

【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 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 18 年 10 月 12 日 (2006.10.12)

【公開番号】特開 2005-208402 (P2005-208402A)

【公開日】平成 17 年 8 月 4 日 (2005.8.4)

【年通号数】公開・登録公報 2005-030

【出願番号】特願 2004-15851 (P2004-15851)

【国際特許分類】

G 0 2 F 1/09 (2006.01)

【F I】

G 0 2 F 1/09 5 0 5

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 8 月 29 日 (2006.8.29)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 7 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 7 1】

図 1 2 は、上記の問題を解決する本実施の形態による磁気光学光部品として可変光アッテネータ 3 の構成を模式的に示している。図 1 2 では、図 7 と同様に座標系をとっている。図 1 2 に示すように、可変光アッテネータ 3 は、複屈折板 1 1 と、複屈折板 1 1 の + Z 方向に配置された 2 枚の 1 / 2 波長板 2 6、2 7 とを有している。1 / 2 波長板 2 6 は複屈折板 1 1 を常光として透過した光の偏光方位を + 4 5 ° 回転させ、1 / 2 波長板 2 7 は複屈折板 1 1 を異常光として透過した光の偏光方位を - 4 5 ° 回転させるようになっている。これにより 1 / 2 波長板 2 6 を透過した光の偏光方位と 1 / 2 波長板 2 7 を透過した光の偏光方位とが一致する。なお 1 / 2 波長板は、複屈折板 1 1 を常光として透過した光の偏光方位と、複屈折板 1 1 を異常光として透過した光の偏光方位とを一致させるように配置すればよい。したがって、例えば複屈折板 1 1 を常光として透過した光の光路上に光の偏光方位を + 9 0 ° 回転させる 1 / 2 波長板 2 6 を配置すれば、複屈折板 1 1 を異常光として透過した光の光路上に 1 / 2 波長板 2 7 を配置しなくてもよい。1 / 2 波長板 2 6、2 7 の + Z 方向には、ファラデー回転子 2 0 が配置されている。ファラデー回転子 2 0 には、第 1 の実施の形態と同様に、不図示の磁界印加機構により所定の分布の磁界が印加され、磁区構造が形成されている。YZ 面に平行な磁壁 I (図示せず) は、電磁石のコイルに流す電流を制御することにより ± X 方向に移動できるようになっている。ファラデー回転子 2 0 の光透過領域内の磁区構造を徐々に変化させることによって光の減衰量を連続的に変化させることができる。ファラデー回転子 2 0 の + Z 方向には、偏光板 (偏光ガラス) 3 4 が配置されている。偏光板 3 4 は、光入射ポート P 1 (1) からの光のうち、光出射ポート P 2 (2) に結合しない偏光成分の光を吸収するようになっている。偏光板 3 4 の + Z 方向には 2 枚の 1 / 2 波長板 2 8、2 9 が配置され、1 / 2 波長板 2 8、2 9 の + Z 方向には複屈折板 1 2 が配置されている。1 / 2 波長板 2 8 は、偏光板 3 4 を透過した光が複屈折板 1 2 に異常光として入射するように偏光方位を回転させるようになっている。1 / 2 波長板 2 9 は、偏光板 3 4 を透過した光が複屈折板 1 2 に常光として入射するように偏光方位を回転させるようになっている。なお、複屈折板 1 2 の向きを調整すれば、1 / 2 波長板 2 8、2 9 はどちらか一方のみでも可能である。複屈折板 1 2 の + Z 方向には、光の一部を取り出す光学素子であるガラス板 3 0 が配置されている。ガラス板 3 0 は、XY 面を + X 方向に見て X 軸について時計回りに 4 5 ° 回転させた面に平行に配置され、+ Z 方向に進む光の一部を + Y 方向に反射させるようになっている。ガラス板 3 0 の

+ Y 方向には、ガラス板 30 で反射した光を受光して強度を検出するモニタ PD (受光部) 32 が配置されている。モニタ PD 32 で光の強度を検出することにより、可変光アッテネータ 3 を透過する透過光量をモニタできるようになっている。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

