

(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
2012 年 10 月 26 日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/143983 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) G03B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/006093
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 31 日(31.10.2011)
- (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 2011-095742 2011 年 4 月 22 日(22.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0
6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 今村 典広
(IMAMURA, Norihiro).
- (74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA, Seiji); 〒5410041 大
阪府大阪市中央区北浜一丁目 8 番 1 6 号 大阪
証券取引所ビル 1 0 階 奥田国際特許事務所
Osaka (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

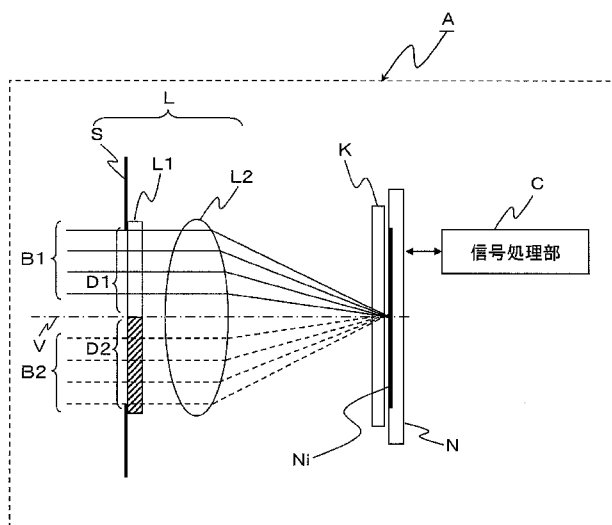
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGE CAPTURE DEVICE, IMAGE CAPTURE SYSTEM, AND IMAGE CAPTURE METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置、撮像システム、及び撮像方法

[図1]



C SIGNAL PROCESSING UNIT

(57) Abstract: This image capture device comprises: a lens optical assembly, further comprising a lens and an iris; an image capture element, further comprising at least a plurality of first pixels and a plurality of second pixels whereupon light which passes through the lens optical assembly enters; and an array-shaped optical element which is positioned between the lens optical assembly and the image capture element. The lens optical assembly further comprises a first region, where through light of a first wavelength band passes within a plane which is perpendicular to an optical axis, and a second region where through light of a second wavelength band different from the first wavelength band passes. The array-shaped optical element causes the light which passes through the first region to enter the plurality of first pixels, and the light which passes through the second region to enter the plurality of second pixels.

(57) 要約: 本発明の撮像装置は、レンズ及び絞りを含むレンズ光学系と、レンズ光学系を透過した光が入射する複数の第1の画素と複数の第2の画素とを少なくとも有する撮像素子と、レンズ光学系と撮像素子との間に配置されたアレイ状

光学素子とを備え、レンズ光学系は、光軸と垂直な面内に第1の波長帯域の光を透過する第1の領域と、第1の波長帯域と異なる第2の波長帯域の光を透過する第2の領域とを含み、アレイ状光学素子は、第1の領域を透過した光を複数の第1の画素に入射させ、第2の領域を透過した光を複数の第2の画素に入射させる。

WO 2012/143983 A1

明 細 書

発明の名称：撮像装置、撮像システム、及び撮像方法

技術分野

[0001] 本発明は、カメラ等の撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] カラー撮像用の固体撮像素子の各画素上には、一般的に、顔料もしくは染料などの有機材料を用いたカラーフィルタが形成されている。このようなカラーフィルタは、赤外光を通すため、撮像装置において良好なカラー画像を取得するには、赤外カットフィルターを固体撮像素子よりも前側の光路に配置する構成が一般的である。従って、単一の撮像素子を用いた撮像装置では、可視光と赤外光の両方の画像情報を同時に取得することは困難である。また、有機材料を用いたカラーフィルタは、波長帯域が広く、例えば青色、緑色、赤色の各波長帯域は、比較的広い波長帯域でオーバーラップするため、色再現性が悪くなる。

[0003] そこで、これらの課題を解決するために、誘電体多層膜によるカラーフィルタを形成した固体撮像素子に関する技術が開示されている（特許文献1、2）。

[0004] また、有機材料を用いたカラーフィルタは、狭い帯域の分光特性を形成することが困難であり、狭い波長帯域の色情報を抽出する撮像が困難である。

[0005] そこで、狭帯域の色情報を取得するために、白色光と所定の狭帯域光を順次点灯させて画像を取得する技術が開示されている（特許文献3）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-212306号公報

特許文献2：特開2006-190958号公報

特許文献3：特許第4253550号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 文献 1、2 では、誘電多層膜を微小な画素毎に形成する工程が必要であるため、固体撮像素子が高価となる。また、非常に微小な画素サイズでは形成が困難である。
- [0008] また、文献 3 では、白色光源と所定の狭帯域光源を順次点灯させて、時分割で撮像する方式である。そのため、動体を撮像すると、時間差による色ずれが生じる。
- [0009] また、従来カラー撮像素子の分光特性は、生産性の観点から機種ごとに統一されていることが一般的であるため、それを買入れる撮像装置メーカーが分光特性を任意に指定することは困難である。
- [0010] 本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その主な目的は、単一の撮像光学系を用いた 1 回の撮像によって任意のマルチスペクトル画像を取得することができる撮像装置及び撮像方法を提供することにある。なお、マルチスペクトル画像とは、画素ごとに分光情報を有する画像のことを言う。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の撮像装置は、レンズ及び絞りを有するレンズ光学系と、前記レンズ光学系を透過した光が入射する複数の第 1 の画素と複数の第 2 の画素とを少なくとも有する撮像素子と、前記レンズ光学系と前記撮像素子との間に配置されたアレイ状光学素子とを備え、前記レンズ光学系は、光軸と垂直な面内に複数の領域をさらに有し、前記複数の領域は、第 1 の波長帯域の光を透過する第 1 の領域と、前記第 1 の波長帯域と異なる第 2 の波長帯域の光を透過する第 2 の領域とを含み、前記アレイ状光学素子は、前記第 1 の領域を透過した光を前記複数の第 1 の画素に入射させ、前記第 2 の領域を透過した光を前記複数の第 2 の画素に入射させる。
- [0012] 本発明の撮像システムは、本発明の撮像装置と、前記撮像装置における前記複数の第 1 の画素において得られた画素値から第 1 の波長帯域に対応する第 1 の画像情報を生成し、前記複数の第 2 の画素において得られた画素値が

ら第2の波長帯域に対応する第2の画像情報を生成する信号処理装置とを備える。

[0013] 本発明の撮像方法は、第1の波長帯域の光を透過する第1の領域と、前記第1の波長帯域とは異なる第2の波長帯域の光を透過する第2の領域とを少なくとも有するレンズ光学系と、前記レンズ光学系を透過した光が入射する複数の第1の画素と複数の第2の画素とを少なくとも有する撮像素子と、前記レンズ光学系と前記撮像素子との間に配置されたアレイ状光学素子とを備える撮像装置を用い、前記アレイ状光学素子によって、前記第1の領域を透過した光を前記複数の第1の画素に入射させ、前記第2の領域を透過した光を前記複数の第2の画素に入射させ、前記複数の第1の画素において得られた画素値から第1の波長帯域に対応する第1の画像および前記複数の第2の画素において得られた画素値から第2の波長帯域に対応する第2の画像情報を生成する。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、単一の撮像系を用いた1回の撮像によって、任意のマルチスペクトル画像を取得することができる。本発明によれば、画素毎に誘電体多層膜を設ける必要がない。また、本発明の撮像装置を用いて動画を撮影した場合、時間の経過によって被写体の位置に変化が生じて、複数の画像間で像のずれが生じることがない。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明による撮像装置Aの実施の形態1を示す模式図である。

[図2]本発明の実施の形態1における光学素子L1を被写体側から見た正面図である。

[図3]本発明の実施の形態1におけるアレイ状光学素子Kの斜視図である。

[図4] (a) は、本実施の形態1における図1に示すアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図、(b) は、アレイ状光学素子Kと撮像素子Nの画素との位置関係を示す図である。

[図5]本発明による撮像装置Aの実施の形態2を示す模式図である。

[図6]本発明の実施の形態2における光学素子L1を被写体側から見た正面図である。

[図7](a)は、本実施の形態2における図5に示すアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図、(b)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子Nの画素との位置関係を示す図である。

[図8]本発明の実施の形態3における光学素子L1を被写体側から見た正面図である。

[図9]本発明の実施の形態3におけるアレイ状光学素子Kの斜視図である。

[図10](a)は、本実施の形態3におけるアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図、(b)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子Nの画素との位置関係を示す図である。

[図11](a)は、本発明の実施の形態4における光学素子L1を被写体側から見た正面図、(b)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子Nの画素との位置関係を示す図である。

[図12]本発明の実施の形態1における被写体距離毎の光線図、および点像とその重心の変化について説明する図である。

[図13]本発明の実施の形態4における被写体距離毎の点像とその重心について説明する図である。

[図14](a)および(b)は、本発明の実施の形態5における光学系と撮像部を示す模式図である。

[図15](a)および(b)は、本発明の実施の形態5における光学素子L1の斜視図である。

[図16](a)、(b)および(c)は、本発明の実施の形態5における絞りSを被写体側から見た正面図である。

[図17](a)および(b)は、本発明の実施の形態5における光学系と撮像部を示す模式図である。

[図18]本発明の実施の形態5における光学素子L1の斜視図である。

[図19](a)、(b)および(c)は、本発明の実施の形態6における光学

素子L 1の斜視図である。

[図20] (a)、(b)および(c)は、本発明の実施の形態6における絞りSを被写体側から見た正面図である。

[図21] (a)、(b)および(c)は、本発明の実施の形態7における光学素子L 1の斜視図である。

[図22] (a)、(b)および(c)は、本発明の実施の形態7における絞りSを被写体側から見た正面図である。

[図23] (a)および(b)は、本発明の実施の形態8におけるアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図である。

[図24] (a)および(b)は、本発明によるその他の形態におけるアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図である。

[図25] (a 1)および(b 1)は、本発明によるその他の形態におけるアレイ状光学素子Kの斜視図、(a 2)および(b 2)は、各光学要素の等高線を示す図、(a 3)および(b 3)は、光線追跡シミュレーションの結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明による撮像装置の実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0017] (実施の形態1)

図1は、実施の形態1の撮像装置Aを示す模式図である。本実施形態の撮像装置Aは、Vを光軸とするレンズ光学系Lと、レンズ光学系Lの焦点近傍に配置されたアレイ状光学素子Kと、撮像素子Nと、信号処理部Cとを備える。

[0018] レンズ光学系Lは、被写体(図示せず)からの光が入射する絞りSと、絞りSを通過した光が入射する光学素子L 1と、光学素子L 1を通過した光が入射するレンズL 2とから構成されている。

[0019] レンズL 2は、一枚のレンズで構成されていてもよいし、複数枚のレンズで構成されていてもよい。図1では、一枚構成として図示している。

- [0020] 光学素子L 1は、絞り近傍に配置されている。
- [0021] また、光学素子L 1は、第1の波長帯域の光を透過する第1の光学面領域D 1と、第2の波長帯域の光を透過する第2の光学面領域D 2とを有する。第1の波長帯域と第2の波長帯域とは互いに異なる。
- [0022] 「第1の波長帯域」及び「第2の波長帯域」における「波長帯域」とは、例えば、領域を透過する光の全光量のうち50%以上の光量を占める連続する帯域であり、領域を通過することにより95%以上カットされる波長は「波長帯域」に含まれない。
- [0023] また、2つの波長帯域が互いに異なるとは、少なくとも一方の波長帯域に、他方の波長帯域には含まれない帯域が存在することを言う。したがって、一部の波長帯域が重複していてもよい。
- [0024] 透過する波長帯域が互いに異なる構成は、光学素子L 1の絞りS側の表面上に有機材料や誘電多層膜を用いたフィルタを形成する構成や、吸収型のフィルタを形成する構成や、染色系のフィルタによって光学素子L 1を領域毎に染色する構成によって実現する。このようなカラーフィルタは、1つの平板上に形成されていても良いし、領域毎に分割した複数の平板上に形成されていてもよい。
- [0025] 本実施形態では、2つの光学面領域D 1、D 2を通過した光は、レンズL 2を通過した後、アレイ状光学素子Kに入射する。アレイ状光学素子Kは、光学面領域D 1を通過した光を撮像素子Nにおける画素P 1に、光学面領域D 2を通過した光を撮像素子Nにおける画素P 2に入射させる。信号処理部Cは、画素P 1において得られる画素値から第1の波長帯域に対応する画像情報を生成し、画素P 2において得られる画素値から第2の波長帯域に対応する画像情報を生成し、出力する。
- [0026] 図1において、光束B 1は、光学素子L 1上の光学面領域D 1を通過する光束であり、光束B 2は、光学素子L 1上の光学面領域D 2を通過する光束である。光束B 1、B 2は、絞りS、光学素子L 1、レンズL 2、アレイ状光学素子Kをこの順に通過し、撮像素子N上の撮像面N iに到達する。

- [0027] 図2は、光学素子L1を被写体側から見た正面図である。光学素子L1における光学面領域D1とD2は、光軸Vを境界中心として光軸Vに垂直な面内で上下に2分割することで形成される。図2において、破線sは、絞りSの位置を示している。
- [0028] 図3は、アレイ状光学素子Kの斜視図である。アレイ状光学素子Kにおける撮像素子N側の面には、横方向に細長い複数の光学要素M1が縦方向に配置されている。それぞれの光学要素M1の断面（縦方向）は、撮像素子N側に突出した曲面の形状を有する。このように、アレイ状光学素子Kは、レンチキュラレンズの構成を有する。
- [0029] 図1に示すように、アレイ状光学素子Kは、レンズ光学系Lの焦点近傍に配置されており、撮像面Niから所定の距離だけ離れた位置に配置されている。
- [0030] 図4（a）は、図1に示すアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図であり、図4（b）は、アレイ状光学素子Kと撮像素子N上の画素との位置関係を示す図である。アレイ状光学素子Kは、光学要素M1が形成された面が撮像面Ni側に向かうように配置されている。撮像面Niには、画素Pが行列状に配置されている。画素Pは、画素P1および画素P2に区別できる。
- [0031] 画素P1および画素P2のそれぞれは、横方向（行方向）に1行に並んで配置されている。縦方向（列方向）において、画素P1とP2とは交互に配置されている。アレイ状光学素子Kは、その光学要素M1の1つが、撮像面Ni上における1行の画素P1および1行の画素P2からなる2行の画素に対応するように配置されている。撮像面Ni上には、画素P1、P2の表面を覆うようにマイクロレンズMsが設けられている。
- [0032] アレイ状光学素子Kは、光学素子L1上の光学面領域D1（図1、図2に示す）を通過した光束（図1において実線で示される光束B1）の大部分が、撮像面Ni上の画素P1に到達し、光学面領域D2を通過した光束（図1において破線で示される光束B2）の大部分が、撮像面Ni上の画素P2に

到達するように設計されている。具体的には、アレイ状光学素子Kの屈折率、撮像面N_iからの距離及び光学要素M₁表面の曲率半径等のパラメータを適切に設定することで、上記構成が実現する。

[0033] 撮像光学系が、像側非テレセントリック光学系の場合、絞りを通過する光線の位置と光軸に対する角度とによって焦点における光線の角度が決定される。また、アレイ状光学素子は、光線の入射角度に応じて出射方向を振り分ける作用を有する。従って、絞り近傍に光学面領域D₁およびD₂を配置し、かつ、前述のようにアレイ状光学素子Kを焦点近傍に配置することにより、各光学面領域を通過した光束B₁およびB₂をそれぞれ、画素P₁およびP₂に分離して導くことができる。なお、光学面領域D₁およびD₂を配置する位置が絞りの位置から大きく離れると、光学面領域D₁を通過した光と光学面領域D₂を通過した光とをそれぞれ画素P₁と画素P₂に分離できず、クロストークが多く発生してしまう。なお、撮像光学系が、像側テレセントリック光学系の場合は、絞りを通過する光線は平行なため、焦点における光線の角度は、絞りを通過する光線の位置によって一義的に決定される。

