

(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2006-178223
(P2006-178223A)

(43) 公開日 平成18年7月6日(2006.7.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 5/04 (2006.01)	GO2B 5/04 C	2G020
GO1J 3/14 (2006.01)	GO1J 3/14	2H042
GO1J 3/18 (2006.01)	GO1J 3/18	2H049
GO2B 5/18 (2006.01)	GO2B 5/18	
GO2B 5/32 (2006.01)	GO2B 5/32	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 35 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-372061 (P2004-372061)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成16年12月22日(2004.12.22)	(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
		Fターム(参考)	2G020 CB04 CB23 CB42 CC02 CC13 2H042 AA03 AA05 AA23 CA07 2H049 AA25 AA50 AA53 AA58 AA64 AA68 CA01 CA05 CA08 CA09 CA24

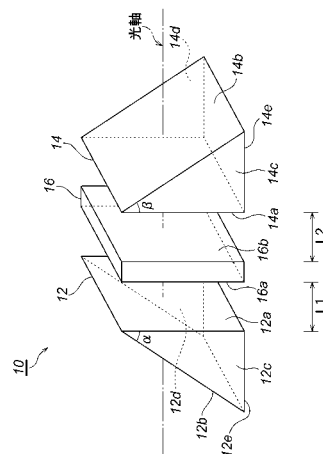
(54) 【発明の名称】 回折格子装置

(57) 【要約】

【課題】 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する。

【解決手段】 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、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとの間に配設され、上記第1の直角プリズムの上記第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する。

【選択図】 図2



【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 の直角プリズムと、

前記第 1 の直角プリズムと前記第 2 の直角プリズムとの間に配設され、前記第 1 の直角プリズムの前記第 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
を有する回折格子装置。 10

【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 の直角プリズムと、 20

前記第 1 の直角プリズムと前記第 2 の直角プリズムとの間に配設され、前記第 1 の直角プリズムの前記第 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 の直角プリズムと、 30

前記第 3 の直角プリズムと前記第 4 の直角プリズムとの間に配設され、前記第 3 の直角プリズムの前記第 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

を有する回折格子装置。

【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 の直角プリズムと、 40

前記第 1 の直角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二等辺三角形プリズムと、

前記第 1 の直角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、

前記第 1 の直角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 50

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2の直角プリズムと、

前記第2の直角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の回折格子とを有する回折格子装置。

【請求項4】

10

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の直角プリズムと、

前記第1の直角プリズムと前記第2の直角プリズムとの間に配設され、前記第1の直角プリズムの前記第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する回折格子装置。

20

【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の直角プリズムと、

前記第1の直角プリズムと前記第2の直角プリズムとの間に配設され、前記第1の直角プリズムの前記第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、

30

前記第2の直角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

40

回転する第4の直角プリズムと、前記第3の直角プリズムと前記第4の直角プリズムとの間に配設され、前記第3の直角プリズムの前記第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の直角プリズムと、

前記第1の直角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

50

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二等辺三角形プリズムと、

前記第1の直角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2の直角プリズムと、

前記第2の直角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の直角プリズムと、

前記第1の直角プリズムと前記第2の直角プリズムとによって挟み込まれ、前記第1の直角プリズムの前記第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・ホログラムであるものである回折格子装置。

【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が配設されている

ものである回折格子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【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

10

20

30

40

50

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。

【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。

【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】

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、上記したようにしてプリズム202, 204の頂角 θ 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、本発明のうち請求項1に記載の発明は、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、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

10

20

30

40

50

する第2の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとの間に配設され、上記第1の直角プリズムの上記第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するようにしたものである。

【0012】

また、本発明のうち請求項2に記載の発明は、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、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとの間に配設され、上記第1の直角プリズムの上記第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、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、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の直角プリズムと、上記第3の直角プリズムと上記第4の直角プリズムとの間に配設され、上記第3の直角プリズムの上記第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の回折格子とを有するようにしたものである。

【0013】

また、本発明のうち請求項3に記載の発明は、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムの上記頂角の略2倍の大きさの頂角と当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、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、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の直角プリズムと、上記第2の直角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の回折格子とを有するようにしたものである。

【0014】

また、本発明のうち請求項4に記載の発明は、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、上記第1の直角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、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとの間に配設され、上記第1の直角プリズムの上記第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するようにしたものである。

【0015】

また、本発明のうち請求項5に記載の発明は、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、上記第1の直角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、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとの間に配設され、上記第1の直角プリズムの上記第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、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、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の直角プリズムと、上記第3の直角プリズムと上記第4の直角プリズムとの間に配設され、上記第3の直角プリズムの上記第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の回折格子とを有するようにしたものである。

10

20

【0016】

また、本発明のうち請求項6に記載の発明は、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムの上記頂角の略2倍の大きさの頂角と当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、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、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の直角プリズムと、上記第2の直角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の回折格子とを有するようにしたものである。

30

40

【0017】

また、本発明のうち請求項7に記載の発明は、光軸周りに回動自在な状態で配設され、

50

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、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の直角プリズムと、上記第1の直角プリズムと上記第2の直角プリズムとによって挟み込まれ、上記第1の直角プリズムの上記第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有するようにしたものである。

【0018】

また、本発明のうち請求項8に記載の発明は、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項に記載の発明において、上記回折格子は、ボリューム・フェイズ・ホログラムであるようにしたものである。