図 13 は、本実施の形態による磁気光学光部品の変形例として可変光アッテネータ 3' の構成を模式的に示している。図 13 では、図 7 と同様に座標系をとっている。図 13 に示すように、可変光アッテネータ 3' は、複屈折板 11 と、複屈折板 11 の + Z 方向に配置された 2 枚の 1/2 波長板 26、27 とを有している。1/2 波長板 26 は複屈折板 11 を常光として透過した光の偏光方位を + 45° 回転させ、1/2 波長板 27 は複屈折板 11 を異常光として透過した光の偏光方位を - 45° 回転させるようになっている。これにより、1/2 波長板 26 を透過した光の偏光方位と 1/2 波長板 27 を透過した光の偏光方位とが一致する。1/2 波長板 26、27 の + Z 方向には、ファラデー回転子 20、偏光板 34、ファラデー回転子 21、及び偏光板 35 がこの順に配置されている。偏光板 34、35 は、光入射ポート P1 (1) 側からの光のうち、光出射ポート P2 (2) に結合しない偏光成分の光を吸収するようになっている。偏光板 35 の + Z 方向には 2 枚の 1/2 波長板 28、29 が配置され、1/2 波長板 28、29 の + Z 方向には複屈折板 12 が配置されている。1/2 波長板 28 は、偏光板 35 を透過した光が複屈折板 12 に異常光として入射するように偏光方位を回転させるようになっている。1/2 波長板 29 は、偏光板 35 を透過した光が複屈折板 12 に常光として入射するように偏光方位を回転させるようになっている。複屈折板 12 の + Z 方向には、ガラス板 30 が配置されている。ガラス板 30 は、XY 面を + X 方向に見て X 軸について時計回りに 45° 回転させた面に平行に配置され、+ Z 方向に進む光の一部を + Y 方向に反射させるようになっている。ガラス板 30 の + Y 方向には、ガラス板 30 で反射した光をモニタするモニタ PD 32 が配置されている。モニタ PD 32 で光の強度を検出することにより、可変光アッテネータ 3' を透過する透過光量をモニタできるようになっている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

〔第 4 の実施の形態〕

次に、本発明の第 4 の実施の形態による磁気光学光部品について図 14 乃至図 27 を用いて説明する。図 14 は、本実施の形態による磁気光学光部品として反射型可変光アッテネータ 4 の構成を模式的に示している。図 14 では、光の進行方向に Z 軸をとり、外部からの光が反射型可変光アッテネータ 4 の備える 2 面反射体 (反射部) 38 に向かう方向を + Z 方向としている。また、反射型可変光アッテネータ 4 の備えるファラデー回転子 20 の磁壁 I が YZ 面に平行になるように Y 軸をとり、YZ 面に直交する方向に X 軸をとっている。図 14 (a) は反射型可変光アッテネータを + Y 方向に見た構成を示し、図 14 (b) は反射型可変光アッテネータを - X 方向に見た構成を示している。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 7 7 】

図 1 4 (a)、(b) に示すように、反射型可変光アッテネータ 4 は、2 本の光ファイバ 4 1、4 2 に接続されている。光ファイバ 4 1 の - Z 側の端部は、外部から光が入射する光入射ポート P 1 (1) になっている。光ファイバ 4 2 の - Z 側の端部は、外部に光を出射する光出射ポート P 2 (2) になっている。各光ファイバ 4 1、4 2 の + Z 方向には、光ファイバ 4 1、4 2 から出射した発散光を平行光に変換するレンズ 5 1、5 2 がそれぞれ配置されている。

【 手 続 補 正 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 8 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 8 4 】

図 1 5 (d) の右側に示すように、光 L 3 6 a、L 3 6 b は、軸ずれせずに直進して複屈折板 1 5 の一方の表面から光 L 3 7 a、L 3 7 b として出射する。光 L 3 7 a、L 3 7 b は、ファラデー回転子 2 0 の磁区 A に入射する。ここで、光 L 3 7 a の入射位置と図 1 5 (d) の左側に示す光 L 3 4 a の出射位置との距離、及び光 L 3 7 b の入射位置と図 1 5 (d) の左側に示す光 L 3 4 b の出射位置との距離は、光のビーム径の 0 . 8 倍以上になっている。図 1 5 (c) の右側に示すように、光 L 3 7 a、L 3 7 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 3 8 a、L 3 8 b としてファラデー回転子 2 0 から出射する。光 L 3 8 a は 1 / 2 波長板 3 6 に入射し、光 L 3 8 b は 1 / 2 波長板 3 7 に入射する。図 1 5 (b) の右側に示すように、光 L 3 8 a は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 3 9 a として 1 / 2 波長板 3 6 から出射する。光 L 3 8 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 3 9 b として 1 / 2 波長板 3 7 から出射する。光 L 3 9 a は複屈折板 1 6 に入射して異常光となり、光 L 3 9 b は複屈折板 1 6 に入射して常光となる。図 1 5 (a) の右側に示すように、光 L 3 9 a は矢印 C 1 3 の逆方向に軸ずれして光 L 3 9 b と合波し、光 L 4 0 として複屈折板 1 6 から出射する。光 L 4 0 は、光出射ポート P 2 (2) に入射して外部に出射する。したがって、光入射ポート P 1 (1) に入射した光は、偏光に依存せずに全て光出射ポート P 2 (2) から出射することになる。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 8 6

