

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6804841号
(P6804841)

(45) 発行日 令和2年12月23日 (2020. 12. 23)

(24) 登録日 令和2年12月7日 (2020. 12. 7)

(51) Int. Cl.
GO 1 J 3/45 (2006. 01)

F I
GO 1 J 3/45

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-67 (P2016-67)	(73) 特許権者	000005234
(22) 出願日	平成28年1月4日 (2016. 1. 4)		富士電機株式会社
(65) 公開番号	特開2017-122583 (P2017-122583A)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
(43) 公開日	平成29年7月13日 (2017. 7. 13)	(74) 代理人	100110928
審査請求日	平成30年12月14日 (2018. 12. 14)		弁理士 速水 進治
審判番号	不服2020-2361 (P2020-2361/J1)	(72) 発明者	大登 正敬
審判請求日	令和2年2月21日 (2020. 2. 21)		神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
			富士電機株式会社内
		合議体	
		審判長	三崎 仁
		審判官	渡戸 正義
		審判官	伊藤 幸仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光装置及び分光方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離する第 1 ビームスプリッタと、

前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離する第 2 ビームスプリッタと、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を検出する第 1 検出部と、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を検出する第 2 検出部と、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光が入射する第 1 偏光子と、
前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光が入射する第 2 偏光子と、
を備え、

前記第 1 偏光子及び前記第 2 偏光子は、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の一方の振動方向に対する前記第 1 偏光子の透過軸の方向と、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の前記一方の振動方向に対する前記第 2 偏光子の透過軸の方向とが互いに直交するように配置されている分光装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の分光装置において、

前記第 1 干渉縞と前記第 2 干渉縞との差を算出し、前記差を示すデータをフーリエ変換する信号処理部を備える分光装置。

【請求項 3】

光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離する第 1 ビームスプリッタと、

前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離する第 2 ビームスプリッタと、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を検出する第 1 検出部と、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を検出する第 2 検出部と、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光が入射する第 1 偏光子と、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光が入射する第 2 偏光子と、
を備え、

前記第 1 偏光子及び前記第 2 偏光子は、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の一方の振動方向に対する前記第 1 偏光子の透過軸の方向と、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の前記一方の振動方向に対する前記第 2 偏光子の透過軸の方向とが互いに同じ方向になるように配置されている分光装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の分光装置において、

前記第 1 干渉縞と前記第 2 干渉縞との平均を算出し、前記平均を示すデータをフーリエ変換する信号処理部を備える分光装置。

【請求項 5】

光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離する第 1 ビームスプリッタと、

前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離する第 2 ビームスプリッタと、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を検出する第 1 検出部と、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を検出する第 2 検出部と、

偏光子と、
を備え、

前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光は、前記偏光子に入射し、その後、前記第 2 ビームスプリッタに入射し、

前記第 1 干渉縞と前記第 2 干渉縞との平均を算出し、前記平均を示すデータをフーリエ変換する信号処理部を備える分光装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の分光装置において、

前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光を集光するレンズを備え、

前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光は、前記レンズに入射し、その後、前記第 2 ビームスプリッタに入射する分光装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

第 1 ビームスプリッタにより、光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離し、

第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離し、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光を第 1 偏光子に入射させ、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光を第 2 偏光子に入射させ、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を第 1 検出部により検出し、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を第 2 検出部により検出し、

前記第 1 偏光子及び前記第 2 偏光子は、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の一方の振動方向に対する前記第 1 偏光子の透過軸の方向と、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の前記一方の振動方向に対する前記第 2 偏光子の透過軸の方向とが互いに直交するように配置されている、分光方法。

【請求項 8】

第 1 ビームスプリッタにより、光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離し、

第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離し、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光を第 1 偏光子に入射させ、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光を第 2 偏光子に入射させ、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を第 1 検出部により検出し、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を第 2 検出部により検出し、

前記第 1 偏光子及び前記第 2 偏光子は、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の一方の振動方向に対する前記第 1 偏光子の透過軸の方向と、前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光の前記一方の振動方向に対する前記第 2 偏光子の透過軸の方向とが互いに同じ方向になるように配置されている、分光方法。

