

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4009835号

(P4009835)

(45) 発行日 平成19年11月21日(2007.11.21)

(24) 登録日 平成19年9月14日(2007.9.14)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 3/00 (2006.01)

G O 2 F 3/00 5 O 2

G O 2 B 27/46 (2006.01)

G O 2 B 27/46

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-186167 (P2002-186167)
 (22) 出願日 平成14年6月26日(2002.6.26)
 (65) 公開番号 特開2004-29421 (P2004-29421A)
 (43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)
 審査請求日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(73) 特許権者 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (73) 特許権者 301021533
 独立行政法人産業技術総合研究所
 東京都千代田区霞が関1-3-1
 (74) 代理人 100065215
 弁理士 三枝 英二
 (72) 発明者 松岡 克典
 大阪府池田市緑丘1丁目8番31号 独立
 行政法人産業技術総合研究所関西センター
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 相関演算光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コヒーレント光を発する光源、

フーリエ変換光学系と、該フーリエ変換光学系の前方焦点位置に配置されて被識別パターンを表示する第1の空間変調素子とを装備した前段演算部、

前記フーリエ変換光学系の後方焦点位置に配置されて前記フーリエ変換光学系によって生成される前記被識別パターンのフーリエ像の相関演算を行なう第2の空間変調素子と、該第2の空間変調素子が前方焦点位置に位置するように配置された逆フーリエ変換用光学系とを装備した後段演算部、

前記逆フーリエ変換用光学系の後方焦点位置に配置され前記第2の空間変調素子による相関演算の結果に応じた信号を出力する読出部、及び

前記第1の空間変調素子から前記読出部に至る光路中に配置された反射装置を備えた相関演算光学装置であって、

前記反射装置は、

i) 前記第1及び第2の空間変調素子の間に配置された前段第1反射面及び前段第2反射面、並びに

ii) 前記第2の空間変調素子及び前記読出部の間に配置された後段第1反射面、及び後段第2反射面の内、

前記i)及びii)の少なくとも一方を備えており、

前記i)の前記前段第2反射面は、前記第1の空間変調素子から前記前段第1反射面に

10

20

向かう光を透過させる透過機能と、前記前段第1反射面で反射された光を該前段第1反射面側へ反射する反射機能とを備え、前記前段第1反射面は、前記第1の空間変調素子を経て前記前段第2反射面を透過した光を反射する反射機能と、該反射光が前記前段第2反射面により反射された光を透過させる透過機能とを備えたものであり、

前記 i i) の前記後段第2反射面は、前記第2の空間変調素子から前記後段第1反射面に向かう光を透過させる透過機能と前記後段第1反射面で反射された光を該後段第1反射面側へ反射する反射機能とを備え、前記後段第1反射面は、前記第2の空間変調素子を経て前記後段第2反射面を透過した光を反射する反射機能と、該反射光が前記後段第2反射面により反射された光を透過させる透過機能とを備えたものであることを特徴とする相関演算光学装置。

10

【請求項2】

前記反射装置の反射面は、光学的なパワーを有する曲面を有することを特徴とする請求項1に記載の相関演算光学装置。

【請求項3】

前記反射装置は、前記前段第1反射面又は前記後段第1反射面が偏光選択反射面であり、前記透過機能及び反射機能を得るために、前記光源と前記前段第2反射面との間及び前記フーリエ変換光学系と前段第1反射面との間に各々配置され光の偏光面を回転させる / 4位相板、又は、前記第2の空間変調素子と前記後段第2反射面との間及び前記逆フーリエ変換用光学系と後段第1反射面との間に各々配置され光の偏光面を回転させる / 4位相板を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の相関演算光学装置。

20

【請求項4】

前記反射装置は、前記透過機能及び反射機能を得るために、

前記フーリエ変換光学系の光軸付近が透光部とされその周囲部の前記第2の空間変調素子の側の面が鏡面とされた前記前段第2反射面、及び前記フーリエ変換光学系の光軸付近であって前記第1の空間変調素子の側の面が鏡面とされその周囲部が透光部とされた前記前段第1反射面、又は、

前記逆フーリエ変換用光学系の光軸付近であって前記読出部の側の面が鏡面とされその周囲部が透光部とされた前記後段第2反射面、及び前記逆フーリエ変換用光学系の光軸付近が透光部とされその周囲部の前記第2の空間変調素子の側の面が鏡面とされた前記後段第1反射面を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の相関演算光学装置。

30

【請求項5】

前記反射装置が、前記前段第1反射面及び前段第2反射面、並びに前記後段第1反射面及び後段第2反射面の双方を備え、

前記第1の空間変調素子及び前記第2の空間変調素子は反射型であり、間にフーリエ変換光学系を置いて配置されており、

前記光源は、前記フーリエ変換光学系に対して前記第2の空間変調素子と同じ側に配置され、

前記光源から発せられるコヒーレント光は、前記前段第1反射面及び前段第2反射面によって反射され前記第1の空間変調素子に入射し、

該第1の空間変調素子に入射した光は、該第1の空間変調素子によって反射され、さらに前記前段第2反射面及び前段第1反射面によって反射され、前記フーリエ変換光学系を経ることによりフーリエ像を前記第2の空間変調素子に生成し、

40

該フーリエ像を生成した光は、前記第2の空間変調素子によって反射され、前記前段第1反射面及び前段第2反射面は、該反射光に対して各々前記後段第2反射面及び後段第1反射面として作用して反射を行ない、前記フーリエ変換光学系は該反射光に対して逆フーリエ変換用光学系として作用し、逆フーリエ変換光は前記読出部に入射することを特徴とする請求項1、2又は4に記載の相関演算光学装置。