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 8 6 】

図 1 6 (d) の右側に示すように、光 L 4 6 a、L 4 6 b は、軸ずれせずに直進して複屈折板 1 5 の一方の表面から光 L 4 7 a、L 4 7 b として出射する。光 L 4 7 a、L 4 7 b は、ファラデー回転子 2 0 の磁区 B に入射する。ここで、光 L 4 7 a の入射位置と図 1 6 (d) の左側に示す光 L 4 4 a の出射位置との距離、及び光 L 4 7 b の入射位置と図 1 5 (d) の左側に示す光 L 4 4 b の出射位置との距離は、光のビーム径の 0 . 8 倍以上になっている。図 1 6 (c) の右側に示すように、光 L 4 7 a、L 4 7 b は、偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 4 8 a、L 4 8 b としてファラデー回転子 2 0 から出射する。光 L 4 8 a は 1 / 2 波長板 3 6 に入射し、光 L 4 8 b は 1 / 2 波長板 3 7 に入射する。図 1 6 (b) の右側に示すように、光 L 4 8 a は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 4 9 a として 1 / 2 波長板 3 6 から出射する。光 L 4 8 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 4 9 b として 1 / 2 波長板 3 7 から出射する。光 L 4 9 a は複屈折板 1 6 に入射して常光となり、光 L 4 9 b は複屈折板 1 6 に入射して異常光となる。図 1 6 (a) の右側に示すように、光 L 4 9 a は軸ずれせずに光 L 5 0 a として複屈折板 1 6 から

出射し、光 L 4 9 b は矢印 C 1 3 の逆方向に軸ずれして光 L 5 0 b として複屈折板 1 6 から出射する。光 L 5 0 a、L 5 0 b は合波せず、いずれも光出射ポート P 2 (2) に入射しない。したがって、光入射ポート P 1 (1) に入射した光は、偏光に依存せずに光出射ポート P 2 (2) から出射しないことになる。

【手続補正 7】

【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】

図 1 7 (d) の右側に示すように、光 L 5 6 a、L 5 6 b は、矢印 C 1 2 の逆方向に軸ずれして複屈折板 1 5 の一方の表面から光 L 5 7 a、L 5 7 b として出射する。光 L 5 7 a、L 5 7 b はファラデー回転子 2 0 の磁区 B に入射する。図 1 7 (c) の右側に示すように、光 L 5 7 a、L 5 7 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 5 8 a、L 5 8 b としてファラデー回転子 2 0 から出射する。光 L 5 8 a は 1 / 2 波長板 3 6 に入射し、光 L 5 8 b は 1 / 2 波長板 3 7 に入射する。図 1 7 (b) の右側に示すように、光 L 5 8 a は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 5 9 a として 1 / 2 波長板 3 6 から出射する。光 L 5 8 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 5 9 b として 1 / 2 波長板 3 7 から出射する。光 L 5 9 a は複屈折板 1 6 に入射して異常光となり、光 L 5 9 b は複屈折板 1 6 に入射して常光となる。図 1 7 (a) の右側に示すように、光 L 5 9 a は矢印 C 1 3 の逆方向に軸ずれして光 L 5 9 b と合波し、光 L 6 0 として複屈折板 1 6 から出射する。光 L 6 0 は、光出射ポート P 2 (2) に入射しない。したがって、光入射ポート P 1 (1) に入射した光は、偏光に依存せずに光出射ポート P 2 (2) から出射しないことになる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 0】

図 1 8 (d) の左側に示すように、光 L 6 6 a、L 6 6 b は、矢印 C 1 2 の逆方向に軸ずれして複屈折板 1 5 の一方の表面から光 L 6 7 a、L 6 7 b として出射する。光 L 6 7 a、L 6 7 b は、ファラデー回転子 2 0 の磁区 A に入射する。図 1 8 (c) の左側に示すように、光 L 6 7 a、L 6 7 b は、偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 6 8 a、L 6 8 b としてファラデー回転子 2 0 から出射する。光 L 6 8 a は 1 / 2 波長板 3 7 に入射し、光 L 6 8 b は 1 / 2 波長板 3 6 に入射する。図 1 8 (b) の左側に示すように、光 L 6 8 a は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 6 9 a として 1 / 2 波長板 3 7 から出射する。光 L 6 8 b は、偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 4 5 ° 回転した光 L 6 9 b として 1 / 2 波長板 3 6 から出射する。光 L 6 9 a は複屈折板 1 4 に入射して異常光となり、光 L 6 9 b は複屈折板 1 4 に入射して常光となる。図 1 8 (a) の左側に示すように、光 L 6 9 a は矢印 C 1 1 の逆方向に軸ずれして光 L 6 9 b と合波し、光 L 7 0 として複屈折板 1 4 から出射する。光 L 7 0 は、光入射ポート P 1 (1) に入射しない。したがって、光出射ポート P 2 (2) に入射した光は、偏光に依存せずに光入射ポート P 1 (1) から出射しないことになる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0092】