[0034] 以上の構成により、画素P₁と画素P₂は、互いに異なる波長帯域の光に対応する画像情報をそれぞれ生成する。つまり、撮像装置Aは、互いに異なる波長帯域の光によって形成される複数の画像情報を、単一の撮像光学系で、かつ、1回の撮像で取得することができる。

[0035] 第1の波長帯域及び第2の波長帯域の具体例を挙げる。

[0036] ひとつの例では、第1の光学面領域D₁は、第1の波長帯域の光として可視光を透過し近赤外光を実質的に遮断する特性を有する光学フィルタである。第2の光学面領域D₂は、可視光を実質的に遮断し、第2の波長帯域の光として近赤外光を透過する特性を有する光学フィルタである。これにより、昼夜兼用の撮像装置や生態認証用の撮像装置を実現することができる。このような撮像装置において、近赤外光の画像を取得する際には、近赤外光の帯域を含む分光放射特性を有する光源を備えることが好ましい。

[0037] また別の例では、第1の光学面領域D₁は、第1の波長帯域の光として可

視光を透過し近紫外光を実質的に遮断する特性を有する光学フィルタである。第2の光学面領域D2は、可視光を実質的に遮断し、第2の波長帯域の光として近紫外光を透過する特性を有する光学フィルタである。これにより、近紫外線によるシミ等の肌の状態を可視化する撮像装置を実現することができる。このような撮像装置において、近紫外光の画像を取得する際には、近紫外光の帯域を含む分光放射特性を有する光源を備えることが好ましい。

[0038] また別の例では、第1の光学面領域D1は、所定の波長帯域幅の光を透過する光学フィルタであり、第2の光学面領域D2は、前記所定の波長帯域幅よりも狭い帯域幅の光を透過する光学フィルタである。つまり、第1の波長帯域の幅よりも第2の波長帯域の幅を狭くする。これにより、病変を狭帯域で観察することができる内視鏡やカプセル内視鏡用途の撮像装置を実現することができる。この例では、第2の波長帯域は、第1の波長帯域に含まれていてもよいし、含まれていなくても良い。このような撮像装置においては、第1および第2の波長帯域を含む分光放射特性を有する1種類の光源、あるいは、第1および第2の波長帯域にそれぞれ対応した分光放射特性を有する複数種類の光源を備えることが好ましい。このような用途においては、広帯域で取得した画像と狭帯域で取得した画像をそれぞれ異なる色でモニター表示させることにより、病変を容易に見分けることができる。

[0039] なお、本実施の形態では、y方向の画素値が1画素おきに欠落する。このため、欠落している画素の画素値をy方向に隣接する画素の画素値によって補間して生成してもよいし、x方向の画素値を2画素ずつ加算して生成してもよい。

[0040] また、撮像素子の各画素のx方向とy方向のアスペクト比が2:1である構成であってもよい。このような構成にすることにより、前述のような補間処理や加算処理が不要となる。

[0041] (実施の形態2)

本実施の形態2は、光学素子L1の領域分割を3つにした点で、実施の形態1と異なっている。ここでは、実施の形態1と同様の内容についての詳細

な説明は省略する。

[0042] 図5は、実施の形態2の撮像装置Aを示す模式図である。

[0043] 図5において、光束B1は、光学素子L1上の光学面領域D1を通過する光束であり、光束B2は、光学素子L1上の光学面領域D2を通過する光束であり、光束B3は、光学素子L1上の光学面領域D3を通過する光束である。光束B1、B2、およびB3は、絞りS、光学素子L1、レンズL2、アレイ状光学素子Kをこの順に通過し、撮像素子N上の撮像面Ni（図7等）に到達する。

[0044] 図6は、光学素子L1を被写体側から見た正面図であり、光学面領域D1、D2、D3は、光軸Vに垂直な面内で上下方向に3分割されることで形成されている。また、各光学面領域が透過する光の波長帯域は、互いに異ならせている。

[0045] 図7(a)は、図5に示すアレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを拡大して示す図であり、図7(b)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子N上の画素との位置関係を示す図である。アレイ状光学素子Kは、光学要素M1が形成された面が撮像面Ni側に向かうように配置されている。撮像面Niには、画素Pが行列状に配置されている。画素Pは、画素P1、画素P2および画素P3に区別できる。

[0046] 画素P1、画素P2および画素P3のそれぞれは、横方向（行方向）に1行に並んで配置されている。縦方向（列方向）においては、画素P1、P2、P3が繰り返し配置されている。アレイ状光学素子Kは、その光学要素M1の1つが、撮像面Ni上における1行の画素P1、1行の画素P2および1行の画素P3からなる3行の画素に対応するように配置されている。撮像面Ni上には、画素P1、P2、P3の表面を覆うようにマイクロレンズMsが設けられている。

[0047] アレイ状光学素子Kは、光学素子L1上の光学面領域D1（図5、図6に示す）を通過した光束B1（図5において点線で示される光束B1）の大部分が、撮像面Ni上の画素P1に到達し、光学面領域D2を通過した光束（

図5において実線で示される光束B2)の大部分が、撮像面N_i上の画素P2に到達し、光学面領域D3を通過した光束(図5において破線で示される光束B3)の大部分が、撮像面N_i上の画素P3に到達するように設計されている。具体的にはアレイ状光学素子Kの屈折率、撮像面N_iからの距離及び光学要素M1表面の曲率半径等のパラメータを適切に設定することで、上記構成が実現する。

[0048] 以上の構成により、画素P1、画素P2、および画素P3は、互いに異なる波長帯域の光に対応する画像情報をそれぞれ生成する。つまり、撮像装置Aは、互いに異なる波長帯域の光によって形成される複数の画像情報を、単一の撮像光学系で、かつ、1回の撮像で取得することができる。

[0049] 実施の形態1では、2種類の波長帯域の画像を同時に取得する構造であるが、本実施の形態2では、3種類の波長帯域の画像を同時に取得することができる。

[0050] 3種類の波長帯域の具体例を挙げる。

[0051] ひとつの例では、第1の光学面領域D1は、青色帯域の光を透過し青色以外の帯域の色を実質的に遮断する青色のカラーフィルタである。第2の光学面領域D2は、緑色帯域の光を透過し緑色以外の帯域の色を実質的に遮断する緑色のカラーフィルタである。第3の光学面領域D3は、赤色帯域の光を透過し赤色以外の帯域の色を実質的に遮断する赤色のカラーフィルタである。これにより、モノクロ撮像素子を用いてフルカラーの画像を取得できる撮像装置を実現することができる。また、前述のような原色系のフィルタに限らず、補色系(シアン、マゼンタ、イエロー)のフィルタを用いることもできる。また、前述のカラーフィルタとして、誘電多層膜を用いることで、有機フィルタの場合よりも色再現性の良い画像を取得することができる。

[0052] なお、本実施の形態では、y方向の画素値が2画素おきに欠落する。欠落している画素の画素値をy方向に隣接する画素の画素値によって補間して生成してもよいし、x方向の画素値を3画素ずつ加算して生成してもよい。

[0053] また、撮像素子の各画素のx方向とy方向のアスペクト比が3:1である

構成であってもよい。このような構成にすることにより、前述のような補間処理や加算処理が不要となる。

[0054] (実施の形態3)

本実施の形態3は、図1の光学素子L1の領域分割を4つにした点と、アレイ状光学素子をレンチキュラからマイクロレンズに置き換えた点で、実施の形態1と異なっている。ここでは、実施の形態1と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0055] 図8は、光学素子L1を被写体側から見た正面図であり、光学面領域D1、D2、D3、およびD4は光軸Vを境界中心として光軸Vに垂直な面内で上下左右に4分割されることで形成されている。また、各光学面領域が透過する光の波長帯域は、互いに異ならせている。

[0056] 図9は、アレイ状光学素子Kの斜視図である。アレイ状光学素子Kにおける撮像素子N側の面には、光学要素M2が格子状に配置されている。それぞれの光学要素M2の断面（縦方向および横方向それぞれの断面）は曲面形状であり、それぞれの光学要素M2は、撮像素子N側に突出している。このように、光学要素M2はマイクロレンズであり、アレイ状光学素子Kは、マイクロレンズアレイとなっている。

[0057] 図10(a)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子Nとを拡大して示す図であり、図10(b)は、アレイ状光学素子Kと撮像素子N上の画素との位置関係を示す図である。アレイ状光学素子Kは、光学要素M2が形成された面が撮像面Ni側に向かうように配置されている。撮像面Niには、画素Pが行列状に配置されている。画素Pは、画素P1、画素P2、画素P3および画素P4に区別できる。

[0058] アレイ状光学素子Kは、実施の形態1と同様に、レンズ光学系Lの焦点近傍に配置されており、かつ撮像面Niから所定の距離だけ離れた位置に配置されている。また、撮像面Ni上には、画素P1、P2、P3、P4の表面を覆うようにマイクロレンズMsが設けられている。

[0059] また、アレイ状光学素子Kは、光学要素M2が形成された面が撮像面Ni

側に向うように配置されている。アレイ状光学素子Kは、その光学要素M2の1つが、撮像面N_iにおける2行2列の画素P₁～P₄の4つの画素に対応するように配置されている。

[0060] アレイ状光学素子Kは、光学素子L₁上の光学面領域D₁、D₂、D₃、およびD₄を通過した光束の大部分は、それぞれ撮像面N_i上の画素P₁、画素P₂、画素P₃、および画素P₄に到達するように設計されている。具体的にはアレイ状光学素子Kの屈折率、撮像面N_iからの距離及び光学要素M₁表面の曲率半径等のパラメータを適切に設定することで、上記構成が実現する。

[0061] 以上の構成により、画素P₁、画素P₂、画素P₃、および画素P₄は、互いに異なる波長帯域の光に対応する画像情報をそれぞれ生成する。つまり、撮像装置Aは、異なる波長帯域の光によって形成される複数の画像情報を、単一の撮像光学系で、かつ、1回の撮像で取得することができる。

[0062] 実施の形態1および実施の形態2では、それぞれ2種類および3種類の波長帯域の画像を同時に取得する構造であるが、本実施の形態3では、4種類の波長帯域の画像を同時に取得することができる。

[0063] 4種類の波長帯域の具体例を挙げる。

[0064] ひとつの例では、実施の形態2で述べた、青色、緑色、赤色のカラーフィルタに加えて、前記青色、緑色、赤色を含む可視光を実質的に遮断し、近赤外光を透過する近赤外光フィルタを備える構成にする。これにより、昼夜兼用の撮像装置や生態認証用の撮像装置を実現することができる。このような撮像装置において、近赤外光の画像を取得する際には、近赤外光の帯域を含む分光放射特性を有する光源を備えることが好ましい。

[0065] また別の例では、実施の形態2で述べた、青色、緑色、赤色のカラーフィルタに加えて、前記青色、緑色、赤色を含む可視光を実質的に遮断し、近紫外光を透過する近紫外光フィルタを備える構成にする。これにより、近紫外線によるシミ等の肌の状態を可視化する撮像装置を実現することができる。このような撮像装置において、近紫外光の画像を取得する際には、近紫外光

の帯域を含む分光放射特性を有する光源を備えることが好ましい。

[0066] また別の例では、実施の形態2で述べた、青色、緑色、赤色のカラーフィルタに加えて、前記青色、緑色、赤色のカラーフィルタの分光透過率特性における各帯域幅よりも狭い帯域幅の波長帯域のみを透過するフィルタを備える構成とする。これにより、病変を狭帯域で観察することができる内視鏡やカプセル内視鏡用途の撮像装置を実現することができる。前述の狭い帯域は、青色、緑色、赤色のカラーフィルタのいずれかの帯域に含まれていてもよいし、含まれていなくてもよい。このような撮像装置においては、青色、緑色、赤色、および前記狭帯域を含む分光放射特性を有する1種類の光源、あるいは、青色、緑色、赤色、および前記狭帯域の各帯域にそれぞれ対応した分光放射特性を有する複数種類の光源を備えることが好ましい。また、白色光源と、前記狭帯域を含む分光放射特性を有する光源とを備えた光源であってもよい。

[0067] なお、本実施の形態では、x方向及びy方向の画素値がそれぞれ1画素おきに欠落する。このため、欠落している画素の画素値をx方向及びy方向に隣接する画素の画素値によってそれぞれ補間して生成してもよい。

[0068] また、4分割した領域のうち光軸を挟んで対向する2つの領域が同じ緑色のカラーフィルタであってもよい。このような構成にすることにより、緑色の画素数が増すため、緑色の画像成分の解像度を向上させることができる。

[0069] (実施の形態4)

本実施の形態4は、第1の光学面領域D1及び第2の光学面領域D2のそれぞれが、光軸を挟んで分離して配置された点と、アレイ状光学素子をレンチキュラからマイクロレンズに置き換えた点で、実施の形態1と異なっている。ここでは、実施の形態1と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0070] 図11(a)は、光学素子L1を被写体側から見た正面図であり、光学面領域D1とD2のそれぞれは、重心が光軸位置になるように、光軸Vを中心として軸対称方向に分離して配置されている。図11(b)は、アレイ状光

学素子Kと撮像素子N上の画素との位置関係を示す図である。本実施の形態4では、光学面領域D1を通過した光線は奇数行奇数列と偶数行偶数列に到達するため、奇数行奇数列と偶数行偶数列を加算して、第1の波長帯域に対応する画像を生成する。また、光学面領域D2を通過した光線は偶数行奇数列と奇数行偶数列に到達するため、偶数行奇数列と奇数行偶数列を加算して第2の波長帯域に対応する画像を生成する。

[0071] 実施の形態1では、第1の光学面領域D1及び第2の光学面領域D2は、光学素子L1を光軸と垂直な面内で上下に2分割してできる領域である。このため、各光学面領域を通過した光の像面におけるスポット重心が被写体距離によって変化し、視差が発生する場合がある。

[0072] 図12は、実施の形態1における被写体距離毎の光線図、および点像とその重心の変化について説明する図である。図12(a1)、(b1)および(c1)は、被写体距離毎の光線図を示している。図12(a1)は、光学系から最も物点Oが遠い距離にある場合、図12(c1)は、最も物点Oが近い距離にある場合、図12(b1)は、(a1)と(c1)との間の距離に物点Oがある場合の光線図である。図1と同じ構成については、同じ記号を用いている。図12(a2)と(a3)、(b2)と(b3)および(c2)と(c3)は、レンチキュラを介して撮像した点像(半円で図示)とその重心(黒点で図示)を示しており、それぞれ図12の(a1)、(b1)および(c1)の被写体距離に対応している。

[0073] 各点像は、奇数列毎に抽出した画像情報(a2、b2、c2)、および偶数列毎に抽出した画素情報(a3、b3、c3)を、Y方向に一画素おきに欠落した画素値を補間処理したものとして模式的に示している。図示の通り、取得した画像を奇数列の画像と偶数列の画像に分離すると、各画像の点像は、1つの円を2分割してできる2つの半円形状になる。また、物点Oが近づくにつれてスポット径は大きくなる。そのため、各画像の点像の重心間距離dは、物点が近づくにつれて大きくなる。この重心間距離dは、視差となるため好ましくない。

[0074] 一方、本実施の形態4では、光学面領域D1とD2のそれぞれは、重心が光軸位置になるように、光軸を中心として軸対称方向に分離して配置されている。これにより、光学面領域D1及びD2をそれぞれ通過した光によって形成される点像の重心も光軸位置に存在する。このため、被写体距離が変化しても各点像の重心間距離dは変化しない。

