(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 3 月 10 日(10.03.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/035646 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/01 (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/074079

(22) 国際出願日: 2015 年 8 月 26 日(26.08.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-178024 2014 年 9 月 2 日(02.09.2014) JP

(71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(**HAMAMATSU PHOTONICS K.K.**) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町１１２６番地の１ Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 瀧口 優(**TAKIGUCHI Yuu**); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町１１２６番地の１ 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(**HASEGAWA Yoshiki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ（明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

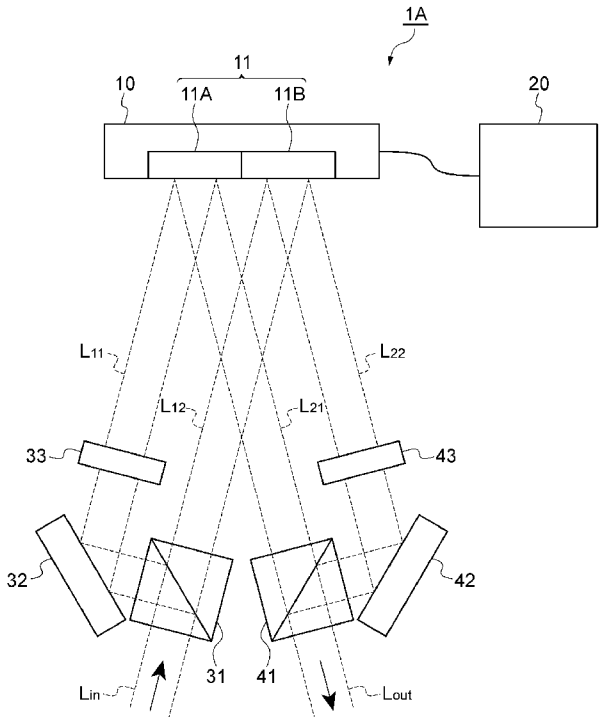
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: LIGHT MODULATION DEVICE AND OPTICAL SYSTEM

(54) 発明の名称 : 光変調装置および光学システム

[図1]



(57) **Abstract**: A light modulation device (1A) is provided with a reflective type spatial light modulator (10), a polarization splitting unit (31), a first polarization plane rotating unit (33), a polarization combining unit (41), and a second polarization plane rotating unit (43). The polarization splitting unit (31) splits the polarization of input light (Lin) and outputs first split light (L11) (S polarized light) and second split light (L12) (P polarized light). The first polarization plane rotating unit (33) makes the first split light (L11) into P polarized light. A first region (11A) of a modulation plane (11) of the spatial light modulator (10) modulates first split light (L11) and outputs first modulated light (L21), and a second region (11B) modulates second split light (L12) and outputs second modulated light (L22). The second polarization plane rotating unit (43) makes the second modulated light (L22) into S polarized light. The polarization combining unit (41) combines the polarization of the first modulated light (L21) and the second modulated light (L22) and outputs output light (Lout). Thus, a light modulation device that can increase light utilization efficiency can be achieved even when a spatial light modulator that can modulate only linearly polarized light of a specific orientation is used.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/035646 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

光変調装置１Ａは、反射型空間光変調器１０、偏光分離部３１、第１偏光面回転部３３、偏光合成部４１、第２偏光面回転部４３を備える。偏光分離部３１は入力光Ｌ in を偏光分離して第１分離光Ｌ 11（Ｓ偏光）および第２分離光Ｌ 12（Ｐ偏光）を出力する。第１偏光面回転部３３は第１分離光Ｌ 11 をＰ偏光とする。空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａは第１分離光Ｌ 11 を変調して第１変調光Ｌ 21 を出力し、第２領域１１Ｂは第２分離光Ｌ 12 を変調して第２変調光Ｌ 22 を出力する。第２偏光面回転部４３は第２変調光Ｌ 22 をＳ偏光とする。偏光合成部４１は第１変調光Ｌ 21 および第２変調光Ｌ 22 を偏光合成して出力光Ｌ out を出力する。これにより、特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができる空間光変調器を用いる場合であっても光利用効率を高くすることができる光変調装置が実現される。

明　細　書

発明の名称 ： 光変調装置および光学システム

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、光変調装置および光学システムに関するものである。

背景技術

[0002] 空間光変調器は、入力した光の振幅または位相を変調して当該変調後の光を出力する複数の画素が配列された変調面を有しており、入力した光に対して画素毎に振幅変調または位相変調をして当該変調後の光を出力することができる。空間光変調器の構成や用途として様々な態様のものが知られている。例えば、非特許文献１に記載された技術は、空間光変調器の一種であって位相変調のみを行うことができる空間光位相変調器（ＰＰＭ: Programmable Phase Modulator）を用いて、眼底測定の際の光学系の収差を補正することを意図する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Pedro M. Prieto, Enrique J. Fernandez, Silvestre Manzanera, Pablo Artal, ”Adaptive optics with a programmable phase modulator: applications in the human eye,” Optics Express, Vol.12, No.17, pp.4059-4071 (2004)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 空間光変調器の構成によっては、特定方位の直線偏光の光に対しては振幅変調または位相変調をすることができるものの、この特定方位に直交する方位の直線偏光の光に対しては変調をすることができない場合がある。ＰＰＭは、特定方位の直線偏光の光に対してのみ位相変調をすることができる。それ故、非特許文献１に記載された技術は、ＰＰＭにおいて位相変調をすることができる特定方位の直線偏光の光のみを偏光子により抽出して、その抽出

した直線偏光の光をＰＰＭに入力させる。

[0005] このように特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができる空間光変調器を用いる場合、この特定方位に直交する方位の直線偏光の光は、偏光子により遮断されて、利用されない。したがって、このような空間光変調器を用いて光の変調を行う光変調装置においては、光利用効率（変調前の光と変調後の光との強度比）は低い。

[0006] 本発明の一側面は、上記問題点を解消する為になされたものであり、特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができる空間光変調器を用いる場合であっても光利用効率を高くすることができる光変調装置を提供することを目的とする。また、本発明の一側面は、このような光変調装置を備えて光利用効率を高くすることができる光学システムを提供することをも目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面による光変調装置は、（１）入力光を互いに直交する方位の直線偏光の光成分に分離して第１分離光および第２分離光を出力する偏光分離部と、（２）偏光分離部から出力された第１分離光または第２分離光の偏光面を回転させて、第１分離光および第２分離光を互いに同じ方位の直線偏光とする第１偏光面回転部と、（３）入力した光の振幅または位相を変調して当該変調後の光を出力する複数の画素が配列された変調面を有し、その変調面が第１領域および第２領域を含み、第１偏光面回転部により互いに同じ方位の直線偏光とされた第１分離光および第２分離光のうち第１分離光を第１領域において変調して当該変調後の第１変調光を出力し、第２分離光を第２領域において変調して当該変調後の第２変調光を出力する反射型の空間光変調器と、（４）空間光変調器から出力された第１変調光または第２変調光の偏光面を回転させて、第１変調光および第２変調光を互いに直交する方位の直線偏光とする第２偏光面回転部と、（５）第２偏光面回転部により互いに直交する方位の直線偏光とされた第１変調光および第２変調光を合成して出力光とする偏光合成部と、を備える。

[0008] 上記構成の光変調装置に入力された光は、偏光分離部により互いに直交する方位の直線偏光の光に分離されて、第１分離光および第２分離光とされる。これら第１分離光および第２分離光は、第１偏光面回転部により互いに同じ方位の直線偏光とされて、空間光変調器の変調面に入力される。空間光変調器の変調面の第１領域において第１分離光の振幅または位相が変調されて第１変調光が出力される。空間光変調器の変調面の第２領域において第２分離光の振幅または位相が変調されて第２変調光が出力される。そして、空間光変調器の変調面から出力された第１変調光および第２変調光は、第２偏光面回転部により互いに直交する方位の直線偏光とされ、偏光合成部により合成されて出力光とされる。

[0009] 本発明の一側面による光学システムは、光を出力する光源と、光源から出力された光を入力して変調し当該変調後の光を出力して対象物に照射する上記構成の光変調装置と、を備える。この光学システムでは、光源から出力された光は、光変調装置において変調された後に対象物に照射される。

