

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4727981号
(P4727981)

(45) 発行日 平成23年7月20日(2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月22日(2011.4.22)

| | | |
|---------------------|-----------|---|
| (51) Int. Cl. | F I | |
| GO2B 5/04 (2006.01) | GO2B 5/04 | C |
| GO1J 3/14 (2006.01) | GO1J 3/14 | |
| GO1J 3/18 (2006.01) | GO1J 3/18 | |
| GO2B 5/18 (2006.01) | GO2B 5/18 | |
| GO2B 5/32 (2006.01) | GO2B 5/32 | |

請求項の数 9 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-372061 (P2004-372061)
 (22) 出願日 平成16年12月22日(2004.12.22)
 (65) 公開番号 特開2006-178223 (P2006-178223A)
 (43) 公開日 平成18年7月6日(2006.7.6)
 審査請求日 平成19年12月13日(2007.12.13)

(73) 特許権者 503359821
 独立行政法人理化学研究所
 埼玉県和光市広沢2番1号
 (74) 代理人 100087000
 弁理士 上島 淳一
 (72) 発明者 海老塚 昇
 埼玉県和光市広沢2番1号 独立行政法人
 理化学研究所内
 審査官 藤岡 善行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折格子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、

直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面とが、略平行して対面するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第1の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面と略平行して対面する面と、前記第2の直角三角形プリズムの前記第2の面と略平行して対面する面とを有する回折格子と

を有し、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項2】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、

10

20

直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面とが、略平行して対面するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第1の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面と略平行して対面する面と、前記第2の直角三角形プリズムの前記第2の面と略平行して対面する面とを有する第1の回折格子と、

前記第2の直角三角形プリズムの後段に前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第3の面を備え、前記第2の直角三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第3の直角三角形プリズムと、

10

直角を形成するとともに頂角を形成する第4の面と、前記第3の直角三角形プリズムの前記第3の面とが、略平行して対面するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第3の直角三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向に前記所定の角度だけ回転する第4の直角三角形プリズムと、

前記第3の直角三角形プリズムと前記第4の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第3の直角三角形プリズムの前記第3の面と略平行して対面する面と、前記第4の直角三角形プリズムの前記第4の面と略平行して対面する面とを有する第2の回折格子と

20

を有し、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置され、

前記第3の直角三角形プリズムと前記第4の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第3の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第4の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項3】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、

30

前記第1の直角三角形プリズムの前記頂角の略2倍の大きさの頂角と該頂角を含む二等辺三角形形状の側面とを有し、前記頂角を形成する2つの面のうちの一方の面が前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面と対面するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第1の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する二等辺三角形プリズムと、

前記第1の直角三角形プリズムと前記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面と略平行して対面する面と、前記二等辺三角形プリズムの前記一方の面と対面する面とを有する第1の回折格子と、

40

前記第1の直角三角形プリズムの前記頂角の大きさと等しい大きさの頂角を有し、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面とが、略平行して対面するようにして、前記二等辺三角形プリズムの後段に前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記二等辺三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向に前記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、

前記第2の直角三角形プリズムと前記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、前記二等辺三角形プリズムの前記頂角を形成する2つの面のうちの他方の面と対面する面と、前記第2の直角三角形プリズムの前記第2の面と略平行して対面する面とを有する第2の回折格子と

50

を有し、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたことを特徴とする回折格子装置。

【請求項4】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、

直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第1の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面に対して斜めに位置する面と、前記第2の直角三角形プリズムの前記第2の面に対して斜めに位置する面とを有する回折格子と

を有し、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項5】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、

直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第1の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第1の直角三角形プリズムの前記第1の面に対して斜めに位置する面と、前記第2の直角三角形プリズムの前記第2の面に対して斜めに位置する面とを有する第1の回折格子と

、
前記第2の直角三角形プリズムの後段に前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第3の面を備え、前記第2の直角三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するときに、前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第3の直角三角形プリズムと、

直角を形成するとともに頂角を形成する第4の面と、前記第3の直角三角形プリズムの前記第3の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第3の直角三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するときに、前記光軸周りの前記所定の方向に前記所定の角度だけ回転する第4の直角三角形プリズムと、

前記第3の直角三角形プリズムと前記第4の直角三角形プリズムとの間に配設され、前記第3の直角三角形プリズムの前記第3の面に対して斜めに位置する面と、前記第4の直角三角形プリズムの前記第4の面に対して斜めに位置する面とを有する第2の回折格子と

を有し、

前記第1の直角三角形プリズムと前記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置され、

前記第3の直角三角形プリズムと前記第4の直角三角形プリズムとは、初期状態において

10

20

30

40

50

て、前記第 3 の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第 4 の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項 6】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第 1 の面を備えた第 1 の直角三角形プリズムと、

前記第 1 の直角三角形プリズムの前記頂角の略 2 倍の大きさの頂角と該頂角を含む二等辺三角形形状の側面とを有し、前記頂角を形成する 2 つの面のうちの一方の面が前記第 1 の直角三角形プリズムの前記第 1 の面側に位置するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第 1 の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する二等辺三角形プリズムと、

前記第 1 の直角三角形プリズムと前記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、前記第 1 の直角三角形プリズムの前記第 1 の面に対して斜めに位置する面と、前記二等辺三角形プリズムの前記一方の面と対面する面とを有する第 1 の回折格子と、

前記第 1 の直角三角形プリズムの前記頂角の大きさと等しい大きさの頂角を有し、直角を形成するとともに頂角を形成する第 2 の面と、前記第 1 の直角三角形プリズムの前記第 1 の面とが、略平行あるいは任意の角度をなして位置するようにして、前記二等辺三角形プリズムの後段に前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記二等辺三角形プリズムが前記光軸周りの前記反対の方向に前記所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向に前記所定の角度だけ回転する第 2 の直角三角形プリズムと、

前記第 2 の直角三角形プリズムと前記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、前記二等辺三角形プリズムの前記頂角を形成する 2 つの面のうちの他方の面と対面する面と、前記第 2 の直角三角形プリズムの前記第 2 の面に対して斜めに位置する面とを有する第 2 の回折格子と

を有し、

前記第 1 の直角三角形プリズムと前記第 2 の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第 1 の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第 2 の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項 7】

光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第 1 の面を備えた第 1 の直角三角形プリズムと、

直角を形成するとともに頂角を形成する第 2 の面と、前記第 1 の直角三角形プリズムの前記第 1 の面とが、略平行して対面するようにして、前記光軸周りに回動自在な状態で配設され、前記第 1 の直角三角形プリズムが前記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するとき、前記光軸周りの前記所定の方向とは反対の方向に前記所定の角度だけ回転する第 2 の直角三角形プリズムと、

前記第 1 の直角三角形プリズムと前記第 2 の直角三角形プリズムとによって挟み込まれ、前記第 1 の直角三角形プリズムの前記第 1 の面が面接触する面と、前記第 2 の直角三角形プリズムの前記第 2 の面が面接触する面とを有する回折格子と

を有し、

前記第 1 の直角三角形プリズムと前記第 2 の直角三角形プリズムとは、初期状態において、前記第 1 の直角三角形プリズムの直角三角形の面と前記第 2 の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置された

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項 8】

請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 5、請求項 6 または請求項 7 のいずれか 1 項に記載の回折格子装置において、

前記回折格子は、ボリューム・フェイズ・ホログラムである

ことを特徴とする回折格子装置。

【請求項 9】

請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 5、請求項 6、請求項 7 または請求項 8 のいずれか 1 項に記載の回折格子装置において、さらに、

前記回折格子装置に外部から入射する光が通過するレンズと、

前記回折格子装置から外部へ出射する光が通過するレンズと

を配設した

ことを特徴とする回折格子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、回折格子装置に関し、さらに詳細には、天文学、地球・惑星科学、気象学、環境計測、環境衛生学などの各種観測装置、理化学、鉱物、生物、病理学などの各種分光分析装置、食品・バイオ、医薬品、化学製品の製造装置や品質管理装置、光通信などの通信・情報分野や無機材料・有機材料の分野などに用いて好適な回折格子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、天文学、地球惑星科学、気象学、大気環境学の分野においては、2次元検出器の進歩により、撮像機能と分光機能との両方の機能を備えた多数の観測装置が開発されてきており、こうした観測装置においては、分散素子としてグリズムが多く用いられている。

20

【0003】

なお、グリズム (grism) とは、任意の次数、任意の波長の光を直進あるいは任意の方向に進ませるように透過型回折格子とプリズムとを組み合わせた透過型分散素子である。

【0004】

そして、従来のグリズムは、グリズムを構成するプリズムの頂角が固定されているために、直進波長や最大効率波長は固定されていた。

【0005】

そのため、広い波長で高分散分光測定を行う場合に、直進波長の異なる複数のグリズムを用意しなければならないという問題点があった。

30

【0006】

そこで、本願出願人は、頂角が変角可能なプリズムとボリューム・フェイズ・ホログラム (Volume Phase Hologram: VPH) とを組み合わせる構成するようにし、複数のグリズムを用いることなしに、単一で広い波長の高分散分光測定を行うことができるグリズムに関する出願を行い、貴庁における審査を経て、特許第 3576538 号として特許されている (特許文献 1 を参照する。)。

【0007】

ここで、図 1 には、特許第 3576538 号公報に記載されたグリズムの実施の形態の一例に対応する概念構成説明図が示されている。

【0008】

40

このグリズム 200 を構成するボリューム・フェイズ・ホログラム 206 を挟み込んで配設された 2 つのプリズムのプリズム 202, 204 は、頂角 θ が変角可能なものであり、頂角 θ を変化させることによって (図 1 において破線で示したグリズム 200 参照)、高い回折効率を保ったまま波長範囲を任意に選択することができるものである。なお、符号 208 ならびに 210 はいずれもグリズム 200 近傍に配置されたレンズである。

【0009】

しかしながら、上記したグリズム 200 のプリズム 202, 204 を、例えば、透明な材料により形成される 2 つの外部部材と、使用波長領域において透明であって 2 つの外部部材の間に封入される液体の内部部材 300 とにより構成した場合には、上記したように

50

してプリズム202, 204の頂角, を変角して広い波長の高分散分光測定を実現することができるものの、プリズム202, 204の構成の一部である内部部材300が液体なので、製作工程が複雑になる恐れがあった。

【特許文献1】特許第3576538号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記したような従来の技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高分散で高い回折効率を有し、しかも単純な構成で製作が容易な回折格子装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略平行して対面するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面と略平行して対面する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面と略平行して対面する面とを有する回折格子とを有し、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

【0012】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略平行して対面するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面と略平行して対面する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面と略平行して対面する面とを有する第1の回折格子と、上記第2の直角三角形プリズムの後段に上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第3の面を備え、上記第2の直角三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第3の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第4の面と、上記第3の直角三角形プリズムの上記第3の面とが、略平行して対面するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第3の直角三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向に上記所定の角度だけ回転する第4の直角三角形プリズムと、上記第3の直角三角形プリズムと上記第4の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第3の直角三角形プリズムの上記第3の面と略平行して対面する面と、上記第4の直角三角形プリズムの上記第4の面と略平行して対面する面とを有する第2の回折格子とを有し、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置され、上記第3の直角三角形プリズムと上記第4の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第3の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第4の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置さ

10

20

30

40

50

れたものである。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムの上記頂角の略2倍の大きさの頂角と該頂角を含む二等辺三角形形状の側面とを有し、上記頂角を形成する2つの面のうちの一方の面が上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面と対面するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する二等辺三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、
 10
 上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面と略平行して対面する面と、上記二等辺三角形プリズムの上記一方の面と対面する面とを有する第1の回折格子と、上記第1の直角三角形プリズムの上記頂角の大きさと等しい大きさの頂角を有し、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略平行して対面するようにして、上記二等辺三角形プリズムの後段に上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記二等辺三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第2の直角三角形プリズムと上記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、上記二等辺三角形プリズムの上記頂角を形成する2つの面のうちの他方の面と対面する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面と略平行して対面する面とを有する第2の回折格子とを有し、
 20
上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、
 30
 上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面に対して斜めに位置する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面に対して斜めに位置する面とを有する回折格子とを有し、
上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

【 0 0 1 5 】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、
 40
 上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面に対して斜めに位置する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面に対して斜めに位置する面とを有する第1の回折格子と、上記第2の直角三角形プリズムの後段に上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第3の面を備え、
 50
 上記第2の直角三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転する

ときに、上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第3の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第4の面と、上記第3の直角三角形プリズムの上記第3の面とが、略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第3の直角三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向に上記所定の角度だけ回転する第4の直角三角形プリズムと、上記第3の直角三角形プリズムと上記第4の直角三角形プリズムとの間に配設され、上記第3の直角三角形プリズムの上記第3の面に対して斜めに位置する面と、上記第4の直角三角形プリズムの上記第4の面に対して斜めに位置する面とを有する第2の回折格子とを有し、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置され、上記第3の直角三角形プリズムと上記第4の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第3の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第4の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

10

【0016】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムの上記頂角の略2倍の大きさの頂角と該頂角を含む二等辺三角形形状の側面とを有し、上記頂角を形成する2つの面のうちの一方の面が上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面側に位置するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する二等辺三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面に対して斜めに位置する面と、上記二等辺三角形プリズムの上記一方の面と対面する面とを有する第1の回折格子と、上記第1の直角三角形プリズムの上記頂角の大きさと等しい大きさの頂角を有し、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略平行あるいは任意の角度をなして位置するようにして、上記二等辺三角形プリズムの後段に上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記二等辺三角形プリズムが上記光軸周りの上記反対の方向に上記所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第2の直角三角形プリズムと上記二等辺三角形プリズムとの間に配設され、上記二等辺三角形プリズムの上記頂角を形成する2つの面のうちの他方の面と対面する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面に対して斜めに位置する面とを有する第2の回折格子とを有し、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