【請求項 9】

第 1 ビームスプリッタにより、光を第 1 直線偏光、及び前記第 1 直線偏光の振動方向に直交する振動方向を有する第 2 直線偏光に分離し、

前記第 1 直線偏光及び前記第 2 直線偏光を偏光子に入射させ、その後、第 2 ビームスプリッタに入射させ、

前記第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 1 直線偏光として出射された直線偏光を第 1 透過光、及び前記第 1 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 1 反射光に分離し、前記第 2 ビームスプリッタにより、前記第 1 ビームスプリッタから前記第 2 直線偏光として出射された直線偏光を第 2 透過光、及び前記第 2 透過光の振動方向と同じ振動方向を有する第 2 反射光に分離し、

前記第 1 透過光及び前記第 2 透過光によって生成される第 1 干渉縞を第 1 検出部により検出し、

前記第 1 反射光及び前記第 2 反射光によって生成される第 2 干渉縞を第 2 検出部により検出し、

10

20

30

40

50

信号処理部により、前記第 1 干渉縞と前記第 2 干渉縞との平均を算出し、前記平均を示すデータをフーリエ変換する、分光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分光装置及び分光方法に関し、とくに、フーリエ変換分光に関する。

【背景技術】

【0002】

フーリエ変換分光では、ビームスプリッタにより、光を 2 つの直線偏光に分離する。特許文献 1 では、ビームスプリッタとしてサバール板を用いている。特許文献 2 では、ビームスプリッタとしてウォラストンプリズムを用いている。フーリエ変換分光では、レンズにより 2 つの直線偏光を集光することにより、干渉縞を生成する。干渉縞は、検出部により検出される。

10

【0003】

特許文献 3 では、ビームスプリッタとレンズとの間に偏光子を配置させている。検出部は、偏光子を透過した光線によって生成された干渉縞（第 1 干渉縞）を検出する。特許文献 3 では、この干渉縞を検出した後、偏光子の透過軸の向きを変える。その後、検出部は、偏光子を透過した光線によって生成された干渉縞（第 2 干渉縞）を検出する。特許文献 3 では、第 1 干渉縞と第 2 干渉縞との差を算出する。特許文献 2 には、この差ではバックグラウンドノイズが取り除かれていると記載されている。

20

【0004】

特許文献 4 では、ビームスプリッタ（具体的には、サバール板）から出射された光を偏光ビームスプリッタに入射させている。これにより、サバール板からの光は、互いに直交した振動方向を有する 2 つの直線偏光に分離される。これにより、一方の直線偏光に基づく第 1 干渉縞、及び他方の直線偏光に基づく第 2 干渉縞が同時に生成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 8 - 105796 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 168696 号公報

30

【特許文献 3】特開平 2 - 268234 号公報

【特許文献 4】特開 2015 - 194359 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 4 に記載されているように、フーリエ変換分光では、複数の干渉縞を同時に生成することがある。本発明者は、フーリエ変換分光において、複数の干渉縞を同時に生成するための方法を検討した。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、フーリエ変換分光において、新規な方法により、複数の干渉縞を同時に生成することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

分光装置は、第 1 ビームスプリッタ、第 2 ビームスプリッタ、第 1 検出部、及び第 2 検出部を備えている。第 1 ビームスプリッタは、光を第 1 直線偏光及び第 2 直線偏光に分離する。第 1 直線偏光の振動方向と第 2 直線偏光の振動方向とは、互いに直交している。第 1 直線偏光は、第 2 ビームスプリッタにより第 1 透過光及び第 1 反射光に分離される。第 1 透過光の振動方向と第 1 反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第 2 直線偏光は、第 2 ビームスプリッタにより第 2 透過光及び第 2 反射光に分離される。第 2 透過光の振動方向と第 2 反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第 1 検出部は、第 1 透過

