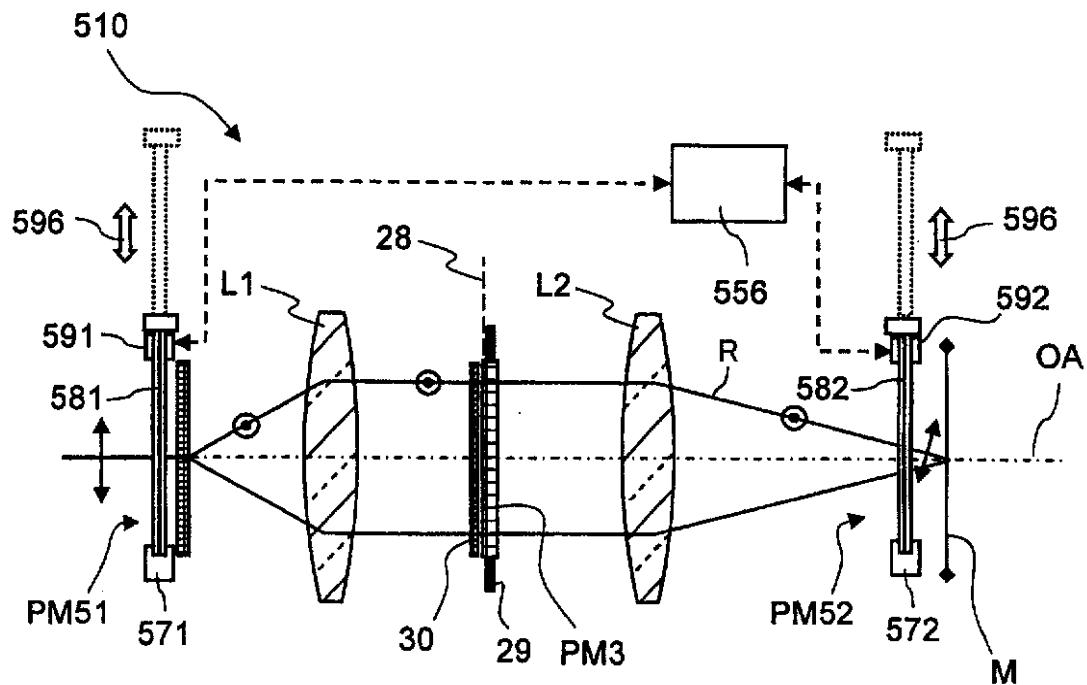
【補正対象書類名】図面

【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】

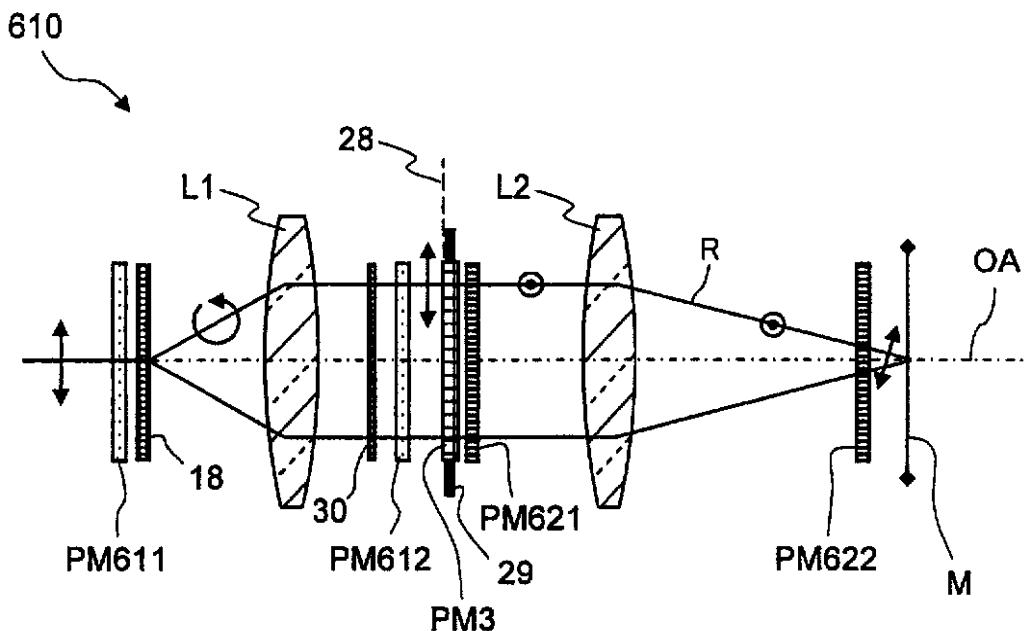
【補正対象書類名】図面

【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24】