20

30

【0017】

また、本発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、直角を形成するとともに頂角を形成する第1の面を備えた第1の直角三角形プリズムと、直角を形成するとともに頂角を形成する第2の面と、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面とが、略平行して対面するようにして、上記光軸周りに回動自在な状態で配設され、上記第1の直角三角形プリズムが上記光軸周りの所定の方向に所定の角度だけ回転するときに、上記光軸周りの上記所定の方向とは反対の方向に上記所定の角度だけ回転する第2の直角三角形プリズムと、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとによって挟み込まれ、上記第1の直角三角形プリズムの上記第1の面が面接触する面と、上記第2の直角三角形プリズムの上記第2の面が面接触する面とを有する回折格子とを有し、上記第1の直角三角形プリズムと上記第2の直角三角形プリズムとは、初期状態において、上記第1の直角三角形プリズムの直角三角形の面と上記第2の直角三角形プリズムの直角三角形の面とが鏡像関係に配置されたものである。

40

50

【0018】

また、本発明は、上記回折格子をボリューム・フェイズ・ホログラムとしたものである。

【0019】

また、本発明は、上記回折格子装置に外部から入射する光が通過するレンズと、上記回折格子装置から外部へ出射する光が通過するレンズとを配設したものである。

【発明の効果】

【0020】

本発明による回折格子装置は、高分散で高い回折効率を有し、しかも単純な構成で製作が容易であるという優れた効果を奏する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明による回折格子装置の実施の形態の一例を詳細に説明するものとする。

【0022】

なお、図2以降の各図においては、同一または相当する構成に関しては、各図において用いた符号と同一の符号を用いて示すことにより、その詳細な構成ならびに作用の説明は省略する。

【0023】

20

図2には、本発明による回折格子装置の第1の実施の形態を示す概念構成斜視説明図が示されており、この回折格子装置10は、当該回折格子装置10の光軸(図2における一点鎖線参照。)周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム12と、直角プリズム12の面12aと略平行して対面する面14aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム14と、直角プリズム12と直角プリズム14との間に配設された回折格子16とを有して構成されている。

【0024】

ここで、直角プリズム12と直角プリズム14とはいずれも、所定の材料により形成された固体のブロック様の直角プリズムである。直角プリズム12ならびに直角プリズム14を構成する材料としては、光学ガラスや結晶材などを利用することができる。こうした材料の屈折率は1.3~4程度である。

30

【0025】

また、直角プリズム12の面12aと面12bとによって形成される頂角 θ と、直角プリズム14の面14aと面14bとによって形成される頂角 θ とは、直角プリズム12の屈折率と直角プリズム14の屈折率が同一である場合に、同一の大きさを有するものである。そして、直角プリズム12の頂角 θ を含み互いに対面する側面12cと側面12d、ならびに、直角プリズム14の頂角 θ を含み互いに対面する側面14cと側面14dとはいずれも直角三角形形状を有している。

【0026】

こうした直角プリズム12の側面12c、12dの直角三角形形状の直角を形成するとともに頂角 θ を形成する面12aと、直角プリズム14の側面14c、14dの直角三角形形状の直角を形成するとともに頂角 θ を形成する面14aとが、略平行して対面するようにして、直角プリズム12と直角プリズム14とは所定の間隔を有し互いに離れて配設されている。

40

【0027】

なお、この実施の形態においては、説明の便宜上、図2ならびに図3(a)に示す状態を初期状態とする。つまり、初期状態においては、回折格子16を挟んで直角プリズム12と直角プリズム14とが左右対称に位置して、直角プリズム12の直角を面12aとともに形成する面12eが光軸に平行して位置し、直角プリズム14の直角を面14aとともに形成する面14eが光軸に平行して位置して、直角プリズム12の頂角 θ と直角プリ

50

ズム 14 の頂角 θ とが対向しているものである。

【0028】

また、直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とはいずれも、回折格子装置 10 の光軸周りに回動自在な状態で配設されており（図 3（a）に示す白抜き矢印参照）、光軸と一致する回転軸を回転中心として、光軸周りの第 1 の方向（図 3（a）に示す光の進行方向からみて時計回りの方向と一致する矢印 A 方向参照）と、当該第 1 の方向とは反対の方向である第 2 の方向（図 3（a）に示す光の進行方向からみて反時計回り方向と一致する矢印 B 方向参照）とに回転可能なものである。

【0029】

より詳細には、例えば、図示しないマイクロコンピュータなどの制御装置の制御により、カムなどの駆動装置が駆動され、その駆動力によって直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とがそれぞれ駆動し、光軸周りの第 1 の方向あるいは第 2 の方向に回転できる。

【0030】

こうして直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とが光軸周りに回転する際には、その回転方向と回転量たる回転する角度の大きさはそれぞれ、回転方向が直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とでは反対方向になるようにし、回転する角度が直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とで一致するように設定されている。

【0031】

つまり、直角プリズム 12 が光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 θ 、例えば、初期状態から 30° （ $\theta = 30^\circ$ ）だけ回転するとき、直角プリズム 14 は光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 $-\theta$ 、例えば、初期状態から -30° （ $\theta = -30^\circ$ ）だけ回転する。また、直角プリズム 12 が光軸周りの第 2 の方向に所定の角度だけ回転するとき、直角プリズム 14 は光軸周りの第 1 の方向に所定の角度だけ回転する。

【0032】

一方、回折格子 16 は、透過型回折格子であって、ボリューム・フェイズ・ホログラム（Volume Phase Hologram: VPH）により構成されている。この回折格子 16 たるボリューム・フェイズ・ホログラムは、ブラッグの条件を満たす場合に最も高い効率を示す回折格子であり、例えば、重クロムゼラチンや感光性樹脂などにより形成されている。そして、ボリューム・フェイズ・ホログラムは、媒質の屈折率を周期的に変調して位相差を生じさせ、ブラッグの条件を満足するように入射角度を調整することにより、広い波長において高い回折効率を得ることが可能なものであり、高分散高効率な回折格子である。

【0033】

より詳細には、図 4 には、各種回折格子の回折効率を示すグラフが示されており、ボリューム・フェイズ・ホログラムは、波長毎にブラッグ回折の条件を満たすように入射角を調整すると、回折効率（a）を包絡線とする広い範囲での高い効率を得ることができるようになる。

【0034】

そして、ボリューム・フェイズ・ホログラムよりなる回折格子 16 は、平面回折格子として設計され、全体が板状体に形成されており、略矩形形状の回折格子入射面 16a と、回折格子入射面 16a と所定の間隔を有し略平行して対向する略矩形形状の回折格子出射面 16b とを有している。

【0035】

この回折格子 16 は、直角プリズム 12 と直角プリズム 14 との間に、光軸周りに回転するようなことなく固定的に配設されている。そして、回折格子入射面 16a と直角プリズム 12 の面 12a とが略平行して対面し、回折格子出射面 16b と直角プリズム 14 の面 14a とが略平行して対面し、直角プリズム 12、14 の頂角 θ 、 θ を含む側面 12c、12d、14c、14d と略直交するようにして回折格子 16 は配設されている。

【0036】

ここで、回折格子 16 の回折格子入射面 16a と直角プリズム 12 の面 12a との間隔

10

20

30

40

50

たる光軸に沿った距離 L_1 と、回折格子 16 の回折格子出射面 16 b と直角プリズム 14 の面 14 a との間隔たる光軸に沿った距離 L_2 とは一致している。なお、この距離 L_1 , L_2 は短いことが好ましく、当該距離 L_1 , L_2 が短いほうがケラレが少なくなって、口径を小さくすることができる。

【0037】

以上の構成において、回折格子装置 10 (図 2 ならびに図 3 参照) においては、外部からの光が直角プリズム 12 の面 12 b を介して、直角プリズム 12 内に入射する。そして、直角プリズム 12 内を通過した光は面 12 a から出射し、面 12 a と対面する回折格子入射面 16 a を介して回折格子 16 たるポリューム・フェイズ・ホログラムに入射する。このポリューム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面 16 b から出射し、回折格子出射面 16 b と対面する面 14 a を介して直角プリズム 14 に入射する。そして、直角プリズム 14 内を通過した光は面 14 b から外部へ出射されることになる。

【0038】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、直角プリズム 12 を光軸周りの第 1 の方向 (あるいは、第 2 の方向) に所定の角度 (図 3 (b) 参照) だけ回転させるとともに、直角プリズム 14 を光軸周りの第 2 の方向 (あるいは、第 1 の方向) に所定の角度 だけ回転する。

【0039】

このように光軸を中心に 2 つの直角プリズム 12 , 14 を逆方向に回転すると、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

【0040】

具体的には、回折格子装置 10 において、例えば、回折格子 16 たるポリューム・フェイズ・ホログラムのサイズが $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ の場合に、格子周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ とすると、1 次回折光の最大 (理論) 分解能たる $R_{\text{max}} = \text{ / }$ は格子の本数と一致するので、 $R_{\text{max}} = 100,000$ となる。

【0041】

そして、直角プリズム 12 と直角プリズム 14 との屈折率 n がそれぞれ $n = 1.52$ で、直角プリズム 12 の頂角 $= 30^\circ$ 、直角プリズム 14 の頂角 $= 30^\circ$ の場合に、図 2 ならびに図 3 (a) に示す初期状態において、直角プリズム 12 の面 12 b を介して外部から入射し回折格子装置 10 内を通過して直角プリズム 14 の面 14 b から外部へ出射する光であって、光軸と一致する方向に沿って直進する光の直進波長は 570 nm となる。

【0042】

ここで、上記したようにして光軸を中心に 2 つの直角プリズム 12 , 14 を逆方向に回転して、直角プリズム 12 を光軸周りの第 1 の方向に初期状態から 30° ($= 30^\circ$) だけ回転するとともに、直角プリズム 14 を光軸周りの第 2 の方向に初期状態から -30° ($= -30^\circ$) だけ回転すると (図 3 (b) に示す状態参照)、回折格子装置 10 から出射される光の直進波長は 494 nm となる。

【0043】

さらに、屈折率が周期的に変化した回折格子 16 たるポリューム・フェイズ・ホログラムは、ブラッグの条件を満たす場合に最も高い効率を示し、その格子の周期が波長に近づくほど回折効率が高くなるものである。そして、このポリューム・フェイズ・ホログラムは、回折格子装置 10 に回折格子 16 として配設されたもののように透過型回折格子として設計した場合には、格子の周期が波長の $0.7 \sim 3$ 倍の範囲において、 100% に近い回折効率を達成することができる高分散高効率な回折格子である。

【0044】

従って、2 つの直角プリズム 12 , 14 を光軸を中心に同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置 10 においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長を

10

20

30

40

50

変えることができる。

【 0 0 4 5 】

上記したように、本発明による回折格子装置 1 0 によれば、光軸周りに回動自在に配設された 2 つの直角プリズム 1 2 , 1 4 の間に、回折格子 1 6 たるポリウム・フェイズ・ホログラムを配設するようにしたため、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる。

【 0 0 4 6 】

例えば、上記した「背景技術」の項に記載したグリズム 2 0 0 (図 1 参照) の頂角 θ が変角可能なプリズム 2 0 2 , 2 0 4 を、液体の内部部材 3 0 0 により構成するような場合に比べて、本発明による回折格子装置 1 0 は、固体の直角プリズム 1 2 , 1 4 を用いているので、単純な構造となり、製作が容易で、小型化と低コスト化を図ることができる。

10

【 0 0 4 7 】

しかも、本発明の回折格子装置 1 0 に配設された直角プリズム 1 2 , 1 4 は固体なので、信頼性が高く、上記した「背景技術」の項に記載したグリズム 2 0 0 (図 1 参照) の内部部材 3 0 0 として使用される液体に比べて高屈折の材料を使用することができる。

【 0 0 4 8 】

また、本発明による回折格子装置 1 0 においては、図 2 ならびに図 3 に示すように光学系が折れ曲がらず、当該回折格子装置 1 0 を構成する直角プリズム 1 2 , 1 4 と回折格子 1 6 とを一直線上に配置できるので、顕微鏡や望遠鏡と組み合わせて使用する場合などに好適である。

20

【 0 0 4 9 】

つまり、回折格子装置 1 0 においては直角プリズム 1 2 , 1 4 と回折格子 1 6 とを一直線上に配置できるので、コリメータやカメラ (集光) レンズなどを分散素子の近傍に配設でき、従来の反射型回折格子に比べてコンパクトで明るい光学系、即ち、口径比 (F 値 = 焦点距離 f / 口径 D) の小さい光学系が実現できる。

【 0 0 5 0 】

例えば、図 5 に示すように、回折格子装置 1 0 の直角プリズム 1 2 近傍に、面 1 2 b 側に位置するようにして面 1 2 b に入射する光が透過するレンズ 1 0 2 を配設し、直角プリズム 1 4 近傍に、面 1 4 b 側に位置するようにして面 1 4 b から出射した光が透過するレンズ 1 0 4 を配設する。こうして回折格子装置 1 0 に外部から入射する光が透過するレンズ 1 0 2 と回折格子装置 1 0 から外部へ出射する光が透過するレンズ 1 0 4 との間に、回折格子装置 1 0 を構成する直角プリズム 1 2 , 1 4 と回折格子 1 6 とを位置させて、回折格子装置 1 0 の近傍で一直線上に他の光学部品を配置して、光学系が折れ曲がらずに小さなスペースで構築できる。

30

【 0 0 5 1 】

なお、図 5 においては、回折格子装置 1 0 の他に光学部品としてレンズ 1 0 2 , 1 0 4 を配設するようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、レンズ 1 0 2 , 1 0 4 も含めて本発明による回折格子装置として構成してもよい。