[0075] 図13は、被写体距離毎の点像とその重心について説明する図である。図13において、(a1)と(a2)、(b1)と(b2)および(c1)と(c2)は、マイクロレンズを介して撮像した点像(半円で図示)とその重心(黒点)を示しており、それぞれ図12の(a1)、(b1)および(c1)の被写体距離に対応している。

[0076] 各点像は、奇数行奇数列と偶数行偶数列を加算した画像情報(a1、b1、c1)、および偶数行奇数列と奇数行偶数列を加算した画像情報(a2、b2、c2)を模式的に示している。図示の通り、本実施の形態4では、取得した画像を奇数行奇数列と偶数行偶数列を加算した画像と偶数行奇数列と奇数行偶数列を加算した画像に分離すると、各画像の点像は、扇形が光軸を中心して軸対象方向に対向した形状になる。これらの点像の重心は、一致しているため、各画像の点像の重心間距離dは被写体距離が変化しても変化しない。

[0077] このように、本実施の形態4では、光学面領域D1、D2のそれぞれを、重心が光軸位置になるように、光軸を中心として軸対称方向に分離して配置することにより、被写体距離が変化しても取得した画像間に視差が発生しないようにすることができる。

[0078] (実施の形態5)

本実施の形態5は、実施の形態1のように2つの光学面領域D1及びD2を有する構成であって、さらにレンズL2が軸上色収差を有するレンズである場合を前提とする。このような構成の場合に、光学面領域D1及びD2を透過した光線の合焦位置が実質的に等しくなるように、絞り近傍の光軸と垂直な面内で、互いに異なる光学パワーを有する2つの領域を有している。こ

の点で実施の形態 1 と異なっている。ここでは、実施の形態 1 と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0079] 本実施の形態では、互いに異なる光学パワーを有する 2 つの領域のうち一方の領域は、第 1 の光学面領域 D 1 を透過する光を透過する。他方の領域は、第 2 の光学面領域 D 2 を透過する光を透過する。光学面領域 D 1、D 2 と異なる光学パワーを有する 2 つの領域とは、同一素子に形成されていてもよいし、異なる素子にそれぞれ形成されていてもよい。

[0080] 以下、本実施の形態における撮像装置について詳細に説明する。

[0081] 図 1 4 (a) は、実施の形態 1 において、レンズ L 2 が単レンズのように屈折率の波長分散特性により軸上色収差を有するレンズである場合の光線図を模式的に示す図である。図 1 4 (a) において、第 1 の光学面領域 D 1 には、第 1 の波長帯域の光を透過するフィルタが形成され、第 2 の光学面領域 D 2 には、第 1 の波長帯域よりも相対的に長い第 2 の波長帯域の光を透過するフィルタが形成されている。レンズ L 2 は、例えば、単レンズのように屈折率の波長分散特性により軸上色収差を有するレンズであるため、波長が長い光ほどレンズから遠い方に合焦する。従って、図 1 4 (a) に示すように、光学面領域 D 1 を通過した光線が撮像面 N i 上に合焦するように設定すると、光学面領域 D 2 を通過した光線は、撮像面 N i 上では合焦しきれない状態となる。

[0082] 図 1 4 (b) は、実施の形態 5 の撮像装置の光線図を模式的に示す図である。図 1 4 (b) では、図 1 4 (a) の構成に対して、光学素子 L 1 の第 2 の光学面領域 D 2 に第 2 の分光透過率特性における波長帯域の光線が撮像面で合焦するような光学パワーのレンズ面を形成している。このため、第 1 の光学面領域 D 1 を通過した光線と第 2 の光学面領域 D 2 を通過した光線は、共に撮像面 N i 上で合焦する。このように、本実施形態によると、第 1 の光学面領域 D 1 および第 2 の光学面領域 D 2 が異なる光学パワーを有することにより、第 1 の光学面領域 D 1 および第 2 の光学面領域 D 2 が等しい光学パワーを有する場合と比較して、第 1 の光学面領域 D 1 を透過した光の合焦位

置と第2の光学面領域D2を透過した光の合焦位置とが近づいている。図14(b)において、光学素子L1の光学面領域D2の絞りS側の光学面の光軸V'は、レンズ光学系の光軸Vと異なり偏芯が存在するが、その光学パワーは、レンズL2の光学パワーと比べて極めて小さいため、撮像性能の劣化は少ない。

[0083] 図15(a)および(b)は、図14(b)で示した光学素子L1の斜視図である。いずれの構成も、平面である第1の光学面領域D1上に第1の分光透過率特性を有するフィルタが形成され、レンズ面である第2の光学面領域D2上に第2の分光透過率特性を有するフィルタが形成されている。また、図15(a)の構成では、光学素子L1を2分割してできる領域全体にレンズ面を形成している。このため、平面である第1の光学面領域とレンズ面である第2の光学面領域D2の間に段差が生じている。このような段差を通過した光線は不要光となるため、絞りSは、図16(a)および(b)のような遮光領域を設けた構成であることが望ましい。また、図15(b)の構成では、光学素子L1を2分割してできる領域の一部にレンズ面を形成し光学面領域D2としている。この構成は、各光学面領域D1およびD2に対応するように、図16(c)のような遮光領域を設けた構成が必要となる。

[0084] 図17(a)および(b)は、本実施の形態5の別の形態を示す図である。図14(b)では、光学素子L1の光学面領域D2の絞りS側の光学面の光軸V'は、レンズ光学系の光軸Vと異なるが、図17(a)では、光学素子L1の光学面領域D2の絞りS側の光学面の光軸は、レンズL2の光軸と同じである。また、図18は、図17(a)で示した光学素子L1の斜視図である。このような構成により、光学素子L1の光学面領域D2のレンズ面の光軸の偏芯がなくなるため、偏芯による撮像性能の劣化をなくすることができる。

[0085] 図17(b)は、図17(a)に対して光学素子L1上に設けたレンズを別体構成にした例である。図17(b)においては、絞り近傍の被写体側に、それぞれ分光透過率特性の異なるフィルタを形成した光学素子L1が配置

され、絞り近傍の物体側に光学素子 $L1'$ が配置されている。光学素子 $L1$ 、 $L1'$ は、それぞれ、第1の光学面領域 $D1$ および第2の光学面領域 $D2$ を有している。光学素子 $L1'$ における第2の光学面領域 $D2$ はレンズ面を有している。このように、フィルタを形成する素子と、レンズを形成する素子が別体であってもよい。また、 $L1$ と $L1'$ の位置は、絞りに対して入れ替わった構成であってもよい。

[0086] このように、本実施の形態5では、レンズ $L2$ が単レンズのように軸上色収差が補正されていないレンズを用いた場合でも、光軸と垂直な面内に、互いに異なる光学パワーを有する2つの領域を設けることにより、軸上色収差を低減させることができる。

[0087] (実施の形態6)

本実施の形態6は、実施の形態2のように、3つの光学面領域 $D1$ 、 $D2$ 及び $D3$ を有する構成であって、さらにレンズ $L2$ が軸上色収差を有するレンズである場合を前提とする。このような構成の場合に、光学面領域 $D1$ 及び $D2$ を透過した光線の合焦位置が実質的に等しくなるように、絞り近傍の光軸と垂直な面内で、互いに異なる光学パワーを有する3つの領域を有している。この点で、実施の形態5と異なっている。ここでは、実施の形態5と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0088] 図19(a)、(b)および(c)は、本実施の形態6において、各光学面領域を3分割にした場合の光学素子 $L1$ の斜視図である。

[0089] 実施の形態5と同様に、絞り S は、それぞれ図20(a)、(b)および(c)に示す構成となる。

[0090] このように、本実施の形態6では、単レンズのように軸上色収差が補正差補正されていないレンズを用いた場合でも、光軸と垂直な面内に、互いに異なる光学パワーを有する3つの領域を設けることにより、軸上色収差を低減させることができる。

[0091] (実施の形態7)

本実施の形態7は、実施の形態3のように、4つの光学面領域 $D1$ 、 $D2$

、D 3 及び D 4 を有する構成であって、さらにレンズ L 2 が軸上色収差を有するレンズである場合を前提とする。このような構成の場合に、光学面領域 D 1 及び D 2 を透過した光線の合焦位置が実質的に等しくなるように、絞り近傍の光軸と垂直な面内で、互いに異なる光学パワーを有する 4 つの領域を有している。この点で、実施の形態 5 と異なっている。ここでは、実施の形態 5 と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0092] 図 2 1 (a)、(b) および (c) は、本実施の形態 7 において、各光学面領域を 4 分割にした場合の光学素子 L 1 の斜視図である。

[0093] 実施の形態 5 と同様に、絞り S は、それぞれ図 2 2 (a)、(b) および (c) に示す構成となる。

[0094] このように、本実施の形態 7 では、単レンズのように軸上色収差が補正差補正されていないレンズを用いた場合でも、光軸と垂直な面内に、互いに異なる光学パワーを有する 4 つの領域を設けることにより、軸上色収差を低減させることができる。

[0095] (実施の形態 8)

本実施の形態 8 は、レンチキュラレンズやマイクロレンズアレイを撮像面上に形成したという点で、実施の形態 1 ～ 7 と異なる。ここでは、本実施形態において実施の形態 1 ～ 7 と同様の内容についての詳細な説明は省略する。

[0096] 図 2 3 (a) および (b) は、アレイ状光学素子 K および撮像素子 N を拡大して示す図である。本実施形態では、レンチキュラレンズ（またはマイクロレンズアレイ）M d が、撮像素子 N の撮像面 N i 上に形成されている。撮像面 N i には、実施の形態 1 等と同様に、画素 P が行列状に配置されている。これら複数の画素 P に対して、1 つのレンチキュラレンズの光学要素あるいは、1 つのマイクロレンズが対応している。本実施の形態においても、実施の形態 1 ～ 7 と同様に、光学素子 L 1 上の異なる領域を通過した光束を、それぞれ異なる画素に導くことができる。また、図 2 3 (b) は、本実施形態の変形例を示す図である。図 2 3 (b) に示す構成では、撮像面 N i 上に

、画素Pを覆うようにマイクロレンズMsが形成され、マイクロレンズMsの表面上にアレイ状光学素子が積層されている。図23(b)に示す構成では、図23(a)の構成よりも集光効率を高めることができる。

[0097] 実施の形態1～7のようにアレイ状光学素子が撮像素子と分離していると、アレイ状光学素子と撮像素子との位置合せが難しくなるが、本実施の形態8のように、アレイ状光学素子Kを撮像素子上に形成する構成にすることにより、ウエハプロセスにて位置合せが可能になるため、位置合せが容易となり、位置合せ精度も増すことができる。

[0098] (その他の実施の形態)

実施の形態1から8では、各光学面領域の分割数が2分割、3分割、4分割の構成について説明したが、より多くの分割数であってもよい。

[0099] また、レンズL2は1枚の構成としているが、複数群または複数枚の構成のレンズであってもよい。

[0100] また、光学面領域が光学素子L1における被写体側の面に配置された形態であるが、光学面領域は光学素子L1の像側の面に配置されていてもよい。なお、この場合は、光学素子L1は、絞りの位置に対して被写体側に配置されていると、より絞りに近い配置となるため好ましい。

[0101] また、光学素子L1は、絞りの位置に対して像側に配置されているが、絞りの位置に対して被写体側に配置されていてもよい。なお、この場合は、光学面領域は光学素子L1の像側に配置されていると、より絞りに近い配置となるため好ましい。

[0102] また、実施の形態4、5、及び6において、光学素子L1又は光学素子L1とは異なる素子に設けるレンズ面は素子の被写体側の面に配置されているが、素子の像側の面に配置されていてもよい。

[0103] また、実施の形態1から8において、各領域に配置するカラーフィルタは光軸方向に1枚のみを配置しているが、複数のカラーフィルタを積層して配置してもよい。例えば、分光透過率特性の異なる誘電多層膜のフィルタと吸収型のフィルタとを積層して配置してもよいし、吸収型のフィルタの上に誘

電多層膜を形成してもよい。

[0104] また、実施の形態 1 から 8 は、像側非テレセントリック光学系を適用してもよく、また、像側テレセントリック光学系を適用してもよい。カメラ等の撮像素子に用いられるレンズの多くは、像側が非テレセントリック光学系である。本発明の形態のレンズ光学系 L に像側非テレセントリック光学系を適用した場合、画角が変化すると、主光線はアレイ状光学素子 K に対して斜めに入射する。図 2 4 (a) は、光軸外の撮像部近傍を拡大して示す図である。図 2 4 (a) では、アレイ状光学素子 K を通過する光のうち 1 つの光学面領域を通過する光束のみを示している。図 2 4 (a) に示すように、レンズ光学系 L が像側非テレセントリック光学系の場合には、隣接画素に光が漏れてクロストークが発生しやすくなるが、図 2 4 (b) のようにアレイ状光学素子を画素配列に対して Δ だけオフセットさせることにより、クロストークを低減させることができるため、色純度の劣化を抑制することができる。前記入射角は、像高によって異なるため、前記オフセット量 Δ は、撮像面への光束の入射角に応じて設定すればよい。

[0105] また、本発明の形態のレンズ光学系 L に像側テレセントリック光学系を適用してもよい。像側テレセントリック光学系の場合、画角が変化しても、主光線はアレイ状光学素子 K に対して 0 度に近い値で入射するため、撮像領域全域にわたって、クロストークを低減することができる。

[0106] また、本発明の形態 3、4、および 7 では、アレイ状光学素子 K はマイクロレンズアレイとしているが、マイクロレンズの各光学要素は、それぞれのマイクロレンズの光軸に対して回転対称な形状であることが好ましい。マイクロレンズの製法として、レジストを矩形にパターンニングし、熱処理によってレンズ曲面を形成する手法があるが、このようなマイクロレンズの斜視図は、図 2 5 (a 1) のようになる。図 2 5 (a 1) のマイクロレンズの等高線は、図 2 5 (a 2) のようになるため、縦横方向と斜め方向の曲率半径が異なる。図 2 5 (a 3) は、図 2 5 (a 1)、(a 2) に示すマイクロレンズを本発明のアレイ状光学素子に適用した場合の、光線追跡シミュレーショ

ンの結果である。図25(a3)では、アレイ状光学素子Kを通過する光のうち1つの光学面領域を通過する光束のみを示しているが、このように回転非対称形状のマイクロレンズの場合、隣接の画素に光が漏れてクロストークが発生する。一方、回転対称形状のマイクロレンズの斜視図は、図25(b1)のようになる。図25(b1)のマイクロレンズの等高線は、図25(b2)のようになり、縦横方向と斜め方向の曲率半径は等しい。このような回転対称形状のマイクロレンズは、熱インプリントやUVインプリント製法により形成することができる。図25(b3)は、図25(b1)、(b2)に示すマイクロレンズを本発明のアレイ状光学素子に適用した場合の、光線追跡シミュレーションの結果である。図25(b3)では、アレイ状光学素子Kを通過する光のうち1つの光学面領域を通過する光束のみを示しているが、図25(a3)のようなクロストークは、発生していないことがわかる。このように、マイクロレンズの各光学要素は、回転対称形状にすることにより、クロストークを低減させることができるため、色純度の劣化を抑制することができる。

[0107] また、本実施の形態5、6、および7では、段差を通過する不要光を防止する目的で、段差部に対応する位置に遮光領域を設けた絞りを配置する実施例を示したが、各領域の境界近傍を通過する光線は、前述のようなクロストークの要因となる場合があるため、段差がない場合であっても、クロストークを防止する目的で、図16、図20、および図22に示すような、絞りを設けてもよい。