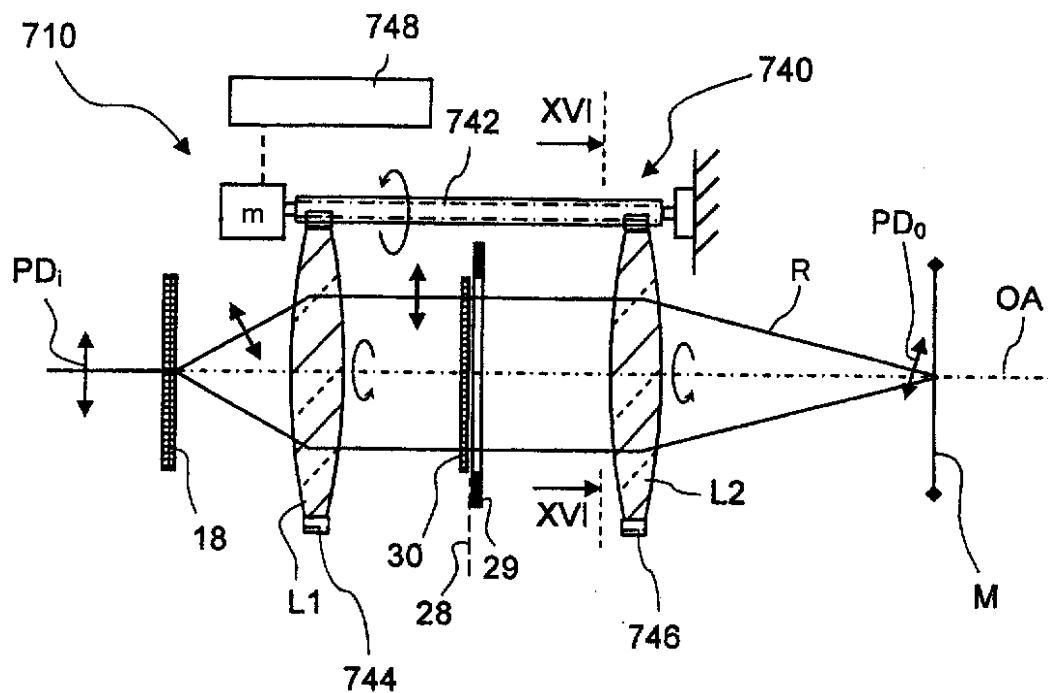
【補正対象書類名】図面

【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25】

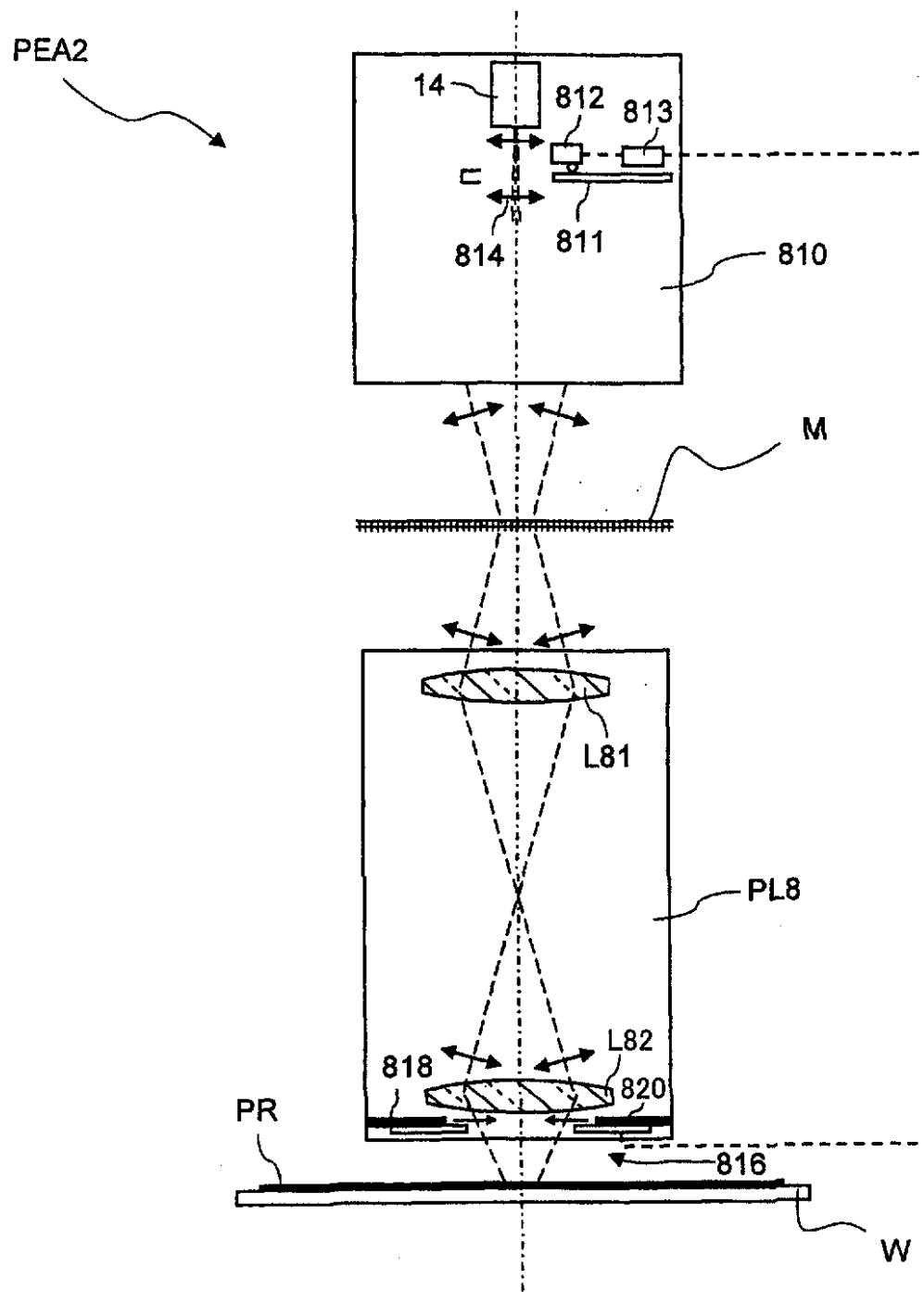