[0010] 本発明の一側面による光学システムは、対象物で発生した光を入力して変調し当該変調後の光を出力する上記構成の光変調装置と、光変調装置から出力された光を検出する検出部と、を備える。この光学システムでは、対象物で発生した光は、光変調装置において変調された後に検出部により検出される。

発明の効果

[0011] 本発明の一側面によれば、特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができる空間光変調器を用いる場合であっても光利用効率を高くすることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、第１実施形態の光変調装置１Ａの構成を示す図である。

[図2]図２は、第２実施形態の光変調装置１Ｂの構成を示す図である。

[図3]図３は、第３実施形態の光変調装置１Ｃの構成を示す図である。

[図4]図４は、第４実施形態の光学システム２Ａの構成を示す図である。

[図5]図５は、第５実施形態の光学システム２Ｂの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0014] （第１実施形態）

[0015] 図１は、第１実施形態の光変調装置１Ａの構成を示す図である。第１実施形態の光変調装置１Ａは、空間光変調器１０、制御部２０、偏光分離部３１、反射鏡３２、第１偏光面回転部３３、偏光合成部４１、反射鏡４２および第２偏光面回転部４３を備える。

[0016] 空間光変調器１０は、反射型のものであって、入力した光の振幅または位相を変調して当該変調後の光を出力する複数の画素が配列された変調面１１を有している。空間光変調器１０は、入力した光に対して画素毎に振幅変調または位相変調をして当該変調後の光を出力することができる。空間光変調器１０は、例えば、電気アドレス型液晶素子を用いた空間光変調器、光アドレス型液晶素子を用いた空間光変調器、可変鏡型空間光変調器などであってもよい。空間光変調器１０は、振幅変調のみが可能なものであってもよいし、位相変調のみが可能なものであってもよいし、振幅変調および位相変調の双方が可能なものであってもよい。

[0017] 空間光変調器１０の変調面１１は、第１領域１１Ａおよび第２領域１１Ｂを含む。第１領域１１Ａおよび第２領域１１Ｂは、制御部２０から与えられる駆動信号に基づいて互いに独立して光を変調することができる。第１領域１１Ａは、第１偏光面回転部３３から到達した第１分離光Ｌ11を入力して変調し、当該変調後の第１変調光Ｌ21を偏光合成部４１へ出力する。第２領域１１Ｂは、偏光分離部３１から到達した第２分離光Ｌ12を入力して変調し、当該変調後の第２変調光Ｌ22を第２偏光面回転部４３へ出力する。

[0018] 偏光分離部３１は、平行光である光Ｌinを入力し、この入力光Ｌinを互いに直交する方位の直線偏光の光成分に分離して第１分離光Ｌ11および第２分

離光Ｌ12を出力する。偏光分離部３１は、好適には偏光ビームスプリッタであり、この場合には、入力光Ｌinのうち Ｓ偏光成分の光を反射させて第１分離光Ｌ11とし、Ｐ偏光成分の光を透過させて第２分離光Ｌ12とすることができる。反射鏡３２は、偏光分離部３１で反射されて出力された第１分離光Ｌ11を反射させて第１偏光面回転部３３へ出力する。

[0019] 第１偏光面回転部３３は、反射鏡３２から到達した第１分離光Ｌ11を入力し、この第１分離光Ｌ11の偏光面を９０°だけ回転させて、第１分離光Ｌ11をＰ偏光とする。これにより、第１偏光面回転部３３は、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12を互いに同じ方位の直線偏光（Ｐ偏光）とすることができる。第１偏光面回転部３３は、好適には１／２波長板やファラデーローテータ等である。

[0020] 第１偏光面回転部３３から出力された第１分離光Ｌ11と、偏光分離部３１を透過して出力された第２分離光Ｌ12とは、互いに平行に伝搬して空間光変調器１０の変調面１１に入力される。空間光変調器１０の変調面１１に入力される第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12は共にＰ偏光である。空間光変調器１０は、これらのＰ偏光の光を変調することができるように配置されている。変調面１１の第１領域１１Ａから出力される第１変調光Ｌ21と、変調面１１の第２領域１１Ｂから出力される第２変調光Ｌ22とは、互いに平行に伝搬する。

[0021] 第２偏光面回転部４３は、変調面１１の第２領域１１Ｂから出力される第２変調光Ｌ22を入力し、この第２変調光Ｌ22の偏光面を９０°だけ回転させて、第２変調光Ｌ22をＳ偏光とする。これにより、第２偏光面回転部４３は、第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22を互いに直交する方位の直線偏光とすることができる。第２偏光面回転部４３は、好適には１／２波長板、ファラデーローテータ、プリズム、複数の反射鏡を組み合わせた光学系等である。反射鏡４２は、第２偏光面回転部４３から出力された第２変調光Ｌ22を反射させて偏光合成部４１へ出力する。

[0022] 偏光合成部４１は、変調面１１の第１領域１１Ａから到達した第１変調光

Ｌ21を入力するとともに、反射鏡４２から到達した第２変調光Ｌ22を入力して、これら互いに直交する方位の直線偏光である第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22を合成して出力光Ｌoutを出力する。偏光合成部４１は、好適には偏光ビームスプリッタであり、この場合には、Ｐ偏光の第１変調光Ｌ21を透過させるとともに、Ｓ偏光の第２変調光Ｌ22を反射させて、両光を合成することができる。

[0023] この光変調装置１Ａは以下のように動作する。光変調装置１Ａに入力された光Ｌinは、偏光分離部３１により、互いに直交する方位の直線偏光の光成分に分離されて、第１分離光Ｌ11（Ｓ偏光）および第２分離光Ｌ12（Ｐ偏光）として出力される。

[0024] 偏光分離部３１から出力された第１分離光Ｌ11（Ｓ偏光）は、反射鏡３２により反射され、第１偏光面回転部３３により偏光面が９０°だけ回転されてＰ偏光とされる。第１偏光面回転部３３から出力された第１分離光Ｌ11（Ｐ偏光）は、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａに入力され、この第１領域１１Ａにおいて振幅または位相が変調されて、第１変調光Ｌ21として出力される。偏光分離部３１から出力された第２分離光Ｌ12（Ｐ偏光）は、空間光変調器１０の変調面１１の第２領域１１Ｂに入力され、この第２領域１１Ｂにおいて振幅または位相が変調されて、第２変調光Ｌ22として出力される。

[0025] 変調面１１の第２領域１１Ｂから出力された第２変調光Ｌ22は、第２偏光面回転部４３により偏光面が９０°だけ回転されてＳ偏光とされる。変調面１１の第１領域１１Ａから出力された第１変調光Ｌ21（Ｐ偏光）と、第２偏光面回転部４３から出力され反射鏡４２により反射された第２変調光Ｌ22（Ｓ偏光）とは、偏光合成部４１により合成される。その合成された光Ｌoutが光変調装置１Ａから出力される。

[0026] このように、光変調装置１Ａでは、入力光Ｌinは、偏光分離部３１により互いに直交する方位の直線偏光の光に分離されて、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12とされる。これら第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12は、第

１偏光面回転部３３により互いに同じ方位の直線偏光とされて、空間光変調器１０の変調面１１に入力され振幅または位相が変調される。そして、空間光変調器１０の変調面１１から出力された第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22は、第２偏光面回転部４３により互いに直交する方位の直線偏光とされ、偏光合成部４１により合成されて出力光Ｌoutとされる。

[0027] したがって、空間光変調器１０が特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができるものであっても、この光変調装置１Ａは光利用効率が高い。また、この光変調装置１Ａは、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａおよび第２領域１１Ｂにおいて、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12それぞれに対して互いに独立に振幅または位相を変調することができるので、入力光Ｌinに対して振幅または位相を変調するだけでなく偏光状態をも変調して出力光Ｌoutとすることができる。

[0028] なお、光変調装置１Ａは、出力光Ｌoutの偏光面を回転させる第３偏光面回転部（不図示）をさらに備えてもよい。出力光Ｌoutの偏光面は入力光Ｌinの偏光面に対して９０度傾いている場合があるので、第３偏光面回転部により出力光Ｌoutの偏光面の傾きを入力光Ｌinの偏光面の傾きに一致させることができる。第３偏光面回転部により出力光Ｌoutの偏光面の傾きを所望の傾きとしてもよい。