【 0 0 5 2 】

つまり、本発明による回折格子装置 1 0 に、コリメータやカメラ (集光) 光学系を組み合わせて使用したり、あるいは、コリメータやカメラ (集光) 光学系などの構成も含めて本発明による回折格子装置を構成するようにしてもよい。例えば、顕微鏡において本発明による回折格子装置を用いる場合には、顕微鏡の対物レンズや接眼レンズなどがコリメータとして作用するので、上記した第 1 の実施の形態の回折格子装置 1 0 のみを配設すればよく、回折格子装置 1 0 の他にコリメータやカメラ (集光) 光学系を組み合わせる必要はない。

40

【 0 0 5 3 】

なお、回折格子装置 1 0 とともに使用される構成は、図 5 に示したレンズ 1 0 2 , 1 0 4 のような集光レンズに限られるものではないことは勿論であり、各種構成が配設可能で

50

あって、例えば、軸外し放物面鏡などを組み合わせることもできる。

【0054】

ここで、本発明による回折格子装置10の効果について、階段状の溝形状が表面に微細加工された従来の表面レリーフ(Surface relief:SR)型の回折格子(図6に示す符号400参照)と比較して説明することとする。

【0055】

従来の表面刻線型のSR型の回折格子は、格子周期が波長に近づくと、アノマリーと呼ばれる回折効率や偏光特性の異常現象のために、回折効率が著しく低下してしまう。さらに、格子周期が2μm以下の場合に、ルーリングエンジン(回折格子刻線装置)などでは、理想的な格子形状を得ることが困難であり、SR型の回折格子では高い効率を達成する

10

【0056】

このため、従来のSR型の回折格子は、高い効率を必要とする場合、回折格子全体のサイズを大きくしなければならない。しかも、分光器の体積は回折格子の口径の3乗に比例するので、従来のSR型の回折格子を用いた従来の分光器は、巨大で重たいものになるという問題点があった(図6参照)。

【0057】

また、図6に示すような反射型のSR型回折格子ではなく、透過型のSR型回折格子として設計しても、透過型のほうが反射型よりもアノマリーの影響が大きいので、高分散の分光器には不向きである。具体的に、図4に示す回折効率(h)のように、階段形状の透過型回折格子(レリーフ格子)は、ブレイズ波長においても原理的に回折効率が100%に達することはなく、入射角などを調整しても回折効率を大きく変えることができないものである。

20

【0058】

こうした従来のSR型の回折格子に対して、本発明による回折格子装置10は、上記したようにして、回折格子16たるボリューム・フェイズ・ホログラムは、格子の周期が波長に近づくほど回折効率が高くなり、特に、透過型回折格子とした場合には、格子の周期が波長の0.7~3倍の範囲において、100%に近い回折効率を達成することができる高分散高効率な回折格子であるので、高分散で高い回折効率でありしかも小型化された回折格子装置を実現することができる。さらに、回折格子装置10は、頂角可変プリズムと

30

【0059】

次に、図7を参照しながら、本発明による回折格子装置の第2の実施の形態について説明する。

【0060】

この第2の実施の形態の回折格子装置20(図7参照)は、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10(図2参照)と比較して、直角プリズム22と直角プリズム24と回折格子26とが配設されている点が異なっている。

40

【0061】

そして、第2の実施の形態の回折格子装置20によれば、後に詳述する第1のセットS1と第2のセットS2との一直線上に直進する2段の光学系により、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる。さらに、それぞれ同様な構成を備える第1のセットS1と第2のセットS2との2つのセットを配置し、構成されるプリズムの回転方向が第1のセットS1と第2のセットS2について鏡像関係になるように駆動することにより、スペクトルが湾曲するような収差を打ち消すことができる。

【0062】

50

より詳細には、回折格子装置 20 は、当該回折格子装置 20 の光軸（図 7 における一点鎖線参照。）周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム 12 と、直角プリズム 12 の面 12 a と略平行して対面する面 14 a を備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム 14 と、直角プリズム 12 と直角プリズム 14 との間に配設された回折格子 16 と、直角プリズム 14 の後段に光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム 22 と、直角プリズム 22 の面 22 a と略平行して対面する面 24 a を備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム 24 と、直角プリズム 22 と直角プリズム 24 との間に配設された回折格子 26 とを有して構成されている。

【0063】

つまり、回折格子装置 20 は、2つの直角プリズム 12, 14 の間に配設された回折格子 16 からなる第 1 のセット S1 と、2つの直角プリズム 22, 24 の間に配設された回折格子 26 からなる第 2 のセット S2 とを有し、それぞれ同様な構成を備える 2つのセットを有するものである。

【0064】

なお、回折格子装置 20 の第 1 のセット S1 全体が、上記した第 1 の実施の回折格子装置 10（図 2 参照）に対応するものである。そして、回折格子装置 20 の第 2 のセット S2 を構成する直角プリズム 22, 24 は、直角プリズム 12, 14 と同様な構成を備えるものであり、回折格子 26 は回折格子 16 と同様な構成を備えるものなので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

【0065】

ただし、この実施の形態においては、説明の便宜上、図 7 に示す状態を初期状態とする。つまり、初期状態においては、回折格子装置 20 の第 1 のセット S1 では、回折格子 16 を挟んで直角プリズム 12 と直角プリズム 14 とが左右対称に位置して、直角プリズム 12 の面 12 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 14 の面 14 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 12 の頂角 と直角プリズム 14 の頂角 とが対向している。また、初期状態において、回折格子装置 20 の第 2 のセット S2 では、回折格子 26 を挟んで直角プリズム 22 と直角プリズム 24 とが左右対称に位置して、直角プリズム 22 の直角を面 22 a とともに形成する面 22 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 24 の直角を面 24 a とともに形成する面 24 e が光軸に平行して位置して、直角プリズム 22 の頂角 と直角プリズム 24 の頂角 とが対向している。

【0066】

また、第 2 のセット S2 においては、直角プリズム 22 と直角プリズム 24 とはいずれも、回折格子装置 20 の光軸周りに回動自在な状態で配設されており、光軸と一致する回転軸を回転中心として、光軸周りの第 1 の方向（図 7 に示す光の進行方向からみて時計回りの方向と一致する矢印 A 方向参照）と、当該第 1 の方向とは反対の方向である第 2 の方向（図 7 に示す光の進行方向からみて反時計回りの方向と一致する矢印 B 方向参照）とに回転可能なものである。

【0067】

より詳細には、例えば、図示しないマイクロコンピュータなどの制御装置の制御により、カムなどの駆動装置が駆動され、その駆動力によって第 1 のセット S1 の直角プリズム 14 が光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するときに、第 2 のセット S2 の直角プリズム 22 が光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するように設定されている。また、こうして直角プリズム 22 が光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するときには、第 1 のセット S1 の直角プリズム 12 と同様に、第 2 のセット S2 の直角プリズム 24 は光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するように設定されている。

【0068】

従って、第 1 のセット S1 の直角プリズム 14 が光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するときには、第 2 のセット S2 の直角プリズム 22 が光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するように設定されている。また、こうして直角プリズム 22 が光

10

20

30

40

50

軸周りの第1の方向に所定の角度だけ回転するときには、第1のセットS1の直角プリズム12と同様に、第2のセットS2の直角プリズム24は光軸周りの第2の方向に所定の角度だけ回転するように設定されている。

【0069】

以上の構成において、回折格子装置20（図7参照）においては、外部からの光がまず第1のセットS1を通過し、その後第2のセットS2を通過して出射される。

【0070】

より詳細には、まず、第1のセットS1において、外部からの光が直角プリズム12の面12bを介して、直角プリズム12内に入射する。そして、直角プリズム12内を通過した光は面12aから出射し、面12aと対面する回折格子入射面16aを介して回折格子16たるポリウム・フェイズ・ホログラムに入射する。このポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面16bから出射し、回折格子出射面16bと対面する面14aを介して直角プリズム14に入射する。そして、直角プリズム14内を通過した光は面14bから出射されることになる。

【0071】

こうして第1のセットS1の直角プリズム14から出射された光は、第2のセットS2において、直角プリズム22の面22bを介して、直角プリズム22内に入射する。そして、直角プリズム22内を通過した光は面22aから出射し、面22aと対面する回折格子入射面26aを介して回折格子26たるポリウム・フェイズ・ホログラムに入射する。このポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面26bから出射し、回折格子出射面26bと対面する面24aを介して直角プリズム24に入射する。そして、直角プリズム24内を通過した光は面24bから外部へ出射されることになる。

【0072】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、第1のセットS1において、直角プリズム12を光軸周りの第1の方向（あるいは、第2の方向）に所定の角度だけ回転させるとともに、直角プリズム14を光軸周りの第2の方向（あるいは、第1の方向）に所定の角度だけ回転する。この際、第2のセットS2においては、直角プリズム22を光軸周りの第2の方向（あるいは、第1の方向）に所定の角度だけ回転させるとともに、直角プリズム24を光軸周りの第1の方向（あるいは、第2の方向）に所定の角度だけ回転する。

【0073】

このように光軸を中心に2つの直角プリズム12, 14を逆方向に回転するとともに、2つの直角プリズム22, 24を逆方向に回転して、隣り合う直角プリズム14と直角プリズム22とを同じ方向に回転させる（図7に示す矢印B方向参照）と、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

【0074】

具体的には、回折格子装置20において、例えば、回折格子16ならびに回折格子26たるポリウム・フェイズ・ホログラムのサイズが100mm×100mmの場合に、格子周期1μmとすると、1次回折光の最大（理論）分解能たる $R_{max} = \lambda / d$ は格子の本数と一致するので、2つの回折格子16, 26により $R_{max} = 200, 000$ となる。

【0075】

そして、直角プリズム12, 14と直角プリズム22, 24との屈折率nがそれぞれ $n = 1.52$ で、直角プリズム12の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム14の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム22の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム24の頂角 $\theta = 30^\circ$ の場合に、図7に示す初期状態において、直角プリズム12の面12bを介して外部から入射し回折格子装置20内を通過して直角プリズム24の面24bから外部へ出射する光であって、光軸と一致する方向に沿って直進する光の直進波長は570nmとなる。

【0076】

ここで、上記したようにして光軸を中心に2つの直角プリズム12, 14ならびに2つの直角プリズム22, 24をそれぞれ逆方向に回転して、直角プリズム12と直角プリズム24とを光軸周りの第1の方向(図7に示す矢印A方向参照)に初期状態から 30° ($=30^\circ$)だけ回転するとともに、直角プリズム14と直角プリズム22とを光軸周りの第2の方向(図7に示す矢印B方向参照)に初期状態から -30° ($=-30^\circ$)だけ回転すると、回折格子装置20から出射される光の直進波長は494nmとなる。

【0077】

こうして、2つの直角プリズム12, 14ならびに2つの直角プリズム22, 24をそれぞれ、光軸を中心に同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置20においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長を変えることができる。

【0078】

上記したように、本発明による回折格子装置20によれば、光軸周りに回動自在に配設された2つの直角プリズム12, 14の間に、回折格子16たるボリューム・フェイズ・ホログラムを配設するようにし、また、光軸周りに回動自在に配設された2つの直角プリズム22, 24の間に、回折格子26たるボリューム・フェイズ・ホログラムを配設するようにしたため、一直線上に直進する2段の光学系により、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる。

【0079】

そして、第2の実施の形態の回折格子装置20においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10と同様な作用効果を奏するものであり、当該作用効果についての上記した説明を援用して詳細な説明は省略することとする。

【0080】

さらに、第2の実施の形態の回折格子装置20においては、それぞれ同様な構成を備える第1のセットS1と第2のセットS2との2つのセットを配置し、構成されるプリズムの回転方向が第1のセットS1と第2のセットS2について鏡像関係になるように駆動することにより、スペクトルが湾曲するような収差を打ち消すことができる。

【0081】

また、第2の実施の形態の回折格子装置20においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10と同様に、例えば、回折格子装置20の直角プリズム12近傍に、面12b側に位置するようにして面12bに入射する光が透過するレンズ102(図5参照)を配設し、直角プリズム24近傍に、面24b側に位置するようにして面24bから出射した光が透過するレンズ104(図5参照)を配設することができる。

【0082】

次に、図8を参照しながら、本発明による回折格子装置の第3の実施の形態について説明する。

【0083】

この第3の実施の形態の回折格子装置30(図8参照)は、上記した第2の実施の形態の回折格子装置20(図7参照)と比較して、第2の実施の形態の回折格子装置20の直角プリズム14と直角プリズム22とに代えて二等辺三角形プリズム32が配設されている点が異なっている。

【0084】

より詳細には、回折格子装置30は、当該回折格子装置30の光軸(図8における一点鎖線参照。)周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム12と、直角プリズム12の面12aと対面する面32aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された二等辺三角形プリズム32と、直角プリズム12と二等辺三角形プリズム32との間に配設された回折格子16と、直角プリズム12の面12aと略平行して対面する面24aを備え二等辺三角形プリズム32の後段に光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム24と

10

20

30

40

50

、直角プリズム 2 4 と二等辺三角形プリズム 3 2 との間に配設された回折格子 2 6 とを有して構成されている。

【 0 0 8 5 】

なお、回折格子装置 3 0 を構成する直角プリズム 1 2 , 2 4 ならびに回折格子 1 6 , 2 6 は、上記した第 2 の実施の形態の回折格子装置 2 0 (図 7 参照) と同様な構成なので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

【 0 0 8 6 】

この回折格子装置 3 0 に配設されたプリズムは、2 つの直角プリズム 1 2 , 2 4 と直角プリズムではない二等辺三角形プリズム 3 2 とである。

【 0 0 8 7 】

ここで、二等辺三角形プリズム 3 2 は、直角プリズム 1 2 , 2 4 と同様に、所定の材料により形成された固体のブロック様のプリズムである。なお、二等辺三角形プリズム 3 2 を構成する材料としては、直角プリズム 1 2 , 2 4 と同様に、屈折率が 1 . 3 ~ 4 程度の光学ガラスや結晶材などを利用することができる。

