

(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
2024年8月2日(02.08.2024)



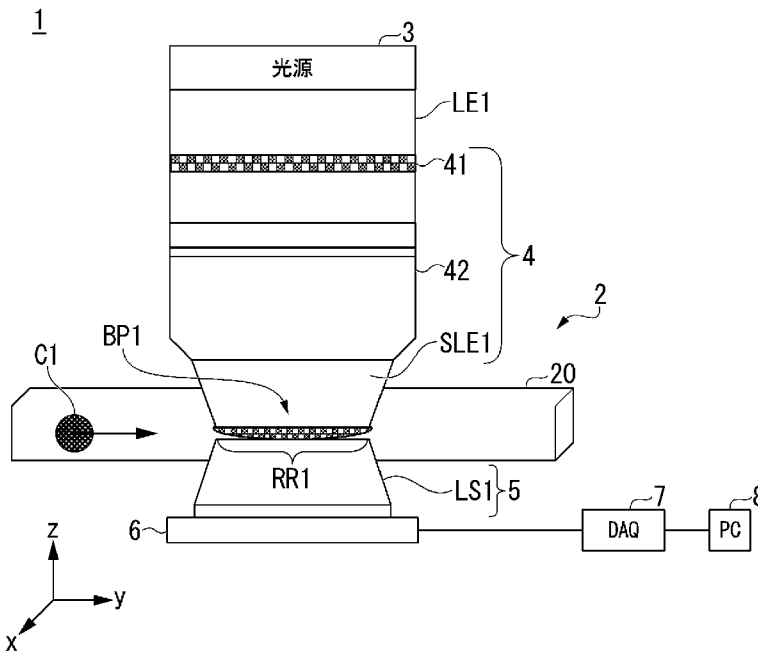
(10) 国際公開番号

WO 2024/157903 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/53 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/001530
- (22) 国際出願日: 2024年1月19日(19.01.2024)
- (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:
63/440,920 2023年1月25日(25.01.2023) US
- (71) 出願人: シンクサイト株式会社 (THINKCYTE K.K.) [JP/JP]; 〒1130033 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 戸田 圭亮 (TODA Keisuke); 〒1130033 東京都文京区本郷七丁目3番1号 東京大学アントレプレナープラザ403 シンクサイト株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田 ▲ 崎 ▼ 聡, 外 (TAZAKI Akira et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

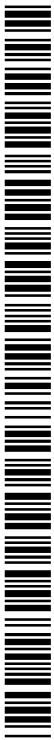
(54) Title: FLOW CYTOMETER

(54) 発明の名称: フローサイトメータ



3 Light source

(57) Abstract: This flow cytometer comprises: a light source; a microfluid device; an illumination optical system that radiates illumination light generated by the light source to a light irradiation region of a flow channel; a photodetector that detects modulated light from an observation object irradiated by the illumination light in the light irradiation region; a detection optical system that guides modulated light from the observation object irradiated by the illumination light to the photodetector; and an information generating unit that generates identification information for determining the observation



WO 2024/157903 A1

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

object, on the basis of time series optical information that indicates a time series of the intensity of the modulated light detected by the photodetector, two or more wavelengths of light being included in the illumination light generated by the light source, at least one of the illumination optical system and the detection optical system having a spatial optical modulation element that imparts a luminance pattern to each of the two or more wavelengths of light, and the photodetector detecting, independently for each wavelength, modulated light from the observation object irradiated by the illumination light to which a luminance pattern has been imparted by the spatial optical modulation element, or modulated light obtained by imparting of a luminance pattern by the spatial optical modulation element to the modulated light from the observation object irradiated by the illumination light.

(57) 要約：フローサイトメータは、光源と、マイクロ流体装置と、光源が発する照明光を流路の光照射領域に照射する照明光学系と、光照射領域において照明光が照射された観察対象物からの変調光を検出する光検出器と、照明光が照射された観察対象物からの変調光を光検出器に導く検出光学系と、光検出器が検出する変調光の強度の時系列を示す時系列光学情報に基づいて、観察対象物を判別するための識別情報を生成する情報生成部と、を備え、光源が発する照明光には2以上の波長の光が含まれ、照明光学系または検出光学系の少なくとも一方は、2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンを付与する空間光変調素子を有し、光検出器は、空間光変調素子によって輝点パターンが付与された照明光が照射された観察対象物からの変調光、または照明光が照射された観察対象物からの変調光に空間光変調素子によって輝点パターンが付与された変調光を波長毎に独立して検出する。