[0108] また、本実施の形態1～8において使用する撮像素子は、モノクロ撮像素子でもカラー撮像素子でもどちらでもよい。例えば、カラー撮像素子を使用する場合は、光学素子L1のうち少なくとも1つの領域が透過する光の波長帯域の幅が、該領域を通過した光束が到達する画素上のカラーフィルタの波長帯域の幅よりも狭い構成であってもよい。撮像素子はカラー撮像素子を使用しているため、光学素子L1の前記少なくとも1つの領域以外には、カラーフィルタを設ける必要はない。このような構成により、狭帯域の画像情報

を取得できると共に、カラー撮像素子の分光透過率特性の効果によってクロストークによって生じた波長帯域の成分を減衰させることができる。また、前記少なくとも1つの領域以外には、光学素子L 1上にカラーフィルタを設ける必要がないので、コストを低減できる。

[0109] 実施の形態1から8は、信号処理部Cを備える撮像装置である。本発明の撮像装置は、これらの信号処理部を備えていなくてもよい。その場合、撮像装置の外部のPC等を用いて、信号処理部Cが行う処理を行えばよい。すなわち、本発明は、レンズ光学系L、アレイ状光学素子Kおよび撮像素子Nを備える撮像装置と、外部の信号処理装置とを備えるシステムによっても実現することができる。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明にかかる撮像装置は、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置として有用である。また、車載用カメラ、セキュリティカメラ、内視鏡やカプセル内視鏡等の医療用、生態認証用、顕微鏡用、天体望遠鏡用等の分光画像取得用のカメラにも応用できる。

符号の説明

- [0111] A 撮像装置
L レンズ光学系
L 1, L 1' 光学素子
L 2 レンズ
D 1, D 2, D 3, D 4 光学面領域
S 絞り
K アレイ状光学素子
N 撮像素子
N i 撮像面
M s, M d 撮像素子上のマイクロレンズ
M 1 アレイ状光学素子の光学要素（レンチキュラ）
M 2 アレイ状光学素子の光学要素（マイクロレンズ）

P 1, P 2, P 3, P 4, P 撮像素子上の画素
C 信号処理部

請求の範囲

[請求項1]

レンズ及び絞りを有するレンズ光学系と、
前記レンズ光学系を透過した光が入射する複数の第1の画素と複数の第2の画素とを少なくとも有する撮像素子と、
前記レンズ光学系と前記撮像素子との間に配置されたアレイ状光学素子とを備え、
前記レンズ光学系は、光軸と垂直な面内に複数の領域をさらに有し、
前記複数の領域は、第1の波長帯域の光を透過する第1の領域と、前記第1の波長帯域と異なる第2の波長帯域の光を透過する第2の領域とを含み、
前記アレイ状光学素子は、前記第1の領域を透過した光を前記複数の第1の画素に入射させ、前記第2の領域を透過した光を前記複数の第2の画素に入射させる、撮像装置。

[請求項2]

前記複数の領域は、前記絞り近傍に配置されている、請求項1に記載の撮像装置。

[請求項3]

前記レンズ光学系の前記複数の領域は、前記第1、第2の領域以外の少なくとも第3の領域をさらに含み、
前記第3の領域は、前記第1の波長帯域および前記第2の波長帯域と異なる第3の波長帯域の光を透過し、
前記アレイ状光学素子は、前記第3の領域を透過した光を、前記複数の第1、第2の画素以外の第3の画素に入射させる、請求項1または2に記載の撮像装置。

[請求項4]

前記レンズ光学系の前記複数の領域は、前記第1、第2及び第3の領域以外の第4の領域をさらに含み、前記第4の領域は、前記第1、第2および第3の波長帯域と異なる第4の波長帯域の光を透過し、
前記アレイ状光学素子は、前記第4の領域を透過した光を、前記複数の第1、第2及び第3の画素以外の第4の画素に入射させる、請求

項 3 に記載の撮像装置。

- [請求項5] 前記レンズ光学系の前記第 1 および第 2 の領域のそれぞれは、光軸を挟んで互いに分離された複数の領域から構成されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記第 1 の波長帯域の光は近赤外光であり、前記第 2 の波長帯域の光は可視光である、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項7] 前記第 1 の波長帯域の光は近紫外光であり、前記第 2 の波長帯域の光は可視光である、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項8] 前記第 1 の波長帯域の幅よりも、前記第 2 の波長帯域の幅が狭い請求項 1 から 5 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項9] 前記第 1 の領域および前記第 2 の領域は、前記レンズ光学系の光軸を境界中心として、前記光軸に垂直な面内で分割された領域である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項10] 前記第 1 の領域および前記第 2 の領域は互いに異なる光学パワーを有し、
前記第 1 の領域および前記第 2 の領域が互いに等しい光学パワーを有する場合と比較して、前記第 1 の領域を透過した光の合焦位置と前記第 2 の領域を透過した光の合焦位置とが近い、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項11] 前記レンズ光学系は像側非テレセントリック光学系であって、
前記レンズ光学系の光軸外において前記アレイ状光学素子の配列を前記撮像素子の画素の配列に対してオフセットさせている、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項12] 前記レンズ光学系が像側テレセントリック光学系である、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項13] 前記アレイ状光学素子はレンチキュラレンズである、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の撮像装置。
- [請求項14] 前記アレイ状光学素子はマイクロレンズアレイである、請求項 1 か

ら 1 2 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項15] 前記マイクロレンズアレイの各光学要素の形状が回転対称形状である、請求項 1 4 に記載の撮像装置。

[請求項16] 前記アレイ状光学素子は前記撮像素子上に形成されている、請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項17] 前記アレイ状光学素子と前記撮像素子との間に設けられたマイクロレンズをさらに備え、

前記アレイ状光学素子は、前記マイクロレンズを介して前記撮像素子上に形成されている、請求項 1 6 に記載の撮像装置。

[請求項18] 前記第 1 の領域および前記第 2 の領域の境界部に対応する位置に遮光領域をさらに備える請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項19] 前記撮像素子は、各画素上にカラーフィルタの形成されたカラー撮像素子であって、

前記複数の領域のうち少なくとも 1 つの領域の波長帯域の幅が、該領域を透過した光束が到達する前記カラー撮像素子上のカラーフィルタの波長帯域の幅よりも狭い請求項 1 から 1 8 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項20] 信号処理部をさらに備え、

前記信号処理部は、前記複数の第 1 の画素において得られた画素値から第 1 の波長帯域に対応する第 1 の画像情報を生成し、前記複数の第 2 の画素において得られた画素値から第 2 の波長帯域に対応する第 2 の画像情報を生成する、請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項21] 請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載の撮像装置と、

前記撮像装置における前記複数の第 1 の画素において得られた画素値から第 1 の波長帯域に対応する第 1 の画像情報を生成し、前記複数の第 2 の画素において得られた画素値から第 2 の波長帯域に対応する

第2の画像情報を生成する信号処理装置とを備える撮像システム。

[請求項22]

第1の波長帯域の光を透過する第1の領域と、前記第1の波長帯域とは異なる第2の波長帯域の光を透過する第2の領域とを少なくとも有するレンズ光学系と、

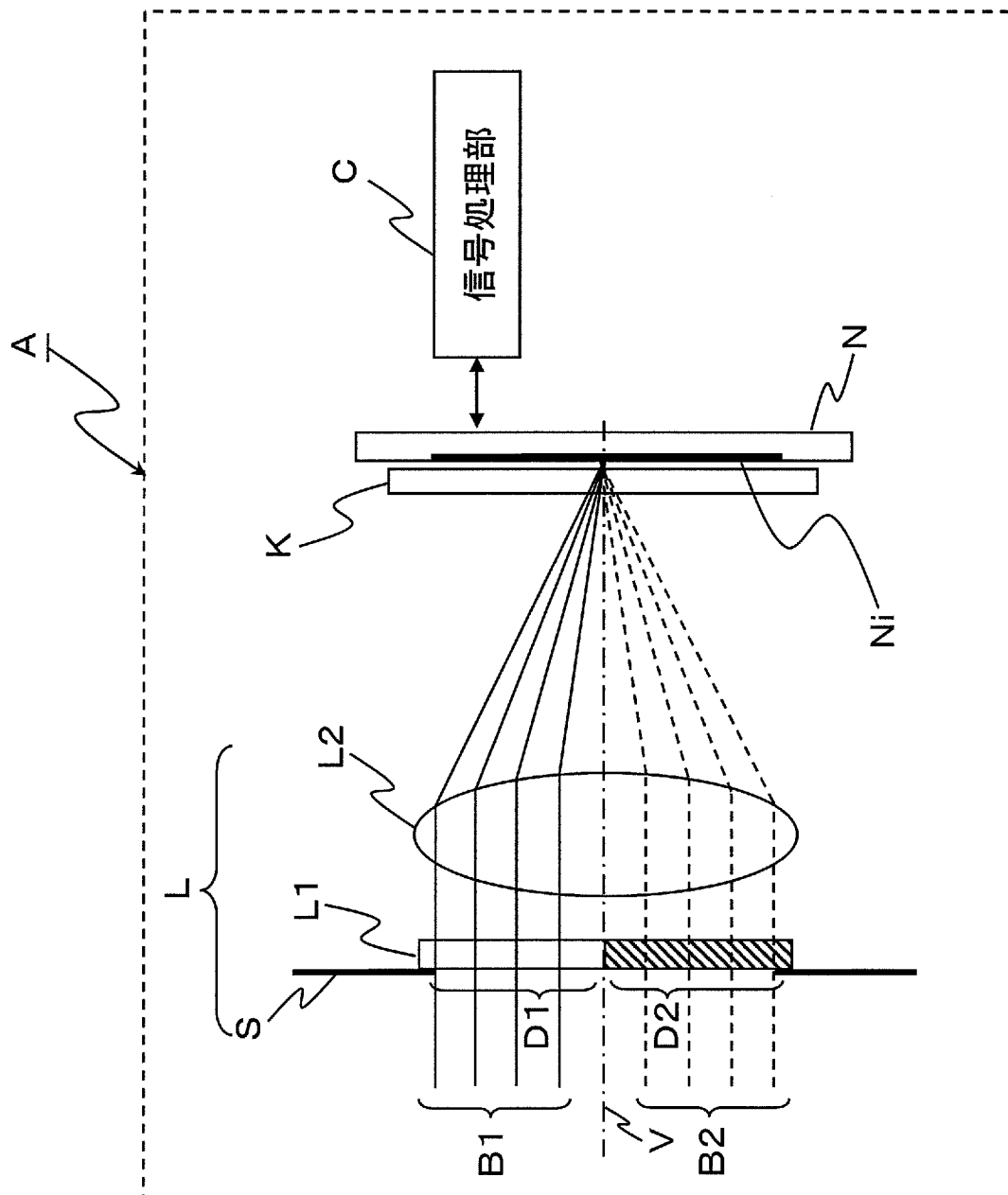
前記レンズ光学系を透過した光が入射する複数の第1の画素と複数の第2の画素とを少なくとも有する撮像素子と、

前記レンズ光学系と前記撮像素子との間に配置されたアレイ状光学素子とを備える撮像装置を用い、

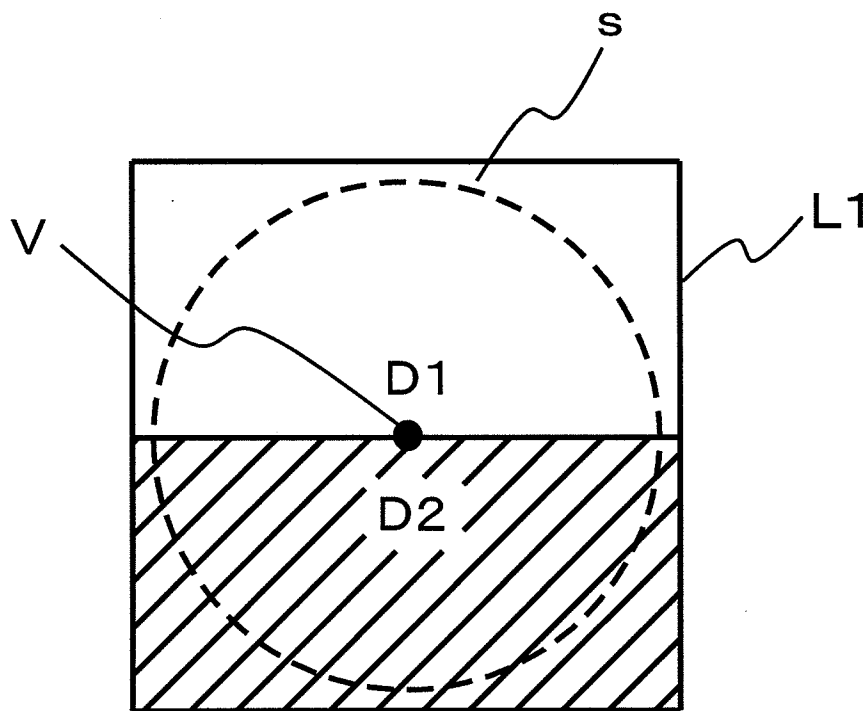
前記アレイ状光学素子によって、前記第1の領域を透過した光を前記複数の第1の画素に入射させ、前記第2の領域を透過した光を前記複数の第2の画素に入射させ、

前記複数の第1の画素において得られた画素値から第1の波長帯域に対応する第1の画像および前記複数の第2の画素において得られた画素値から第2の波長帯域に対応する第2の画像情報を生成する、撮像方法。

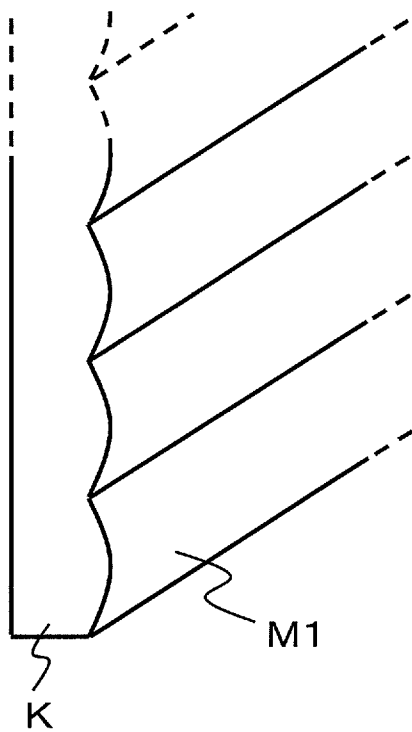
[図1]