50

光及び第２透過光によって生成される第１干渉縞を検出する。第２検出部は、第１反射光及び第２反射光によって生成される第２干渉縞を検出する。

【０００９】

本発明に係る分光方法では、第１ビームスプリッタにより、光を第１直線偏光及び第２直線偏光に分離する。第１直線偏光の振動方向と第２直線偏光の振動方向とは、互いに直交している。第２ビームスプリッタにより、第１直線偏光を第１透過光及び第１反射光に分離する。第１透過光の振動方向と第１反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第２ビームスプリッタにより、第２直線偏光を第２透過光及び第２反射光に分離する。第２透過光の振動方向と第２反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第１透過光及び第２透過光によって生成される第１干渉縞を第１検出部により検出する。第１反射光及び第２反射光によって生成される第２干渉縞を第２検出部により検出する。

10

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、フーリエ変換分光において、新規な方法により、複数の干渉縞を同時に生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】第１の実施形態に係る分光装置の構成を示す図である。

【図２】図１に示した第１ビームスプリッタの詳細を説明するための図である。

【図３】図１の変形例を示す図である。

20

【図４】第２の実施形態に係る分光装置の構成を示す図である。

【図５】図４の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

【００１３】

なお、以下に示す説明において、信号処理部９０は、ハードウェア単位の構成ではなく、機能単位のブロックを示している。信号処理部９０は、任意のコンピュータのＣＰＵ、メモリ、メモリにロードされた本図の構成要素を実現するプログラム、そのプログラムを格納するハードディスクなどの記憶メディア、ネットワーク接続用インタフェースを中心にハードウェアとソフトウェアの任意の組合せによって実現される。そして、その実現方法、装置には様々な変形例がある。

30

【００１４】

（第１の実施形態）

図１は、第１の実施形態に係る分光装置の構成を示す図である。分光装置は、第１ビームスプリッタ４０、第２ビームスプリッタ６０、第１検出部８２、及び第２検出部８４を備えている。第１ビームスプリッタ４０は、光を第１直線偏光 o_e 及び第２直線偏光 e_o に分離する。第１直線偏光 o_e の振動方向と第２直線偏光 e_o の振動方向とは、互いに直交している。第１直線偏光 o_e は、第２ビームスプリッタ６０により第１透過光及び第１反射光に分離される。第１透過光の振動方向と第１反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第２直線偏光 e_o は、第２ビームスプリッタ６０により第２透過光及び第２反射光に分離される。第２透過光の振動方向と第２反射光の振動方向とは、互いに同じ方向である。第１検出部８２は、第１透過光及び第２透過光によって生成される第１干渉縞を検出する。第２検出部８４は、第１反射光及び第２反射光によって生成される第２干渉縞を検出する。以下、詳細に説明する。

40

【００１５】

光源１０は、分光装置で測定される光を発する。この光は、例えば、試料を透過した光、試料で散乱した光、又は試料の発光である。この光は、例えば赤外線であるが、可視光又は紫外線であってもよい。

50

【 0 0 1 6 】

光源 1 0 からの光は、レンズ 2 0 を透過する。レンズ 2 0 は、光源 1 0 からの光をコリメート光に変換する。言い換えると、レンズ 2 0 は、コリメートレンズである。

【 0 0 1 7 】

レンズ 2 0 からの光は、偏光子 3 0 に入射する。本図に示す例において、偏光子 3 0 に入射する光の光軸から見た場合、偏光子 3 0 の透過軸は、分光装置の高さ方向（図中、Y 方向）から 4 5 ° 傾いている。これにより、偏光子 3 0 を透過した光は、偏光子 3 0 の透過軸と同じ方向に振動する直線偏光となる。

【 0 0 1 8 】

偏光子 3 0 からの直線偏光は、第 1 ビームスプリッタ 4 0 を透過し、2 つの直線偏光（第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o ）に分離される。第 1 直線偏光 o e は、分光装置の高さ方向（図中、Y 方向）に振動している。第 2 直線偏光 e o は、第 1 直線偏光 o e の振動方向に垂直な方向（図中、X 方向）に振動している。図 2 を用いて後述するように、第 1 直線偏光 o e として出射される光が第 1 ビームスプリッタ 4 0 に入射してから第 1 ビームスプリッタ 4 0 から出射されるまでに通過する光路長と、第 2 直線偏光 e o として出射される光が第 1 ビームスプリッタ 4 0 に入射してから第 1 ビームスプリッタ 4 0 から出射されるまでに通過する光路長とは、互いに等しい。