【 0 0 8 8 】

また、二等辺三角形プリズム 3 2 の面 3 2 a と面 3 2 b とによって形成される頂角 の大きさは、直角プリズム 1 2 の頂角 の略 2 倍である。即ち、直角プリズム 1 2 の頂角 の大きさを θ とし直角プリズム 2 4 の頂角 の大きさを ϕ とすれば、二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 の大きさは略 2θ ($= 2\phi$) である。そして、二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 を含み互いに対面する側面 3 2 c と側面 3 2 d とはいずれも二等辺三角形形状を有している。

【 0 0 8 9 】

こうした二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 を形成する 2 つの面のうちの一方の面である面 3 2 a が直角プリズム 1 2 の面 1 2 a と対面し、頂角 を形成する 2 つの面のうちの他方の面である面 3 2 b が直角プリズム 2 4 の面 2 4 a と対面するようにして、二等辺三角形プリズム 3 2 と直角プリズム 1 2 ならびに二等辺三角形プリズム 3 2 と直角プリズム 2 4 とは所定の間隔を有し互いに離れて配設されている。

【 0 0 9 0 】

なお、この実施の形態においては、説明の便宜上、図 8 に示す状態を初期状態とする。つまり、初期状態においては、直角プリズム 1 2 の面 1 2 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 2 4 の面 2 4 e が光軸に平行して位置し、二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 と対向する面 3 2 e が光軸に平行に位置して、直角プリズム 1 2 の頂角 と二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 とが対向するとともに、直角プリズム 2 4 の頂角 と二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角 とが対向しているものである。

【 0 0 9 1 】

また、二等辺三角形プリズム 3 2 は、回折格子装置 3 0 の光軸周りに回動自在な状態で配設されており、光軸と一致する回転軸を回転中心として、光軸周りの第 1 の方向 (図 8 に示す光の進行方向からみて時計回りの方向と一致する矢印 A 方向参照) と、当該第 1 の方向とは反対の方向である第 2 の方向 (図 8 に示す光の進行方向からみて反時計回りの方向と一致する矢印 B 方向参照) とに回転可能なものである。

【 0 0 9 2 】

より詳細には、例えば、図示しないマイクロコンピューターなどの制御装置の制御により、カムなどの駆動装置が駆動され、その駆動力によって直角プリズム 1 2 と直角プリズム 2 4 とが光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するとき、二等辺三角形プリズム 3 2 が光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するように設定されている。また、直角プリズム 1 2 と直角プリズム 2 4 とが光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するとき、二等辺三角形プリズム 3 2 が光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するように設定されている。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

以上の構成において、回折格子装置 30 (図 8 参照) においては、外部からの光が直角プリズム 12 の面 12 b を介して、直角プリズム 12 内に入射する。そして、直角プリズム 12 内を通過した光は面 12 a から出射し、面 12 a と対面する回折格子入射面 16 a を介して回折格子 16 たるポリウム・フェイズ・ホログラムに入射する。このポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面 16 b から出射し、回折格子出射面 16 b と対面する面 32 a を介して二等辺三角形プリズム 32 に入射する。

【0094】

そして、二等辺三角形プリズム 32 内を通過した光は面 32 b から出射し、面 32 b と対面する回折格子入射面 26 a を介して回折格子 26 たるポリウム・フェイズ・ホログラムに入射する。このポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面 26 b から出射し、回折格子出射面 26 b と対面する面 24 a を介して直角プリズム 24 に入射する。そして、直角プリズム 24 内を通過した光は面 24 b から出射されることになる。

10

【0095】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、直角プリズム 12 を光軸周りの第 1 の方向 (あるいは、第 2 の方向) に所定の角度 だけ回転させるとともに、二等辺三角形プリズム 32 を光軸周りの第 2 の方向 (あるいは、第 1 の方向) に所定の角度 だけ回転する。この際、直角プリズム 24 は光軸周りの第 1 の方向 (あるいは、第 2 の方向) に所定の角度 だけ回転する。

【0096】

このように回折格子装置 30 に配設された 3 つのプリズムのうち、中央に配設された二等辺三角形プリズム 32 と、当該二等辺三角形プリズム 32 の前段に配設された直角プリズム 12 ならびに二等辺三角形プリズム 32 の後段に配設された直角プリズム 24 とを、光軸を中心にして逆方向に回転させると、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

20

【0097】

具体的には、回折格子装置 30 において、例えば、回折格子 16 ならびに回折格子 26 たるポリウム・フェイズ・ホログラムのサイズが $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ の場合に、格子周期 $1\text{ }\mu\text{m}$ とすると、 $R_{\text{max}} = 200,000$ となる。そして、直角プリズム 12, 24 と二等辺三角形プリズム 32 との屈折率 n がそれぞれ $n = 1.52$ で、直角プリズム 12 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 24 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、二等辺三角形プリズム 32 の頂角 $\theta = 53.8^\circ$ の場合に、図 8 に示す初期状態において回折格子装置 30 から出射される光の直進波長は 570 nm となる。そして、直角プリズム 12, 24 と二等辺三角形プリズム 32 とをそれぞれ初期状態から 30° だけ回転する (図 8 に示す矢印 A 方向ならびに矢印 B 方向参照) と、回折格子装置 30 から出射される光の直進波長は 494 nm となる。

30

【0098】

こうして、2 つの直角プリズム 12, 24 ならびに二等辺三角形プリズム 32 をそれぞれ、光軸を中心と同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置 30 においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長を変えることができる。

40

【0099】

上記したように、本発明による回折格子装置 30 によれば、光軸周りに回動自在に配設された 2 つの直角プリズム 12, 24 のそれぞれに隣接して配設されたポリウム・フェイズ・ホログラムよりなる回折格子 16 と回折格子 26 との間に、直角プリズム 12, 24 の頂角 θ の略 2 倍の大きさの頂角 2θ を有する二等辺三角形プリズム 32 を配設するようにしたため、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる。

そして、第 3 の実施の形態の回折格子装置 30 においても、上記した第 1 の実施の形態の回折格子装置 10 と同様な作用効果を奏するものであり、当該作用効果についての上記

50

した説明を援用して詳細な説明は省略することとする。

【0100】

さらに、第3の実施の形態の回折格子装置30においては、上記した第2の実施の形態の回折格子装置20（図7参照）の直角プリズム14と直角プリズム22とに代えて、二等辺三角形プリズム32が配設されている構成なので、上記した第2の実施の形態の回折格子装置20の構成と比較して、回折格子装置に配設されるプリズムの総数を1つ減らすことができ、より一層構成が簡単になり、小型化と低コスト化を図ることができ、しかも、スペクトルが湾曲するような収差を打ち消すこともできる。

【0101】

なお、第3の実施の形態の回折格子装置30においても、上記した第2の実施の形態の回折格子装置20と同様に、直角プリズム12, 24近傍にレンズ102, 104（図5参照）を配設することができる。

【0102】

次に、図9(a)(b)を参照しながら、本発明による回折格子装置の第4の実施の形態について説明する。

【0103】

この第4の実施の形態の回折格子装置40（図9(a)参照）は、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10（図2参照）と比較して、直角プリズム42と直角プリズム44と回折格子46とを、光路が90°に折れ曲がるように配設している点が異なっている。

【0104】

より詳細には、回折格子装置40は、当該回折格子装置40の光軸（図9(a)(b)における一点鎖線参照。）周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム42と、直角プリズム42の直角を形成するとともに頂角を形成する面42aと、略直交して位置する直角を形成するとともに頂角を形成する面44aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム44と、直角プリズム42と直角プリズム44との間に配設された回折格子46とを有して構成されている。

【0105】

なお、回折格子装置40を構成する直角プリズム42, 直角プリズム44と回折格子46とはそれぞれ、第1の実施の形態の回折格子装置10における直角プリズム12, 14ならびに回折格子16と同様な構成を備えるものなので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

【0106】

ただし、この実施の形態においては、説明の便宜上、図9(a)に示す状態を初期状態とし、回折格子46を挟んで直角プリズム42と直角プリズム44とが左右対称に位置して、直角プリズム42の直角を面42aとともに形成する面42eが光軸に平行して位置し、直角プリズム44の直角を面44aとともに形成する面44eが光軸に平行して位置して、直角プリズム42の頂角と直角プリズム44の頂角とが対向しているものである。

【0107】

また、直角プリズム42と直角プリズム44とはいずれも、回折格子装置40の光軸周りに回動自在な状態で配設されており、光軸と一致する回転軸を回転中心として、光軸周りの第1の方向（図9(a)に示す光の進行方向からみて時計回りの方向と一致する矢印A方向参照）と、当該第1の方向とは反対の方向である第2の方向（図9(a)に示す光の進行方向からみて反時計回りの方向と一致する矢印B方向参照）とに回転可能なものである。

【0108】

より詳細には、例えば、図示しないマイクロコンピュータなどの制御装置の制御により、カムなどの駆動装置が駆動されたその駆動力によって、直角プリズム42が光軸周り

10

20

30

40

50

の第1の方向に所定の角度 だけ回転するときには、その反対方向である第2の方向に所定の角度 だけ回転するように、また、直角プリズム42が光軸周りの第2の方向に所定の角度 だけ回転するときには、その反対方向である第1の方向に所定の角度 だけ回転するようにして、直角プリズム44の回動が設定されている。

【0109】

そして、ボリューム・フェイズ・ホログラムよりなる回折格子46は、面42aと面44aとが略直交して位置する直角プリズム42と直角プリズム44との間に、光軸周りに回転するようなことなく固定的に配設されている。そして、回折格子入射面46aが直角プリズム42の面42aに対して斜めに位置し、回折格子出射面46bが直角プリズム44の面44aに対して斜めに位置し、直角プリズム42, 44の頂角 θ , θ' を含む側面42c, 42d, 44c, 44dと略直交するようにして回折格子46は配設されている。

10

【0110】

以上の構成において、回折格子装置40(図9(a)参照)においては、外部からの光が直角プリズム42の面42bを介して、直角プリズム42内に入射する。そして、直角プリズム42内を通過した光は面42aから出射し、面42a側に位置する回折格子入射面46aを介して回折格子46たるボリューム・フェイズ・ホログラムに入射する。このボリューム・フェイズ・ホログラム内を透過した光は、回折格子出射面46bから出射し、回折格子出射面46b側に位置する面44aを介して直角プリズム44に入射する。そして、直角プリズム44内を通過した光は面44bから外部へ出射されることになる。

20

【0111】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、直角プリズム42を光軸周りの第1の方向(あるいは、第2の方向)に所定の角度 だけ回転させるとともに、直角プリズム44を光軸周りの第2の方向(あるいは、第1の方向)に所定の角度 だけ回転する。

【0112】

このように光軸を中心に2つの直角プリズム42, 44を逆方向に回転すると、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

【0113】

具体的には、回折格子装置40において、例えば、回折格子46たるボリューム・フェイズ・ホログラムのサイズが100mm×141mmの場合に、格子周期1 μ mとすると、1次回折光の最大(理論)分解能たる $R_{max} = \lambda / \theta$ は格子の本数と一致するので、 $R_{max} = 141,000$ となる。

30

【0114】

そして、直角プリズム42と直角プリズム44との屈折率nがそれぞれn=1.52で、直角プリズム42の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム44の頂角 $\theta' = 30^\circ$ の場合に、図9(a)に示す初期状態において、直角プリズム42の面42bを介して外部から入射し回折格子装置40内を通過して直角プリズム44の面44bから外部へ出射する光であって、光軸と一致する方向に沿って直進する光の直進波長は1,760nmとなる。

【0115】

ここで、上記したようにして光軸を中心に2つの直角プリズム42, 44を逆方向に回転して、直角プリズム42を光軸周りの第1の方向(図9(a)に示す矢印A方向参照)に初期状態から180°($\theta = 180^\circ$)だけ回転するとともに、直角プリズム44を光軸周りの第2の方向(図9(a)に示す矢印B方向参照)に初期状態から-180°($\theta' = -180^\circ$)だけ回転すると、図9(b)に示すように直角プリズム42, 44が位置し、回折格子装置40から出射される光の直進波長は953nmとなる。

40

【0116】

こうして、2つの直角プリズム42, 44を光軸を中心に同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置40においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長

50

を変えることができる。

【0117】

上記したように、本発明による回折格子装置40によれば、光軸周りに回動自在に配設された2つの直角プリズム42, 44の間に、回折格子46たるポリウム・フェイズ・ホログラムを配設するようにしたため、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる

そして、第4の実施の形態の回折格子装置40においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10と同様な作用効果を奏するものであり、当該作用効果についての上記した説明を援用して詳細な説明は省略することとする。

【0118】

さらに、第4の実施の形態の回折格子装置40においては、図9(b)に示したように、直角プリズム42と直角プリズム44とをそれぞれ、光軸と一致する回転軸を回転中心として180°まで回転させることができ、直角プリズム42, 44の回転角が大きく、頂角可変プリズムとして調整範囲が広いものである。また、回折格子装置40は光路を90°に折り曲げる構成なので、当該回折格子装置40を各種機器の反射型回折格子と置き換えることが可能であり、測定器などの高分散化と小型化を図ることができる。こうした回折格子装置40は、より一層高い汎用性を有するものである。

【0119】

また、第4の実施の形態の回折格子装置40においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10と同様に、例えば、回折格子装置40の直角プリズム42近傍に、面42b側に位置するようにして面42bに入射する光が透過するレンズ102(図5参照)を配設し、直角プリズム44近傍に、面44b側に位置するようにして面44bから出射した光が透過するレンズ104(図5参照)を配設することができる。