図19(d)の左側に示すように、光L76a、L76bは、軸ずれせずに複屈折板15の一方の表面から光L77a、L77bとして出射する。光L77a、L77bは、ファラデー回転子20の磁区Aに入射する。図19(c)の左側に示すように、光L77a、L77bは、偏光方位が+Z方向に見てZ軸について時計回りに45°回転した光L78a、L78bとしてファラデー回転子20から出射する。光L78aは1/2波長板37に入射し、光L78bは1/2波長板36に入射する。図19(b)の左側に示すように、光L78aは偏光方位が+Z方向に見てZ軸について時計回りに45°回転した光L79aとして1/2波長板37から出射する。光L78bは、偏光方位が+Z方向に見てZ軸について反時計回りに45°回転した光L79bとして1/2波長板36から出射する。光L79aは複屈折板14に入射して常光となり、光L79bは複屈折板14に入射して異常光となる。図19(a)の左側に示すように、光L79aは矢印C11の逆方向に軸ずれして光L80aとして複屈折板14から出射し、光L79bは軸ずれせずに光L80bとして複屈折板14から出射する。光L80a、L80bは合波せず、いずれも光入射ポートP1(1)に入射しない。したがって、光出射ポートP2(2)に入射した光は、偏光に依存せずに光入射ポートP1(1)から出射しないことになる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0094】

図20(d)の左側に示すように、光L86a、L86bは、軸ずれせずに複屈折板15の一方の表面から光L87a、L87bとして出射する。光L87a、L87bは、ファラデー回転子20の磁区Bに入射する。図20(c)の左側に示すように、光L87a、L87bは、偏光方位が+Z方向に見てZ軸について反時計回りに45°回転した光L88a、L88bとしてファラデー回転子20から出射する。光L88aは1/2波長板37に入射し、光L88bは1/2波長板36に入射する。図20(b)の左側に示すように、光L88aは偏光方位が+Z方向に見てZ軸について時計回りに45°回転した光L89aとして1/2波長板37から出射する。光L88bは、偏光方位が+Z方向に見てZ軸について反時計回りに45°回転した光L89bとして1/2波長板36から出射する。光L89aは複屈折板14に入射して異常光となり、光L89bは複屈折板14に入射して常光となる。図20(a)の左側に示すように、光L89aは矢印C11の逆方向に軸ずれして光L89bと合波し、光L90として複屈折板16から出射する。光L90は、光入射ポートP1(1)に入射して外部に出射する。したがって、光出射ポートP2(2)に入射した光は、偏光に依存せずに光入射ポートP1(1)から出射することになる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0101

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0101】

図22(d)の右側に示すように、光L136a、L136bは、偏光ガラス17の一方の表面から光L137a、L137bとしてそのまま出射する。光L137a、L137bは、ファラデー回転子20の磁区Aに入射する。ここで、光L137aの入射位置と図22(d)の左側に示す光L134aの出射位置との距離、及び光L137bの入射位置と図22(d)の左側に示す光L134bの出射位置との距離は、光のビーム径の0.8倍以上になっている。図22(c)の右側に示すように、光L137a、L137bは

偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 45° 回転した光 L 1 3 8 a、L 1 3 8 b としてファラデー回転子 2 0 から出射する。光 L 1 3 8 a は $1/2$ 波長板 3 6 に入射し、光 L 1 3 8 b は $1/2$ 波長板 3 7 に入射する。図 2 2 (b) の右側に示すように、光 L 1 3 8 a は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について反時計回りに 45° 回転した光 L 1 3 9 a として $1/2$ 波長板 3 6 から出射する。光 L 1 3 8 b は偏光方位が + Z 方向に見て Z 軸について時計回りに 45° 回転した光 L 1 3 9 b として $1/2$ 波長板 3 7 から出射する。光 L 1 3 9 a は複屈折板 1 6 に入射して異常光となり、光 L 1 3 9 b は複屈折板 1 6 に入射して常光となる。図 2 2 (a) の右側に示すように、光 L 1 3 9 a は矢印 C 1 3 の逆方向に軸ずれして光 L 1 3 9 b と合波し、光 L 1 4 0 として複屈折板 1 6 から出射する。光 L 1 4 0 は、光出射ポート P 2 (2) に入射して外部に出射する。したがって、光入射ポート P 1 (1) に入射した光は、偏光に依存せずに全て光出射ポート P 2 (2) から出射することになる。