明 細 書

発明の名称：フローサイトメータ

技術分野

[0001] 本発明は、フローサイトメータに関する。

本願は、2023年1月25日に出願された米国仮出願第63/440,920に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] GMI (Ghost Motion Imaging) 法では、例えば、光源からの照明を、光源と観察対象物との間の光路に設置されるDOE (Diffractive Optical Element) などの空間光変調素子により、特定の照明パターンを有する照明光に加工し、流路内を移動する観察対象物に対して照射することにより、観察対象物の形態情報を光学情報として取り出すことができる。例えば、特許文献1には、GMI法に基づいて観察対象物の形態情報を光学情報として取り出す測定方法が記載されている。また、特許文献2には、GMI法により取得された光学情報を直接機械学習し、作成された学習済みモデルを用いて観察対象物を判別する分析装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2016/136801号

特許文献2：国際公開第2017/073737号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] GMI法で観察対象物の形態情報を高い分類精度を有する光学情報として取り出すためには、空間光変調素子により加工された照射パターンを流路の流れ方向について所定程度以上の長さにして、継続的に観察対象物に照射することが必要である。換言すれば、観察対象物に、流路の流れ方向について

所定程度以上の長さを有する照明パターンを体験させることが必要である。GM I法では、所定程度以上の長さを有する照明パターンを体験させることにより、観察対象物の形態情報を、より高い解像度で当該形態情報を有する光学情報として取り出すことができる。そのため、GM I法では、取得した光学情報から観察対象物の形態情報を取り出し、観察対象物をより高い精度で分類することが可能になる。

照射パターンを流路の流れ方向について所定程度以上の長さにして、継続的に観察対象物に照射する必要があることは、GM I法を用いた分析装置において、高い分類精度を維持したまま、測定をさらに高速化する際の課題の1つとなっていた。従来のGM I法により得られていた高い分類精度を維持したまま、測定に要する時間を短縮できることが求められている。

[0005] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、従来のGM I法を用いた分析装置において得られていた高い分類精度を維持したまま、測定に要する時間が短縮されたフローサイトメータを提供することができる。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、本発明の一態様は、観察対象物に向けて照明光を発する光源と、前記観察対象物が流体と共に流れ得る流路を備えるマイクロ流体装置と、前記光源が発する前記照明光を前記流路の照射領域に照射する照明光学系と、前記照明光学系によって前記照射領域において前記照明光が照射された前記観察対象物からの変調光を検出する光検出器と、前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光を前記光検出器に導く検出光学系と、前記光検出器が検出する前記変調光の強度の時系列を示す時系列光学情報に基づいて、前記観察対象物を判別するための識別情報を生成する情報生成部と、を備え、前記光源が発する前記照明光には2以上の波長の光が含まれ、前記照明光学系または前記検出光学系の少なくとも一方は、前記2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンを付与する空間光変調素子を有し、前記光検出器は、前記空間光変調素子によって前記輝点パターンが付与された前記照明光が照射された前

記観察対象物からの前記変調光、または前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光に前記空間光変調素子によって前記輝点パターンが付与された変調光を波長毎に独立して検出するフローサイトメータである。

[0007] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記空間光変調素子は、前記2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに異なる前記輝点パターンを付与する。

[0008] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、少なくとも1つの光学特性が互いに異なる複数の領域の分布により構成される。

[0009] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、前記複数の領域が前記光学特性が互いに異なる2種類の領域で構成されるバイナリパターンである。

[0010] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、ランダムなパターンである。

[0011] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分はそれぞれがフーリエ基底に基づく複数の領域の分布により構成される。

[0012] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記光学特性は、光の強度、及び偏光性のうち1以上である。

[0013] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンを構成する前記領域の形状が、前記照明光学系により前記輝点パターンが集光された前記流路の深さ方向の位置において、円形、楕円形、または方形である。

[0014] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記検出光学系は、前記2以上の波長の光を波長に応じた角度に分離する分光素子を有し、前記光検出器は、検出面において互いに異なる位置に配置された複数の光検出素子を有し、前記光検出器は、前記輝点パターンが付与された前記

照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光が前記分光素子によって波長に応じた角度に分離された変調光、または前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光が前記分光素子によって波長に応じた角度に分離された変調光に前記輝点パターンが付与された変調光を、前記複数の光検出素子によって波長毎に独立して検出する。