【0120】

次に、図10を参照しながら、本発明による回折格子装置の第5の実施の形態について説明する。

【0121】

この第5の実施の形態の回折格子装置50(図10参照)は、上記した第4の実施の形態の回折格子装置40(図9(a)参照)と比較して、直角プリズム52と直角プリズム54と回折格子56とが配設され、光路が180°に折れ曲がるように構成されている点が異なっている。

【0122】

より詳細には、回折格子装置50は、当該回折格子装置50の光軸(図10における一点鎖線参照)周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム42と、直角プリズム42の面42aと略直交して位置する面44aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム44と、直角プリズム42と直角プリズム44との間に配設された回折格子46と、直角プリズム44の後段に光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム52と、直角プリズム52の直角を形成するとともに頂角を形成する面52aと、略直交して位置する直角を形成するとともに頂角を形成する面54aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム54と、直角プリズム52と直角プリズム54との間に配設された回折格子56とを有して構成されている。

【0123】

つまり、回折格子装置50は、2つの直角プリズム42, 44の間に配設された回折格子46からなる第1のセットS1と、2つの直角プリズム52, 54の間に配設された回折格子56からなる第2のセットS2とを有し、それぞれ同様な構成を備える2つのセットを有するものである。

【0124】

なお、回折格子装置50の第1のセットS1全体が、上記した第4の実施の回折格子装置40(図9(a)参照)に対応するものである。そして、回折格子装置50の第2のセ

10

20

30

40

50

ットS2を構成する直角プリズム52, 54は、直角プリズム12, 14と同様な構成を備えるものであり、回折格子56は回折格子16と同様な構成を備えるものなので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

【0125】

ただし、この実施の形態においては、説明の便宜上、図10に示す状態を初期状態とする。つまり、初期状態においては、回折格子装置50の第1のセットS1では、回折格子46を挟んで直角プリズム42と直角プリズム44とが左右対称に位置して、直角プリズム42, 44の面42e, 44eが光軸に平行して位置し、直角プリズム42の頂角と直角プリズム44の頂角とが対向している。また、初期状態において、回折格子装置50の第2のセットS2では、回折格子56を挟んで直角プリズム52と直角プリズム54とが左右対称に位置して、直角プリズム52, 54の直角を面52a, 54aとともに形成する面52e, 54eが光軸に平行して位置して、直角プリズム52の頂角と直角プリズム54の頂角とが対向している。

10

【0126】

また、第2のセットS2においては、直角プリズム52と直角プリズム54とはいずれも、回折格子装置50の光軸周りに回動自在な状態で配設されており、光軸と一致する回転軸を回転中心として、光軸周りの第1の方向(図10に示す光の進行方向からみて時計回りの方向と一致する矢印A方向参照)と、当該第1の方向とは反対の方向である第2の方向(図10に示す光の進行方向からみて反時計回りの方向と一致する矢印B方向参照)とに回転可能なものである。

20

【0127】

より詳細には、例えば、図示しないマイクロコンピューターなどの制御装置の制御により、カムなどの駆動装置が駆動され、その駆動力によって第1のセットS1の直角プリズム44が光軸周りの第2の方向(あるいは、第1の方向)に所定の角度だけ回転するとき、第2のセットS2の直角プリズム52が光軸周りの第2の方向(あるいは、第1の方向)に所定の角度だけ回転するように設定されている。また、こうして直角プリズム52が光軸周りの第2の方向(あるいは、第1の方向)に所定の角度だけ回転するときには、第1のセットS1の直角プリズム42と同様に、第2のセットS2の直角プリズム54は光軸周りの第1の方向(あるいは、第2の方向)に所定の角度だけ回転するように設定されている。

30

【0128】

そして、ボリューム・フェイズ・ホログラムよりなる回折格子56は、面52aと面54aとが略直交して位置する直角プリズム52と直角プリズム54との間に、光軸周りに回転するようなことなく固定的に配設されている。そして、回折格子入射面56aが直角プリズム52の面52aに対して斜めに位置し、回折格子出射面56bが直角プリズム54の面54aに対して斜めに位置し、直角プリズム52, 54の頂角, を含む側面52c, 54cと略直交するようにして回折格子46は配設されている。

【0129】

以上の構成において、回折格子装置50(図10参照)においては、外部からの光がまず第1のセットS1を通過し、その後第2のセットS2を通過して出射される。

40

【0130】

より詳細には、まず、第1のセットS1において、外部からの光が、直角プリズム42の面42bを介して直角プリズム42内に入射し、直角プリズム42内を通過し、回折格子46たるボリューム・フェイズ・ホログラム内を透過し、直角プリズム44内を通過して、面44bから出射されることになる。

【0131】

こうして第1のセットS1の直角プリズム44から出射された光は、第2のセットS2において、直角プリズム52の面52bを介して直角プリズム52内に入射し、直角プリズム52内を通過し、回折格子56たるボリューム・フェイズ・ホログラム内を透過し、

50

直角プリズム 5 4 内を通過し、面 5 4 b から外部へ出射されることになる。

【 0 1 3 2 】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、第 1 のセット S 1 において、直角プリズム 4 2 を光軸周りの第 1 の方向（あるいは、第 2 の方向）に所定の角度 だけ回転させるとともに、直角プリズム 4 4 を光軸周りの第 2 の方向（あるいは、第 1 の方向）に所定の角度 だけ回転する。この際、第 2 のセット S 2 においては、直角プリズム 5 2 を光軸周りの第 2 の方向（あるいは、第 1 の方向）に所定の角度 だけ回転させるとともに、直角プリズム 5 4 を光軸周りの第 1 の方向（あるいは、第 2 の方向）に所定の角度 だけ回転する。

【 0 1 3 3 】

このように光軸を中心に 2 つの直角プリズム 4 2 , 4 4 を逆方向に回転するとともに、2 つの直角プリズム 5 2 , 5 4 を逆方向に回転して、隣合う直角プリズム 4 4 と直角プリズム 5 2 とを同じ方向に回転させる（図 1 0 に示す矢印 B 方向参照）と、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

【 0 1 3 4 】

具体的には、回折格子装置 5 0 において、例えば、回折格子 4 6 ならびに回折格子 5 6 たるポリウム・フェイズ・ホログラムのサイズが $100\text{ mm} \times 141\text{ mm}$ の場合に、格子周期 $1\text{ }\mu\text{ m}$ とすると、1 次回折光の最大（理論）分解能たる $R_{\text{max}} = \lambda / d$ は格子の本数と一致するので、2 つの回折格子 4 6 , 5 6 により $R_{\text{max}} = 282,000$ となる。

【 0 1 3 5 】

そして、直角プリズム 4 2 , 4 4 と直角プリズム 5 2 , 5 4 との屈折率 n がそれぞれ $n = 1.52$ で、直角プリズム 4 2 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 4 4 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 5 2 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 5 4 の頂角 $\theta = 30^\circ$ の場合に、図 1 0 に示す初期状態において、直角プリズム 4 2 の面 4 2 b を介して外部から入射し回折格子装置 5 0 内を通過して直角プリズム 5 4 の面 5 4 b から外部へ出射する光であって、光軸と一致する方向に沿って直進する光の直進波長は $1,760\text{ nm}$ となる。

【 0 1 3 6 】

ここで、上記したようにして光軸を中心に 2 つの直角プリズム 4 2 , 4 4 ならびに 2 つの直角プリズム 5 2 , 5 4 をそれぞれ逆方向に回転して、直角プリズム 4 2 と直角プリズム 5 4 とを光軸周りの第 1 の方向（図 1 0 に示す矢印 A 方向参照）に初期状態から 180° （ $\theta = 180^\circ$ ）だけ回転するとともに、直角プリズム 4 4 と直角プリズム 5 2 とを光軸周りの第 2 の方向（図 1 0 に示す矢印 B 方向参照）に初期状態から -180° （ $\theta = -180^\circ$ ）だけ回転すると、回折格子装置 5 0 から出射される光の直進波長は 953 nm となる。

【 0 1 3 7 】

こうして、2 つの直角プリズム 4 2 , 4 4 ならびに 2 つの直角プリズム 5 2 , 5 4 をそれぞれ、光軸を中心に同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置 5 0 においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長を変えることができる。

【 0 1 3 8 】

上記したように、本発明による回折格子装置 5 0 によれば、光軸周りに回動自在に配設された 2 つの直角プリズム 4 2 , 4 4 の間に、回折格子 4 6 たるポリウム・フェイズ・ホログラムを配設するようにし、また、光軸周りに回動自在に配設された 2 つの直角プリズム 5 2 , 5 4 の間に、回折格子 5 6 たるポリウム・フェイズ・ホログラムを配設するようにしたため、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる。

そして、第 5 の実施の形態の回折格子装置 5 0 においても、上記した第 1 の実施の形態の回折格子装置 1 0 ならびに第 4 の実施の形態の回折格子装置 4 0 と同様な作用効果を奏するものであり、当該作用効果についての上記した説明を援用して詳細な説明は省略する。

10

20

30

40

50

こととする。

【0139】

つまり、第5の実施の形態の回折格子装置50においては、4つの直角プリズム42, 44, 52, 54をそれぞれ、光軸と一致する回転軸を回転中心として180°まで回転させる(図9(b)参照)ことができ、直角プリズム42, 44, 52, 54の回転角が大きく、頂角可変プリズムとして調整範囲が広いものである。また、回折格子装置50は光路を180°に折り曲げる構成なので、当該回折格子装置50を各種機器の反射型回折格子と置き換えることが可能であり、測定器などの高分散化と小型化を図ることができる。こうした回折格子装置50は、より一層高い汎用性を有するものである。

【0140】

具体的には、JIS H 0615「フォトルミネッセンスによるシリコン結晶中の不純物濃度測定法」に使用される分光器は、波長1μm近傍において、分解能($R = \lambda / \Delta\lambda$)は、23,000以上必要である。こうした分光器を従来の反射型のSR型の回折格子(図6参照)を使用して構成した場合の典型的なサイズは、1200×500×350程度になる。これに対して、VPH格子を用いた本発明による回折格子装置50(図10ならびに図11参照)ならば、300×200×150程度のサイズで、同じ分解能の分光器を実現できる上、より高い効率が得られるものである。

【0141】

さらに、第5の実施の形態の回折格子装置50においては、それぞれ同様な構成を備える第1のセットS1と第2のセットS2との2つのセットを配置し、構成されるプリズムの回転方向が第1のセットS1と第2のセットS2について鏡像関係になるように駆動することにより、スペクトルが湾曲するような収差を打ち消すことができる。

【0142】

また、第5の実施の形態の回折格子装置50においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10と同様に、例えば、回折格子装置40の直角プリズム42近傍に、面42b側に位置するようにして面42bに入射する光が透過するレンズ102を配設し、直角プリズム54近傍に、面54b側に位置するようにして面54bから出射した光が透過するレンズ104を配設することができる(図11参照)。

【0143】

次に、図12を参照しながら、本発明による回折格子装置の第6の実施の形態について説明する。

【0144】

この第6の実施の形態の回折格子装置60(図12参照)は、上記した第5の実施の形態の回折格子装置50(図10参照)と比較して、第5の実施の形態の回折格子装置50の直角プリズム44と直角プリズム52とに代えて二等辺三角形プリズム62が配設されている点が異なっている。

【0145】

より詳細には、回折格子装置60は、当該回折格子装置60の光軸(図12における一点鎖線参照。)周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム42と、直角プリズム42の面42aと対面する面62aを備え光軸周りに回動自在な状態で配設された二等辺三角形プリズム62と、直角プリズム42と二等辺三角形プリズム62との間に配設された回折格子46と、直角プリズム42の面42aと略平行して対面する面54aを備え二等辺三角形プリズム62の後段に光軸周りに回動自在な状態で配設された直角プリズム54と、直角プリズム54と二等辺三角形プリズム62との間に配設された回折格子56とを有して構成されている。

【0146】

なお、回折格子装置60を構成する直角プリズム42, 54ならびに回折格子46, 56は、上記した第5の実施の形態の回折格子装置50(図10参照)と同様な構成なので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

10

20

30

40

50

【0147】

この回折格子装置60に配設されたプリズムは、2つの直角プリズム42, 54と直角プリズムではない二等辺三角形プリズム62とである。なお、この二等辺三角形プリズム62は、上記した第3の実施の形態の回折格子装置30(図8参照)の二等辺三角形プリズム32と同様な構成を有するものなので、上記した説明を援用し詳細な説明は省略することとする。

【0148】

ただし、この実施の形態においては、説明の便宜上、図12に示す状態を初期状態とする。つまり、初期状態においては、直角プリズム42の面42eが光軸に平行して位置し、直角プリズム54の面54eが光軸に平行して位置し、二等辺三角形プリズム62の頂角と対向する面62eが光軸に平行に位置して、直角プリズム42の頂角と二等辺三角形プリズム62の頂角とが対向するとともに、直角プリズム24の頂角と二等辺三角形プリズム62の頂角とが対向しているものである。

【0149】

以上の構成において、回折格子装置60(図12参照)においては、外部からの光が、直角プリズム42の面42bを介して直角プリズム42内に入射し、直角プリズム42内を通過し、回折格子46たるポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過し、二等辺三角形プリズム62内を通過し、回折格子56たるポリウム・フェイズ・ホログラム内を透過し、直角プリズム54内を通過して、面54bから外部へ出射されることになる。

【0150】

ここで、図示しない駆動手段の駆動力により、例えば、直角プリズム42を光軸周りの第1の方向(あるいは、第2の方向)に所定の角度だけ回転させるとともに、二等辺三角形プリズム62を光軸周りの第2の方向(あるいは、第1の方向)に所定の角度だけ回転する。この際、直角プリズム54は光軸周りの第1の方向(あるいは、第2の方向)に所定の角度だけ回転する。