10

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 に示した第 1 ビームスプリッタ 4 0 の詳細を説明するための図である。本図に示す例において、第 1 ビームスプリッタ 4 0 は、サバル板である。第 1 ビームスプリッタ 4 0 は、第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 を有している。第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 は、互いに接合している。

20

【 0 0 2 0 】

第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 は、いずれも一軸性結晶により形成されている。第 1 結晶板 4 2 の材料及び第 2 結晶板 4 4 の材料は同一である。なお、第 1 結晶板 4 2 の厚さと第 2 結晶板 4 4 の厚さとは互いに等しい。本図に示す例では、第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 は、イットリウムバナデート（ YVO_4 ）により形成されている。ただし、第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 は、例えば、方解石（ $CaCO_3$ ）、石英（ SiO_2 ）、又は酸化チタン（ TiO_2 ）により形成されていてもよいし、又は例えば、液晶、複屈折ポリマー、又はポーリングにより光学異方性を有するガラスにより形成されていてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

第 1 結晶板 4 2 は、第 1 結晶板 4 2 の光学軸が第 1 結晶板 4 2 の厚さ方向（図中、Z 方向）から 4 5 ° 傾くように形成されている。同様にして、第 2 結晶板 4 4 は、第 2 結晶板 4 4 の光学軸が第 2 結晶板 4 4 の厚さ方向（図中、Z 方向）から 4 5 ° 傾くように形成されている。第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 は、第 1 ビームスプリッタ 4 0 （第 1 結晶板 4 2 及び第 2 結晶板 4 4 ）の厚さ方向（図中、Z 方向）から見た場合、第 1 結晶板 4 2 の光学軸と第 2 結晶板 4 4 の光学軸が互いに直交するように接合されている。本図に示す例では、第 1 結晶板 4 2 の光学軸は、第 2 結晶板 4 4 側に向かうにつれて上側に傾いている。第 2 結晶板 4 4 の光学軸は、第 1 結晶板 4 2 の反対側に向かうにつれて右側に傾いている。

40

【 0 0 2 2 】

第 1 結晶板 4 2 に入射した光は、第 1 結晶板 4 2 の入射面において常光線 o （第 1 常光線 o ）と異常光線 e （第 1 常光線 e ）とに分離する。第 1 常光線 o は、第 1 結晶板 4 2 の入射面で屈折することなく、第 1 結晶板 4 2 の厚さ方向（図中、Z 方向）に沿って直進する。第 1 常光線 o は直線偏光である。第 1 常光線 o は、第 1 結晶板 4 2 の光学軸と直交する方向に振動する。これに対して、第 1 異常光線 e は、第 1 結晶板 4 2 の入射面で屈折する。第 1 異常光線 e の光軸は、第 1 結晶板 4 2 の厚さ方向（図中、Z 方向）から第 1 結晶板 4 2 の光学軸と同じ方向に傾く。第 1 異常光線 e は直線偏光である。第 1 異常光線 e は、第 1 結晶板 4 2 の光学軸と平行な方向に振動する。

50

【 0 0 2 3 】

第 1 結晶板 4 2 の常光線 o は、第 2 結晶板 4 4 に入射すると、異常光線 e (第 2 異常光線 e) となる。第 2 異常光線 e は、第 1 結晶板 4 2 と第 2 結晶板 4 4 の界面で屈折する。第 2 異常光線 e の光軸は、第 2 結晶板 4 4 の厚さ方向 (図中、Z 方向) から第 2 結晶板 4 4 の光学軸と同じ方向に傾く。第 2 異常光線 e は直線偏光である。第 2 異常光線 e は、第 2 結晶板 4 4 の光学軸と平行な方向に振動する。これに対して、第 1 結晶板 4 2 の異常光線 e は、第 2 結晶板 4 4 に入射すると、常光線 o (第 2 常光線 o) となる。第 2 常光線 o は、第 2 結晶板 4 4 の厚さ方向 (図中、Z 方向) に沿って直進する。第 2 常光線 o は直線偏光である。第 2 常光線 o は、第 2 結晶板 4 4 の光学軸と直交する方向に振動する。