【請求項6】

複数の前記光源が前記フーリエ変換光学系の光軸の回りに配置され、

前記フーリエ変換光学系、前記前段第1反射面及び前段第2反射面は、前記光源から発

50

せられた光が共通の第1の空間変調素子に到達するように配置され、且つ前記第1の空間変調素子で反射された光が、前記各光源に対応して前記フーリエ変換光学系の光軸の回りに配置された前記第2の空間変調素子に到達するように配置されていることを特徴とする請求項5に記載の相関演算光学装置。

【請求項7】

前記前段第1反射面及び前段第2反射面の組、並びに、前記後段第1反射面及び後段第2反射面の組の少なくとも一方の組の反射面が光学的なパワーを有する曲面を有し、前記前段第1反射面及び前段第2反射面が光学的なパワーを有する曲面を有する場合、前記フーリエ変換光学系が、前記前段第1反射面及び前段第2反射面によって構成され、前記後段第1反射面及び後段第2反射面が光学的なパワーを有する曲面を有する場合、前記逆フーリエ変換用光学系が、前記後段第1反射面及び後段第2反射面によって構成されることを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載の相関演算光学装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はフーリエ変換光学系を用いてパターン相関演算を行う光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、フーリエ変換レンズ、相関演算素子を使用するパターン認識装置が研究開発されている。このパターン認識装置においては、フーリエ変換レンズの前方焦点位置に表示された図形などの被識別パターンを、位相の揃ったコヒーレント光で照射することによって、フーリエ変換レンズの後方焦点位置に配置された相関演算素子上に被識別パターンのフーリエ像を形成し、このフーリエ像と相関演算素子に予め記録されている基準パターンに対する情報との相関演算を実行し、その演算結果によってパターン認識が行われる。ここで、前方焦点とは光学系に対して右側から入射する平行光が集光する点であり、後方焦点とは光学系に対して左側から入射する平行光が集光する点である。

20

【0003】

図7は、従来の相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。この相関演算光学装置は、光源11及び光源からの光を平行光とするコリメータレンズ12を備えた照明部1と、第1の空間変調素子21及びフーリエ変換レンズ22を備えた前段演算部2と、相関演算を行う第2の空間変調素子23及び逆フーリエ変換用レンズである集光レンズ31を備えた後段演算部3と、読出部32とを備えて構成されている。第1の空間変調素子21は、被識別パターンを表示し、フーリエ変換レンズ22の前側焦点位置における光軸に垂直な平面内に配置されており、例えば透過型の液晶表示パネルなどが使用され得る。第2の空間変調素子23は、フーリエ変換レンズ22の後方焦点位置における光軸に垂直な平面内に配置されている。

30

【0004】

光源11から発せられたコヒーレント光は、コリメータレンズ12によって平行光にされ、第1の空間変調素子21に照射され、第1の空間変調素子21に表示された被識別パターンを反映した光としてフーリエ変換レンズ22に照射される。フーリエ変換レンズ22は、照射された光のフーリエ変換を行う。即ち、フーリエ変換レンズ22は、第1の空間変調素子21に表示された被識別パターンのフーリエ像を第2の空間変調素子23上に生成する。第2の空間変調素子23は、生成されたフーリエ像に対して、その位相、周波数、又は位相及び周波数による空間周波数フィルタリングなどを用いた相関演算を行う。この演算結果は、第2の空間変調素子23から平行光として出力され、集光レンズ31によって、第2の空間変調素子23に対して第1の空間変調素子21と共役な平面に配置されている読出部32に投影される。読出部32には、例えばCCD素子が使用され、投影された光の輝度、空間的広がりに応じた電気信号が読出部32によって観測される。

40

【0005】

第2の空間変調素子23は所定の文字、図形などのパターンに対応して生成されており、

50

第1の空間変調素子21上に表示される被識別パターンが、第2の空間変調素子23に対応する所定のパターンに一致又は近似する場合、高輝度の点として読出部32に観測される。読出部32としてCCD素子を使用した場合、CCD素子から鋭いピークの電気信号が出力される。第1の空間変調素子21上に表示される被識別パターンが、第2の空間変調素子23に対応する所定のパターンと異なる場合、その類似度に応じて、比較的低輝度の広がった領域として観測され、これによって、CCD素子から比較的なだらかな低レベルの信号が出力される。従って、例えばCCD素子からの出力信号レベルを基準レベルと比較することによって、第1の空間変調素子21上に表示される被識別パターンが所望のパターンであるか否かを判断すること、即ちパターン認識が可能となる。

【0006】

10

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、第1の空間変調素子21上に表示された被識別パターンのフーリエ像を相関演算を行う第2の空間変調素子23上に生成するためには、第1の空間変調素子21と第2の空間変調素子23との距離が、フーリエ変換レンズ22の焦点距離の2倍であることが必要である。同様に、第2の空間変調素子23と読出部32との距離は、集光レンズ31の焦点距離の2倍であることが必要である。従って、集光レンズ31の焦点距離がフーリエ変換レンズ22の焦点距離と同程度の場合、第1の空間変調素子21と読出部32との距離は、フーリエ変換レンズ22の焦点距離の約4倍と長くなり、問題となる。

【0007】

この問題を改善するために、特開平8-129148号公報には、フーリエ変換レンズを用いた相関光学系において、空間変調素子とフーリエ変換レンズの間に縮小光学系が配置され、小型化された相関光学系の構成が開示されている。

20

【0008】

一方、特開平10-104671号公報においては、反射型の空間変調素子、相関演算素子を使用し、フーリエ変換レンズを半瞳に分割して使用し、光路が折り返されるようにコヒーレント照明部、フーリエ変換光学系を含む前段演算部及び逆フーリエ変換光学系を含む後段演算部を配置することによって、光学系をフーリエ変換レンズの焦点距離の約2倍の長さに収めた多重相関光学系の構成が開示されている。

【0009】

しかし、何れも、フーリエ変換光学系を含む前段演算部の全長として、フーリエ変換レンズの焦点距離の約2倍の長さが必要であり、十分に小型化されたものではない。

30

【0010】

本発明の目的は、上記の課題を解決するために、対向して配置した反射板によって光路を折り返すことによって、全長を短縮したフーリエ変換光学系を用いてパターン相関演算を行う相関演算光学装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は、以下の手段によって達成される。