[0029] 次に、制御部２０について詳細に説明する。制御部２０は、空間光変調器１０に専用の装置であってもよいし、コンピュータ等の汎用の装置により構成されてもよい。また、制御部２０は、専用装置と汎用装置とに分割されて構成されていてもよい。制御部２０は、空間光変調器１０の変調面１１の複数の画素それぞれにおける振幅変調または位相変調を駆動するための駆動信号を空間光変調器１０に与える。制御部２０は、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａおよび第２領域１１Ｂそれぞれにおいて互いに独立して光を変調することができるように駆動信号を空間光変調器１０に与える。

[0030] 制御部２０が空間光変調器１０に与える駆動信号は、空間光変調器１０に表示させる計算機ホログラムに基づいて、変調面１１の複数の画素それぞれ

における振幅または位相の変調量を指示するものである。制御部２０は、外部からの信号を入力するキーボード等の外部入力部と、計算機ホログラムの計算等を行う計算部と、計算機ホログラム等を記憶する記憶部と、外部入力部や内部で生成された信号などの入力に基づいて記憶部に記憶された計算機ホログラムを選択する選択部と、選択部により選択された計算機ホログラムに基づいて駆動信号を生成して該駆動信号を空間光変調器１０に与える駆動部と、を有する。

[0031] 位相変調型の空間光変調器１０に実際に表示される計算機ホログラムは、空間光変調器１０に表示させるべき所望の位相変調分布を表す所望計算機ホログラムと、光変調装置１Ａの内部または外部で生じる光の波面の位相歪みを補正するための補正用計算機ホログラムと、回折効率分布に応じた強度変調分布を有するブレーズドグレーティングパターンを表す強度変調用計算機ホログラムと、を画素毎に加算したものであるのが好適である。

[0032] 制御部２０における駆動信号の生成に際しては、各画素での変調量（位相値）と駆動信号値との関係を記憶したルックアップテーブルを予め用意しておいて、このルックアップテーブルを参照して変調量に応じた駆動信号値を求めるようにするのが好適である。

[0033] 制御部２０は、上記の補正用計算機ホログラムと温度との関係を記憶した温度情報テーブルを予め保持しておいて、この温度情報テーブルを参照して温度に応じた補正用計算機ホログラムを求めるようにするのが好適である。補正用計算機ホログラムの記憶に際しては、補正用計算機ホログラムをデータ圧縮して記憶するのが好適である。この場合には、データ圧縮した補正用計算機ホログラムを求めた後に、これをデータ伸長する処理が必要である。

[0034] 制御部２０は、計算機ホログラムを記憶する場合、そのデータ量に応じた充分な容量の記憶部を有することが必要である。例えば、計算機ホログラムがＳＶＧＡ解像度（８００ピクセル×６００ピクセル）の８ビットデータであるとすると、データ圧縮をしない場合、１つの計算機ホログラムのデータ量は４８０キロバイト（＝800×600×8bit）となる。

[0035] 制御部２０は、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａおよび第２領域１１Ｂそれぞれの位相変調において、偏光分離部３１から空間光変調器１０を経て偏光合成部４１に到るまでの２つの光路の間の光路長差に因る位相差を補正するための位相差に加えて、付加的な位相差を与えることで、出力光Ｌoutの偏光状態を設定することができる。付加的な位相差を０またはπとすることで、出力光Ｌoutを直線偏光にすることができる。付加的な位相差をπ／２または３π／２とすることで、出力光Ｌoutを円偏光にすることができる。また、付加的な位相差を他の値とすることで、出力光Ｌoutを楕円偏光にすることができる。

[0036] このとき（特に、出力光Ｌoutを直線偏光にする場合）、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａまたは第２領域１１Ｂにおいて振幅変調をしないと、出力光Ｌoutは、入力光Ｌinの直線偏光の偏光角度αに応じた強度の変動を示すことになる。そこで、出力光Ｌoutの所望強度Iに対して下記式による振幅の補正をすることが望ましい。A_1は第１領域１１Ａでの補正後の光の振幅であり、A_2は第２領域１１Ｂでの補正後の光の振幅である。

[数1]

$$A_1 = \sqrt{I}\cos\alpha$$

$$A_2 = \sqrt{I}\sin\alpha$$

[0037] 前述したように、本実施形態の光変調装置１Ａは、空間光変調器１０が特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができるものであっても、光利用効率が高い。また、この光変調装置１Ａは、空間光変調器１０の変調面１１に対する光の入出射が垂直でなく斜めであるので、この点でも光利用効率が高い。

[0038] 本実施形態の光変調装置１Ａは、入力光Ｌinに対して振幅または位相を変調するだけでなく偏光状態をも変調して出力光Ｌoutとすることができる。また、この光変調装置１Ａは、ランダム偏光などの変調をすることもできる。

[0039] 本実施形態の光変調装置１Ａは、空間光変調器１０として反射型のものを

用いることにより、偏光分離部３１、反射鏡３２、第１偏光面回転部３３、偏光合成部４１、反射鏡４２および第２偏光面回転部４３を空間光変調器１０に対して一方側に配置することができるので、小型化・低コスト化を図ることができる。また、この光変調装置１Ａは、１つの空間光変調器１０の変調面１１を第１領域１１Ａと第２領域１１Ｂとに区分して各領域において光を変調するので、この点でも小型化・低コスト化を図ることができる。今後、空間光変調器の高画素数化・大型化が進んだとしても、光変調装置の大型化を抑制することができる。

[0040] 本実施形態の光変調装置１Ａは、機械的な可動部を備える必要がなく、振動などに対してロバストである。

[0041] （第２実施形態）

[0042] 図２は、第２実施形態の光変調装置１Ｂの構成を示す図である。第２実施形態の光変調装置１Ｂは、第１実施形態の光変調装置１Ａの構成（図１）に加えて光入出力部５０を更に備える。光入出力部５０は、第１反射面５１および第２反射面５２を有する。第１反射面５１は、外部から入力した光Ｌinを偏光分離部３１へ反射させる。第２反射面５２は、偏光合成部４１からの光Ｌoutを反射させて外部へ出力する。第２反射面５２からの出力光Ｌoutの出力方向は、第１反射面５１への入力光Ｌinの入力方向と同一である。光入出力部５０は、例えばプリズムや複数の反射鏡により構成される。

[0043] 第２実施形態の光変調装置１Ｂは、第１実施形態の光変調装置１Ａと同様に動作して同様の効果を奏する他、以下のような効果をも奏する。第２実施形態では、第２反射面５２からの出力光Ｌoutの出力方向と第１反射面５１への入力光Ｌinの入力方向とが互いに平行であることにより、光変調装置１Ｂを含むシステムの構築が容易となる。また、第２反射面５２からの出力光Ｌoutの主光線と第１反射面５１への入力光Ｌinの主光線とが同一直線上にあるようにすることで、光変調装置１Ｂを含むシステムの構築が更に容易となる。

[0044] （第３実施形態）

[0045] 図３は、第３実施形態の光変調装置１Ｃの構成を示す図である。第３実施形態の光変調装置１Ｃは、第１実施形態の光変調装置１Ａの構成（図１）と比較すると、第１偏光面回転部３３および第２偏光面回転部４３それぞれが設けられている位置の点で相違し、また、Ｓ偏光である第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12を変調することができるように空間光変調器１０が配置されている点で相違する。

[0046] 第１偏光面回転部３３は、第２分離光Ｌ12の光路上に設けられており、この第２分離光Ｌ12の偏光面を９０°だけ回転させる。これにより、第１偏光面回転部３３は、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12を互いに同じ方位の直線偏光（Ｓ偏光）とすることができる。

[0047] 第２偏光面回転部４３は、第１変調光Ｌ21の光路上に設けられており、この第１変調光Ｌ21の偏光面を９０°だけ回転させる。これにより、第２偏光面回転部４３は、第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22を互いに直交する方位の直線偏光とすることができる。