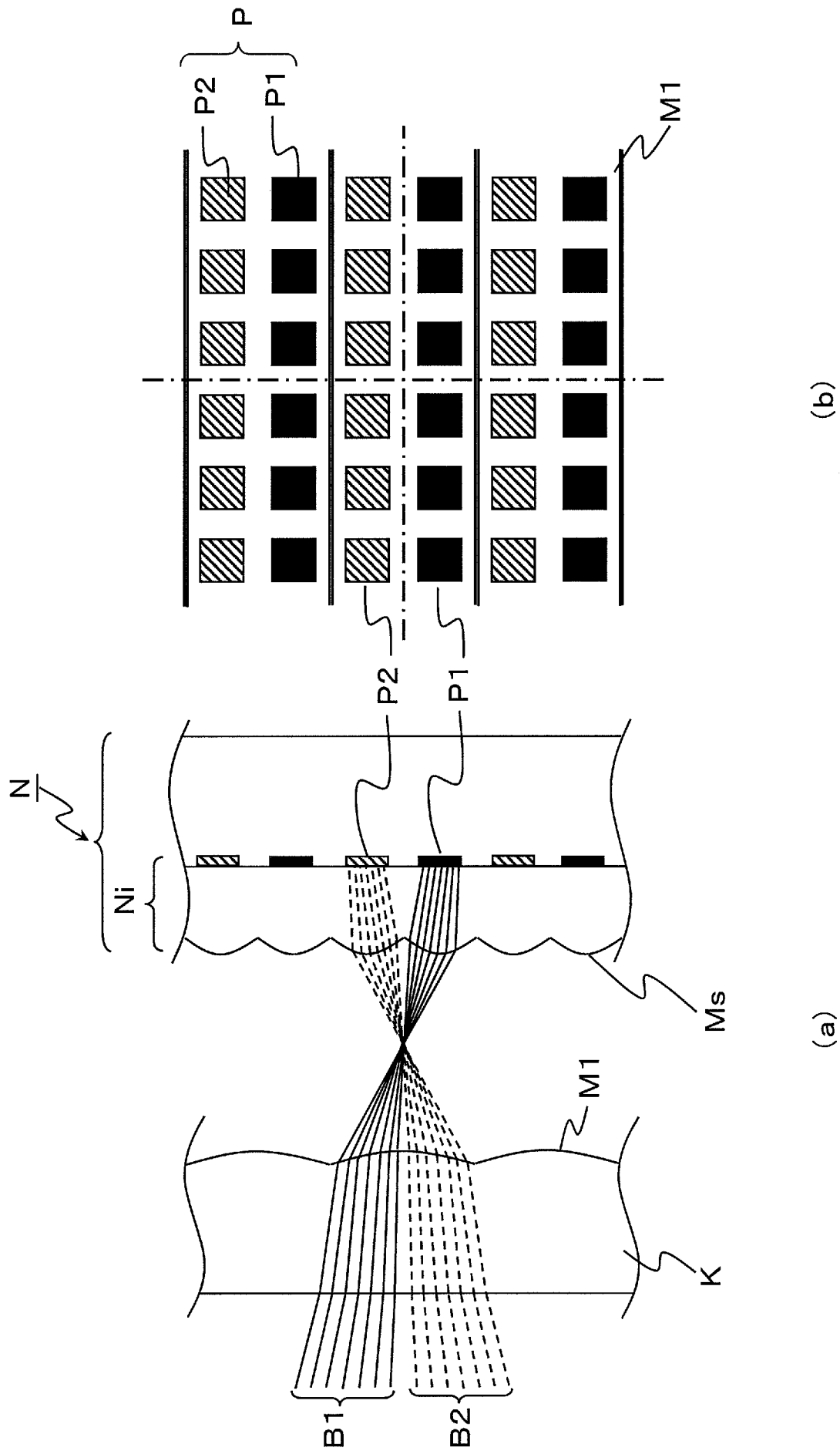
[図2]



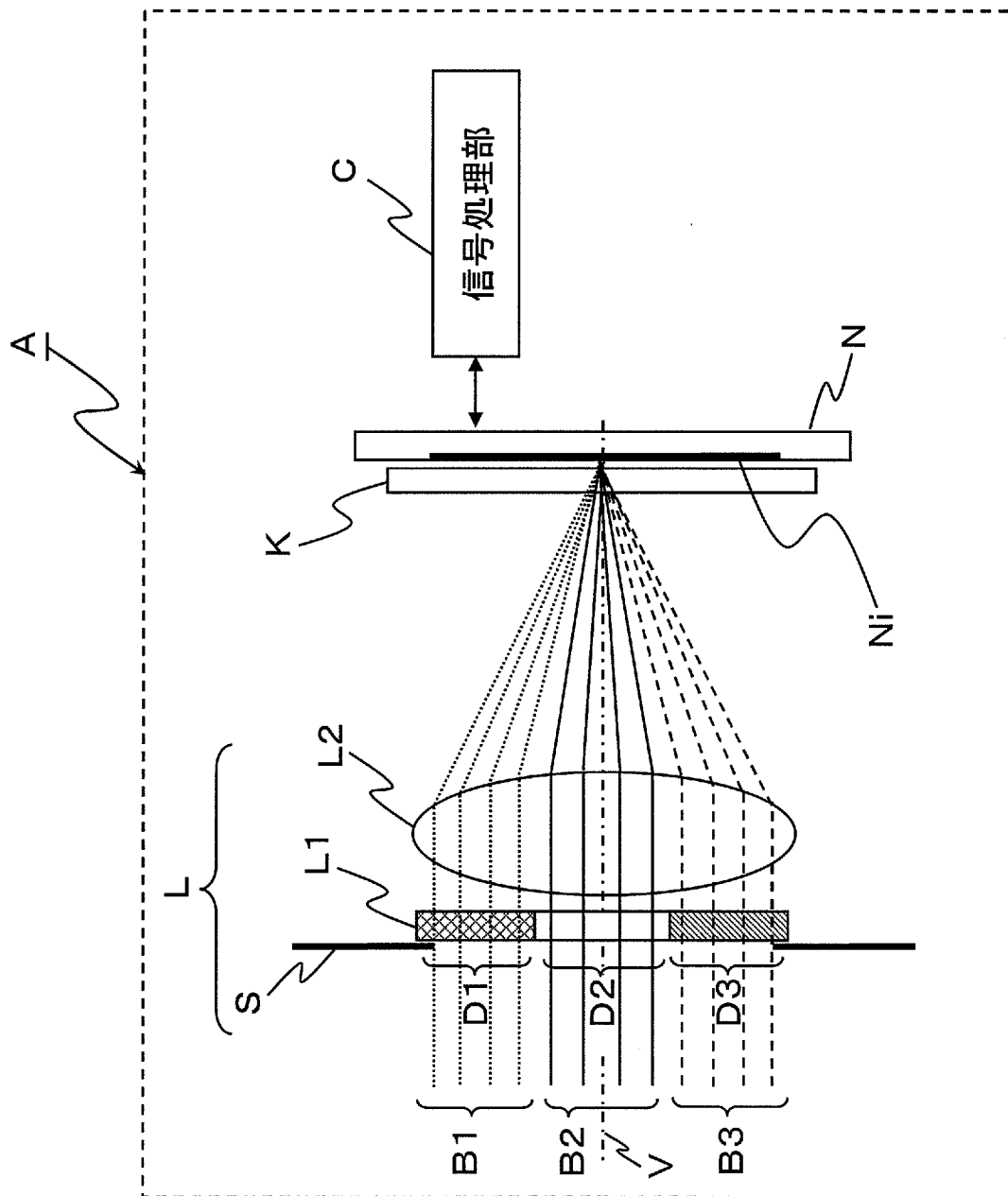
[図3]



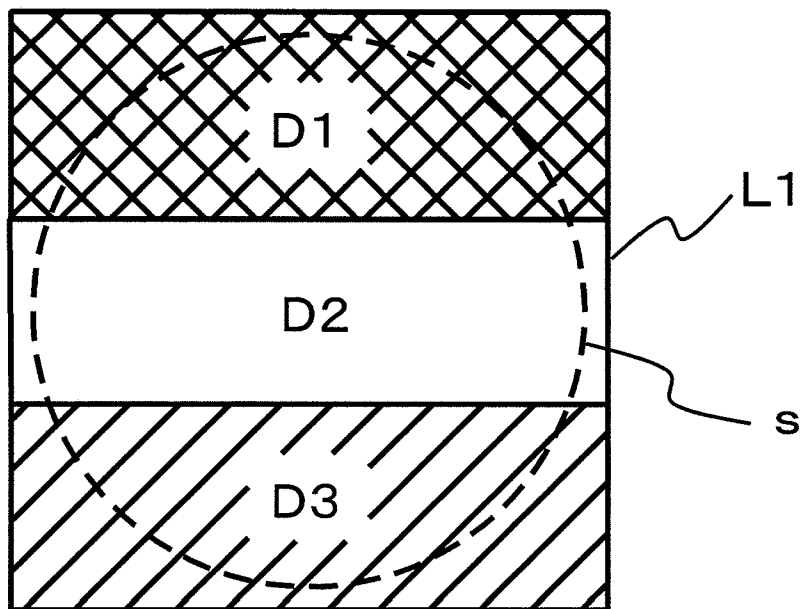
[図4]



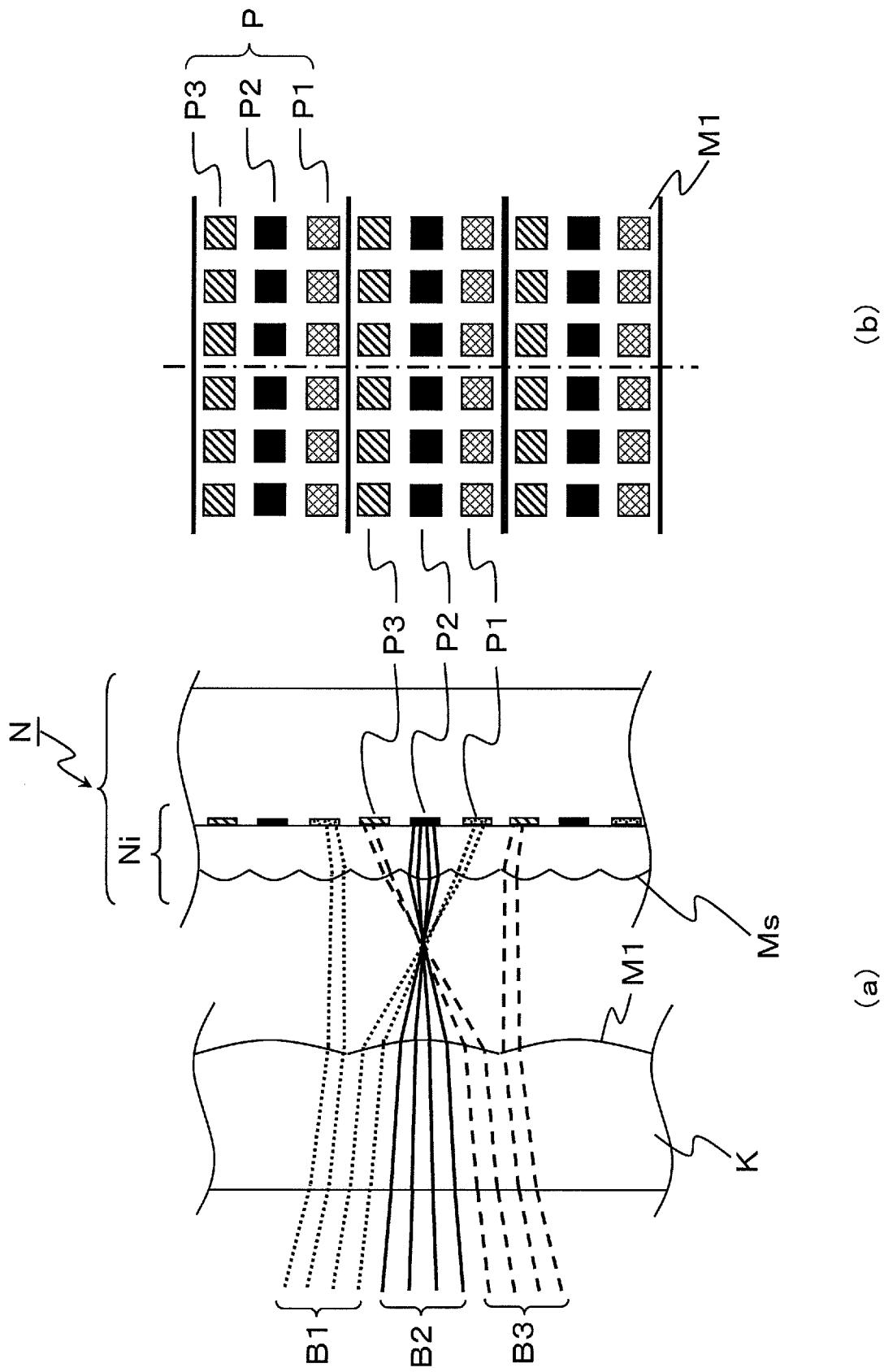
[図5]



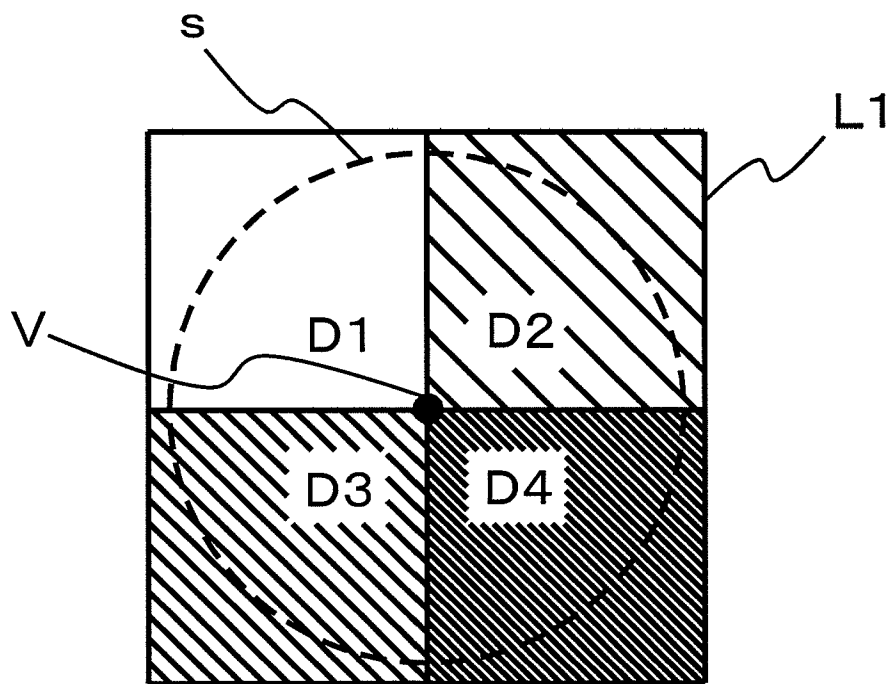
[図6]



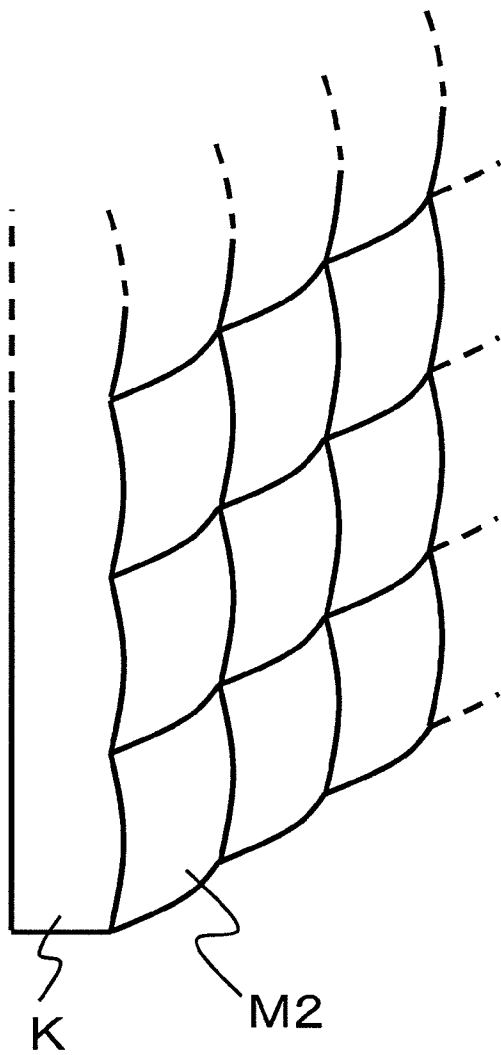
[図7]