10

【0019】

また、本発明のうち請求項9に記載の発明は、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項に記載の発明において、さらに、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が配設されているようにしたものである。

【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。

20

【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】

30

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。

40

【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】

50

こうした直角プリズム 1 2 の側面 1 2 c , 1 2 d の直角三角形形状の直角を形成するとともに頂角 を形成する面 1 2 a と、直角プリズム 1 4 の側面 1 4 c , 1 4 d の直角三角形形状の直角を形成するとともに頂角 を形成する面 1 4 a とが、略平行して対面するようにして、直角プリズム 1 2 と直角プリズム 1 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 2 7 】

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 1 6 を挟んで直角プリズム 1 2 と直角プリズム 1 4 とが左右対称に位置して、直角プリズム 1 2 の直角を面 1 2 a とともに形成する面 1 2 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 1 4 の直角を面 1 4 a とともに形成する面 1 4 e が光軸に平行して位置して、直角プリズム 1 2 の頂角 と直角プリズム 1 4 の頂角 とが対向しているものである。

10

【 0 0 2 8 】

また、直角プリズム 1 2 と直角プリズム 1 4 とはいずれも、回折格子装置 1 0 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。

【 0 0 2 9 】

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 1 2 と直角プリズム 1 4 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。

20

【 0 0 3 0 】

こうして直角プリズム 1 2 と直角プリズム 1 4 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 1 2 と直角プリズム 1 4 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 1 2 と直角プリズム 1 4 とで一致するように設定されている。

【 0 0 3 1 】

つまり、直角プリズム 1 2 が光軸周りの第 1 の方向に所定の角度、例えば、初期状態から 30° ($= 30^\circ$) だけ回転するとき、直角プリズム 1 4 は光軸周りの第 2 の方向に所定の角度、例えば、初期状態から -30° ($= -30^\circ$) だけ回転する。また、直角プリズム 1 2 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 1 4 は光軸周りの第 1 の方向に所定の角度だけ回転する。

30

【 0 0 3 2 】

一方、回折格子 1 6 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 1 6 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。

40

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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 1 6 は、平面回折格子と

50

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 16 a と、回折格子入射面 16 a 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 16 b 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 16 a と直角プリズム 12 の面 12 a とが略平行して対面し、回折格子出射面 16 b と直角プリズム 14 の面 14 a とが略平行して対面し、直角プリズム 12, 14 の頂角 θ_1 , θ_2 を含む側面 12 c, 12 d, 14 c, 14 d 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 16 a と直角プリズム 12 の面 12 a との間隔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つて、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 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 α (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 β 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 たるボリューム・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 $R_{\text{max}} = \frac{1}{\lambda} \times \frac{1}{\sin \theta}$ 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 $\theta_1 = 30^\circ$ 、直角プリズム 14 の頂角 $\theta_2 = 30^\circ$ 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つて、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° ($\alpha = 30^\circ$) 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° ($\beta = -30^\circ$) 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。

10

20

30

40

50

【0043】

さらに、屈折率が周期的に変化した回折格子16たるポリウム・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、このポリウム・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0.7~3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変えることができる。

【0045】

上記したように、本発明による回折格子装置10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。

【0046】

例えば、上記した「背景技術」の項に記載したグリズム200(図1参照)の頂角, が変角可能なプリズム202, 204を、液体の内部部材300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10は、固体の直角プリズム12, 14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。

【0047】

しかも、本発明の回折格子装置10に配設された直角プリズム12, 14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200(図1参照)の内部部材300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。

【0048】

また、本発明による回折格子装置10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10を構成する直角プリズム12, 14と回折格子16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。

【0049】

つまり、回折格子装置10においては直角プリズム12, 14と回折格子16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。

【0050】

例えば、図5に示すように、回折格子装置10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を配設し、直角プリズム14近傍に、面14b側に位置するようにして面14bから出射した光が透過するレンズ104を配設する。こうして回折格子装置10に外部から入射する光が通過するレンズ102と回折格子装置10から外部へ出射する光が通過するレンズ104との間に、回折格子装置10を構成する直角プリズム12, 14と回折格子16とを位置させて、回折格子装置10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。

【0051】

なお、図5においては、回折格子装置10の他に光学部品としてレンズ102, 104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102, 104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。

10

20

30

40

50

【0052】

つまり、本発明による回折格子装置10に、コリメータやカメラ(集光)光学系を組み合わせ使用したり、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10のみを配設すればよく、回折格子装置10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。

【0053】

なお、回折格子装置10とともに使用される構成は、図5に示したレンズ102, 104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2 μ m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ことができなかった。

【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。

【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たるポリウム・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ポリウム・フェイズ・ホログラムとを組み合わせることにより、安価なものであって、波長範囲を任意に選ぶことができ、広い波長における高い効率を保った高分散分光測定ができ、非常に汎用性が高いものである。

【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。

【 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。

10

【 0062 】

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 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、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 22a と略平行して対面する面 24a 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。

20

【 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。

30

【 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 12e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 14 の面 14e 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 22a とともに形成する面 22e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 24 の直角を面 24a とともに形成する面 24e 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。

40

【 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

50

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、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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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 $1\ \mu\text{m}$ 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 16, 26 により $R_{\text{max}} = 200, 000$ 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 570 nm 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° （ $\theta = 30^\circ$ ）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° （ $\theta = -30^\circ$ ）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 494 nm 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 22, 24 の間に、回折格子 26 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、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】