[0048] この光変調装置１Ｃは以下のように動作する。光変調装置１Ｃに入力された光Ｌinは、偏光分離部３１により、互いに直交する方位の直線偏光の光成分に分離されて、第１分離光Ｌ11（Ｓ偏光）および第２分離光Ｌ12（Ｐ偏光）として出力される。

[0049] 偏光分離部３１から出力された第１分離光Ｌ11（Ｓ偏光）は、反射鏡３２により反射され、空間光変調器１０の変調面１１の第１領域１１Ａに入力され、この第１領域１１Ａにおいて振幅または位相が変調されて、第１変調光Ｌ21として出力される。偏光分離部３１から出力された第２分離光Ｌ12（Ｐ偏光）は、第１偏光面回転部３３により偏光面が９０°だけ回転されてＳ偏光とされる。第１偏光面回転部３３から出力された第２分離光Ｌ12（Ｓ偏光）は、空間光変調器１０の変調面１１の第２領域１１Ｂに入力され、この第２領域１１Ｂにおいて振幅または位相が変調されて、第２変調光Ｌ22として出力される。

[0050] 変調面１１の第１領域１１Ａから出力された第１変調光Ｌ21は、第２偏光

面回転部４３により偏光面が９０°だけ回転されてＰ偏光とされる。第２偏光面回転部４３から出力された第１変調光Ｌ21（Ｐ偏光）と、変調面１１の第２領域１１Ｂから出力され反射鏡４２により反射された第２変調光Ｌ22（Ｓ偏光）とは、偏光合成部４１により合成される。その合成された光Ｌoutが光変調装置１Ｃから出力される。

[0051] 第３実施形態の光変調装置１Ｃは、第１実施形態の光変調装置１Ａと同様の効果を奏する。第３実施形態の光変調装置１Ｃの構成においても、第２実施形態の光変調装置１Ｂと同様に光入出力部５０が設けられてもよい。

[0052] （第４実施形態）

[0053] 図４は、第４実施形態の光学システム２Ａの構成を示す図である。第４実施形態の光学システム２Ａは、光変調装置１により変調した光を対象物９に照射するものである。ここで、光変調装置１は、第１～第３の実施形態の光変調装置１Ａ～１Ｃの何れであってもよい。対象物９への光照射は、単なる照射であってもよいし、対象物９の光加工や励起であってもよい。

[0054] 光学システム２Ａは、光変調装置１に加えて、光源６０、レンズ６１、空間フィルタ６２、レンズ６３、開口６４、光源７０、レンズ７１、ビームスプリッタ７２、ビームスプリッタ７３、開口７４、レンズ７５、開口７６、レンズ７７、検出部７８およびステージ９０を備える。

[0055] 光源６０は、対象物９に照射すべき光を出力するものであり、好適にはレーザ光源である。レンズ６１，６３は、光源６０から出力された光を入力し、そのビーム径を拡大して平行光を出力する。レンズ６１とレンズ６３との間に設けられた空間フィルタ６２は、光のビーム断面における強度分布を調整して、例えば、光軸を含む所定の断面領域における光強度を均一化する。開口６４は、レンズ６３から出力された光を入力し、その光のビーム断面のうち所定の断面領域の光を選択的に出力する。開口６４は、例えば、光軸を合わせるためや切り出し領域の制御（ビームの使用口径を光学系に合わせるときなどに利用）、ビーム形状の変更（円形に限らず矩形等の任意形状に変更）、または、強度分布を予め制限することを目的とする。

[0056] 光変調装置１は、開口６４から出力された光を入力して変調し、当該変調後の光を出力する。ビームスプリッタ７３は、光変調装置１により変調されて出力された光を開口７４へ透過させ、光源７０から出力されて到達した光を開口７４へ反射させる。開口７４は、ビームスプリッタ７３から到達した光を入力し、その光のビーム断面のうち所定の断面領域の光を選択的に出力するものであり、開口６４と同様の役割を有する。レンズ７５は、開口７４から出力された光を対象物９に導く。レンズ７５は、開口７４から出力された光を対象物９の表面または内部において集光するものであってもよいし、光変調装置１の空間光変調器１０の変調面１１を対象物９の表面または内部において結像するものであってもよい。

[0057] 光源７０は、対象物９を観察する為に対象物９に照射すべき光を出力するものである。光源７０は、レーザ光源等の単色光源であってもよいし、白色光源であってもよい。レンズ７１は、光源７０から出力された光を平行光とする。ビームスプリッタ７２は、レンズ７１から到達した光の一部をビームスプリッタ７３へ透過させ、ビームスプリッタ７３から到達した光の一部を開口７６へ反射させる。

[0058] 開口７６は、ビームスプリッタ７２から到達した光を入力し、その光のビーム断面のうち所定の断面領域の光を選択的に出力するものであり、開口６４と同様の役割を有する。レンズ７７は、開口７６から出力された光を検出部７８に導く。レンズ７７は、開口７６から出力された光を検出部７８の受光面において集光するものであってもよいし、対象物９における光照射面を検出部７８の受光面において結像するものであってもよい。検出部７８は、レンズ７７から到達した光を受光し検出する。検出部７８は、受光強度を検出するものであってもよいし、１次元または２次元の光強度分布を検出するものであってもよい。

[0059] ステージ９０は、対象物９を保持する。ステージ９０は、対象物９の位置または方位を調整することができるのが好適であり、ｘ軸，ｙ軸，ｚ軸，θ軸，α軸およびβ軸の何れか１軸以上について調整が可能であるのが好適で

ある。位置または方位の調整は、電動に拠るものであってもよいし、手動に拠るものであってもよい。

[0060] この光学システム２Ａは以下のように動作する。光源６０から出力された光は、レンズ６１，６３によりビーム径が拡大されて平行光とされるとともに、空間フィルタ６２によりビーム断面における強度分布が調整され、開口６４によりビーム断面のうち所定の断面領域が選択されて、その後に光変調装置１に入力される。光変調装置１により変調されて出力された光は、ビームスプリッタ７３を透過し、開口７４およびレンズ７５を経て、ステージ９０により保持された対象物９において集光または結像される。

[0061] 光源７０から出力された観察用の光は、レンズ７１により平行光とされ、ビームスプリッタ７２を透過し、ビームスプリッタ７３で反射され、開口７４およびレンズ７５を経て、ステージ９０により保持された対象物９に照射される。この観察用の光が対象物９に照射されたことにより対象物９で生じた光は、レンズ７５および開口７４を経て、ビームスプリッタ７３で反射され、ビームスプリッタ７２で更に反射され、開口７６およびレンズ７７を経て、検出部７８により受光される。この検出部７８により、観察用の光が対象物９に照射されたことにより対象物９で生じた光の強度が検出され、或いは、対象物９で生じた光の強度分布が検出される。

[0062] なお、本実施形態において、光源６０から出力される光の波長は、対象物９への光照射の目的によって決められる他、光変調装置１の空間光変調器１０において振幅または位相を充分に変調することができることが望まれる。空間光変調器１０が位相変調型のものである場合、光源６０から出力される光の波長は、空間光変調器１０における位相変調幅をπ[rad]以上確保することができることが好ましい。

[0063] レンズ６１，６３，７１，７５，７７それぞれは、１枚のレンズであってもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ群であってもよい。

[0064] 開口６４，７４，７６それぞれは、設置位置の調整が可能であるのが好適であり、また、開口領域の大きさや形状の調整が可能であるのも好適である

。開口は、フーリエマスクであってもよいし、透過率分布を持つような強度マスクであってもよい。光変調装置１内の光路上に開口が設けられてもよい。

[0065] 光源７０から出力される光を対象物９に照射するに際して、用途や対象物９によって、導入位置や照明方法（ケーラー照明・クリティカル照明など）が適宜に選択され得る。光変調装置１内の光路上に、観察用の光を導入・導出するためのビームスプリッタが設けられてもよい。透過型の観察用光源を設けてもよい。