【0151】

このように回折格子装置60に配設された3つのプリズムのうち、中央に配設された二等辺三角形プリズム62と、当該二等辺三角形プリズム62の前段に配設された直角プリズム42ならびに二等辺三角形プリズム62の後段に配設された直角プリズム54とを、光軸を中心にして逆方向に回転させると、実効的に頂角を変化させることができ、任意の方向における波長を変えることができる。

【0152】

具体的には、回折格子装置60において、例えば、回折格子46ならびに回折格子56たるポリウム・フェイズ・ホログラムのサイズが100mm×141mmの場合に、格子周期1 μ mとすると、 $R_{max} = 282,000$ となる。そして、直角プリズム42, 44とプリズム52との屈折率nがそれぞれ $n = 1.52$ で、直角プリズム42の頂角 $= 30^\circ$ 、直角プリズム54の頂角 $= 30^\circ$ 、二等辺三角形プリズム62の頂角 $= 53.8^\circ$ の場合に、図12に示す初期状態において直進波長は1,760nmとなる。そして、直角プリズム42, 54と二等辺三角形プリズム62とをそれぞれ初期状態から180°だけ回転する(図12に示す矢印A方向ならびに矢印B方向参照)と、回折格子装置60から出射される光の直進波長は953nmとなる。

【0153】

こうして、2つの直角プリズム42, 54ならびに二等辺三角形プリズム62をそれぞれ、光軸を中心と同じ角度だけ逆方向に回転させて、実効的な頂角をブラッグの条件を満たすように変化させることにより、回折格子装置60においては、常にブラッグの条件を保ちながら高い回折効率を維持した状態で波長を変えることができる。

【0154】

上記したように、本発明による回折格子装置60によれば、光軸周りに回動自在に配設された2つの直角プリズム42, 54のそれぞれに隣接して配設されたポリウム・フェ

10

20

30

40

50

イズ・ホログラムよりなる回折格子46と回折格子56との間に、直角プリズム42, 54の頂角 θ の略2倍の大きさの頂角 2θ を有する二等辺三角形プリズム62を配設するようにしたため、高分散で高い回折効率を有する回折格子装置を実現し、しかもその構成が単純なので容易に製作することができる

そして、第6の実施の形態の回折格子装置60においても、上記した第1の実施の形態の回折格子装置10ならびに第4の実施の形態の回折格子装置40と同様な作用効果を奏するものであり、当該作用効果についての上記した説明を援用して詳細な説明は省略することとする。

【0155】

さらに、第6の実施の形態の回折格子装置60においては、上記した第5の実施の形態の回折格子装置50(図10参照)の直角プリズム44と直角プリズム52とに代えて、二等辺三角形プリズム62が配設されている構成なので、上記した第5の実施の形態の回折格子装置50の構成と比較して、回折格子装置に配設されるプリズムの総数を1つ減らすことができ、より一層構成が簡単になり、小型化と低コスト化を図ることができ、しかも、スペクトルが湾曲するような収差を打ち消すこともできる。

10

【0156】

なお、第6の実施の形態の回折格子装置60においても、上記した第5の実施の形態の回折格子装置50と同様に、直角プリズム42, 54近傍にレンズ102, 104(図11参照)を配設することができる。

【0157】

20

なお、上記した実施の形態は、以下の(1)~(9)に示すように変形することができるものである。

【0158】

(1)上記した第1の実施の形態の回折格子装置10(図2参照)においては、回折格子16と直角プリズム12, 14とを距離 L_1 , L_2 を有した状態で離隔して配設するようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、例えば、回折格子装置10において、回折格子16の回折格子入射面16aと直角プリズム12の面12aとが接触し、回折格子出射面16bと直角プリズム14の面14aとが接触するように、即ち、距離 L_1 , $L_2 = 0$ となるようにしてもよい(図13(a)(b)参照)。

30

【0159】

このように距離 L_1 , L_2 が最も短い状態とすれば、ケラレが一層少なくなり、口径を小さくすることができる。なお、図13(b)に示すように、回折格子16の両面に2つの直角プリズム12, 14がぴったりとくっついた状態で、当該直角プリズム12, 14が光軸周りに回転することになるので、例えば、マッチングオイルなど、屈折率がガラスに近い透明な液体で潤滑するようにすれば、反射による損失の点でも有利であり、良好な動作状態を維持することができる。なお、当該変更は第1の実施の形態に限定されるものではなく、各実施の形態に適宜適用可能なものである。

【0160】

また、上記した第2の実施の形態の回折格子装置20(図7参照)において、回折格子26の回折格子入射面26aと直角プリズム22の面22aとの間隔たる光軸に沿った距離と、回折格子26の回折格子出射面26bと直角プリズム24の面24aとの間隔たる光軸に沿った距離とを一致させ、さらに距離 L_1 , L_2 (図2参照)と等しくするようにしてもよいし、あるいは、回折格子とプリズムとの光軸に沿った距離をそれぞれ異なるようにしてもよい。

40

【0161】

(2)上記した第1の実施の形態の回折格子装置10(図2参照)においては、外部からの光が直角プリズム12の面12bを介して回折格子装置10内に入射するようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、例えば、回折格子装置10に入射する外部からの光が、直角プリズム14の面14bを介して直角プリズム14内に入射する

50

ようにし、その後回折格子装置 10 内を通過して、直角プリズム 12 の面 12 b から回折格子装置 10 の外部へと出射するようにしてもよい。なお、当該変更は第 1 の実施の形態に限定されるものではなく、各実施の形態に適宜適用可能なものである。

【0162】

(3) 上記した実施の形態においては、直角プリズム 12, 14, 22, 24, 42, 44, 52, 54 や二等辺三角形プリズム 32, 62 の頂角の大きさ θ , θ' , θ'' , θ''' , θ'''' や回転させる角度 α , α' , α'' , α''' , α'''' 、あるいは、プリズムを形成する材料などは、使用する波長などに応じて適宜選択可能なものである。

【0163】

例えば、屈折率が 2.3 の硫化亜鉛 (ZnS) やニオブ酸リチウム (LiNbO_3) などの誘電体または半導体のように、高屈折率を有する材料によって直角プリズム 12, 14 を形成し、直角プリズム 12, 14 を高屈折率プリズムとしてもよい。特に、本発明による回折格子装置を構成する全てのプリズムの屈折率が 2 の場合、当該プリズムを回転させても常にブラッグの条件をほぼ満足することができるので、高い効率を保ちつつ波長を変えることができる。

【0164】

また、直角プリズム 12, 14, 22, 24, 42, 44, 52, 54 の頂角の大きさを全て等しくすることに限定されず、異なる大きさの頂角を有するプリズムを配設するようにしてもよい。

【0165】

(4) 上記した第 4 の実施の形態の回折格子装置 40 (図 9 (a) (b) 参照) においては、直角プリズム 42, 44 を配設するようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、直角プリズムに代わってその他のプリズムを配設するようにしてもよい。

【0166】

例えば、図 14 (a) (b) に示すように、回折格子装置 40 (図 9 (a) (b) 参照) の直角プリズム 42, 44 に代わって、頂角 θ , θ' を含む側面 72c, 74c が二等辺三角形形状を有するようなプリズム 72, 74 を配設してもよい。この際、これらプリズム 72, 74 が回転する回転軸は光軸と一致している。

【0167】

さらに、使用するプリズムの種類などに応じて適宜、プリズムが回転する回転軸を光軸と一致させずに、光軸に対して所定の角度を有するようにしてもよい。この際、光軸に対する回転軸の傾きに応じて、プリズムの頂角の大きさが設定可能なものである。

【0168】

(5) 上記した第 4 の実施の形態の回折格子装置 40 (図 9 (a) (b) 参照) においては、直角プリズム 42 と直角プリズム 44 とは、面 42a が回折格子 46 の回折格子入射面 46a と対面し、面 44a が回折格子出射面 46b と対面するようにして配設したが、これに限られるものではないことは勿論であり、例えば、図 15 (a) (b) に示す回折格子装置 40' のように、直角プリズム 42 の面 42b が回折格子 46 の回折格子入射面 46a と対面し、直角プリズム 44 の面 44b が回折格子出射面 46b と対面するようにして配設してもよい。

【0169】

こうして図 15 (a) (b) のように配設すると、図 9 (a) (b) に示すように配設した場合と比べて、図 12 に示した二等辺三角形プリズム 62 の頂角を二分するようにして半分に割った場合と対称な配置になり、より一層収差を打ち消すことができる。

【0170】

また、一般に、プリズムは、頂角が同じでも、入射角が異なると、入射光に対する出射光の角度が変化するものである。ここで、上記した図 14 (a) (b) は、プリズムの入射角と出射角が等しく配置された最小偏角の場合であって、入射光に対する出射光の角度が最大になる。こうした図 14 (a) (b) の配置と、図 9 (a) (b) の配置とは近い

10

20

30

40

50

ものであり、このため、図9(a)(b)に示す配置の場合は、図15(a)(b)に示す配置に比べて、入射光に対する出射光の角度が大きくなる。

【0171】

従って、図9(a)(b)、図14(a)(b)ならびに図15(a)(b)の3つの配置を比較すると、回折格子たるボリューム・フェイズ・ホログラムの大きさは、図9(a)(b)が最も大きくなり、次いで図15(a)(b)、そして、図14(a)(b)が最も小さくてすむものである。また、使用するプリズムの大きさも、図9(a)(b)が最も大きくなり、次いで図15(a)(b)、そして、図14(a)(b)が最も小さくてすむものである。

【0172】

なお、当該変更は第4の実施の形態に限定されるものではなく、各実施の形態に適宜適用可能なものである。例えば、第3の実施の形態の回折格子装置30(図8参照)において、直角プリズム12の面12bが回折格子16の回折格子入射面16aと対面し、直角プリズム24の面24bが回折格子26の回折格子出射面26bと対面するように、直角プリズム12, 24の配置を変更してもよい。この際、二等辺三角形プリズム32の頂角の大きさは、直角プリズム12, 24の頂角, 頂角の丁度2倍とし、こうした配置の変更により収差をより小さくすることができる。

【0173】

(6) 上記した第4の実施の形態の回折格子装置40(図9(a)(b)参照)においては、直角プリズム42と直角プリズム44とは、面42aと面44aとが略直交して位置するようにして配設したが、これに限られるものではないことは勿論であり、例えば、ボリューム・フェイズ・ホログラムの設計変更など、使用する回折格子46の種類などに応じて、面42aと面44aとが任意の角度(例えば、60°など)をなして位置するようにして、直角プリズム42と直角プリズム44とを配設してもよい。即ち、面42aと面44aとが略直交あるいは任意の角度をなして位置するようにして、直角プリズム42と直角プリズム44とは配設可能なものである。

【0174】

また、当該変更は第4の実施の形態に限定されるものではなく、第5ならびに第6の実施の形態にも適宜適用可能なものである。従って、第5の実施の形態の回折格子装置50(図10参照)において、面42aと面44aとが任意の角度をなして位置するようにして直角プリズム42, 44を配設し、面52aと面54aとが任意の角度をなして位置するようにして直角プリズム52, 54を配設してもよい。また、第6の実施の形態の回折格子装置60(図12参照)において、面42aと面54aとが任意の角度をなして位置するようにして直角プリズム42, 54を配設してもよい。

【0175】

(7) 上記した実施の形態においては、回折格子16, 26, 46, 56として、ボリューム・フェイズ・ホログラムを用いるようにしたが、これに限られるものではないことは勿論であり、その他の各種回折格子を本発明による回折格子装置に配設してもよい。

【0176】

例えば、本願出願人による国際出願PCT/JP2004/008430に開示された回折格子などを用いることができる。この回折格子は、図16(a)(b)に示す回折格子76のように、全体が板状体に形成されており、略矩形形状の回折格子入射面と、回折格子入射面と対向する略矩形形状の回折格子出射面と、回折格子入射面と回折格子出射面との間に形成された複数の反射面とを有して構成されている。そして、この回折格子76は、透過型の回折格子であり平面回折格子として設計されている。

【0177】

より詳細には、回折格子入射面と回折格子出射面とはそれぞれ、Z軸方向の異なる高さに位置するXY平面に沿って延長された平面に略一致し、回折格子入射面と回折格子出射面とは互いに所定の間隔を有し略平行して対向している。一方、反射面は、X軸方向における所定の間隔毎に形成されており、Z軸方向に沿って延長された平面に略一致すると

10

20

30

40

50

もに、回折格子入射面ならびに回折格子出射面の Y 軸方向における全長にわたって延長されている。つまり、反射面の延長方向は、回折格子入射面ならびに回折格子出射面の延長方向と略直交している。従って、回折格子 76 は、回折格子入射面ならびに回折格子出射面に対して略垂直に等間隔で形成された複数の反射面を備えているものである。

【0178】

以上の構成において、この回折格子 76 においては、回折格子 76 の回折格子入射面から光が入射され、回折格子 76 内に入射された光は回折格子 76 内を通過して、回折格子出射面から出射される。

【0179】

そして、図 17 (a) に示すように、回折格子 76 の屈折率を「 n_2 」とし、回折次数を「 m 」とし、波長を「 λ 」とし、格子間隔を「 d 」とし、回折格子入射面 10a からの入射光、即ち、反射面 10c に入射する光と反射面 10c とにより形成される角を「 θ_2 」とすると、回折格子 76 については、下記に示す式 (1) の関係が成り立つことになる。