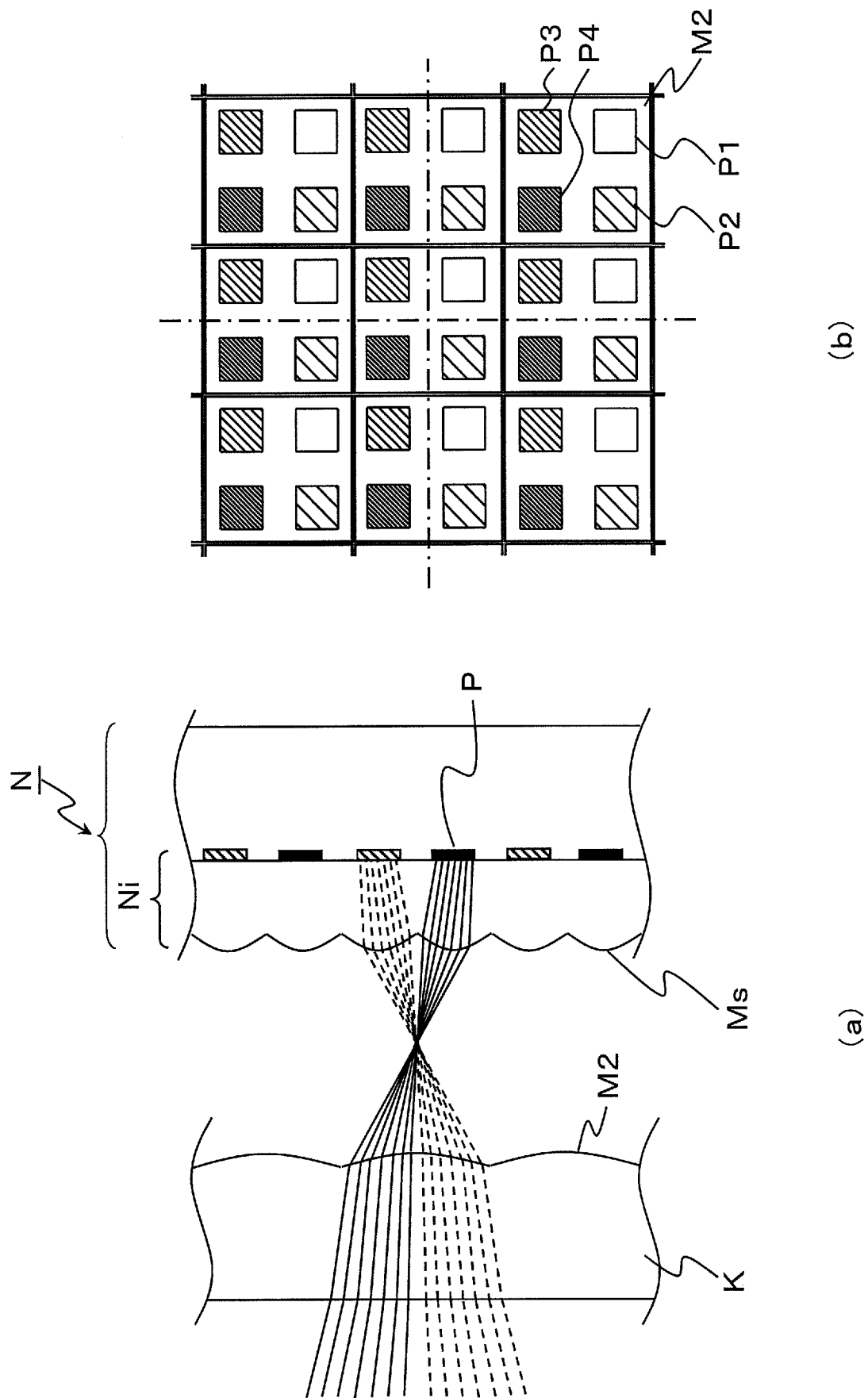
[図8]



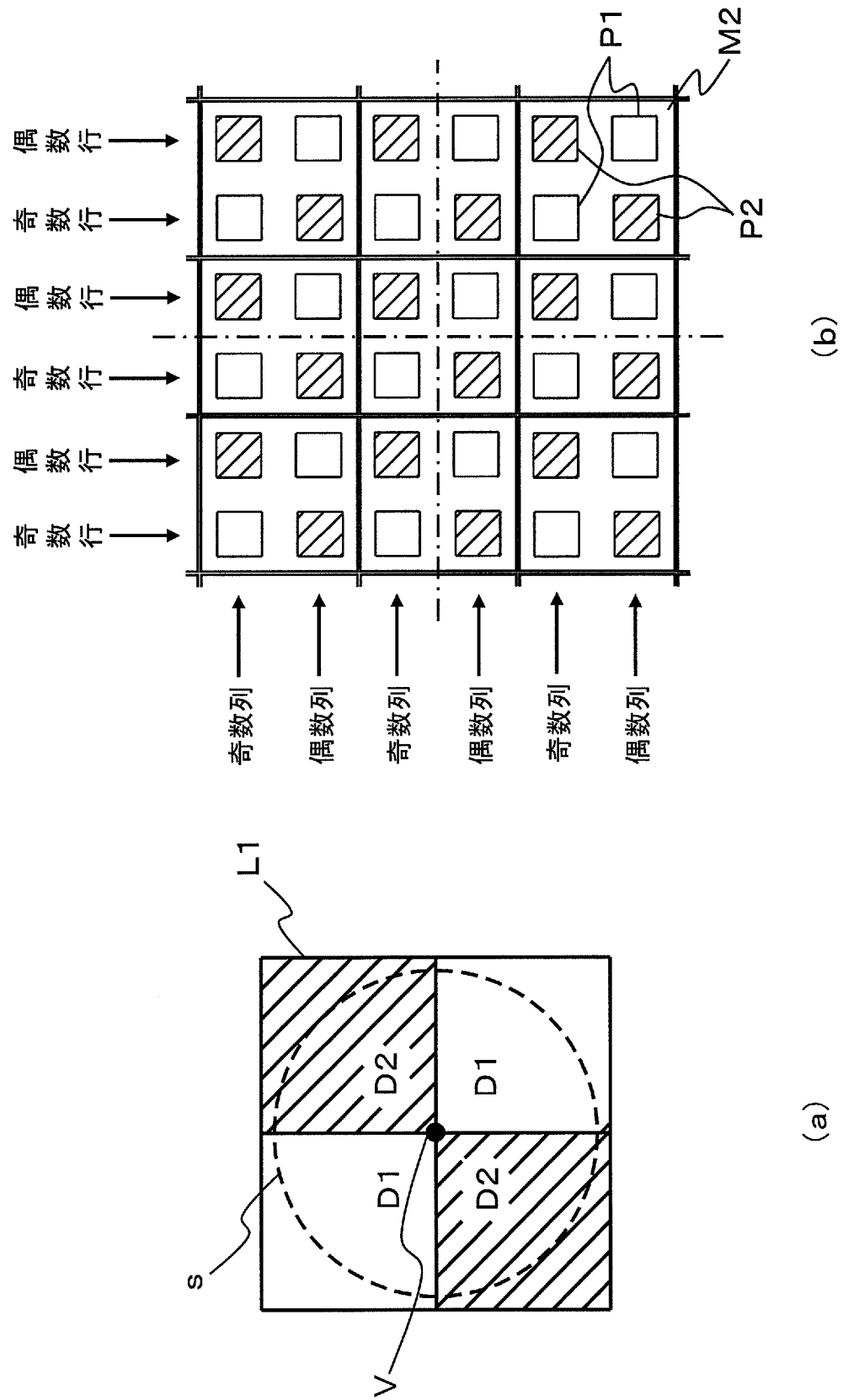
[図9]



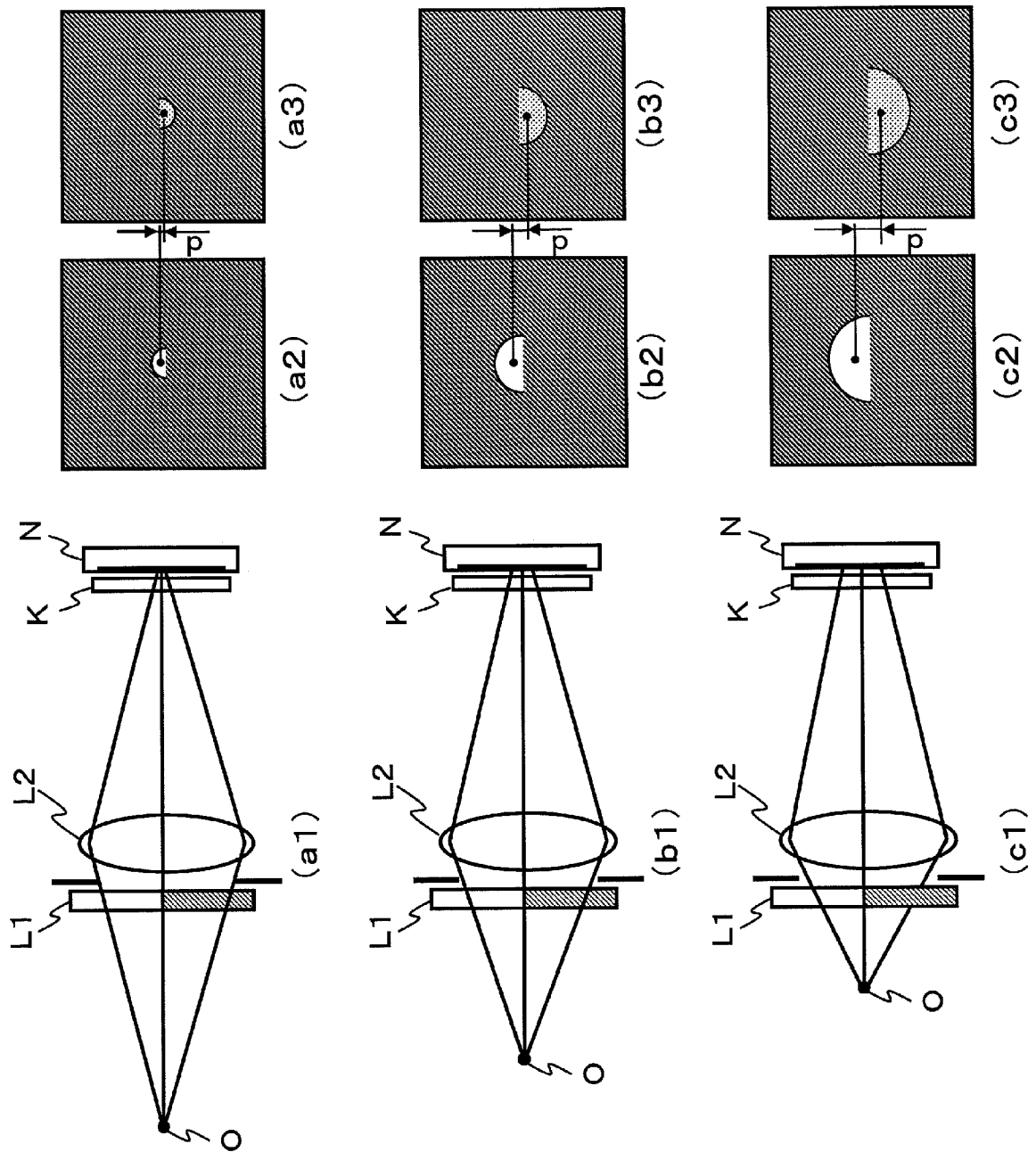
[図10]



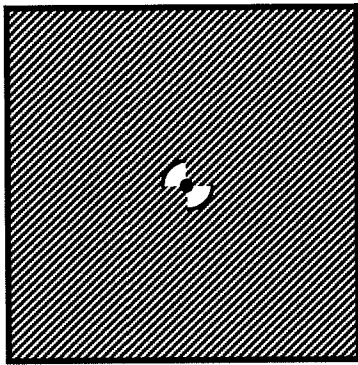
[図11]



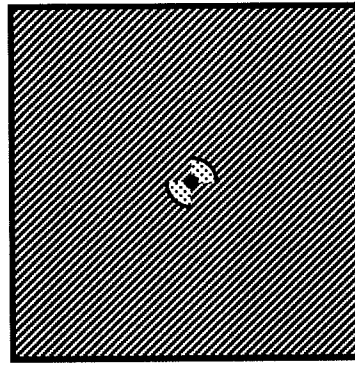
[図12]



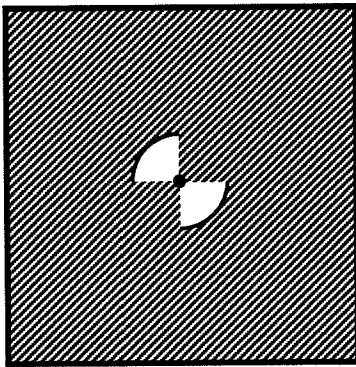
[図13]



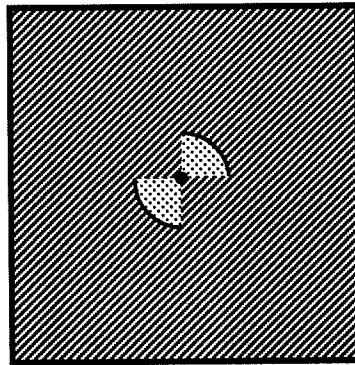
(a1)



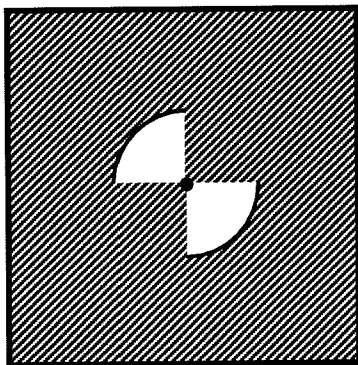
(a2)



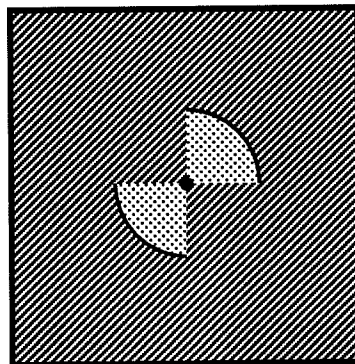
(b1)



(b2)



(c1)



(c2)

[図16]