【0012】

即ち本発明の一態様によれば、コヒーレント光を発する光源、フーリエ変換光学系と、該フーリエ変換光学系の前方焦点位置に配置されて被識別パターンを表示する第1の空間変調素子とを装備した前段演算部、前記フーリエ変換光学系の後方焦点位置に配置されて前記フーリエ変換光学系によって生成される前記被識別パターンのフーリエ像の相関演算を行なう第2の空間変調素子と、該第2の空間変調素子が前方焦点位置に位置するように配置された逆フーリエ変換用光学系とを装備した後段演算部、前記逆フーリエ変換用光学系の後方焦点位置に配置され前記第2の空間変調素子による相関演算の結果に応じた信号を出力する読出部、及び前記第1の空間変調素子から前記読出部に至る光路中に配置された反射装置を備えた相関演算光学装置であって、前記反射装置は、i) 前記第1及び第2の空間変調素子の間に配置された前記第1反射面及び前記第2反射面、並びにii) 前記第2の空間変調素子及び前記読出部の間に配置された後記第1反射面、及び後記第2反射面の

40

50

内、前記 i) 及び ii) の少なくとも一方を備えており、前記 i) の前記前段第 2 反射面は、前記第 1 の空間変調素子から前記前段第 1 反射面に向かう光を透過させる透過機能と、前記前段第 1 反射面で反射された光を該前段第 1 反射面側へ反射する反射機能とを備え、前記前段第 1 反射面は、前記第 1 の空間変調素子を経て前記前段第 2 反射面を透過した光を反射する反射機能と、該反射光が前記前段第 2 反射面により反射された光を透過させる透過機能とを備えたものであり、前記 ii) の前記後段第 2 反射面は、前記第 2 の空間変調素子から前記後段第 1 反射面に向かう光を透過させる透過機能と前記後段第 1 反射面で反射された光を該後段第 1 反射面側へ反射する反射機能とを備え、前記後段第 1 反射面は、前記第 2 の空間変調素子を経て前記後段第 2 反射面を透過した光を反射する反射機能と、該反射光が前記後段第 2 反射面により反射された光を透過させる透過機能とを備えたものであることを特徴とする相関演算光学装置を提供することができる。

10

【0013】

前記反射装置の反射面は、光学的なパワーを有する曲面を有するものとすることができる。

【0014】

前記反射装置は、前記前段第 1 反射面又は前記後段第 1 反射面が偏光選択反射面であり、前記透過機能及び反射機能を得るために、前記光源と前記前段第 2 反射面との間及び前記フーリエ変換光学系と前段第 1 反射面との間に各々配置され光の偏光面を回転させる / 4 位相板、又は、前記第 2 の空間変調素子と前記後段第 2 反射面との間及び前記逆フーリエ変換用光学系と後段第 1 反射面との間に各々配置され光の偏光面を回転させる / 4 位相板を備えているものとすることができる。

20

【0015】

前記反射装置は、前記透過機能及び反射機能を得るために、前記フーリエ変換光学系の光軸付近が透光部とされその周囲部の前記第 2 の空間変調素子の側の面が鏡面とされた前記前段第 2 反射面、及び前記フーリエ変換光学系の光軸付近であって前記第 1 の空間変調素子の側の面が鏡面とされその周囲部が透光部とされた前記前段第 1 反射面、又は、前記逆フーリエ変換用光学系の光軸付近であって前記読出部の側の面が鏡面とされその周囲部が透光部とされた前記後段第 2 反射面、及び前記逆フーリエ変換用光学系の光軸付近が透光部とされその周囲部の前記第 2 の空間変調素子の側の面が鏡面とされた前記後段第 1 反射面を備えているものとすることができる。

30

【0016】

前記反射装置が、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面、並びに前記後段第 1 反射面及び後段第 2 反射面の双方を備え、前記第 1 の空間変調素子及び前記第 2 の空間変調素子は反射型であり、間にフーリエ変換光学系を置いて配置されており、前記光源は、前記フーリエ変換光学系に対して前記第 2 の空間変調素子と同じ側に配置され、前記光源から発せられるコヒーレント光は、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面によって反射され前記第 1 の空間変調素子に入射し、該第 1 の空間変調素子に入射した光は、該第 1 の空間変調素子によって反射され、さらに前記前段第 2 反射面及び前段第 1 反射面によって反射され、前記フーリエ変換光学系を経ることによりフーリエ像を前記第 2 の空間変調素子に生成し、該フーリエ像を生成した光は、前記第 2 の空間変調素子によって反射され、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面は、該反射光に対して各々前記後段第 2 反射面及び後段第 1 反射面として作用して反射を行ない、前記フーリエ変換光学系は該反射光に対して逆フーリエ変換用光学系として作用し、逆フーリエ変換光は前記読出部に入射するものとすることができる。

40

【0017】

複数の前記光源が前記フーリエ変換光学系の光軸の回りに配置され、前記フーリエ変換光学系、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面は、前記光源から発せられた光が共通の第 1 の空間変調素子に到達するように配置され、且つ前記第 1 の空間変調素子で反射された光が、前記各光源に対応して前記フーリエ変換光学系の光軸の回りに配置された前記第 2 の空間変調素子に到達するように配置されているものとするすることができる。

50

前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面の組、並びに、前記後段第 1 反射面及び後段第 2 反射面の組の少なくとも一方の組の反射面が光学的なパワーを有する曲面を有し、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面が光学的なパワーを有する曲面を有する場合、前記フーリエ変換光学系が、前記前段第 1 反射面及び前段第 2 反射面によって構成され、前記後段第 1 反射面及び後段第 2 反射面が光学的なパワーを有する曲面を有する場合、前記逆フーリエ変換用光学系が、前記後段第 1 反射面及び後段第 2 反射面によって構成されるものとすることができる。