[0066] （第５実施形態）

[0067] 図５は、第５実施形態の光学システム２Ｂの構成を示す図である。第５実施形態の光学システム２Ｂは、対象物９で生じた光を光変調装置１により変調した後に検出するものである。ここで、光変調装置１は、第１～第３の実施形態の光変調装置１Ａ～１Ｃの何れであってもよい。対象物９で生じた光は、対象物９に光を照射したことに因り対象物９で生じた光（例えば、透過光、反射光、散乱光、蛍光、非線形光学現象による発光）であってもよいし、光照射と関係なく対象物９で生じた光（例えば化学発光）であってもよい。以下では、対象物９からの反射光を光変調装置１により変調した後に検出する構成について説明する。

[0068] 光学システム２Ｂは、光変調装置１に加えて、光源７０、レンズ７１、ビームスプリッタ７３、開口７４、レンズ７５、開口７６、レンズ７７、検出部７８およびステージ９０を備える。

[0069] 光源７０は、対象物９に照射すべき光を出力するものである。光源７０は、レーザ光源等の単色光源であってもよいし、白色光源であってもよい。レンズ７１は、光源７０から出力された光を平行光とする。ビームスプリッタ７３は、レンズ７１から到達した光の一部を開口７４へ反射させ、開口７４から到達した光の一部を光変調装置１へ透過させる。開口７４は、ビームスプリッタ７３から到達した光を入力し、その光のビーム断面のうち所定の断面領域の光を選択的に出力する。開口７４は、例えば、光軸を合わせるため

や切り出し領域の制御（ビームの使用口径を光学系に合わせるときなどに利用）、ビーム形状の変更（円形に限らず矩形等の任意形状に変更）、または、強度分布を予め制限することを目的とする。レンズ７５は、開口７４から出力された光を対象物９に導く。

[0070] 光変調装置１は、対象物９で発生してレンズ７５、開口７４およびビームスプリッタ７３を経て到達した光を入力して変調し、当該変調後の光を出力する。開口７６は、光変調装置１により変調されて出力された光を入力し、その光のビーム断面のうち所定の断面領域の光を選択的に出力するものであり、開口７４と同様の役割を有する。レンズ７７は、開口７６から出力された光を検出部７８に導く。レンズ７７は、開口７６から出力された光を検出部７８の受光面において集光するものであってもよいし、対象物９における光照射面を検出部７８の受光面において結像するものであってもよい。検出部７８は、レンズ７７から到達した光を受光し検出する。検出部７８は、受光強度を検出するものであってもよいし、１次元または２次元の光強度分布を検出するものであってもよい。

[0071] この光学システム２Ｂは以下のように動作する。光源７０から出力された光は、レンズ７１により平行光とされ、ビームスプリッタ７３で反射され、開口７４およびレンズ７５を経て、ステージ９０により保持された対象物９に照射される。この光が対象物９に照射されたことにより対象物９で生じた光は、レンズ７５および開口７４を経て、ビームスプリッタ７３を透過し、光変調装置１に入力される。光変調装置１により変調されて出力された光は、開口７６およびレンズ７７を経て、検出部７８により受光される。この検出部７８により、光源７０から出力された光が対象物９に照射されたことにより対象物９で生じた光の強度が検出され、或いは、対象物９で生じた光の強度分布が検出される。

[0072] なお、本実施形態において、光源７０から出力される光の波長は、対象物９への光照射の目的によって決められる他、光変調装置１の空間光変調器１０において振幅または位相を充分に変調することができることが望まれる。

空間光変調器１０が位相変調型のものである場合、光源７０から出力される光の波長は、空間光変調器１０における位相変調幅をπ[rad]以上確保することができることが好ましい。

[0073] レンズ７１，７５，７７それぞれは、１枚のレンズであってもよいし、複数枚のレンズを含むレンズ系であってもよい。

[0074] 開口７４，７６それぞれは、設置位置の調整が可能であるのが好適であり、また、開口領域の大きさや形状の調整が可能であるのも好適である。開口は、フーリエマスクであってもよいし、透過率分布を持つような強度マスクであってもよい。光変調装置１内の光路上に開口が設けられてもよい。

[0075] 光源７０から出力される光を対象物９に照射するに際して、用途や対象物９によって、導入位置や照明方法（ケーラー照明・クリティカル照明など）が適宜に選択され得る。光変調装置１内の光路上に、光を導入・導出するためのビームスプリッタが設けられてもよい。透過型の観察用光源を設けてもよい。

[0076] （変形例）

[0077] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

[0078] 上記実施形態では、第１偏光面回転部３３は、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12のうち何れか一方の偏光面を９０°だけ回転させ、第２偏光面回転部４３は、第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22のうち何れか一方の偏光面を９０°だけ回転させた。しかし、第１偏光面回転部３３は、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12の双方の偏光面を回転させて、第１分離光Ｌ11および第２分離光Ｌ12を互いに同じ方位の直線偏光としてもよい。また、第２偏光面回転部４３は、第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22の双方の偏光面を回転させて、第１変調光Ｌ21および第２変調光Ｌ22を互いに直交する方位の直線偏光としてもよい。

[0079] 第１偏光面回転部３３は、空間光変調器１０の変調面１１と偏光分離部３１との間の光路上の何れの位置に配置されてもよい。第１偏光面回転部３３

は、空間光変調器１０の変調面１１上に設けられてもよく、反射鏡３２の反射面上に設けられてもよく、また、偏光分離部３１の出射面上に設けられてもよい。

[0080] 第２偏光面回転部４３は、空間光変調器１０の変調面１１と偏光合成部４１との間の光路上の何れの位置に配置されてもよい。第２偏光面回転部４３は、空間光変調器１０の変調面１１上に設けられてもよく、反射鏡４２の反射面上に設けられてもよく、また、偏光合成部４１の入射面上に設けられてもよい。

[0081] 偏光分離部３１および偏光合成部４１それぞれは、偏光ビームスプリッタに限定されるものではなく、偏光分離・偏光合成が可能な他の光学素子であってもよい。第１偏光面回転部３３および第２偏光面回転部４３それぞれは、１／２波長板やファラデーローテータに限定されるものではなく、光の偏光面を回転させることが可能な他の光学素子であってもよい。

[0082] 光源６０と空間光変調器１０との間の光路、空間光変調器１０と対象物９との間の光路、または、空間光変調器１０と検出部７８との間の光路、等に、フィルタ，ダイクロイックミラー，拡大縮小光学系などの一般的な光学部品が挿入されていてもよい。

[0083] 光源７０から出力される光を用いて対象物９の観察を行う観察系は、結像系であることが望ましく、カメラレンズ、顕微鏡または望遠鏡を含む結像系であってもよい。観察系で取得するデータは、透過像・透過光強度・蛍光像・蛍光強度・発光像・発光強度・散乱像・散乱強度など何れでもよい。対象物９に応じて観察する光の波長を選択すればよい。また、これらの観察系の位置（各要素別でもよい）を変更できるような機構が取り付けられていてもよく、外部からの信号やフィードバック信号などで制御してもよい。

[0084] 空間光変調器１０にブレーズドグレーティングパターンを表す強度変調用計算機ホログラムを表示する場合、このブレーズドグレーティングパターンにより強度変調された特定次数の回折光が対象物９に照射されるだけでなく、特定次数以外の次数の回折光（０次光を含む。）も発生する。特定次数以

外の次数の回折光は不要な光であるので、その不要光が対象物９に照射されないようにすることが好ましく、或いは、その不要光が対象物９に照射されても実害がないようにすることが好ましい。

[0085] 不要光が対象物９に照射されないようにするには、空間光変調器１０により変調された光をレンズで集光し、そのレンズの集光点の近傍に開口やナイフエッジなどを配置することで不要光を遮断すればよく、或いは、空間光変調器１０の後段に設けた４ｆ光学系によって特定次数の光を選択的にコリメートすることとしてもよい。不要光が対象物９に照射されても実害がないようにするには、対象物９への不要光の照射を分散させて、不要光のエネルギ密度を小さくすればよい。