10

20

30

40

50

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、直角プリズム24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26とを有して構成されている。

10

【0085】

なお、回折格子装置30を構成する直角プリズム12, 24ならびに回折格子16, 26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。

【0086】

この回折格子装置30に配設されたプリズムは、2つの直角プリズム12, 24と直角プリズムではない二等辺三角形プリズム32とである。

20

【0087】

ここで、二等辺三角形プリズム32は、直角プリズム12, 24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32を構成する材料としては、直角プリズム12, 24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。

【0088】

また、二等辺三角形プリズム32の面32aと面32bとによって形成される頂角の大きさは、直角プリズム12の頂角の略2倍である。即ち、直角プリズム12の頂角の大きさを θ とし直角プリズム24の頂角の大きさを θ' とすれば、二等辺三角形プリズム32の頂角の大きさは略 2θ ($=2\theta'$)である。そして、二等辺三角形プリズム32の頂角を含み互いに対面する側面32cと側面32dとはいずれも二等辺三角形形状を有している。

30

【0089】

こうした二等辺三角形プリズム32の頂角を形成する2つの面のうちの一方の面である面32aが直角プリズム12の面12a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32bが直角プリズム24の面24aと対面するようにして、二等辺三角形プリズム32と直角プリズム12ならびに二等辺三角形プリズム32と直角プリズム24とは所定の間隔を有し互いに離れて配設されている。

【0090】

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12の面12eが光軸に平行して位置し、直角プリズム24の面24eが光軸に平行して位置し、二等辺三角形プリズム32の頂角と対向する面32eが光軸に平行に位置して、直角プリズム12の頂角と二等辺三角形プリズム32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32の頂角とが対向しているものである。

40

【0091】

また、二等辺三角形プリズム32は、回折格子装置30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

50

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。

【0092】

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 24 とが光軸周りの第 1 の方向に所定の角度 だけ回転するときに、二等辺三角形プリズム 32 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 12 と直角プリズム 24 とが光軸周りの第 2 の方向に所定の角度 だけ回転するときに、二等辺三角形プリズム 32 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。

【0093】

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 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 32a 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 32b から出射し、面 32b 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 から出射されることになる。

【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。

【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 $= 30^\circ$ 、直角プリズム 24 の頂角 $= 30^\circ$ 、二等辺三角形プリズム 32 の頂角 $= 53.8^\circ$ 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。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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ボリューム・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 θ 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 θ 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 θ と直角プリズム 44 の頂角 θ とが対向しているものであ

10

20

30

40

50

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 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。

【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。

【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 $100\text{mm} \times 141\text{mm}$ の場合に、格子周期 $1\mu\text{m}$ とすると、1次回折光の最大(理論)分解能たる $R_{\text{max}} = \frac{1}{\lambda} \sin \theta$ は格子の本数と一致するので、 $R_{\text{max}} = 141,000$ となる。

【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 $1,760\text{nm}$ となる。

10

20

30

40

50

【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°(= 180°)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°(= -180°)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。

【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を変えることができる。

10

【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。

20

【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。

30

【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変わっている。

40

【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

50

直交して位置する直角を形成するとともに頂角 θ を形成する面 5 4 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 5 4 と、直角プリズム 5 2 と直角プリズム 5 4 との間に配設された回折格子 5 6 とを有して構成されている。

【0123】

つまり、回折格子装置 5 0 は、2つの直角プリズム 4 2 , 4 4 の間に配設された回折格子 4 6 からなる第 1 のセット S 1 と、2つの直角プリズム 5 2 , 5 4 の間に配設された回折格子 5 6 からなる第 2 のセット S 2 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 5 0 の第 1 のセット S 1 全体が、上記した第 4 の実施の回折格子装置 4 0 (図 9 (a) 参照) に対応するものである。そして、回折格子装置 5 0 の第 2 のセット S 2 を構成する直角プリズム 5 2 , 5 4 は、直角プリズム 1 2 , 1 4 と同様な構成を備えるものであり、回折格子 5 6 は回折格子 1 6 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 1 0 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 5 0 の第 1 のセット S 1 では、回折格子 4 6 を挟んで直角プリズム 4 2 と直角プリズム 4 4 とが左右対称に位置して、直角プリズム 4 2 , 4 4 の面 4 2 e , 4 2 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 4 2 の頂角 θ と直角プリズム 4 4 の頂角 θ とが対向している。また、初期状態において、回折格子装置 5 0 の第 2 のセット S 2 では、回折格子 5 6 を挟んで直角プリズム 5 2 と直角プリズム 5 4 とが左右対称に位置して、直角プリズム 5 2 , 5 4 の直角を面 5 2 a , 5 4 a とともに形成する面 5 2 e , 5 4 e が光軸に平行して位置して、直角プリズム 5 2 の頂角 θ と直角プリズム 5 4 の頂角 θ とが対向している。

【0126】

また、第 2 のセット S 2 においては、直角プリズム 5 2 と直角プリズム 5 4 とはいずれも、回折格子装置 5 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 1 0 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 1 0 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。

【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 S 1 の直角プリズム 4 4 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 α だけ回転するとき、第 2 のセット S 2 の直角プリズム 5 2 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 α 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 5 2 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 α だけ回転するときには、第 1 のセット S 1 の直角プリズム 4 2 と同様に、第 2 のセット S 2 の直角プリズム 5 4 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 α だけ回転するように設定されている。