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

10

【 0 0 1 9 】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。本実施の形態に係る相関演算光学装置は、光源 1 1 及びコリメータレンズ 1 2 を備えた照明部 1 と、第 1 の空間変調素子 2 1、フーリエ変換レンズ 2 2、前段第 2 反射板 4 1、前段第 1 反射板 4 2、第 1 位相板 5 1 及び第 2 位相板 5 2 を備えた前段演算部 2 と、相関演算を行う第 2 の空間変調素子 2 3 と、逆フーリエ変換用レンズである集光レンズ 3 1、後段第 2 反射板 4 3、後段第 1 反射板 4 4、第 3 位相板 5 3 及び第 4 位相板 5 4 を備えた後段演算部 3 と読出部 3 2 とを備えて構成されている。ここで、前段第 1 反射板 4 1 及び後段第 1 反射板 4 3 は、半透過反射板であり、前段第 2 反射板 4 2 及び後段第 2 反射板 4 4 は、特定の偏光方向の光のみを選択的に透過させる偏光選択反射板である。

20

【 0 0 2 0 】

また、第 1 位相板 5 1 ~ 第 4 位相板 5 4 は、光の波長 λ を用いて $\lambda/4$ 位相板と呼ばれる、入射光の偏光面を 45° 回転させて出力する位相板であり、ここでは同じ方向に回転させる位相板が使用されている。光源 1 1、コリメータレンズ 1 2、第 1 の空間変調素子 2 1、フーリエ変換レンズ 2 2、第 2 の空間変調素子 2 3、集光レンズ 3 1 及び読出部 3 2 は、それぞれ上記した従来技術における説明と同様に機能する。本実施の形態に係る相関演算光学装置は、前段演算部 2 に対向する 2 枚の反射板を配置し、光路を折り返すことによって、装置を小型化したことを特徴とする。以下、本実施の形態の特徴である光路の折り返しに関して説明する。

30

【 0 0 2 1 】

図 1 において、光源 1 1 から発せられたコヒーレント光は、コリメータレンズ 1 2 を通して第 1 の空間変調素子 2 1 に垂直に入射する。第 1 の空間変調素子 2 1 を通過した光は、第 1 位相板 5 1 を通過することによって、光の偏光面が 45° 回転する。前段第 2 反射板 4 1、フーリエ変換レンズ 2 2 を通過した光は、第 2 位相板 5 2 を通過することによって偏光面が同じ方法にさらに 45° 回転する。従って、第 2 位相板 5 2 を通過した光は、最初の第 1 位相板 5 1 への入射光に対して、偏光面が 90° 回転した光となっており、前段第 1 反射板 4 2 の偏光方向が第 2 位相板 5 2 を通過した光の偏光面と直交するように前段第 1 反射板 4 2 を配置しておくことによって、光は前段第 1 反射板 4 2 によって反射されることとなる。前段第 1 反射板 4 2 によって反射された光は、第 2 位相板 5 2、フーリエ変換レンズ 2 2 を通過し、前段第 2 反射板 4 1 によって反射され、再度フーリエ変換レンズ 2 2、第 2 位相板 5 2 を通過して、前段第 1 反射板 4 2 に入射する。この過程において、第 2 位相板 5 2 を通過する度に、偏光面が同方向に 45° 回転する。従って、前段第 2 反射板 4 1 で反射された後に前段第 1 反射板 4 2 に入射する光は、最初に照明部 1 から前段第 2 反射板 4 1 に入射する光と比較して、偏光面が 180° 回転した光となっており、この光の偏光面は前段第 1 反射板 4 2 の偏光方向と平行であることから、光は前段第 1 反射板 4 2 を通過することができ、第 2 の空間変調素子 2 3 に照射される。

40

【 0 0 2 2 】

次に、後段演算部 3 における光路に関しては、前段演算部 2 と同様の光路となる。即ち、第 1 位相板 5 1、前段第 2 反射板 4 1、第 2 位相板 5 2 及び前段第 1 反射板 4 2 を、それ

50

ぞれ第3位相板53、後段第2反射板43、第4位相板54及び後段第1反射板44とみなせば、第2の空間変調素子23を通過した光は、上記と同様に、後段演算部3において2回反射された後に、読出部32に入射する。

【0023】

以上のことから、フーリエ変換レンズ22、集光レンズ31をそれぞれ前段演算部2、後段演算部3の中央に配置すれば、光源11から第1の空間変調素子21に照射されたコヒーレント光は、フーリエ変換レンズ22によるフーリエ変換、第2の空間変調素子23による相関演算を受けた後、集光レンズ31によって集光されて読取部32に入射し、読出部32から対応する電気信号が出力される。配置設計においては、位相板51～54及び反射板41～44の厚さ、第1の空間変調素子21と前段第2反射板41との距離、第2の空間変調素子23と前段第1反射板42及び後段第2反射板43との距離、読出部32と後段第1反射板44との距離などを考慮して設計することが望ましい。これによって、フーリエ変換光学系の前方焦点位置にある第1の空間変調素子21と後方焦点位置にある第2の空間変調素子23との距離（前段演算部2の長さ）、逆フーリエ変換光学系の前方焦点位置にある第2の空間変調素子23と後方焦点位置にある読出部32との距離（後段演算部3の長さ）を、従来の光学系（図7参照）におけるそれぞれに対応する距離の約1/2にすることができる。

10

【0024】

上記したように、第2位相板52を通過した光の偏光面と前段第1反射板42の偏光方向とが直交するように前段第1反射板42を配置することによって、適正にパターン認識に使用され得る正規光束ではない直接透過光が第2の空間変調素子23に入射することを防止することができる。