[0086] 上記実施形態による光変調装置では、（１）入力光を互いに直交する方位の直線偏光の光に分離して、第１分離光および第２分離光を出力する偏光分離部と、（２）偏光分離部から出力された第１分離光または第２分離光の偏光面を回転させて、第１分離光および第２分離光を互いに同じ方位の直線偏光とする第１偏光面回転部と、（３）入力した光の振幅または位相を変調して当該変調後の光を出力する複数の画素が配列された変調面を有し、その変調面が第１領域および第２領域を含み、第１偏光面回転部により互いに同じ方位の直線偏光とされた第１分離光および第２分離光のうち第１分離光を第１領域において変調して当該変調後の第１変調光を出力し、第２分離光を第２領域において変調して当該変調後の第２変調光を出力する反射型の空間光変調器と、（４）空間光変調器から出力された第１変調光または第２変調光の偏光面を回転させて、第１変調光および第２変調光を互いに直交する方位の直線偏光とする第２偏光面回転部と、（５）第２偏光面回転部により互いに直交する方位の直線偏光とされた第１変調光および第２変調光を合成して出力光とする偏光合成部と、を備える構成としている。

[0087] 上記構成の光変調装置は、入力光を偏光分離部へ反射させる第１反射面と、偏光合成部からの出力光を反射させる第２反射面とを有し、第２反射面からの出力光の出力方向が第１反射面への入力光の入力方向と同一である光入

出力部を更に備えるのが好適である。

[0088] 上記実施形態による光学システムでは、光を出力する光源と、光源から出力された光を入力して変調し当該変調後の光を出力して対象物に照射する上記構成の光変調装置と、を備える構成としている。この光学システムでは、光源から出力された光は、光変調装置において変調された後に対象物に照射される。

[0089] 上記実施形態による光学システムでは、対象物で発生した光を入力して変調し当該変調後の光を出力する上記構成の光変調装置と、光変調装置から出力された光を検出する検出部と、を備える構成としている。この光学システムでは、対象物で発生した光は、光変調装置において変調された後に検出部により検出される。

産業上の利用可能性

[0090] 本発明は、特定方位の直線偏光の光に対してのみ変調をすることができる空間光変調器を用いる場合であっても光利用効率を高くすることができる光変調装置、及びこのような光変調装置を備えて光利用効率を高くすることができる光学システムとして利用可能である。

符号の説明

[0091] １，１Ａ～１Ｃ…光変調装置、２Ａ，２Ｂ…光学システム、９…対象物、１０…空間光変調器、１１…変調面、１１Ａ…第１領域、１１Ｂ…第２領域、２０…制御部、３１…偏光分離部、３２…反射鏡、３３…第１偏光面回転部、４１…偏光合成部、４２…反射鏡、４３…第２偏光面回転部、５０…光入出力部、５１…第１反射面、５２…第２反射面、６０…光源、６１…レンズ、６２…空間フィルタ、６３…レンズ、６４…開口、７０…光源、７１…レンズ、７２…ビームスプリッタ、７３…ビームスプリッタ、７４…開口、７５…レンズ、７６…開口、７７…レンズ、７８…検出部、９０…ステージ、Ｌin…入力光、Ｌout…出力光、Ｌ11…第１分離光、Ｌ12…第２分離光、Ｌ21…第１変調光、Ｌ22…第２変調光。

請求の範囲

[請求項1] 入力光を互いに直交する方位の直線偏光の光成分に分離して第１分離光および第２分離光を出力する偏光分離部と、

前記偏光分離部から出力された前記第１分離光または前記第２分離光の偏光面を回転させて、前記第１分離光および前記第２分離光を互いに同じ方位の直線偏光とする第１偏光面回転部と、

入力した光の振幅または位相を変調して当該変調後の光を出力する複数の画素が配列された変調面を有し、その変調面が第１領域および第２領域を含み、前記第１偏光面回転部により互いに同じ方位の直線偏光とされた前記第１分離光および前記第２分離光のうち前記第１分離光を前記第１領域において変調して当該変調後の第１変調光を出力し、前記第２分離光を前記第２領域において変調して当該変調後の第２変調光を出力する反射型の空間光変調器と、

前記空間光変調器から出力された前記第１変調光または前記第２変調光の偏光面を回転させて、前記第１変調光および前記第２変調光を互いに直交する方位の直線偏光とする第２偏光面回転部と、

前記第２偏光面回転部により互いに直交する方位の直線偏光とされた前記第１変調光および前記第２変調光を合成して出力光とする偏光合成部と、

を備える、光変調装置。

[請求項2] 前記入力光を前記偏光分離部へ反射させる第１反射面と、前記偏光合成部からの前記出力光を反射させる第２反射面とを有し、前記第２反射面からの前記出力光の出力方向が前記第１反射面への前記入力光の入力方向と同一である光入出力部を更に備える、請求項１に記載の光変調装置。