【0128】

そして、ポリウム・フェイズ・ホログラムよりなる回折格子 5 6 は、面 5 2 a と面 5 4 a とが略直交して位置する直角プリズム 5 2 と直角プリズム 5 4 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 5 6 a が直角プリズム 5 2 の面 5 2 a に対して斜めに位置し、回折格子出射面 5 6 b が直角プリズム 5 4 の面 5 4 a に対して斜めに位置し、直角プリズム 5 2 , 5 4 の頂角 θ , θ を含む側面 5 2 c , 5 4 c と略直交するようにして回折格子 4 6 は配設されている。

【0129】

10

20

30

40

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。

【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 たるポリウム・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、面 54b から外部へ出射されることになる。

10

【0132】

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 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。この際、第 2 のセット S2 においては、直角プリズム 52 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 54 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。

20

【0133】

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ともに、2 つの直角プリズム 52, 54 を逆方向に回転して、隣合う直角プリズム 44 と直角プリズム 52 とを同じ方向に回転させる (図 10 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。

【0134】

具体的には、回折格子装置 50 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 $100\text{ mm} \times 141\text{ mm}$ 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 46, 56 により $R_{\text{max}} = 282,000$ となる。

30

【0135】

そして、直角プリズム 42, 44 と直角プリズム 52, 54 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 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 52 の頂角 $\theta = 30^\circ$ 、直角プリズム 54 の頂角 $\theta = 30^\circ$ の場合に、図 10 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 50 内を通過して直角プリズム 54 の面 54b 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。

【0136】

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 ならびに 2 つの直角プリズム 52, 54 をそれぞれ逆方向に回転して、直角プリズム 42 と直角プリズム 54 とを光軸周りの第 1 の方向 (図 10 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 と直角プリズム 52 とを光軸周りの第 2 の方向 (図 10 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 50 から出射される光の直進波長は 953 nm となる。

40

【0137】

こうして、2 つの直角プリズム 42, 44 ならびに 2 つの直角プリズム 52, 54 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 50 においては、常にブラッグの条

50

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。

【0138】

上記したように、本発明による回折格子装置50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、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52, 54の間に、回折格子56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。

10

【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。

20

【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1 μ m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 \times 500 \times 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 \times 200 \times 150程度のサイズで、同じ分解能の分光器を実現できる上、より高い効率を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。

30

【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】

40

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

50

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 4 2 と、直角プリズム 4 2 の面 4 2 a と対面する面 6 2 a 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 6 2 と、直角プリズム 4 2 と二等辺三角形プリズム 6 2 との間に配設された回折格子 4 6 と、直角プリズム 4 2 の面 4 2 a と略平行して対面する面 5 4 a を備え二等辺三角形プリズム 6 2 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 5 4 と、直角プリズム 5 4 と二等辺三角形プリズム 6 2 との間に配設された回折格子 5 6 とを有して構成されている。

【0146】

なお、回折格子装置 6 0 を構成する直角プリズム 4 2 , 5 4 ならびに回折格子 4 6 , 5 6 は、上記した第 5 の実施の形態の回折格子装置 5 0 (図 1 0 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

【0147】

この回折格子装置 6 0 に配設されたプリズムは、2 つの直角プリズム 4 2 , 5 4 と直角プリズムではない二等辺三角形プリズム 6 2 とである。なお、この二等辺三角形プリズム 6 2 は、上記した第 3 の実施の形態の回折格子装置 3 0 (図 8 参照) の二等辺三角形プリズム 3 2 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 1 2 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 4 2 の面 4 2 e が光軸に平行して位置し、直角プリズム 5 4 の面 5 4 e が光軸に平行して位置し、二等辺三角形プリズム 6 2 の頂角 と対向する面 6 2 e が光軸に平行に位置して、直角プリズム 4 2 の頂角 と二等辺三角形プリズム 6 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 6 2 の頂角 とが対向しているものである。 20

【0149】

以上の構成において、回折格子装置 6 0 (図 1 2 参照) においては、外部からの光が、直角プリズム 4 2 の面 4 2 b を介して直角プリズム 4 2 内に入射し、直角プリズム 4 2 内を通過し、回折格子 4 6 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 6 2 内を通過し、回折格子 5 6 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 5 4 内を通過して、面 5 4 b から外部へ出射されることになる。 30

【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 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、二等辺三角形プリズム 6 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 だけ回転する。この際、直角プリズム 5 4 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 6 0 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 6 2 と、当該二等辺三角形プリズム 6 2 の前段に配設された直角プリズム 4 2 ならびに二等辺三角形プリズム 6 2 の後段に配設された直角プリズム 5 4 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。 40

【0152】

具体的には、回折格子装置 6 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、 $R_{\text{max}} = 282,000$ となる。そして、直角プリズム 4 2 , 4 4 とプリズム 5 2 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 $= 30^\circ$ 、直角プリズム 5 4 の頂角 $= 30^\circ$ 、二等辺三角形プリズム 6 2 の頂角 $= 53.8^\circ$ の場合に、図 1 2 に示す初期状態において直進波長は $1,760\text{ nm}$ となる。そ 50

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 953 nm 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 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ボリューム・フェイズ・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。