20

【0025】

上記において、第1位相板51が、第1の空間変調素子21と前段第2反射板41との間に配置されている場合を説明したが、光源11と第1の空間変調素子との間に配置されていてもよい。即ち、第1位相板51が、第1の空間変調素子21とコリメータレンズ12との間、又はコリメータレンズ12と光源11との間に配置されていてもよい。

【0026】

垂直入射光に対して選択的に透過、反射を行う偏光選択反射板（前段第1反射板42及び後段第1反射板44）として、光学異方性物質を1層又は複数積層したもの、例えば3M社製DBEFなどを使用することができる。

30

【0027】

以上においては、前段演算部2及び後段演算部3に、反射板及び位相板を装備する場合を説明したが、前段演算部2又は後段演算部3の何れか一方のみに、反射板及び位相板を備えた構成とし、その他の部分は従来のままとすることも可能である。その場合にも、本実施の形態に係る相関演算光学装置の全長は、従来の光学系（図7参照）の全長よりも短縮され得る。

【0028】

また、前段第2反射板41又は後段第2反射板43として偏光選択反射板を使用し、各々の反射板への入射光が位相板を通過した回数に応じて、入射光を透過又は反射するように各々の反射板の偏光方向を適切に配置することによって、上記と同様の効果を奏することが可能である。

40

【0029】

（実施の形態2）

図2は、本発明の第2の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。本実施の形態に係る相関演算光学装置は、光源11及びコリメータレンズ12を備えた照明部1と、第1の空間変調素子21、フーリエ変換レンズ22、前段第2反射板45及び前段第1反射板46を備えた前段演算部2と、第2の空間変調素子23、逆フーリエ変換用レンズである集光レンズ31、後段第2反射板47及び後段第1反射板48を備えた後段演算部3と、読出部32とを備えて構成されている。ここで前段第2反射板45は

50

、中心付近に中空部分を有する同心円のドーナツ形状であり、フーリエ変換レンズ22に対向する面が鏡面である。前段第1反射板46、後段第2反射板47は、円形状であり、それぞれフーリエ変換レンズ22、集光レンズ31に対向する面が鏡面である。後段第1反射板48は、中心付近に中空部分を有する同心円のドーナツ形状であり、集光レンズ31に対向する面が鏡面である。光源11、コリメータレンズ12、第1の空間変調素子21、フーリエ変換レンズ22、第2の空間変調素子23、集光レンズ31及び読出部32は、それぞれ上記した従来技術における説明と同様に機能する。本実施の形態に係る相関演算光学系装置は、前段演算部2に対向する2枚の反射板を配置し、中心軸から外れた軸外光の光路を折り返すことによって、装置を小型化したことを特徴とする。以下、本実施の形態の特徴である光路の折り返しに関して説明する。

10

【0030】

図2において、光源11から発射されたコヒーレント光は、コリメータレンズ12を通して第1の空間変調素子21に垂直に入射する。第1の空間変調素子21を通過した光は、前段第2反射板45の中空部分、フーリエ変換レンズ22を通過し、前段第1反射板46の鏡面で反射される。反射された光は、再びフーリエ変換レンズ22を通過し、前段第2反射板45の鏡面によって反射され、さらに再びフーリエ変換レンズ22を通過する。ここで、前段第1反射板46の直径は、所定値以下であることから、このフーリエ変換レンズ22を3回通過した光が、前段第1反射板46によって遮蔽されることなく第2の空間変調素子23に入射するように決められる。

【0031】

次に、第2の空間変調素子23を通過した光は、後段演算部3において、第2の空間変調素子23の位置で前段演算部2の光路を折り返した光路を通過する。即ち、第2の空間変調素子23を通過した光は、前段第2反射板45及び前段第1反射板46を、それぞれ後段第1反射板48及び後段第2反射板47とみなせば、上記と逆の光路を通り、読出部32に入射する。

20

【0032】

以上のことから、フーリエ変換レンズ22、集光レンズ31をそれぞれ前段演算部2、後段演算部3の中央に配置すれば、光源11からの第1の空間変調素子21に照射されたコヒーレント光は、フーリエ変換レンズ22によるフーリエ変換、第2の空間変調素子23による相関演算を受けた後、集光レンズ31によって集光され、読出部32から電気信号

30

【0033】

配置設計においては、第1の空間変調素子21と前段第2反射板45との距離、第2の空間変調素子23と前段第1反射板46及び後段第2反射板47との距離、読出部32と後段第1反射板48との距離などを考慮して設計することが望ましい。これによって、実施の形態1の場合と同様に、前段演算部2の長さ、後段演算部3の長さを、従来の光学系(図7参照)におけるそれぞれの長さの約1/2にすることができる。

【0034】

また、前段第2反射板45の中空部分の直径(以下、内径と記す)は、第1の空間変調素子21に入射する平行光によって第1の空間変調素子21に表示される被識別パターンを表わす光が、できるだけ多く通過できる大きさであることが望ましい。後段第2反射板47の直径、後段第1反射板48の内径に関しても、それぞれ前段第1反射板46の直径、前段第2反射板45の内径と同様の条件を満たすように設計されることが望ましい。

40

【0035】

本実施の形態においては、半透過反射板、偏光選択反射板を使用する実施の形態1と比較して、反射面での光量損失を無くすことが可能となる。

【0036】

上記した反射板45~48は、円形に限らず、多角形などの任意形状とすることが可能である。

【0037】

50

以上においては、前段演算部 2 及び後段演算部 3 に反射板を装備する場合を説明したが、前段演算部 2 又は後段演算部 3 の何れか一方のみに反射板を備え、その他の部分は従来のままとすることも可能である。その場合にも、本実施の形態に係る相関演算光学装置の全長は従来の光学系（図 7 参照）の全長よりも短縮され得る。