[請求項3] 光を出力する光源と、

前記光源から出力された光を入力して変調し当該変調後の光を出力して対象物に照射する請求項１または２に記載の光変調装置と、

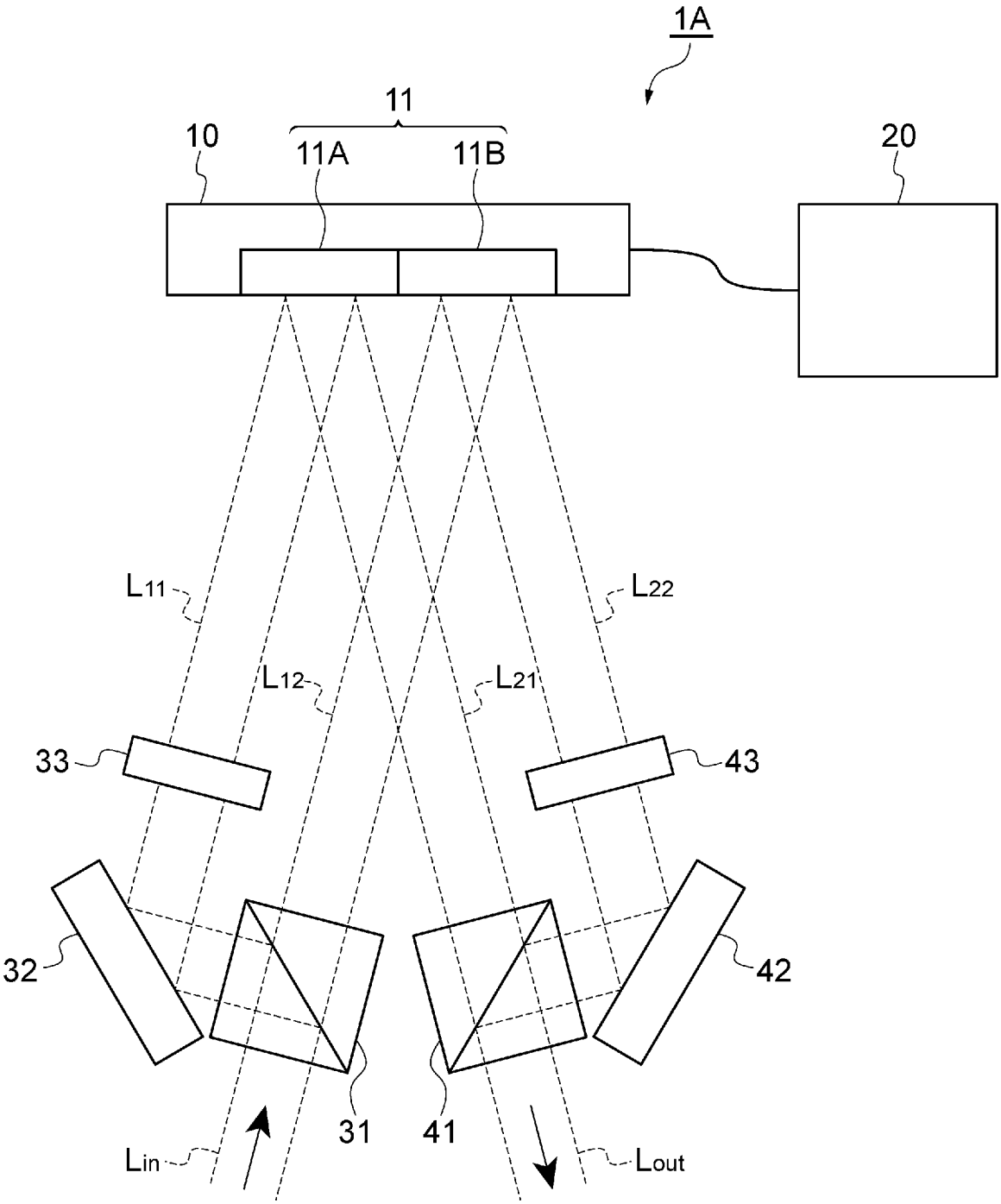
を備える、光学システム。

[請求項4] 対象物で発生した光を入力して変調し当該変調後の光を出力する請求項１または２に記載の光変調装置と、

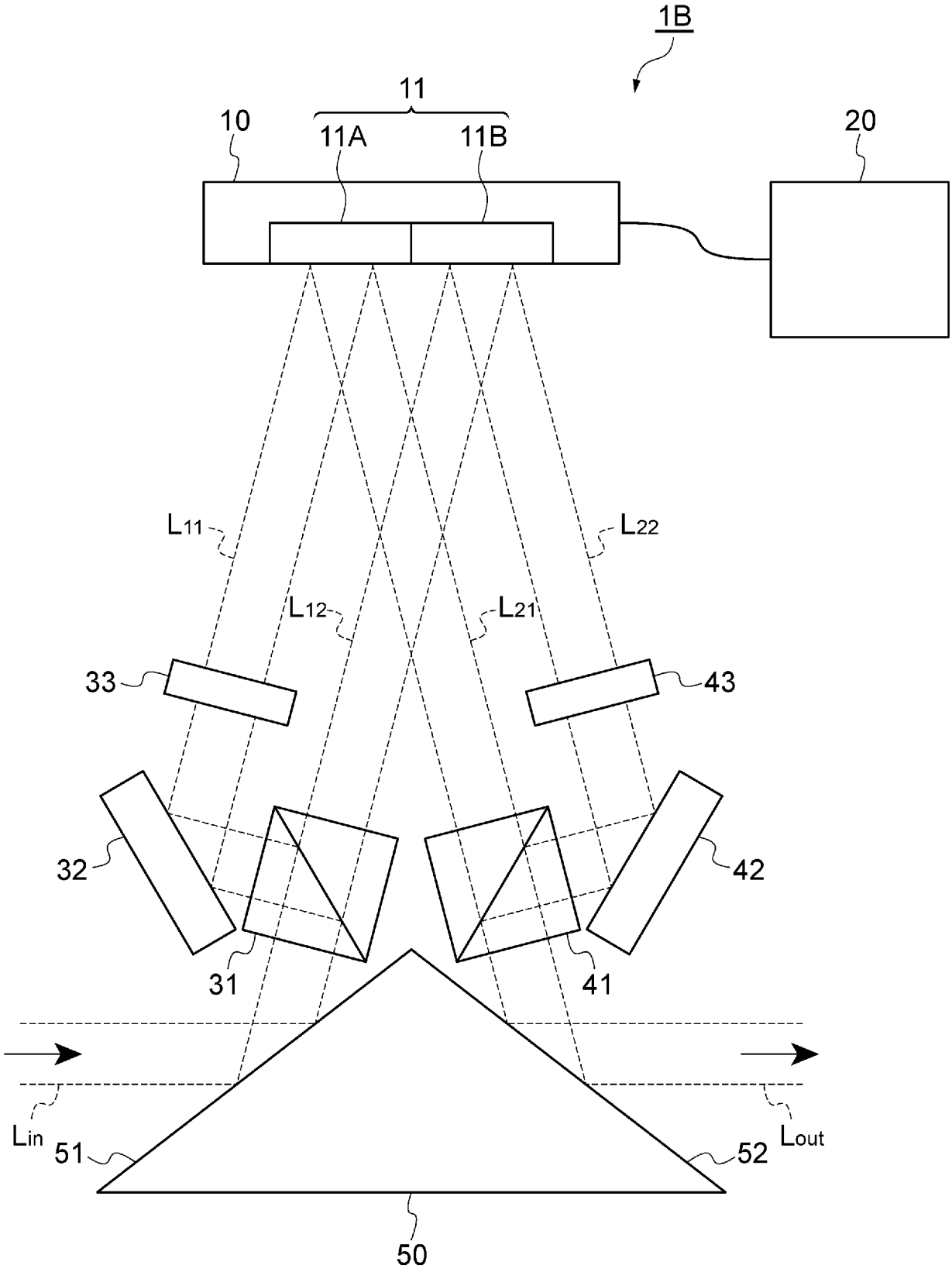
前記光変調装置から出力された光を検出する検出部と、

を備える、光学システム。

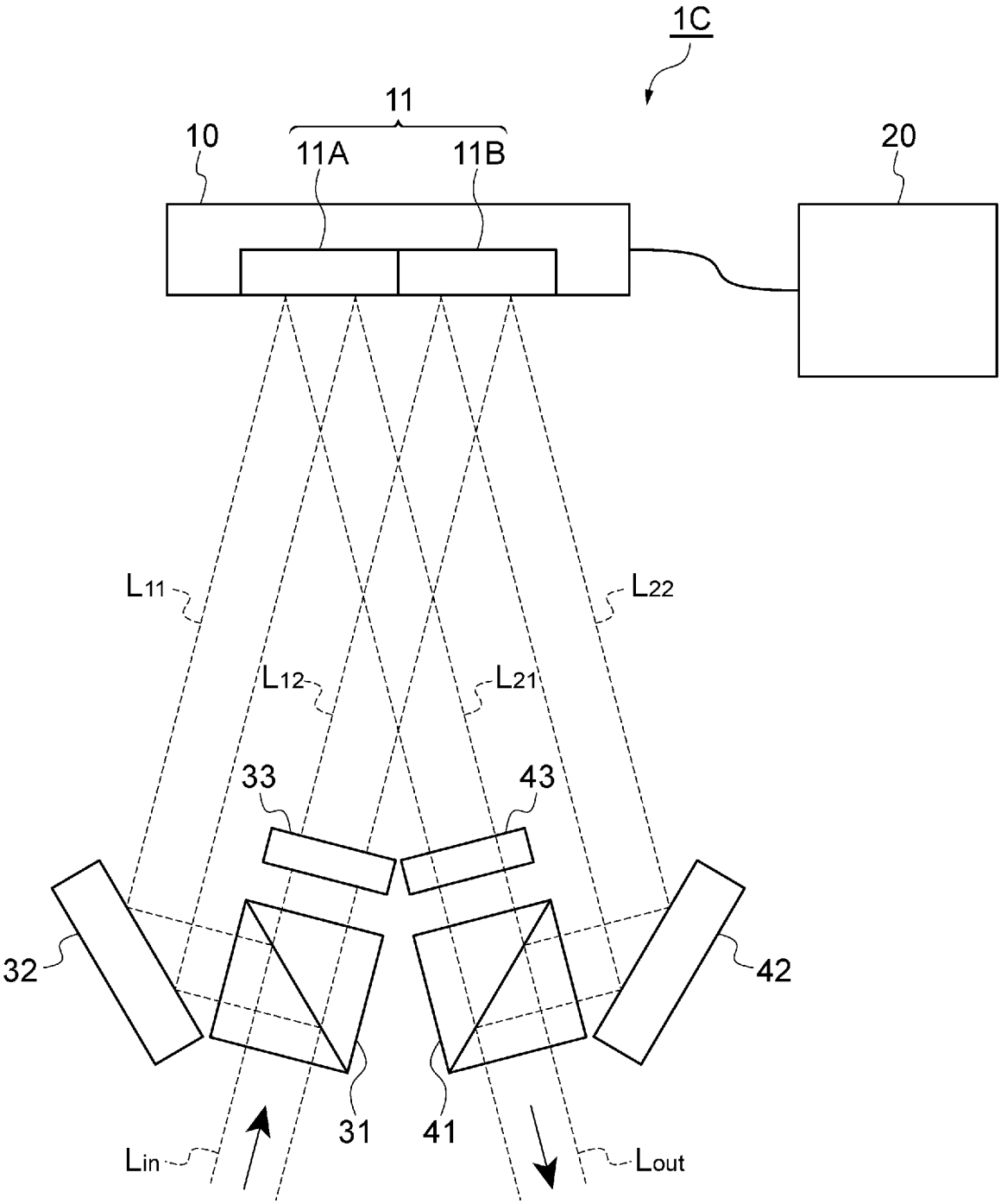
[図1]