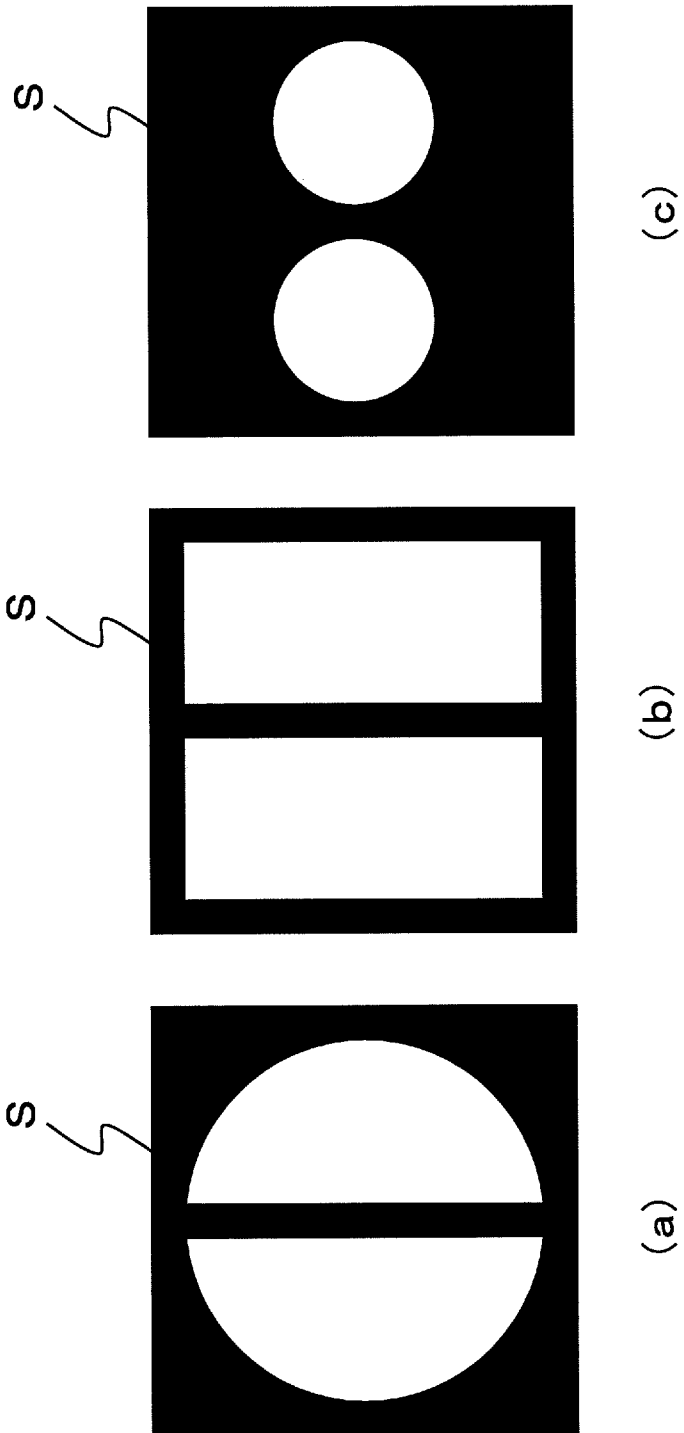
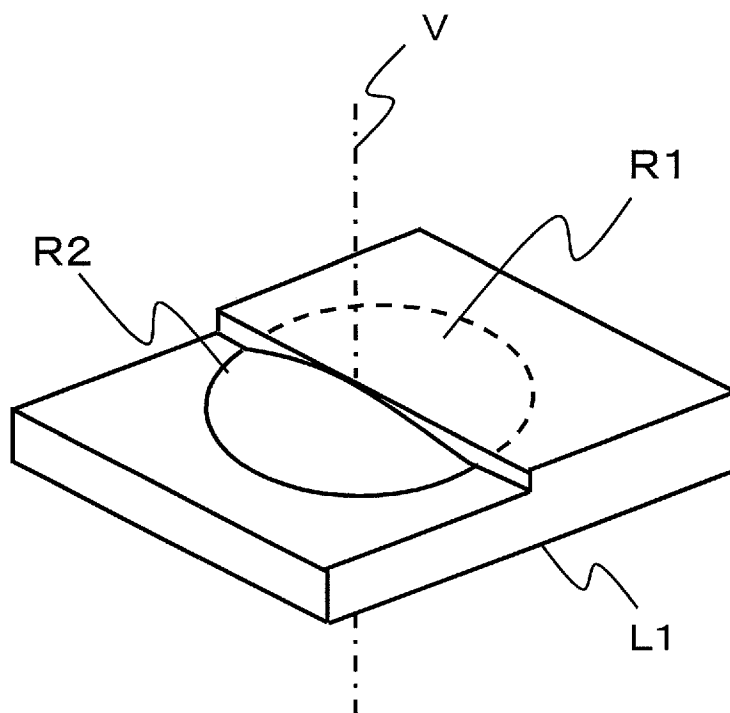


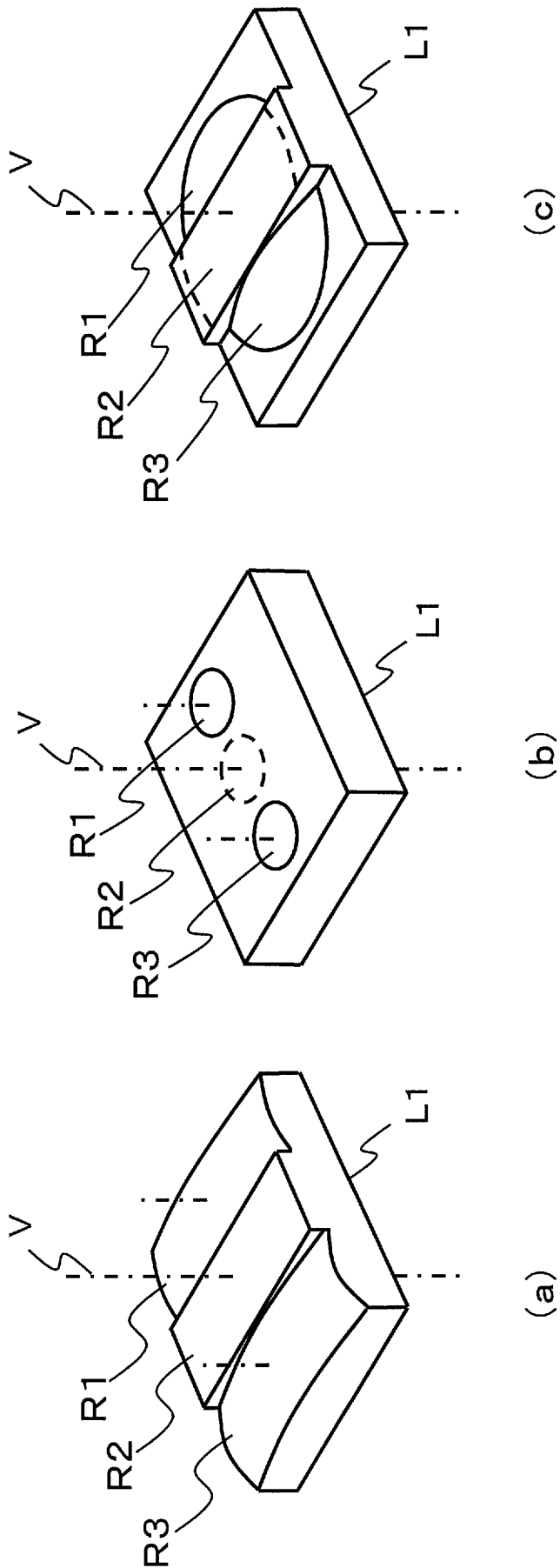
Figure 1 consists of two schematic diagrams, (a) and (b), illustrating the internal structure of a cathode ray tube. Both diagrams show a cross-section with a cathode (K) at the bottom, emitting a beam of electrons (solid lines) and ions (dashed lines) towards a phosphor screen (N) at the top. The electron beam is focused by lenses L1 and L2. A deflection coil (D1) is shown in (a) and a different deflection coil (D2) is shown in (b). The diagrams also show a vertical axis V and a horizontal axis N. A bracket L indicates the length of the tube, and a bracket S indicates the distance from the cathode to the screen.

(a)

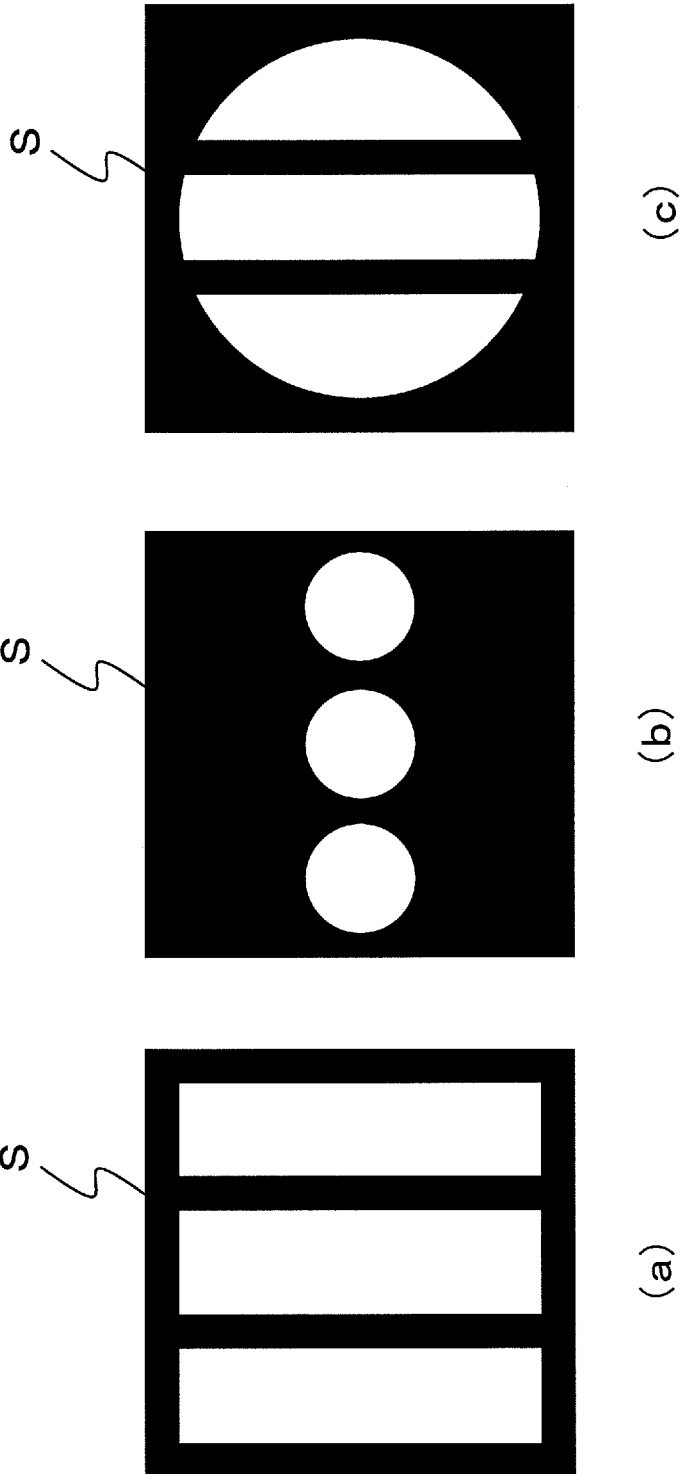
[図18]



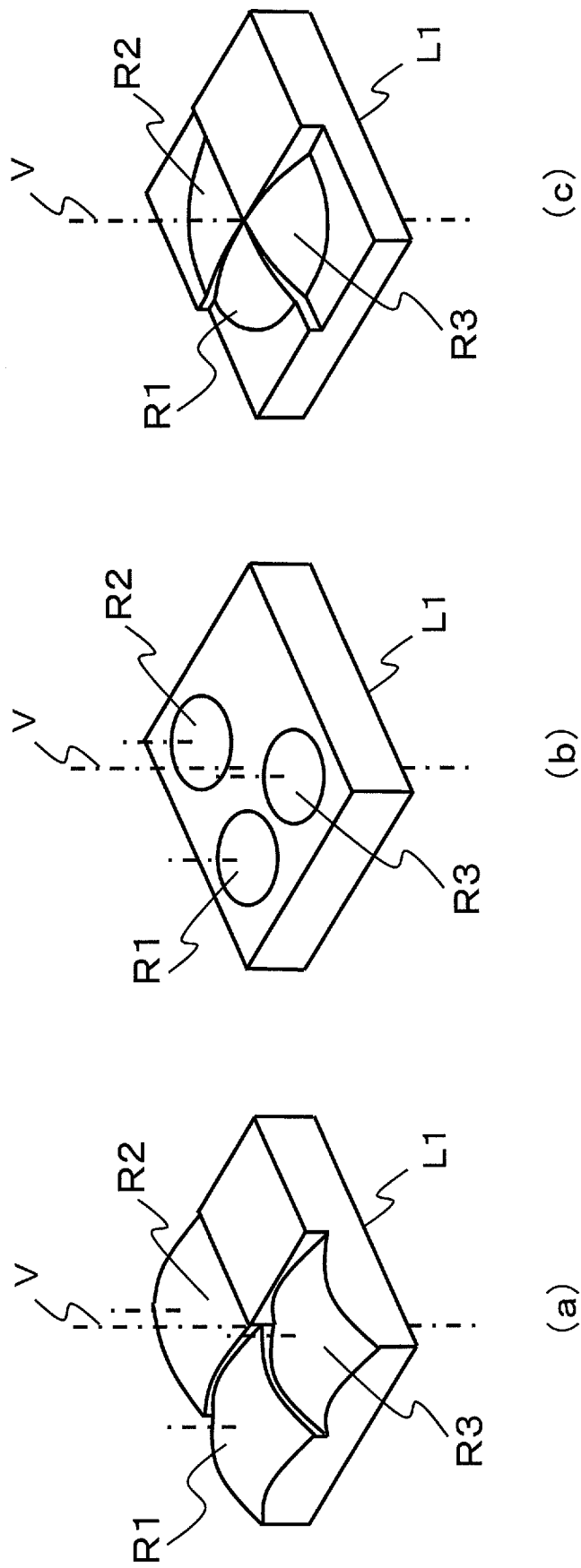
[図19]



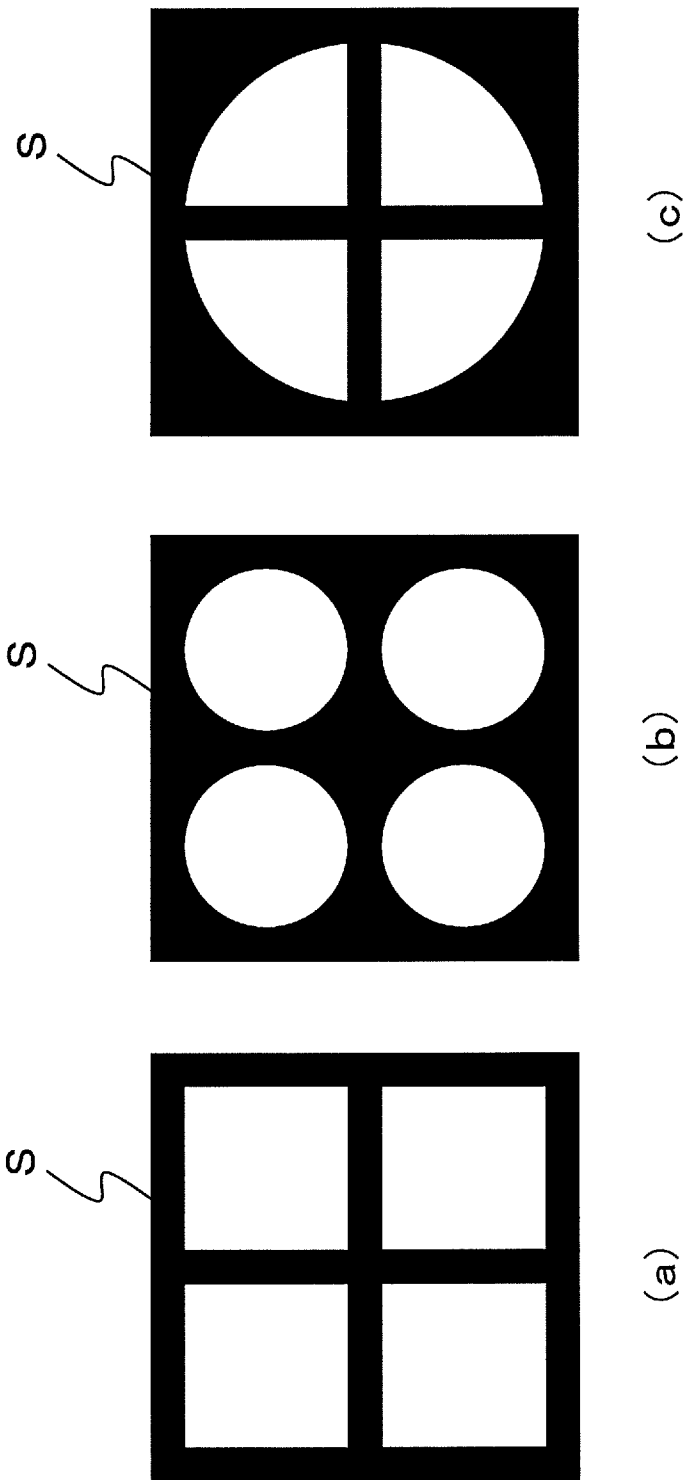
[図20]