【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】

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)。

【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】

10

20

30

40

50

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L1, L2(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。

【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12b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。

10

【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, , , , , や回転させる角度、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(LiNbO₃)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。

20

【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。

30

【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, 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。

40

【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

50

面 4 6 a と対面し、直角プリズム 4 4 の面 4 4 b が回折格子出射面 4 6 b と対面するようにして配設してもよい。

【 0 1 6 9 】

こうして図 1 5 (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 1 2 に示した二等辺三角形プリズム 6 2 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。

【 0 1 7 0 】

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 1 4 (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 1 4 (a) (b) の配置と、図 9 (a) (b) の配置とは近いものであり、このため、図 9 (a) (b) に示す配置の場合は、図 1 5 (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。

【 0 1 7 1 】

従って、図 9 (a) (b)、図 1 4 (a) (b) ならびに図 1 5 (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 1 5 (a) (b)、そして、図 1 4 (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 1 5 (a) (b)、そして、図 1 4 (a) (b) が最も小さくてすむものである。

【 0 1 7 2 】

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 3 0 (図 8 参照) において、直角プリズム 1 2 の面 1 2 b が回折格子 1 6 の回折格子入射面 1 6 a と対面し、直角プリズム 2 4 の面 2 4 b が回折格子 2 6 の回折格子出射面 2 6 b と対面するように、直角プリズム 1 2、2 4 の配置を変更してもよい。この際、二等辺三角形プリズム 3 2 の頂角の大きさは、直角プリズム 1 2、2 4 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。

【 0 1 7 3 】

(6) 上記した第 4 の実施の形態の回折格子装置 4 0 (図 9 (a) (b) 参照) においては、直角プリズム 4 2 と直角プリズム 4 4 とは、面 4 2 a と面 4 4 a 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 4 6 の種類などに応じて、面 4 2 a と面 4 4 a 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 4 2 と直角プリズム 4 4 とを配設してもよい。即ち、面 4 2 a と面 4 4 a 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 4 2 と直角プリズム 4 4 とは配設可能なものである。

【 0 1 7 4 】

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 5 0 (図 1 0 参照) において、面 4 2 a と面 4 4 a 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 4 2、4 4 を配設し、面 5 2 a と面 5 4 a 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 5 2、5 4 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 6 0 (図 1 2 参照) において、面 4 2 a と面 5 4 a 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 4 2、5 4 を配設してもよい。

【 0 1 7 5 】

(7) 上記した実施の形態においては、回折格子 1 6、2 6、4 6、5 6 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。

【 0 1 7 6 】

10

20

30

40

50

例えば、本願出願人による国際出願 P C T / J P 2 0 0 4 / 0 0 8 4 3 0 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 1 6 (a) (b) に示す回折格子 7 6 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 7 6 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。

【 0 1 7 7 】

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 X Y 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ともに、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 7 6 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。

10

【 0 1 7 8 】

以上の構成において、この回折格子 7 6 においては、回折格子 7 6 の回折格子入射面から光が入射され、回折格子 7 6 内に入射された光は回折格子 7 6 内を通過して、回折格子出射面から出射される。

【 0 1 7 9 】

そして、図 1 7 (a) に示すように、回折格子 7 6 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 1 0 a からの入射光、即ち、反射面 1 0 c に入射する光と反射面 1 0 c とにより形成される角を「 θ_2 」
とすると、回折格子 7 6 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。

20

【 0 1 8 0 】

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 7 6 においては、溝は形成されていないので、回折格子 7 6 に形成された反射面の間隔を示すものである。

30

【 0 1 8 1 】

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

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。

【 0 1 8 2 】

そして、反射面の厚み (反射面の図 1 7 (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 1 7 (a) に示す座標系の Z 軸方向に沿った長さ) を「 t 」
とすると、

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

40

の条件を満たす場合には、図 1 7 (b) に示すように、回折格子入射面から入射して回折格子 7 6 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。

【 0 1 8 3 】

また、下記に示す数式 (3) を、回折格子 7 6 のアスペクト比と称することとする。

【 0 1 8 4 】

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

そして、外部から回折格子 7 6 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。

【 0 1 8 5 】

50

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10mm程度に広げるように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。

【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

10

20

30

40

50

図である。

【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、 $\tan \theta = (d - w) / t$ 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】

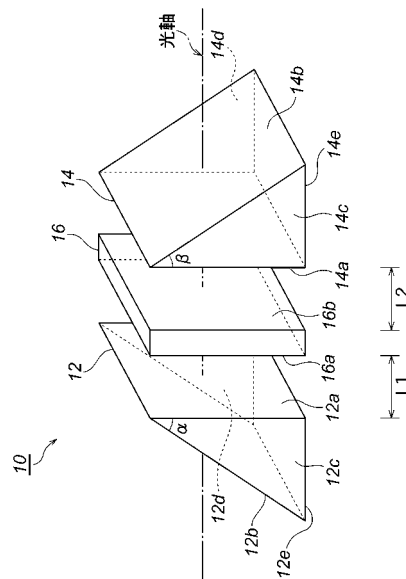
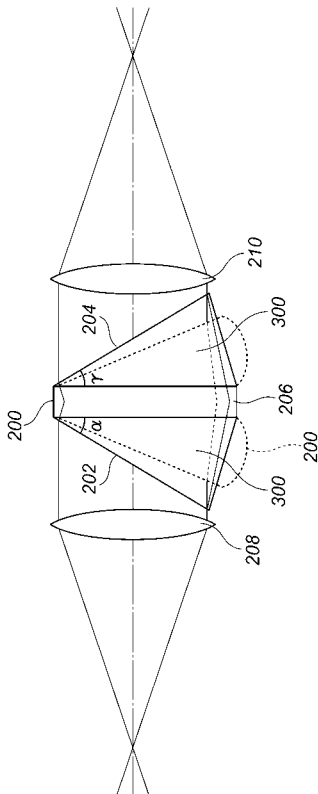
- 10, 20, 30, 40, 50, 60 回折格子装置
- 12, 14, 22, 24, 42, 44, 52, 54 直角プリズム
- 16, 26, 46, 56, 76 回折格子
- 32, 62 プリズム