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 7 a

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 17 a】



【手続補正 26】

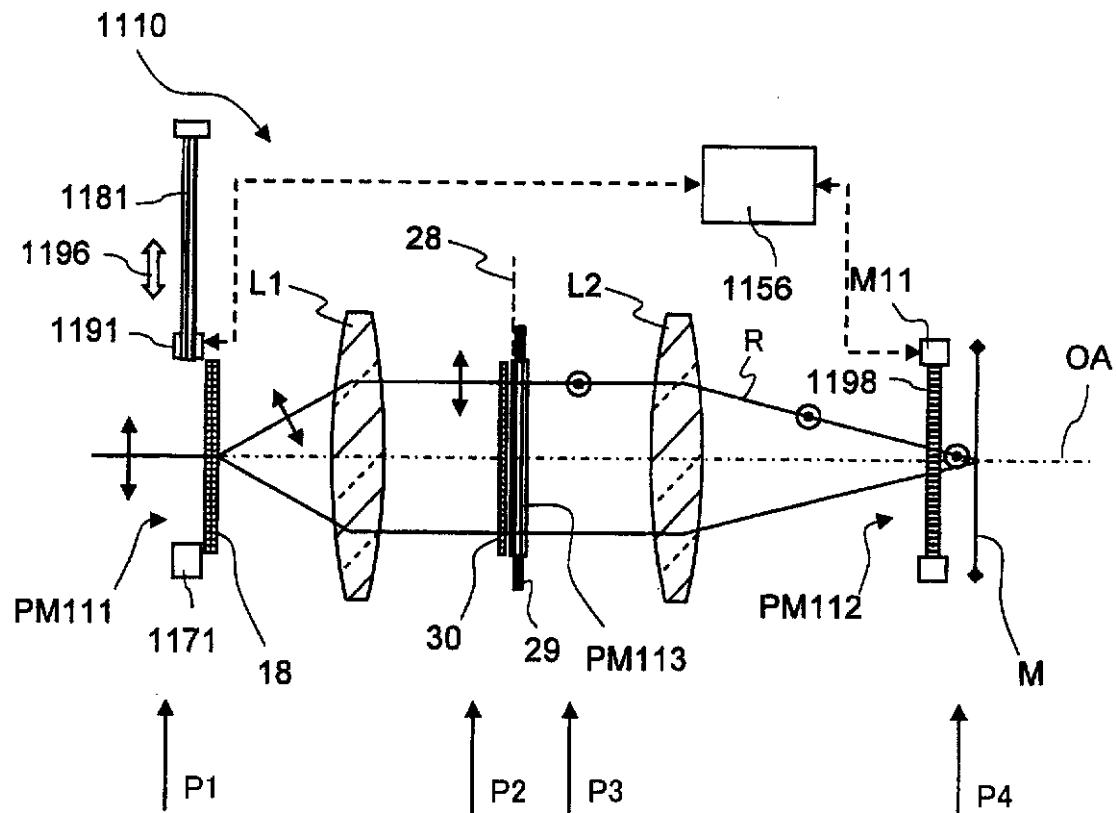
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 22