【 0 0 3 8 】

また、前段第 2 反射板 4 5 の内外径及び前段第 1 反射板 4 6 の直径を調節することによって、第 1 の空間変調素子 2 1 を通過した光が、前段第 2 反射板 4 5 及び前段第 1 反射板 4 6 の間で更に反射を繰り返した後に第 2 の空間変調素子 2 3 に到達するようにすることが可能である。同様に、後段第 2 反射板 4 7 の直径及び後段第 1 反射板 4 8 の内外径を調節することによって、第 2 の空間変調素子 2 3 を透過した光が、後段第 2 反射板 4 7 及び後段第 1 反射板 4 8 の間で更に反射を繰り返した後に読出部 3 2 に到達するようにすることが可能である。これによって、相関演算光学装置をさらに小型化することが可能となる。

10

【 0 0 3 9 】

（実施の形態 3）

図 3 の（ a ） 、 （ b ） は、本発明の第 3 の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図であり、図 4 は、この相関演算光学装置と、照明装置 9 0、撮像装置 9 1 及び CCD カメラ 9 2 との位置関係を示す配置図である。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態に係る相関演算光学装置は、光源 1 1、第 1 レンズ 6 1 ~ 第 3 レンズ 6 3、前段第 1 反射板 4 9、前段第 2 反射板 4 1 0、半透過板 7 0、第 1 の空間変調素子 2 1、第 2 の空間変調素子 2 3 及び読出部 3 2 とを備えて構成されている。本実施の形態に係る相関演算光学装置は、多重相関光学系の構成をしており、光源 1 1 及び第 2 の空間変調素子 2 3 は、図 3 の（ b ） に示すように、光軸を中心とした 1 つの円周上に同数配置され、半円周上に第 2 の空間変調素子 2 3 が 3 2 個配置され、残りの半円周上に光源 1 1 が第 2 の空間変調素子 2 3 と同数配置されている。これによって、一度に複数の異なる基準パターンとの比較を並行して実行する多重相関光学装置が可能となる。光源 1 1 には、例えばピンホールを背面から照明装置で照射することによって提供される点光源を使用することができる。

20

【 0 0 4 1 】

前段第 1 反射板 4 9 は、上記した実施の形態 2 の前段第 2 反射板 4 5 と同様に、中心付近が中空のドーナツ形状であり、第 1 レンズ 6 1 に対向する面が鏡面である。前段第 2 反射板 4 1 0 は、円形状であり、第 2 レンズ 6 2 に対向する面が鏡面である。半透過板 7 0 は、光の一部を透過させ残りの部分を反射させる半透過性の板である。第 2 の空間変調素子 2 3 の表面は反射面となっており、表面の微細な凹凸形状によって入射光の位相を変化させる位相変換フィルタであり、これによって相関演算が行われることとなる。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、第 1 レンズ 6 1 ~ 第 3 レンズ 6 3 が、上記した実施の形態 2 のフーリエ変換レンズ 2 2 及び逆フーリエ変換用レンズである集光レンズ 3 1 として機能し、光源 1 1、第 1 の空間変調素子 2 1、第 2 の空間変調素子 2 3 及び読出部 3 2 は、それぞれ上記した従来技術における説明と同様に機能する。本実施の形態に係る相関演算光学系装置は、対向する 2 枚の反射板及び反射型の第 2 の空間変調素子 2 3 を使用し、中心軸から外れた軸外光の光路を折り返すことによって装置を小型化したことを特徴とする。以下、本実施の形態の特徴である光路の折り返しに関して説明する。

40

【 0 0 4 3 】

図 3 の（ a ）において、光源 1 1 から発せられたコヒーレント光は、第 3 レンズ 6 3、第 2 レンズ 6 2、第 1 レンズ 6 1 の順に通過し、前段第 1 反射板 4 9 によって反射される。反射された光は、第 1 レンズ 6 1 及び第 2 レンズ 6 2 を通過し、前段第 2 反射板 4 1 0 によって反射され、再び第 2 レンズ 6 2 及び第 1 レンズ 6 1 を通過し、半透過板 7 0 を通過して第 1 の空間変調素子 2 1 に入射する。この光路（図 3 の（ a ）の短い破線）が、実施の形態 1、2 における照明部 1 の光路に相当する。この過程において、第 1 レンズ 6 1 ~

50

第3レンズ63はコリメータレンズ12(図7参照)として機能する。

【0044】

第1の空間変調素子21を通過した光は、第1の空間変調素子21に備えられた反射板(図示せず)によって反射され、半透過板70を通過し、第1レンズ61及び第2レンズ62を通過して前段第2反射板410によって反射され、再び第2レンズ62及び第1レンズ61を通過して前段第1反射板49によって反射され、三度第1レンズ61～第3レンズ63を通過して第2の空間変調素子23に入射する。この光路(図3の(a)の長い破線)が、実施の形態1、2における、前段演算部2の光路に相当する。この過程において、第1レンズ61～第3レンズ63はフーリエ変換レンズとして機能する。

【0045】

第2の空間変調素子23に入射した光は、第2の空間変調素子23の表面で反射された後、第3レンズ63～第1レンズ61を通過し、前段第2反射板410及び前段第1反射板49によって反射され、上記と逆の光路を通過して半透過板70に到達する。半透過板70に到達した光は、半透過板70によって反射され、読出部32に照射される。この光路(図3の(a)の長い破線)が、実施の形態1、2における、後段演算部3の光路に相当する。この過程において、第1レンズ61～第3レンズ63は逆フーリエ変換用レンズである集光レンズとして機能する。また、前段第1反射板49、前段第2反射板410は、それぞれ上記した実施の形態2における後段第1反射板48、後段第2反射板47として機能する。

【0046】

以上によって、光源11から第1の空間変調素子21に照射されたコヒーレント光は、第1レンズ61～第3レンズ63によるフーリエ変換、第2の空間変調素子23による相関演算を受けた後、第1レンズ61～第3レンズ63によって集光され、読出部32から電気信号として出力される。