【0180】

この際、反射面に入射する光と反射面とにより形成される角 θ_2 の大きさは、反射面によって反射された光と反射面とにより形成される角の大きさと一致するものである。また、格子間隔 d は、従来の回折格子においては、回折格子に形成された溝の間隔を示すものであるが、本発明による回折格子 76 においては、溝は形成されていないので、回折格子 76 に形成された反射面の間隔を示すものである。

【0181】

$$m \lambda = 2 n_2 d \sin \theta_2 \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここで、式 (1) は、ブラッグ回折の式と同じ式で表されており、 θ_2 はブラッグ角に対応する。

【0182】

そして、反射面の厚み (反射面の図 17 (a) に示す座標系の X 軸方向に沿った長さ) を「 w 」とし、反射面の高さ (反射面の図 17 (a) に示す座標系の Z 軸方向に沿った長さ) を「 t 」とすると、

$$\tan \theta_2 = (d - w) / t \quad \dots \text{式 (2)}$$

の条件を満たす場合には、図 17 (b) に示すように、回折格子入射面から入射して回折格子 76 を通過する光束のほとんどが、反射面により 1 回反射されて回折に寄与し、回折光として利用することができるので、回折効率が最も高くなる。

【0183】

また、下記に示す数式 (3) を、回折格子 76 のアスペクト比と称することとする。

【0184】

$$t / (d - w) = 1 / \tan \theta_2 \quad \dots \text{式 (3)}$$

そして、外部から回折格子 76 の回折格子入射面から入射して、反射面により反射された光束は、波長 λ と格子間隔 d とで規定される回折分布で広がる。

【0185】

特に、高次回折光を利用する場合には、反射面に対して正反射の方向に干渉の条件を満足する各次数の波長の光束に対して、最も高い回折効率を有し、その最も高い回折効率の波長の前後の波長の光束は、干渉の条件を満足する方向の回折強度分布に比例した効率を示す。従って、この回折格子 76 によれば、高分散で高い回折効率を実現することができ、高次回折光のような高い次数であっても回折効率を高くすることができ、本発明による回折格子装置に用いて好適なものである。

【0186】

(8) 上記した実施の形態の各回折格子装置はそれぞれ、各種装置に用いて好適なものである。

【0187】

例えば、図 18 に示すような波長可変装置としてレーザーの共振器内に、複屈折フィル

10

20

30

40

50

ター 500 に代えて、本発明による回折格子装置 10 (図 2 参照) を組み込むことができる。なお、こうしたレーザー共振器内に配設する本発明による回折格子装置は、第 1 の実施の形態の回折格子装置 10 に限定されるものではない。また、本発明による回折格子装置をレーザー共振器内に配設するに際して、その前後にスリットを配置したり、エタロンの性能に合わせて分散を調整するためにレーザー光のビーム径を数 ~ 数 10 mm 程度に広げようとするなど適宜変更するとよい。

【0188】

こうした波長可変レーザー装置 (図 18 参照) においては、従来より、上記したように反射型の SR 型回折格子や透過型の SR 型回折格子が高い効率を達成することができないために (図 4 ならびに図 6 参照)、数十万円もする非常に高価な複屈折フィルター 500 10 を使用せざるを得なかった。これに対して、本発明による回折格子装置は反射型・透過型いずれにおいても高効率なものであり、従来の反射型の SR 型回折格子では困難なリング型共振器 (図 18 参照) 内への組み込みも可能で、複屈折フィルター 500 に代わって使用することにより大幅にコストを削減できる。

【0189】

(9) 上記した実施の形態ならびに上記した (1) ~ (8) に示す変形例は、適宜に組み合わせるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0190】

本発明は、顕微鏡や望遠鏡、各種観測装置、各種分光分析装置、化学製品などの製造装置 20 や品質管理装置などの多種多様な装置において利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0191】

【図 1】図 1 は、特許文献 1 に記載されたグリズムの実施の形態の一例に対応する概念構成説明図である。

【図 2】図 2 は、本発明による回折格子装置の第 1 の実施の形態を示す概念構成斜視説明図である。

【図 3】図 3 (a) (b) は、図 2 に示す回折格子装置の動作を示す概念構成斜視説明図である。

【図 4】図 4 は、各種回折格子の回折効率を示すグラフである。 30

【図 5】図 5 は、図 2 に示す回折格子装置の他の例を示す概念構成説明図である。

【図 6】図 6 は、従来の SR 型の回折格子を用いた分光器を示す説明図である。

【図 7】図 7 は、本発明による回折格子装置の第 2 の実施の形態を示す概念構成斜視説明図である。

【図 8】図 8 は、本発明による回折格子装置の第 3 の実施の形態を示す概念構成斜視説明図である。

【図 9】図 9 (a) (b) は、本発明による回折格子装置の第 4 の実施の形態を示す概念構成説明図である。

【図 10】図 10 は、本発明による回折格子装置の第 5 の実施の形態を示す概念構成説明図である。 40

【図 11】図 11 は、図 10 に示す回折格子装置の他の例を示す概念構成説明図である。

【図 12】図 12 は、本発明による回折格子装置の第 6 の実施の形態を示す概念構成説明図である。

【図 13】図 13 (a) (b) は、本発明による回折格子装置の他の実施の形態を示す概念構成斜視説明図である。

【図 14】図 14 (a) (b) は、本発明による回折格子装置の他の実施の形態を示す概念構成説明図である。

【図 15】図 15 (a) (b) は、本発明による回折格子装置の他の実施の形態を示す概念構成説明図である。

【図 16】図 16 (a) は、本発明による回折格子装置の回折格子の他の例を示す概念構 50

成説明図であり、図16(b)は、図16(a)のC-C線における断面図である。

【図17】図17(a)は、図16(a)(b)に示す回折格子の要部を示す説明図であり、図17(b)は、図16(a)(b)に示す回折格子において、 $\tan \theta_2 = (d - w) / t$ の条件を満たす場合を示す説明図である。

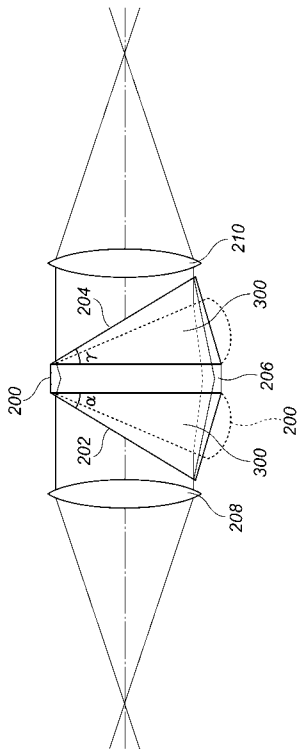
【図18】図18は、本発明による回折格子装置の他の実施の形態を示す概略構成説明図である。

【符号の説明】

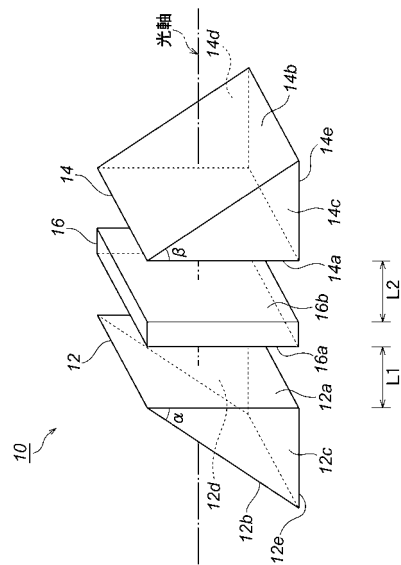
【0192】

- 10, 20, 30, 40, 50, 60 回折格子装置
- 12, 14, 22, 24, 42, 44, 52, 54 直角プリズム
- 16, 26, 46, 56, 76 回折格子
- 32, 62 プリズム