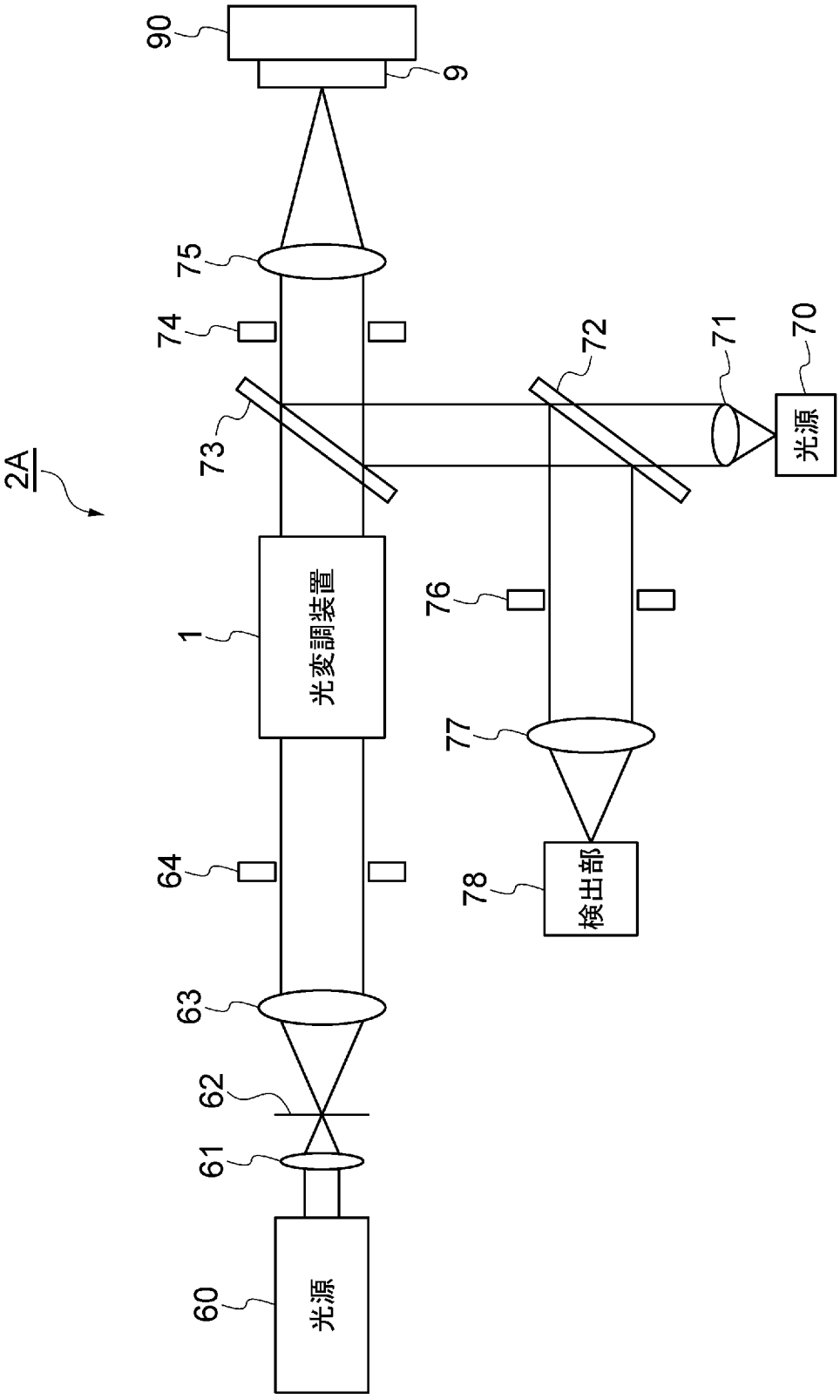
[図2]


1B
11
10
11A
11B
20
L11
L22
L12
L21
33
43
32
42
31
41
Lin
51
52
Lout
50

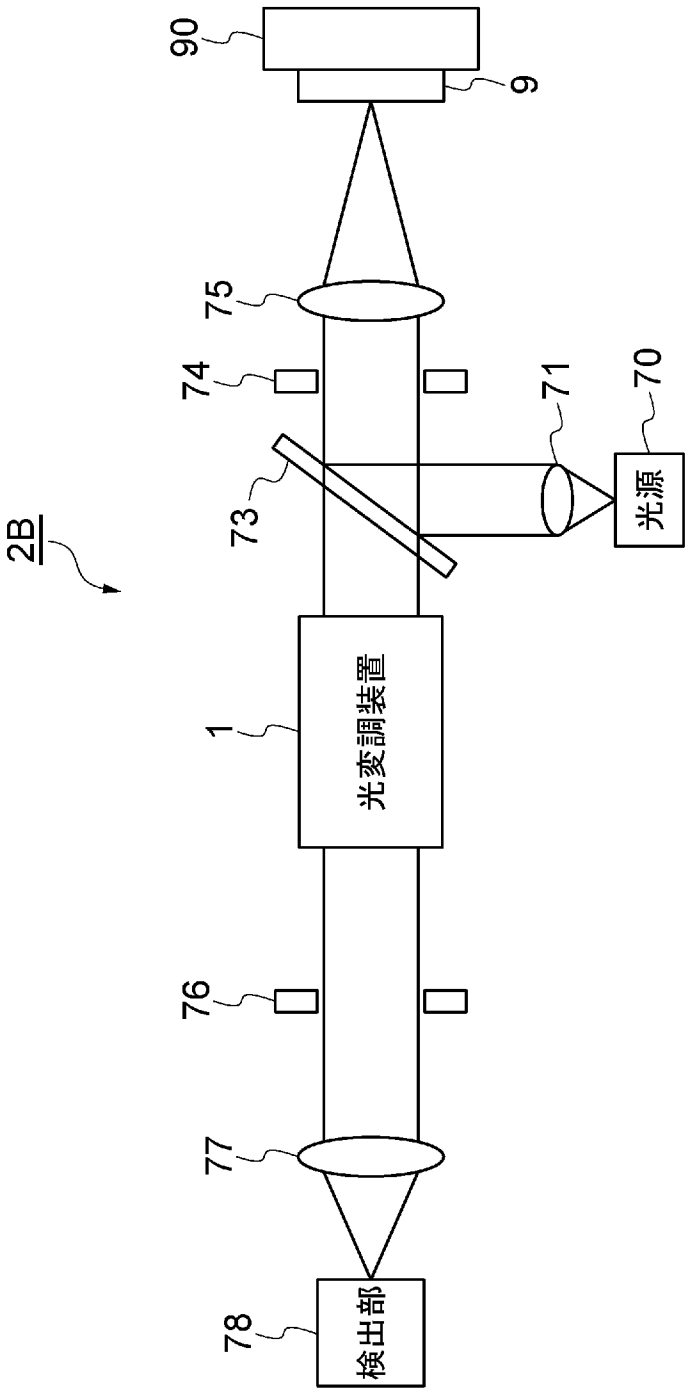
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/074079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/01(2006.01)i, *G02F1/13*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F1/01-1/141

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-260063 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0002] to [0003], [0017] to [0030]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-3 4
Y	JP 2011-104332 A (Canon Inc.), 02 June 2011 (02.06.2011), paragraphs [0012] to [0030]; fig. 1 to 3 & US 2011/0096337 A1 paragraphs [0018] to [0036]; fig. 1 to 3 & EP 2314202 A1 & CN 102038490 A	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 October 2015 (16.10.15)	10 November 2015 (10.11.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７４０７９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02F1/01(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02F1/01-1/141

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2010-260063 A（浜松ホトニクス株式会社）2010.11.18, 段落【０００２】－【０００３】,【００１７】－【００３０】, 図１，２ （ファミリーなし）	1-3 4
Y	JP 2011-104332 A（キヤノン株式会社）2011.06.02, 段落【００１２】－【００３０】，図１－３ & US 2011/0096337 A1，段落［００１８］－［００３６］，図１－３ & EP 2314202 A1 & CN 102038490 A	4

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１６．１０．２０１５	１０．１１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｘ　９０１７
河原　正
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９４