【0047】

図3の(a)は、第1の空間変調素子21の画像表示領域が 20×20 mm、入射瞳径が 28.284 mm、前段演算部2に含まれているフーリエ変換光学系の焦点距離が 200 mmである場合における設計の一例を示す図でもある。第1の空間変調素子21と第2の空間変調素子23及び光源11の配置された面との距離は約 205 mmである。これと同じ条件で従来技術を使用して設計した多重相関光学系構成の一例を図8の(a)に示す。図8には、比較のために同じ縮尺で図3の(a)を(b)として示している。図8の(a)においては、第1の空間変調素子21と第2の空間変調素子23及び光源11の配置された面との距離は約 400 mmである。従って、本実施の形態に係る相関演算光学装置によって、多重相関光学系の長さが約 $1/2$ になっていることが分かる。

【0048】

図5の(a)、(b)は、実施の形態3に係る相関演算光学装置の別の実施例を示す断面図である。ここで、相関演算素子23及び光源11は、図5の(b)に示すように、2つの同心円上に各々14個ずつ配置されている。読出部32として $1/3$ インチCCDカメラを使用し、前段演算部2の焦点距離を 70 mmとして設計する場合、第1の空間変調素子21と第2の空間変調素子23及び光源11の配置された面との距離を約 73 mmにすることができる。

【0049】

以上において、第2の空間変調素子23を半周上にまとめて配置し、光源11を残りの半周上にまとめて配置する場合を説明したが、光軸を中心として点対称となる位置に光源11と第2の空間変調素子23とを各々1対1に対応させて配置してもよい。

【0050】

また、相関演算素子23は、表面の微細な凹凸を形成した位相変換フィルタに限らず、厚さが空間分布を持つ透過性の位相変換フィルタを使用することや、光の輝度変化を利用する振幅変調フィルタ、光の輝度変化及び位相変化を利用する振幅位相変調フィルタを使用することも可能である。

10

20

30

40

50

【0051】

また、実施の形態1～3において、反射板41～410の表面形状を光学的なパワーを有する曲面形状、即ちレンズとして機能する曲面形状とすることによって、フーリエ変換レンズ、集光レンズを使用せずに構成することが可能である。図6は、その一例を示す図であり、反射板411～414が曲面形状をしており、フーリエ変換レンズ及び集光レンズの役割を担っている。図6の光学系を実施の形態2(図2)の光学系と比較すると、前段第2反射板411、前段第1反射板412は、それぞれ、反射機能の点で前段第2反射板45、前段第1反射板46に相当し、且つ両者でフーリエ変換レンズ22の機能を担っている。即ち、第1の空間変調素子21、第2の空間変調素子23はそれぞれ、前段第1反射板412、前段第2反射板411によって構成されるフーリエ変換光学系の前方焦点位置、後方焦点位置に配置されている。同様に、後段第2反射板413、後段第1反射板414は、それぞれ、反射機能の点で後段第2反射板47、後段第1反射板48に相当し、且つ両者で集光レンズ31の機能を担っている。即ち、第2の空間変調素子23、読出部32はそれぞれ、後段第2反射板413、後段第1反射板414によって構成される逆フーリエ変換光学系の前方焦点位置、後方焦点位置に配置されている。従って、図6の光学系によっても、実施の形態2と同様の効果を奏することができる。

10

【0052】

さらに、実施の形態1～3において、反射板41～410に光の収差を補正する機能を持たせるために、反射板41～410の表面形状を局部的に光学的なパワーを有する曲面形状、即ち局部的に凸レンズ、凹レンズとして機能する曲面が分布する形状とすることも可能である。これによって、光の収差を補正することができ、相関演算の精度を向上することが可能となる。

20

【0053】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、前段演算部、後段演算部に反射板を備え、光路を折り返すことによって、全長を短縮した小型の相関演算光学装置を実現することが可能となる。

【0054】

また、多重相関演算光学装置に本発明を適用し、光路を折り返すことによって、人の手のひらサイズの多重の反射型相関演算光学装置を実現することが可能となる。

【0055】

これによって、相関演算システムの小型化、軽量化が可能となり、可搬可能なシステムの構築が可能となる。また、相関演算システムを車両やロボットの頭部に搭載することも可能となり、パターン認識の実用化が可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。