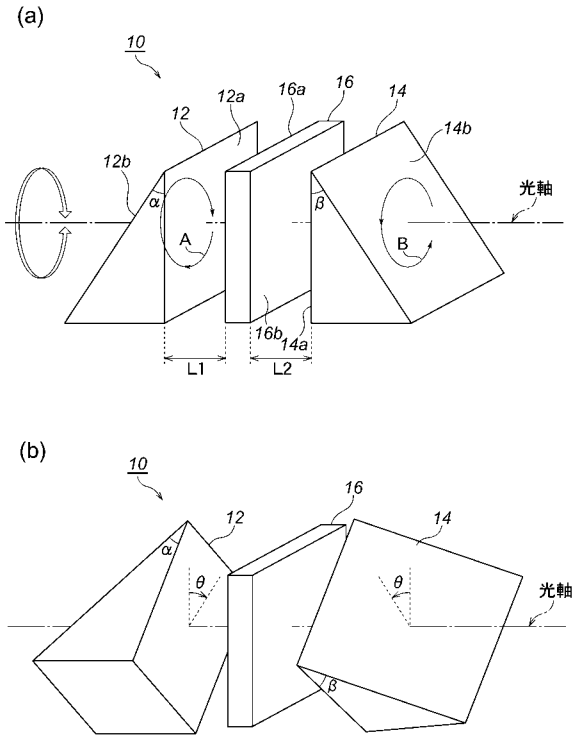
【図1】



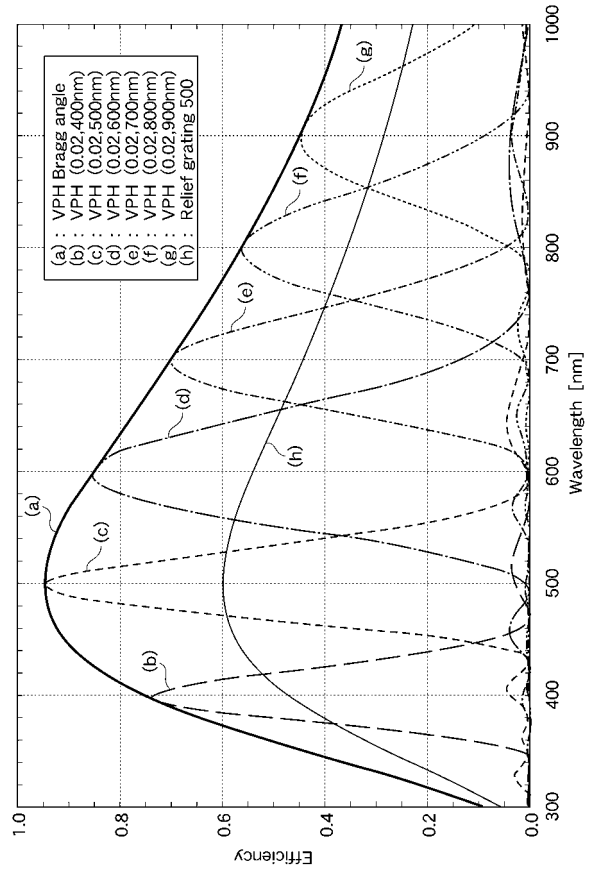
【図2】



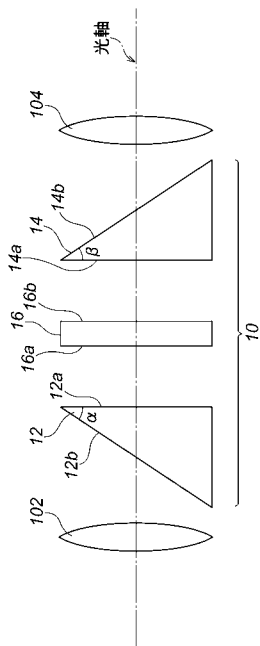
【 図 3 】



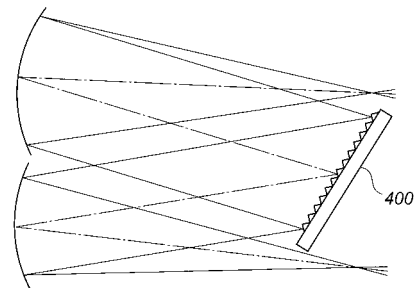
【 図 4 】



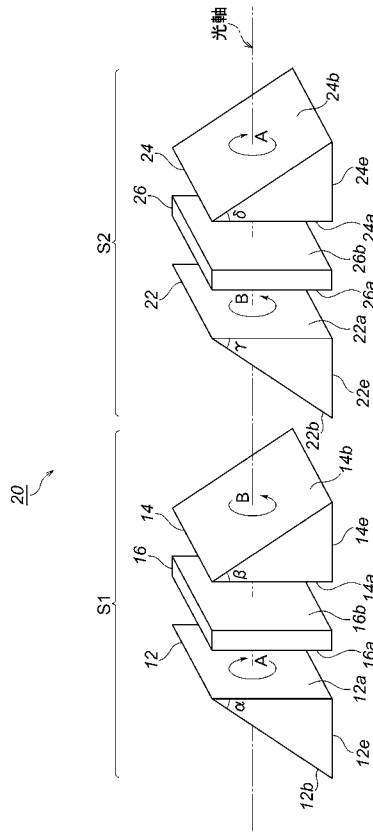
【 図 5 】



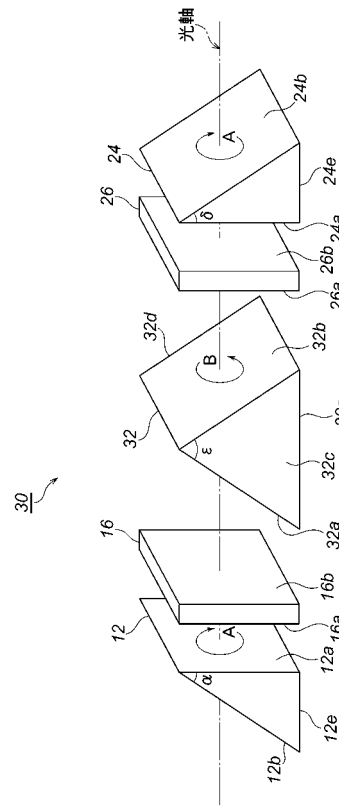
【 図 6 】



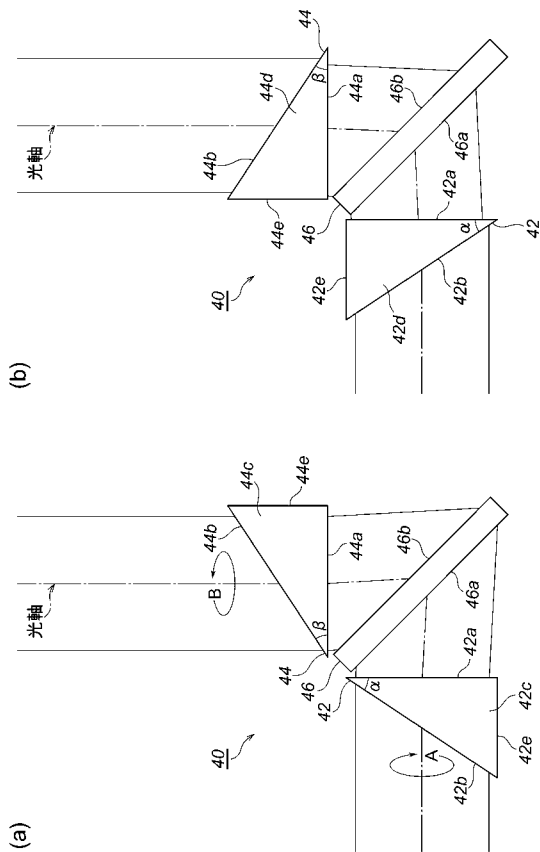
【 図 7 】



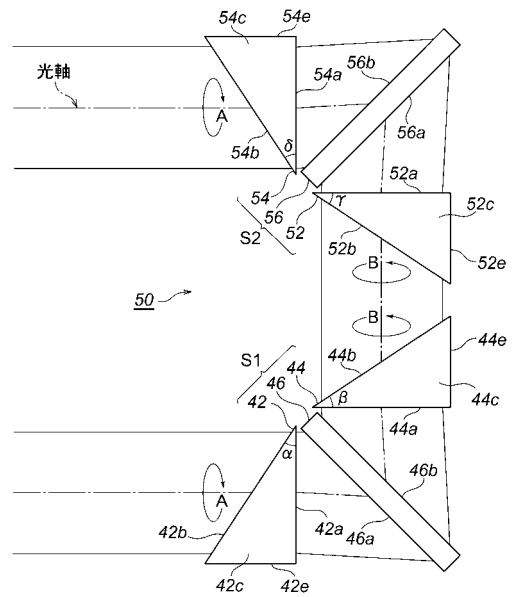
【 図 8 】



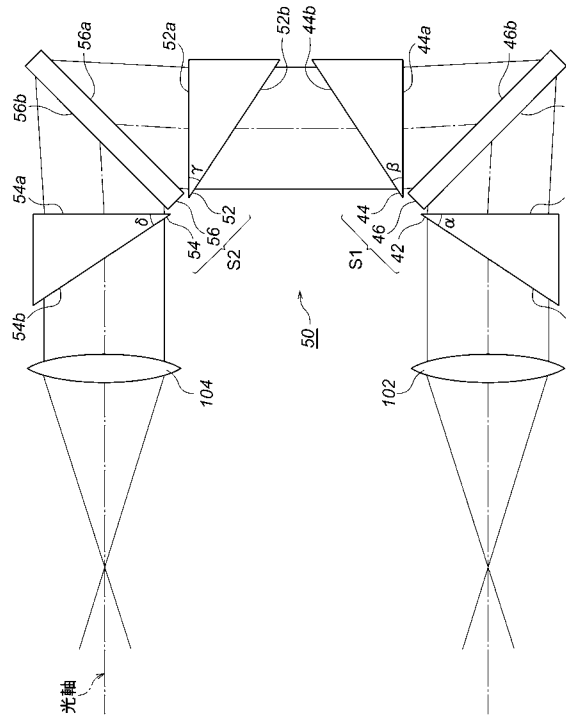
【 図 9 】



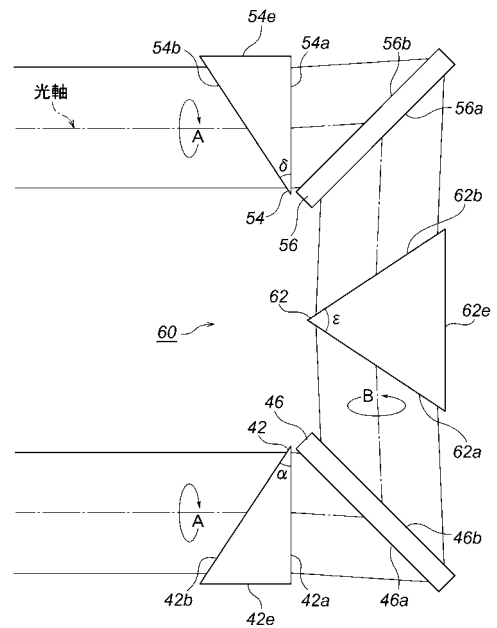
【 図 10 】



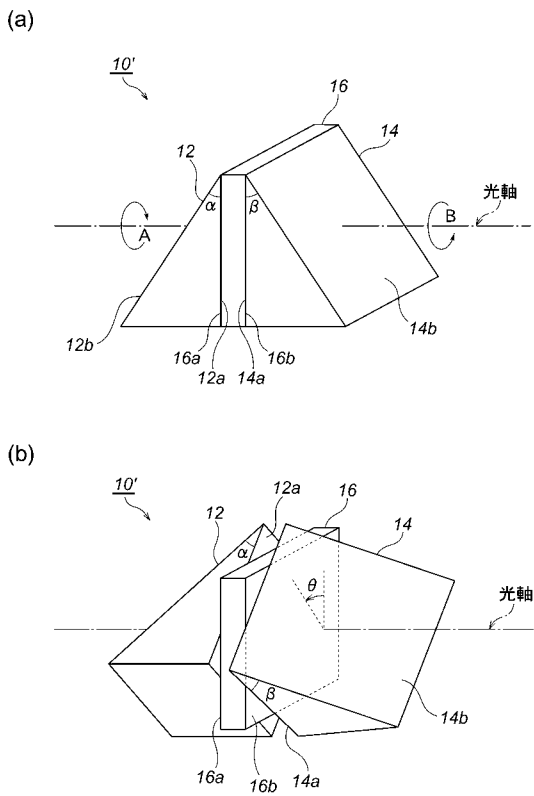
【図 1 1】



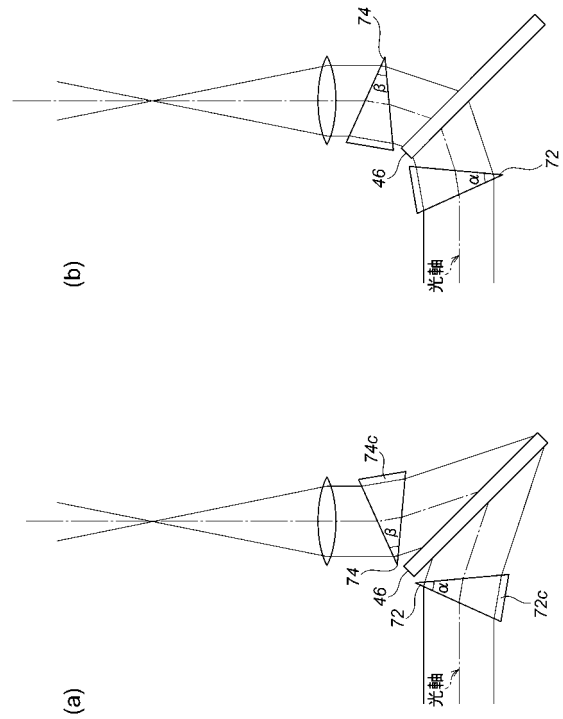
【図 1 2】



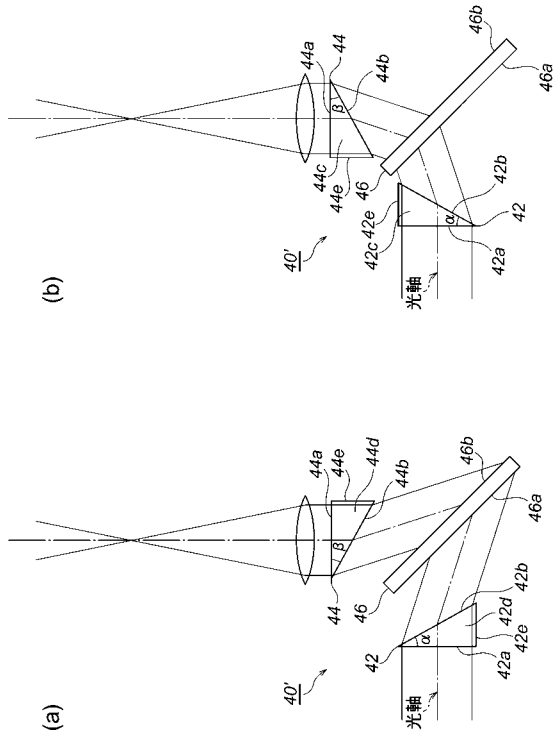
【図 1 3】



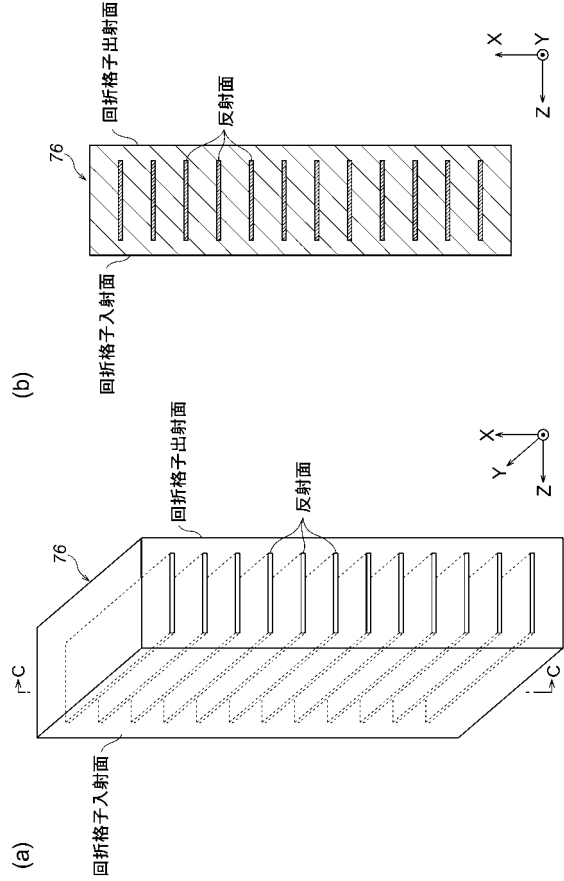
【図 1 4】



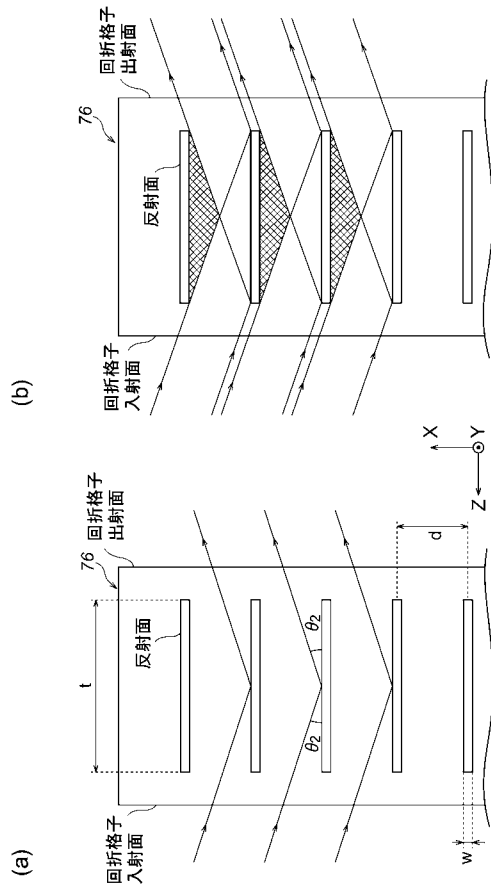
【 図 1 5 】



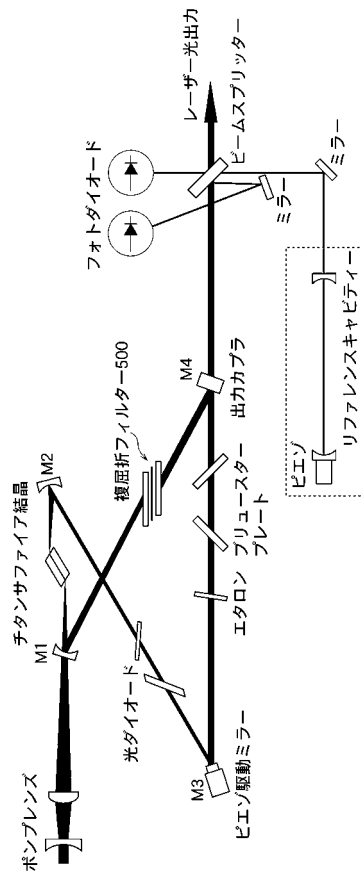
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 27/42 (2006.01) G 0 2 B 27/42

(56)参考文献 特開2004-013080(JP,A)
特開2002-014209(JP,A)
特開平06-281878(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 2 B 5 / 0 4
G 0 1 J 3 / 1 4
G 0 1 J 3 / 1 8
G 0 2 B 5 / 1 8
G 0 2 B 5 / 3 2
G 0 2 B 2 7 / 4 2