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図22】



【手続補正27】

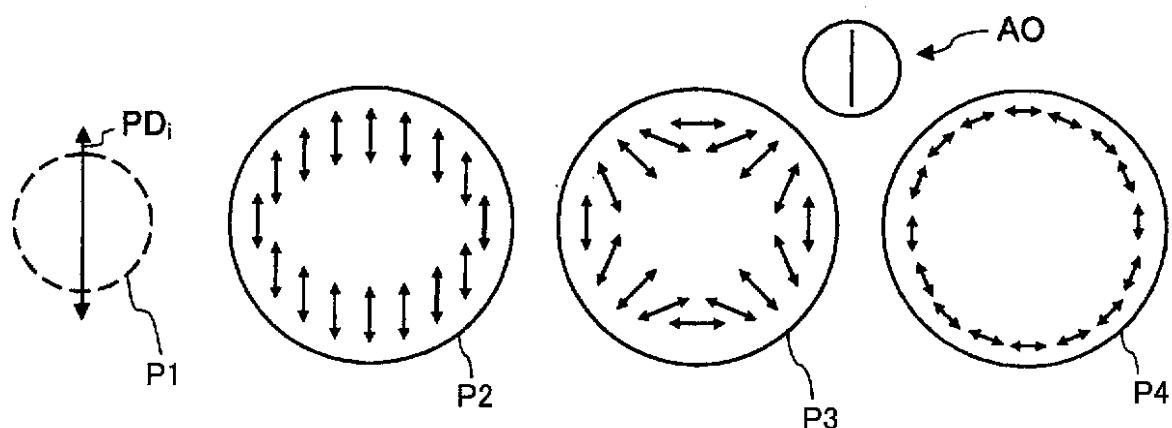
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図26

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図26】



【手続補正28】

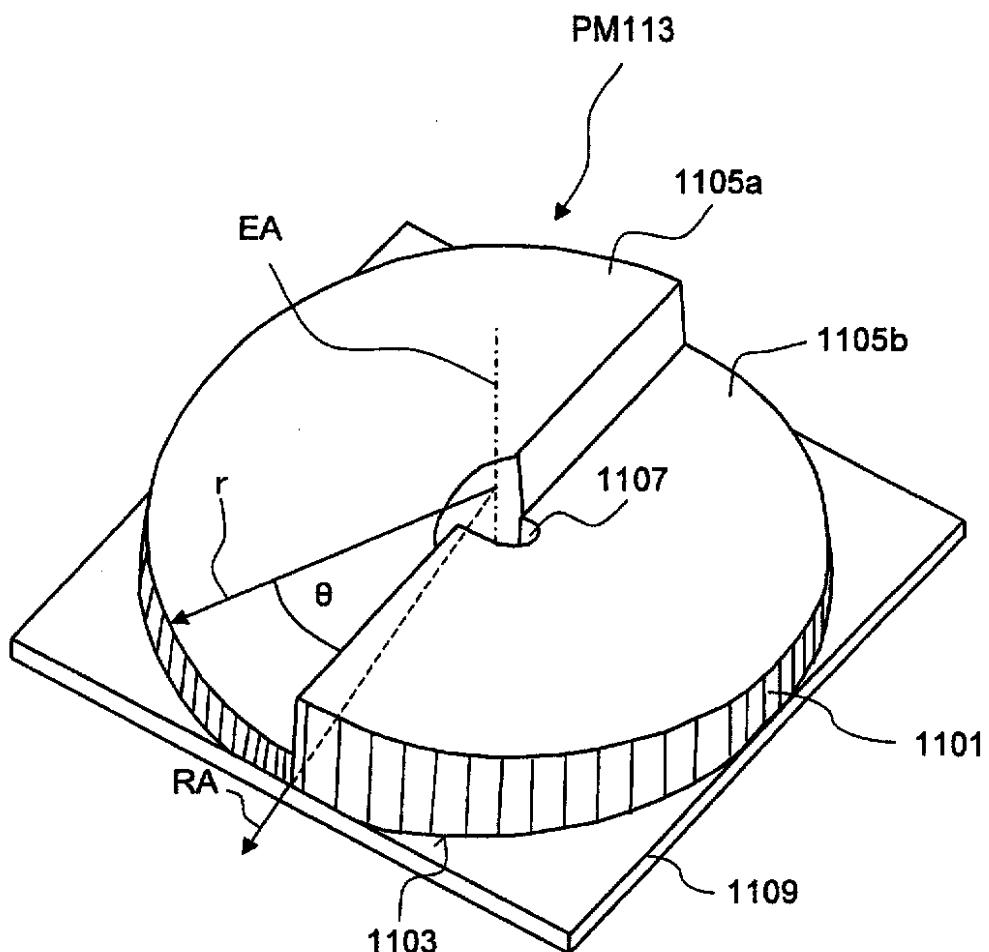
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図23