【 0 0 2 4 】

第 2 結晶板 4 4 の異常光線 e は、第 2 結晶板 4 4 の出射面で屈折する。これにより、第 2 結晶板 4 4 の異常光線 e は、第 1 直線偏光 o e として第 2 結晶板 4 4 から出射される。第 1 直線偏光 o e は、第 1 ビームスプリッタ 4 0 の厚さ方向 (図中、Z 方向) に沿って直進する。これに対して、第 2 結晶板 4 4 の常光線 o は、第 2 結晶板 4 4 の出射面で屈折することなく、第 2 直線偏光 e o として第 2 結晶板 4 4 から出射される。第 2 直線偏光 e o は、第 1 ビームスプリッタ 4 0 の厚さ方向 (図中、Z 方向) に沿って直進する。

【 0 0 2 5 】

なお、第 1 ビームスプリッタ 4 0 は、ウォラストンプリズムであってもよい。以下、第 1 ビームスプリッタ 4 0 はサバル板として説明を行う。

【 0 0 2 6 】

図 1 に戻る。第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o は、第 1 ビームスプリッタ 4 0 から出射され、レンズ 5 0 を透過する。第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o は、レンズ 5 0 によって第 1 検出部 8 2 及び第 2 検出部 8 4 に集光される。

【 0 0 2 7 】

レンズ 5 0 を透過した後、第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 に入射する。第 2 ビームスプリッタ 6 0 は、無偏光ビームスプリッタ、より具体的には本図に示す例においてプレート型無偏光ビームスプリッタである。なお、第 2 ビームスプリッタ 6 0 は、キューブ型無偏光ビームスプリッタであってもよい。第 1 直線偏光 o e の一部及び第 2 直線偏光 e o の一部は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 を透過し、第 1 直線偏光 o e の他の一部及び第 2 直線偏光 e o の他の一部は、第 2 ビームスプリッタ 6 0

【 0 0 2 8 】

第 1 直線偏光 o e は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 により、第 1 透過光及び第 1 反射光に分離される。第 2 直線偏光 e o は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 により、第 2 透過光及び第 2 反射光に分離される。上記したように、第 2 ビームスプリッタ 6 0 は、無偏光ビームスプリッタであり、偏光ビームスプリッタではない。このため、第 1 透過光の振動方向及び第 1 反射光の振動方向は、互いに同じ方向となり、具体的には第 1 直線偏光 o e の振動方向と同じ方向になる。同様に、第 2 透過光の振動方向及び第 2 反射光の振動方向は、互いに同じ方向となり、具体的には第 2 直線偏光 e o の振動方向と同じ方向になる。さらに、本図に示す例では、第 1 直線偏光 o e は、第 1 透過光の強度と第 1 反射光の強度とがほぼ等しくなるように分離され、第 2 直線偏光 e o は、第 2 透過光の強度と第 2 反射光の強度とがほぼ等しくなるように分離される。

【 0 0 2 9 】

第 2 ビームスプリッタ 6 0 を透過した光 (第 1 透過光及び第 2 透過光) は、第 1 偏光子 7 2 を透過し、第 1 検出部 8 2 に集光される。この場合、第 1 直線偏光 o e の成分及び第 2 直線偏光 e o の成分によって干渉縞 (第 1 干渉縞) が生成される。第 1 検出部 8 2 は第 1 干渉縞を検出する。これに対して、第 2 ビームスプリッタ 6 0 により反射された光 (第 1 反射光及び第 2 反射光) は、第 2 偏光子 7 4 を透過し、第 2 検出部 8 4 に集光される。この場合、第 1 直線偏光 o e の成分及び第 2 直線偏光 e o の成分によって干渉縞 (第 2 干渉縞) が生成される。第 2 検出部 8 4 は第 2 干渉縞を検出する。第 1 検出部 8 2 及び第 2