【図3】 本発明の第3の実施の形態に係る相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。

40

【図4】 本発明の第3の実施の形態に係る相関演算光学装置と、周辺装置との位置関係を示す配置図である。

【図5】 本発明の第3の実施の形態に係る相関演算光学装置の実施例を示す断面図である。

【図6】 本発明に係る曲面形状の反射板を備えた相関演算光学装置を示す断面図である。

【図7】 従来の相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。

【図8】 従来の多重相関演算光学装置の概略構成を示す断面図である。

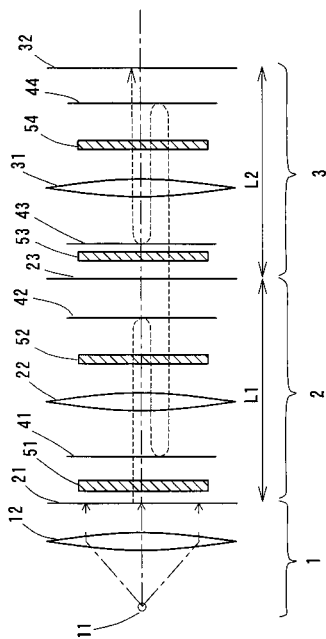
【符号の説明】

1 照明部

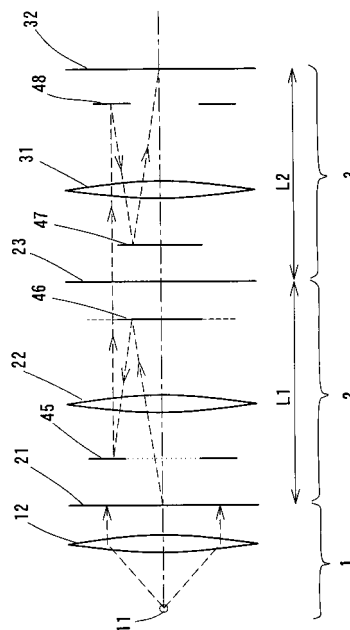
50

- 2 前段演算部
- 3 後段演算部
- 1 1 光源
- 1 2 コリメータレンズ
- 2 1 第1の空間変調素子
- 2 2 フーリエ変換レンズ
- 2 3 第2の空間変調素子
- 3 1 集光レンズ
- 3 2 読出部
- 4 1、4 5、4 1 0、4 1 1 前段第2反射板
- 4 2、4 6、4 9、4 1 2 前段第1反射板
- 4 3、4 7、4 1 3 後段第2反射板
- 4 4、4 8、4 1 4 後段第1反射板
- 5 1 ~ 5 4 第1 ~ 第4位相板

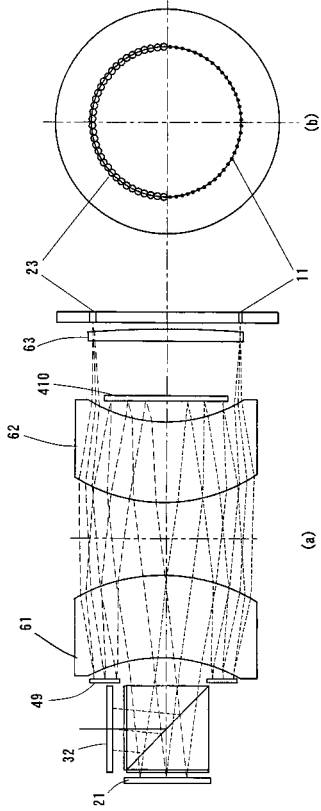
【図1】



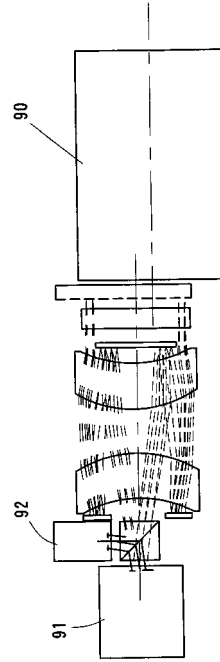
【図2】



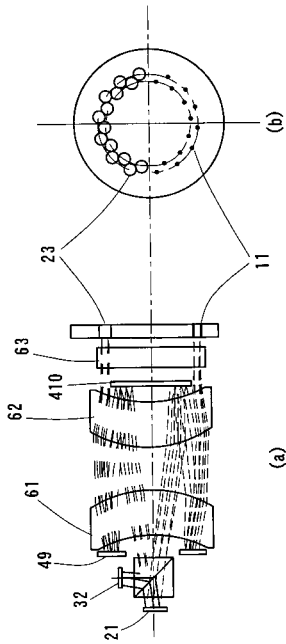
【 図 3 】



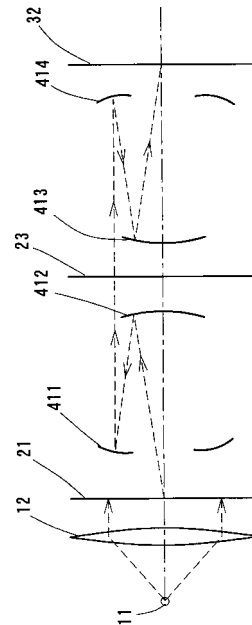
【 図 4 】



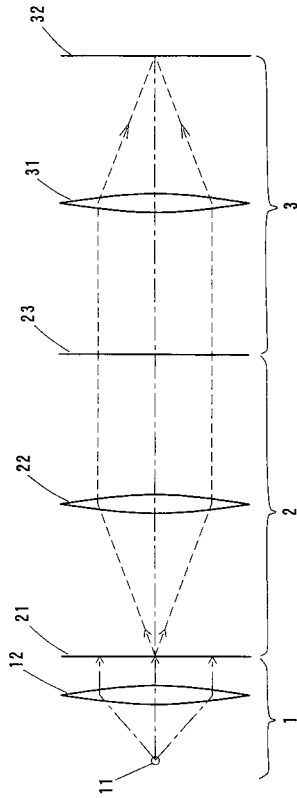
【 図 5 】



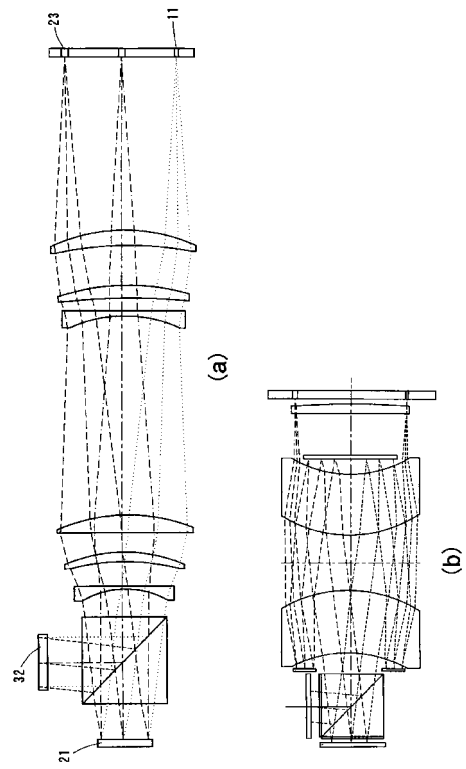
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 笠井 一郎

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

審査官 牧 隆志

(56)参考文献 特開平08-129148(JP,A)

特開平10-104671(JP,A)

特開2000-231080(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00

G02B 27/00 - 27/64

G02F 1/13

G02F 3/00

G06K 9/00 - 9/82

G06T 7/00 - 7/60

JST7580(JDream2)

JSTPlus(JDream2)