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2 3】



【手続補正 2 9】

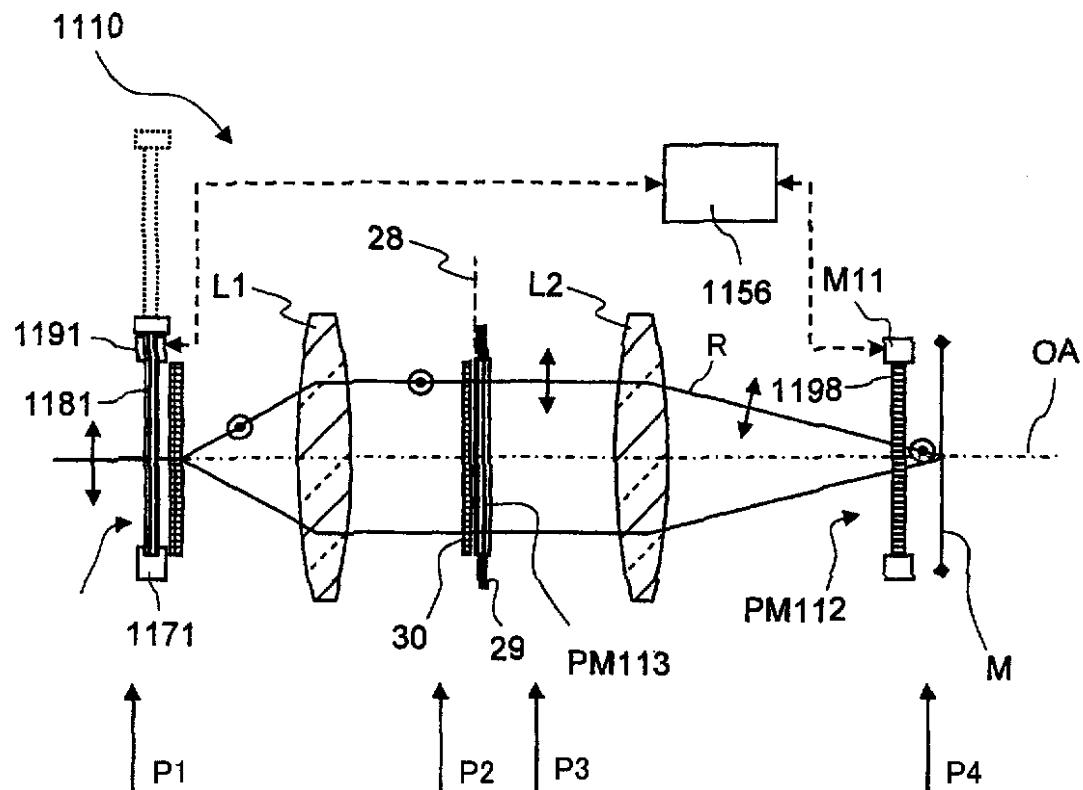
【補正対象書類名】図面

【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】