10

20

30

40

50

検出部 8 4 は、いずれも、行列状に配置された複数の光電変換素子を有するイメージセンサであり、より具体的には、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサである。

【 0 0 3 0 】

本図に示す例において、第 1 偏光子 7 2 及び第 2 偏光子 7 4 は、第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o の一方の振動方向 (基準方向) に対する第 1 偏光子 7 2 の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する第 2 偏光子 7 4 の透過軸の方向とが互いに直交するように配置されている。さらに、本図に示す例では、第 1 偏光子 7 2 は、上記した基準方向に対する第 1 偏光子 7 2 の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する偏光子 3 0 の透過軸の方向とが互いに同じ方向になるように配置されている。

10

【 0 0 3 1 】

第 1 干渉縞の強度分布 I_1 は、

【数 1】

$$I_1 = \int_0^\infty I(\sigma)(1 + \cos 2\pi\sigma\Delta)d\sigma \quad (1)$$

によって示すことができる。ただし、 $I(\sigma)$ は光源 1 0 の光の強度分布であり、 σ は波数であり、 Δ は第 1 直線偏光 o e の成分と第 2 直線偏光 e o の成分との光路差である。これに対して、第 2 干渉縞の強度分布 I_2 は、

【数 2】

20

$$I_2 = \int_0^\infty I(\sigma)(1 - \cos 2\pi\sigma\Delta)d\sigma \quad (2)$$

によって示すことができる。第 1 干渉縞の強度分布 I_1 と第 2 干渉縞の強度分布 I_2 との差は、

【数 3】

$$I_1 - I_2 = 2 \int_0^\infty I(\sigma) \cos 2\pi\sigma\Delta d\sigma \quad (3)$$

30

となる。

【 0 0 3 2 】

第 1 検出部 8 2 の検出結果を示す信号及び第 2 検出部 8 4 の検出結果を示す信号は、信号処理部 9 0 に送信される。信号処理部 9 0 は、これらの信号に基づいて、強度分布 I_1 と強度分布 I_2 との差を算出する。さらに、信号処理部 9 0 は、この差を示すデータをフーリエ変換する。式 (3) から明らかなように、強度分布 I_1 と強度分布 I_2 との差においては、強度分布のバックグラウンドノイズ (式 (1) 及び式 (2) における第 1 項) が除去されるとともに、光路差 Δ に依存する信号成分 (式 (1) 及び式 (2) における第 2 項) を 2 倍にすることができる。

40

【 0 0 3 3 】

以上、本実施形態によれば、第 1 ビームスプリッタ 4 0 によって光を第 1 直線偏光 o e 及び第 2 直線偏光 e o に分離する。第 1 直線偏光 o e は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 によって第 1 透過光及び第 1 反射光に分離され、第 2 直線偏光 e o は、第 2 ビームスプリッタ 6 0 によって第 2 透過光及び第 2 反射光に分離される。第 1 透過光及び第 2 透過光によって第 1 干渉縞が生成される。第 1 反射光及び第 2 反射光によって第 2 干渉縞が生成される。このようにして、本実施形態では、複数の干渉縞を同時に生成することができる。

【 0 0 3 4 】

さらに、本実施形態においては、第 1 ビームスプリッタ 4 0 と第 2 ビームスプリッタ 6

50

0の間にレンズ50が配置されている。言い換えると、第2ビームスプリッタ60からの透過光(第1透過光及び第2透過光)が入射するレンズ、及び第2ビームスプリッタ60からの反射光(第1反射光及び第2反射光)が入射するレンズを別々に設ける必要がない。このため、分光装置の光学系を簡素にすることができる。