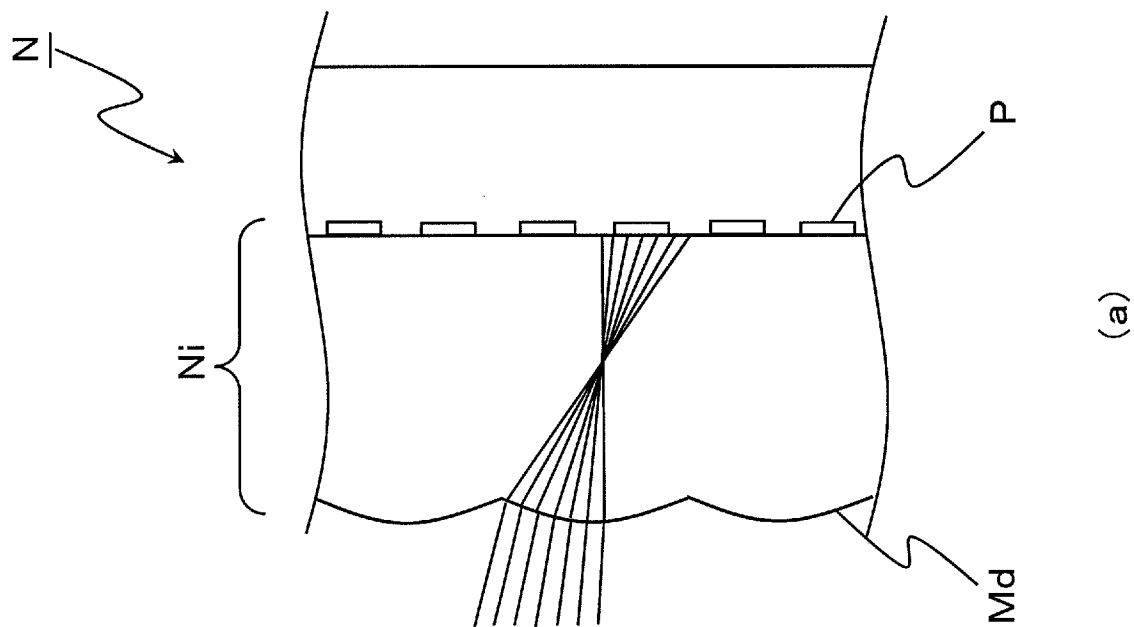
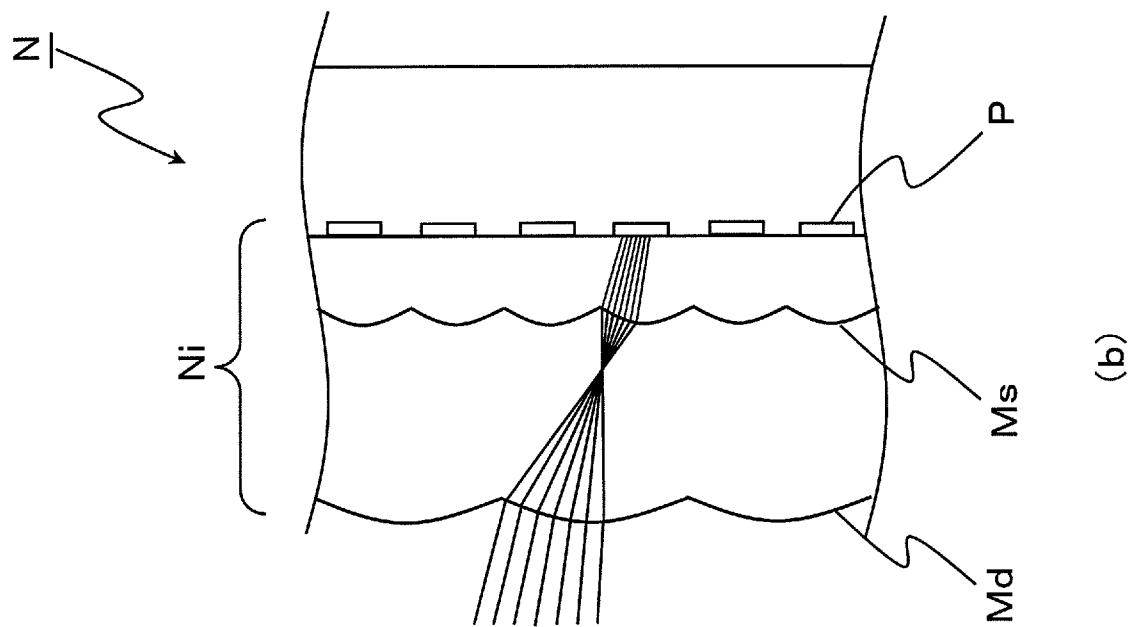
[図21]



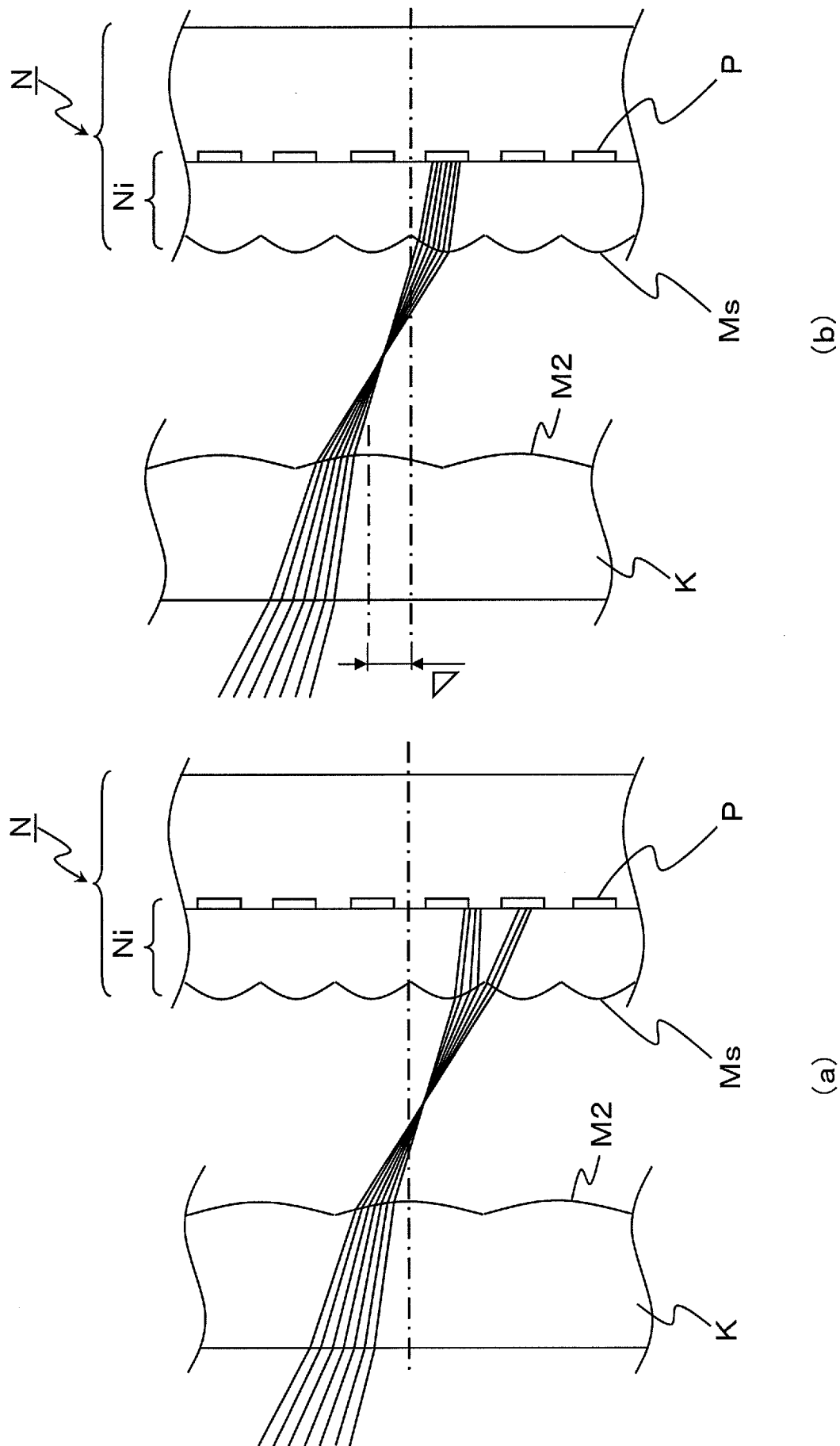
[図22]



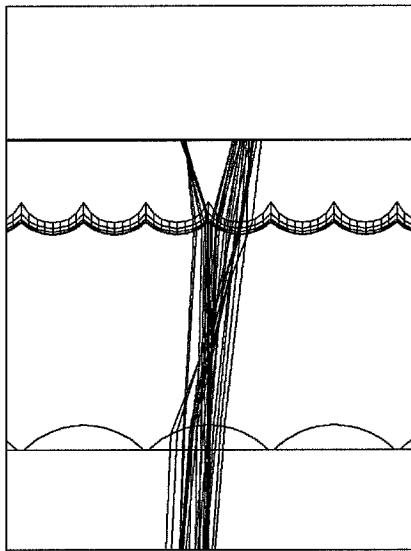
[図23]



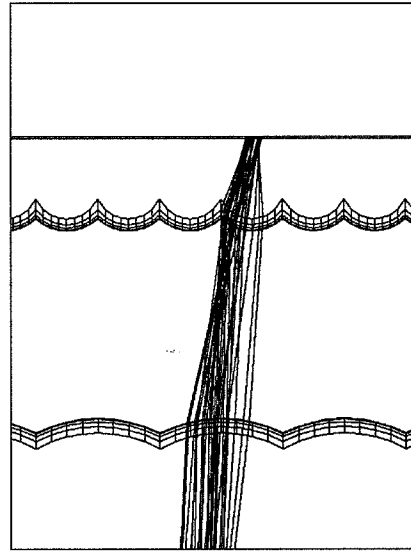
[図24]



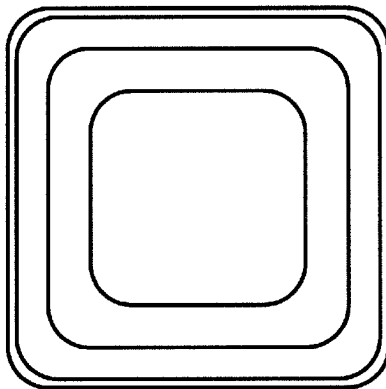
[図25]



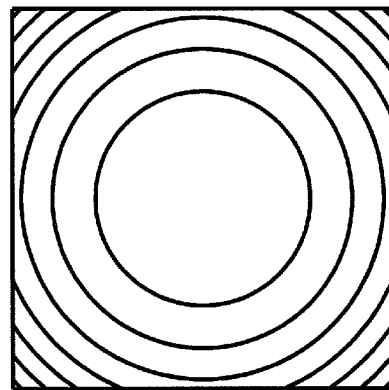
(a3)



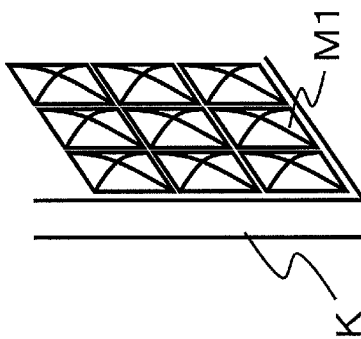
(b3)



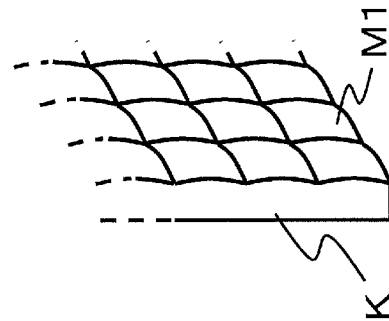
(a2)



(b2)



(a1)



(b1)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006093

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01) i, G03B11/00(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)

H04N9/07, G03B11/00

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
A	JP 2002-135796 A (Canon Inc.), 10 May 2002 (10.05.2002), claims (Family: none)	1-22

☒ 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
28 December, 2011 (28.12.11)Date of mailing of the international search report
17 January, 2012 (17.01.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/006093

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-523646 A (Visionsense Ltd.), 05 August 2003 (05.08.2003), claims & JP 2003-523646 A & US 6396873 B1 & US 2001/0017649 A1 & US 2001/0033326 A1 & US 2002/0054208 A1 & US 7683926 B2 & US 7154527 B1 & US 2008/0055400 A1 & US 2008/0158343 A1 & US 2008/0158344 A1 & EP 1163541 A & EP 1510080 A & WO 2000/050927 A2 & WO 2002/067593 A1 & WO 2002/037142 A2 & WO 2003/096077 A2 & AU 2686700 A & CA 2366854 A & IL 145057 A & IL 145057 D & IL 157374 D & AU 1422102 A & IL 164936 D & AU 2003226614 A	1-22
A	JP 2007-520166 A (Digital Optics Corp.), 19 July 2007 (19.07.2007), paragraph [0042] & JP 2011-72039 A & JP 2009-544226 A & US 2005/0073603 A1 & US 2005/0225654 A1 & US 2008/0285965 A1 & US 2010/0321564 A1 & US 2007/0126898 A1 & EP 1712087 A & EP 2315448 A1 & EP 2044629 A & WO 2005/072370 A2 & WO 2006/031643 A1 & WO 2008/011003 A2 & KR 10-2007-0019979 A & CN 1934872 A & KR 10-2009-0034981 A & CN 101512768 A	18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, G03B11/00(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 (I P C))

Int.Cl. H04N9/07, G03B11/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 2002-135796 A (キヤノン株式会社) 2002.05.10, 【特許請求の範囲】他 (ファミリーなし)	1 - 2 2
A	JP 2003-523646 A (ヴィジョンセンス リミテッド) 2003.08.05, 【特許請求の範囲】他 & JP 2003-523646 A & US 6396873 B1 & US 2001/0017649 A1 & US 2001/0033326 A1 & US 2002/0054208 A1 & US 7683926 B2 & US 7154527 B1 & US 2008/0055400 A1 & US 2008/0158343 A1 & US 2008/0158344 A1 & EP 1163541 A & EP 1510080 A & WO 2000/050927 A2 & WO 2002/067593 A1 &	1 - 2 2

☒ 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

2 8 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

吉川 康男

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1

5 P

4 2 3 8

C (続き) . 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
A	WO 2002/037142 A2 & WO 2003/096077 A2 & AU 2686700 A & CA 2366854 A & IL 145057 A & IL 145057 D & IL 157374 D & AU 1422102 A & IL 164936 D & AU 2003226614 A JP 2007-520166 A (デジタル・オプティックス・コーポレイション) 2007.07.19, 【0042】他 & JP 2011-72039 A & JP 2009-544226 A & US 2005/0073603 A1 & US 2005/0225654 A1 & US 2008/0285965 A1 & US 2010/0321564 A1 & US 2007/0126898 A1 & EP 1712087 A & EP 2315448 A1 & EP 2044629 A & WO 2005/072370 A2 & WO 2006/031643 A1 & WO 2008/011003 A2 & KR 10-2007-0019979 A & CN 1934872 A & KR 10-2009-0034981 A & CN 101512768 A	1 8