10

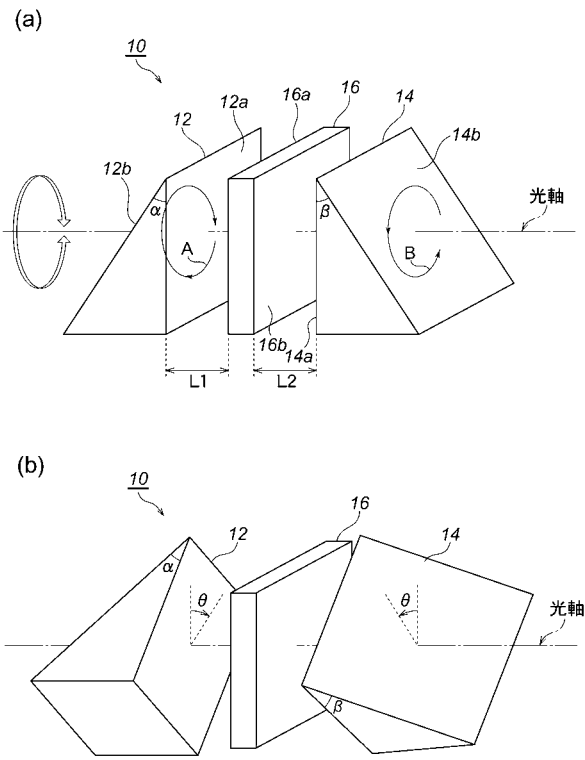
20

【図1】

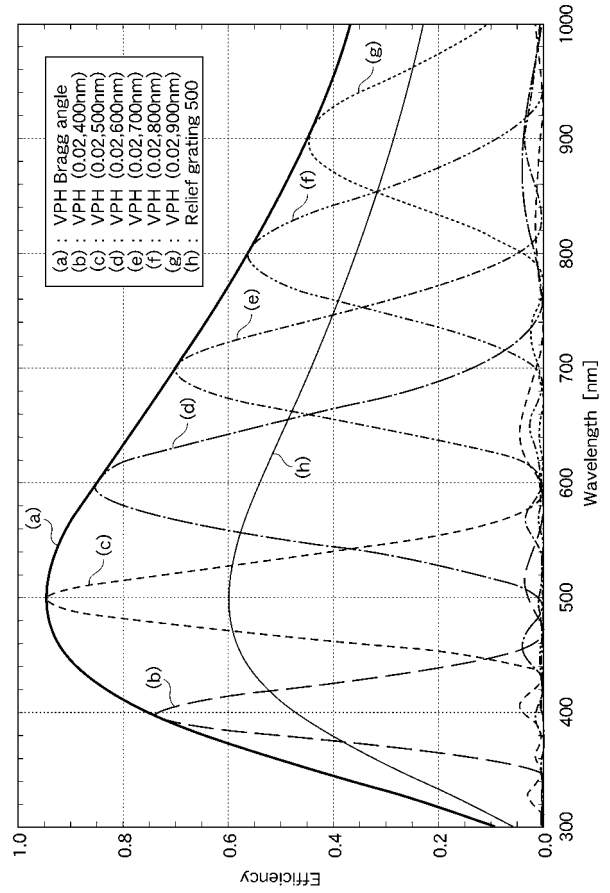
【図2】



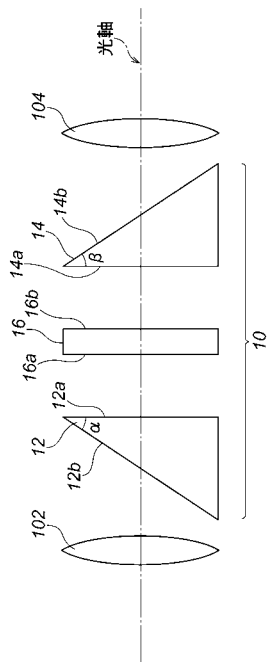
【 図 3 】



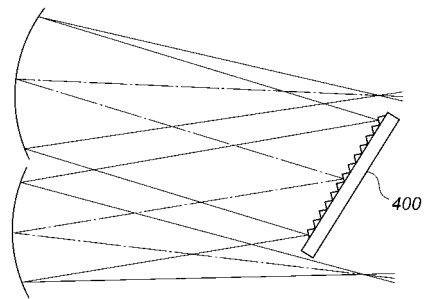
【 図 4 】



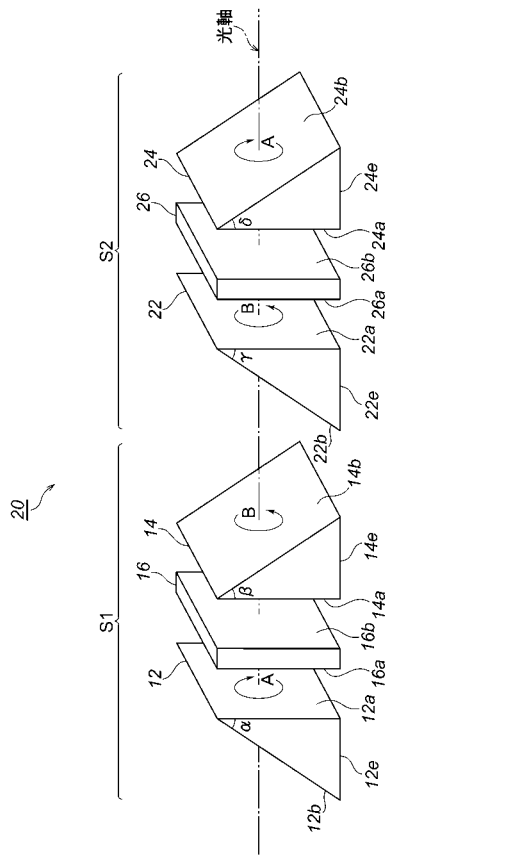
【 図 5 】