【0035】

図3は、図1の変形例を示す図である。本図に示すように、レンズ50は、第2ビームスプリッタ60と第1検出部82との間、及び第2ビームスプリッタ60と第2検出部84との間それぞれに設けられていてもよい。本図に示す例では、第2ビームスプリッタ60を透過した光(第1透過光及び第2透過光)は、レンズ50(レンズ52)を透過し、その後、第1偏光子72を透過する。第1透過光及び第2透過光は、レンズ52により集光される。第2ビームスプリッタ60により反射された光(第1反射光及び第2反射光)は、レンズ50(レンズ54)を透過し、第2偏光子74を透過する。第1反射光及び第2反射光は、レンズ54により集光される。

10

【0036】

なお、レンズ52は、第2ビームスプリッタ60と第1偏光子72の間に代えて、第1偏光子72と第1検出部82の間に配置してもよい。この場合、第1透過光及び第2透過光は、第1偏光子72を透過し、その後、レンズ52を透過する。同様にして、レンズ54は、第2ビームスプリッタ60と第2偏光子74の間に代えて、第2偏光子74と第2検出部84の間に配置してもよい。この場合、第1反射光及び第2反射光は、第2偏光子74を透過し、その後、レンズ54を透過する。

20

【0037】

(第2の実施形態)

図4は、第2の実施形態に係る分光装置の構成を示す図であり、第1の実施形態の図1に対応する。本実施形態に係る分光装置は、以下の点を除いて、第1の実施形態に係る分光装置と同様の構成である。

【0038】

本実施形態においては、第1偏光子72及び第2偏光子74は、第1直線偏光oe及び第2直線偏光eoの一方の振動方向(基準方向)に対する第1偏光子72の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する第2偏光子74の透過軸の方向とが互いに同じ方向になるように配置されている。さらに、第1偏光子72及び第2偏光子74は、上記した基準方向に対する第1偏光子72の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する第2偏光子74の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する偏光子30の方向とが互いに同じ方向になるように配置されている。

30

【0039】

本図に示す例においても、第1偏光子72を透過した光によって第1干渉縞が生成され、第2偏光子74を透過した光によって第2干渉縞が生成される。本図に示す例では、上記したように、基準方向に対する第1偏光子72の透過軸の方向と、基準方向に対する第2偏光子74の透過軸の方向とが互いに同じ方向であるため、第1干渉縞の強度及び第2干渉縞の強度は、いずれも、上記した式(1)に示したようになる。

【0040】

第1検出部82の検出結果を示す信号及び第2検出部84の検出結果を示す信号は、信号処理部90に送信される。信号処理部90は、これらの信号に基づいて、第1干渉縞(第1検出部82の検出結果)と第2干渉縞(第2検出部84の検出結果)との平均を算出する。さらに、信号処理部90は、この平均を示すデータをフーリエ変換する。本図に示す例では、第1検出部82及び第2検出部84において画素欠けが生じていたとしても、その影響を抑制することができる。

40

【0041】

図5は、図4の変形例を示す図である。本図に示すように、レンズ50と第2ビームスプリッタ60の間に偏光子70を配置してもよい。本図に示す例において、偏光子70は、第1直線偏光oe及び第2直線偏光eoの一方の振動方向(基準方向)に対する偏光子

50

70の透過軸の方向と、上記した基準方向に対する偏光子30の透過軸の方向とが同じ方向になるように配置されている。これにより、本図に示す例では、図4に示した例と同様に、第2ビームスプリッタ60を透過した光(第1透過光及び第2透過光)によって生成される干渉縞(第1干渉縞)と、第2ビームスプリッタ60により反射された光(第1反射光及び第2反射光)によって生成される干渉縞(第2干渉縞)とは、上記した式(1)に示したようになる。

【0042】

本図に示す例においても、信号処理部90は、第1干渉縞と第2干渉縞との平均を算出し、この平均を示すデータをフーリエ変換する。このため、第1検出部82及び第2検出部84において画素欠けが生じていたとしても、その影響を抑制することができる。

10

【0043】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

【符号の説明】

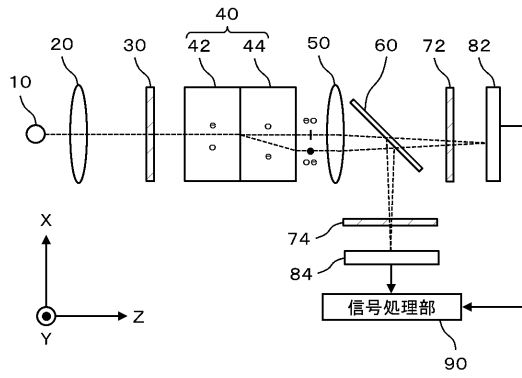
【0044】

- 10 光源
- 20 レンズ
- 30 偏光子
- 40 第1ビームスプリッタ
- 42 第1結晶板
- 44 第2結晶板
- 50 レンズ
- 52 レンズ
- 54 レンズ
- 60 第2ビームスプリッタ
- 70 偏光子
- 72 第1偏光子
- 74 第2偏光子
- 82 第1検出部
- 84 第2検出部
- 90 信号処理部

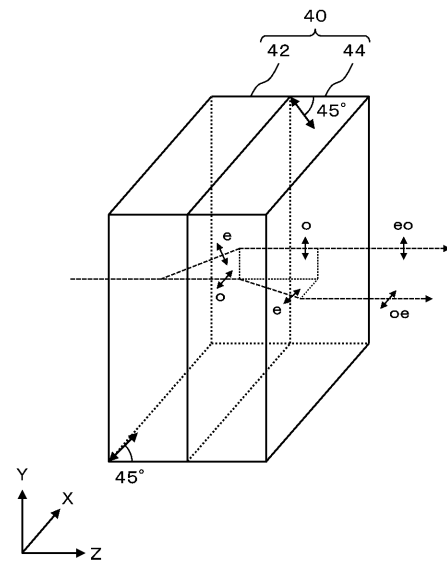
20

30

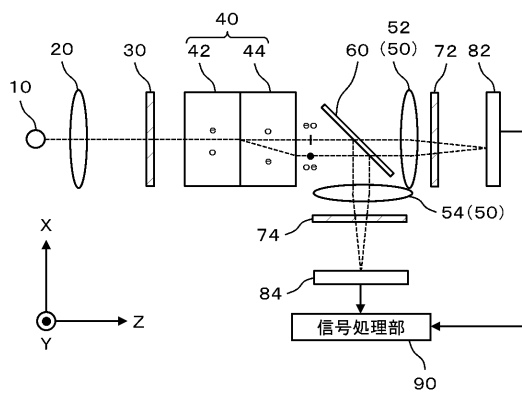
【図 1】



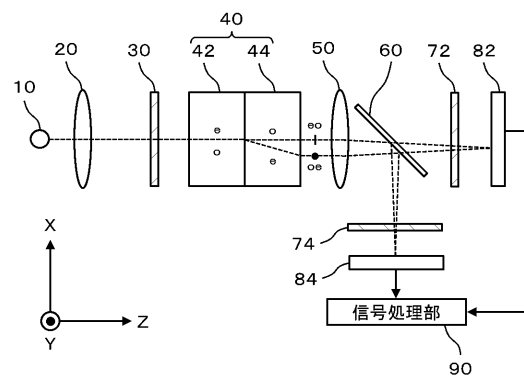
【図 2】



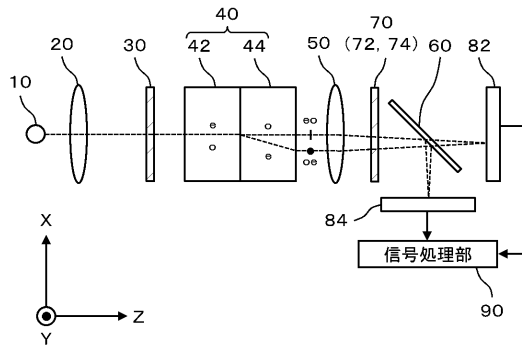
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 6 2 - 1 7 7 4 2 0 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 9 4 3 5 9 (J P , A)
特公昭 5 2 - 3 4 2 3 5 (J P , B 2)
特開昭 6 3 - 1 0 0 6 4 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01J3/00-4/04
G01J7/00-9/04