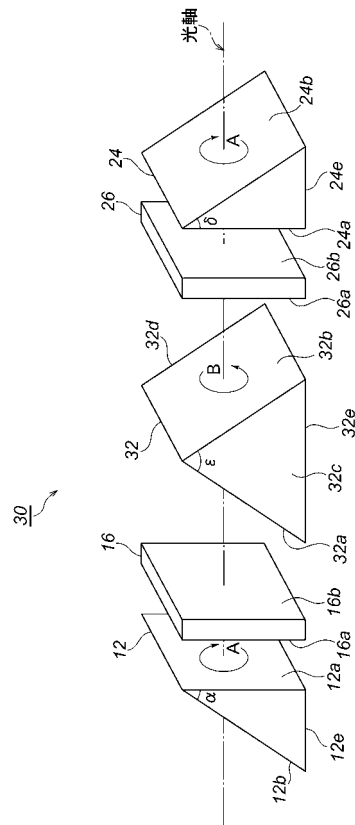
【 図 6 】



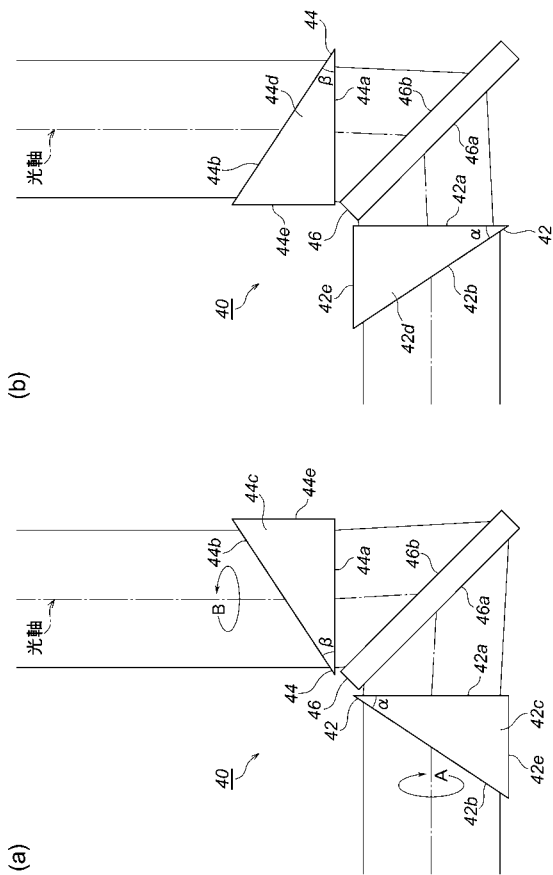
【 図 7 】



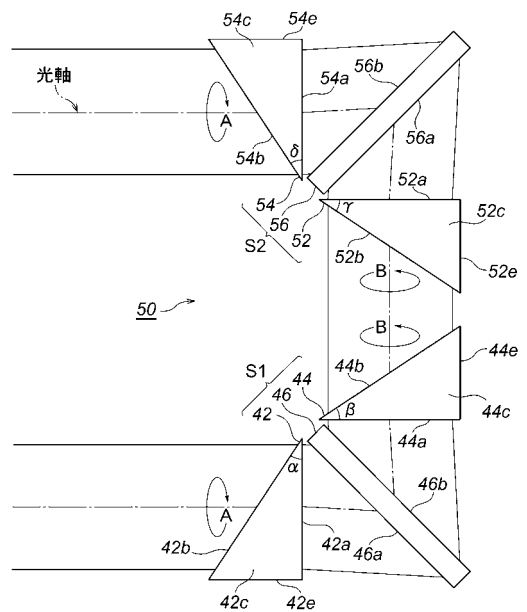
【 図 8 】



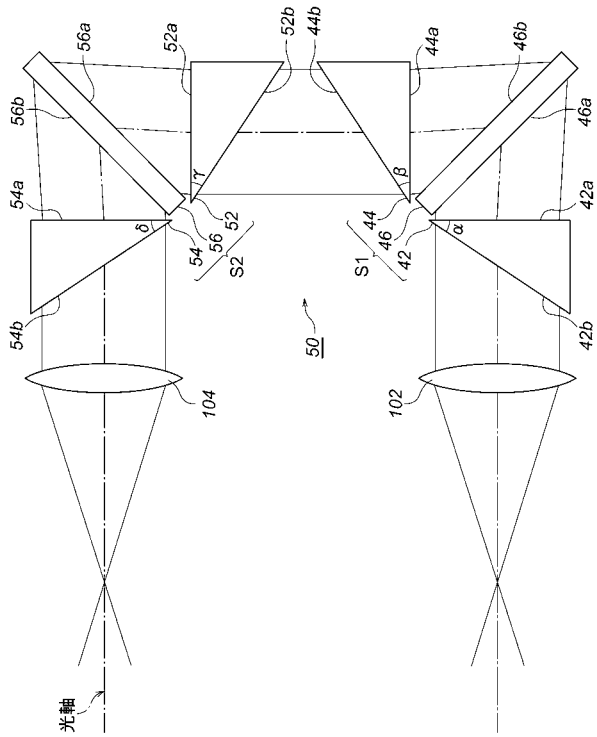
【 図 9 】



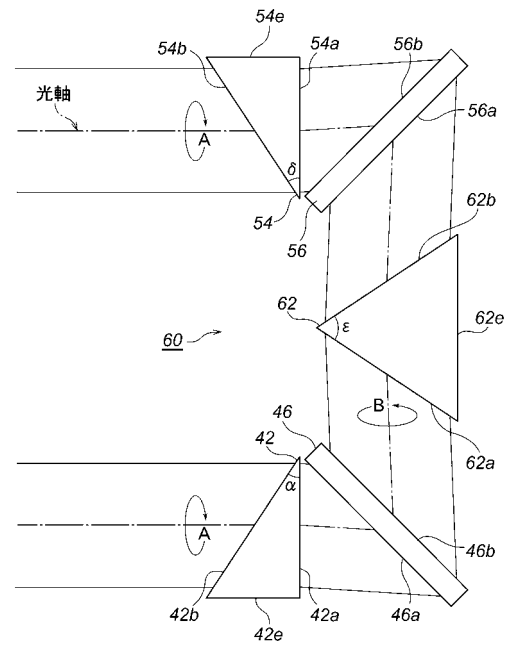
【 図 10 】



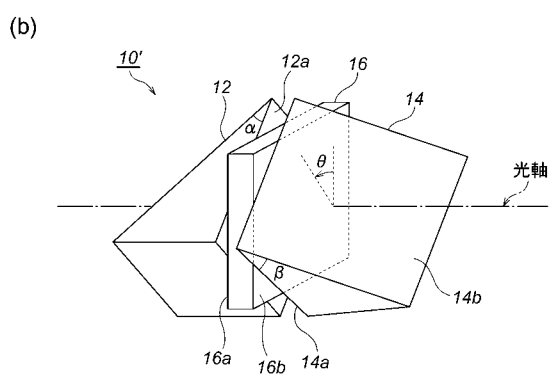
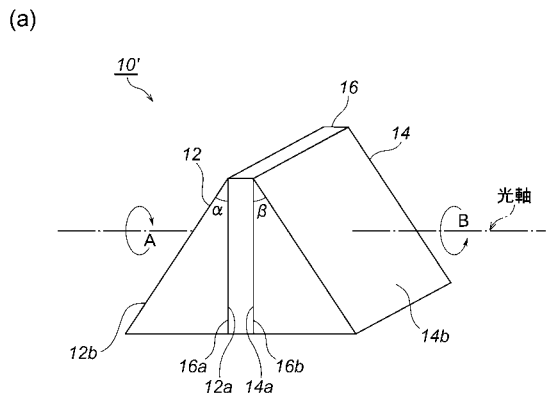
【 図 1 1 】



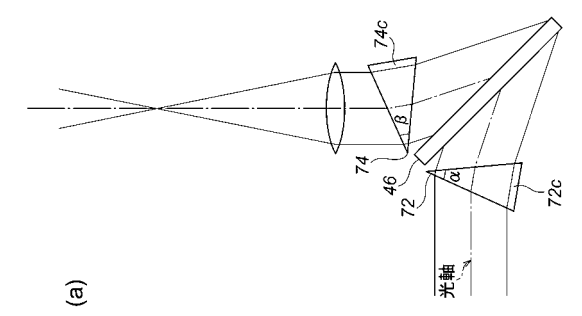
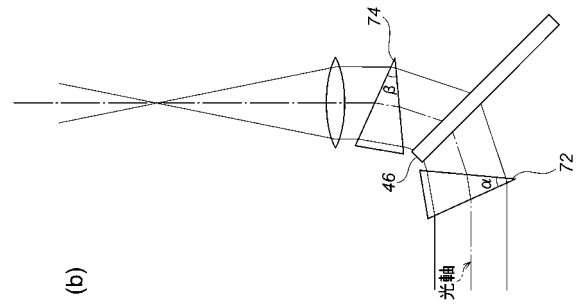
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

G 0 2 B 27/42 (2006.01)

F I

G 0 2 B 27/42

テーマコード(参考)