[0015] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、前記2以上の波長の光のそれぞれについて、前記流路の深さ方向に互いに同じ位置に重ねて付与される。

[0016] また、本発明の一態様は、上記のフローサイトメータにおいて、前記輝点パターンは、前記2以上の波長の光のそれぞれについて、前記流路の深さ方向に互いに異なる位置に付与される。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、GM I法を用いた分析装置において、高い分類精度を維持したまま、測定に要する時間を短縮できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第1の実施形態に係るフローサイトメータの構成の一例を示す図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る輝点パターンの一例を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る複数の波長からなる輝点パターンを流路の深さ方向に重複して配置する方法の一例を示す図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る複数の波長からなる輝点パターンを流路の深さ方向に互いに異なる位置に配置する方法の一例を示す図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る情報処理装置の構成の一例を示す図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る情報処理の一例を示す図である。

[図7]本発明の第2の実施形態に係るフローサイトメータの構成の一例を示す図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る輝点パターンの一例を示す図である。

[図9]本発明の第1実施例に係るフローサイトメータの構成の一例を示す図である。

[図10]本発明の第2実施例に係るフローサイトメータの構成の一例を示す図である。

[図11]本発明の第3実施例に係るフローサイトメータの構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] (第1の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。図1は、本実施形態に係るフローサイトメータ1の構成の一例を示す図である。フローサイトメータ1は、マイクロ流体装置2と、光源3と、照明光学系4と、検出光学系5と、光検出器6、DAQ(Data Acquisition)デバイス7と、パーソナルコンピュータ(PC:Personal Computer)8とを備える。

[0020] マイクロ流体装置2は、観察対象物C1が流体と共に流れ得る流路20を備える。観察対象物C1は、一例として、細胞である。なお、観察対象物C1は、細胞に限られず、他の例として微粒子などであってもよい。流路20を流れる流体の流速は、流す観察対象物C1の種類や個体差によらず一定の流速である。また、マイクロ流体装置2は、流路20に複数の観察対象物を逐次流すが、流路20の照明光の照射位置を一度に通過する観察対象物の個数は1個である。

[0021] ここで図には適宜、3次元直交座標系として、xyz座標系を示す。本実施形態において、x軸方向は、流路20の幅方向である。また、y軸方向は、流路20の長さ方向である。z軸方向は、流路20と直交する方向であって、流路20の深さ方向である。流路20の深さ方向は、流路20の高さ方向ともいう。流路20内の液体の流れは、y軸方向の+y方向に観察対象物C1を移動させる。流路20の長さ方向は、流路において流体が流れる方向であり、流路の流れ方向とも記載される。流路20の幅方向または流路20

の深さ方向とは、換言すれば、観察対象物 C 1 と共に流れる流体の流線と垂直な方向である。

[0022] なお本実施形態では、一例として、流路 2 0 の幅と、深さとは等しい。つまり、流路 2 0 の断面は正方形である。流路 2 0 の幅と、深さとは異なってもよい。つまり、流路 2 0 の断面は長方形であってもよい。

[0023] 光源 3 は、観察対象物 C 1 に向けて照明光 L E 1 を発する。光源 3 が発する照明光 L E 1 には 2 以上の波長の光が含まれる。光源 3 は、観察対象物 C 1 に向けて照明光 L E 1 として 2 以上の波長の光を同時に発する。光源 3 は、例えば、白色光源である。光源 3 は、例えば、特定波長の光を発する光源を複数組み合わせた光源であってもよい。特定波長の光を発する光源は、例えば、レーザー光源、半導体レーザー光源、LED (Light Emitting Diode) 光源である。なお、光源 3 が発する照明光 L E 1 は、空間的にインコヒーレントな光であってもよいが、空間的にコヒーレントな光が好適である。本実施形態では、光源 3 が発する照明光 L E 1 は、一例として、空間的にコヒーレントな光である。

[0024] 照明光学系 4 は、光源 3 が発する照明光 L E 1 を流路 2 0 の光照射領域 R R 1 に照射する。光照射領域 R R 1 とは、流路 2 0 の部分のうち光源 3 から発せられた照明光が照射される所定の部分である。

照明光学系 4 は、例えば、レンズ、ミラー、光学フィルター、及び分光素子などの光学素子を備える。ミラーには、例えば、ハーフミラー、またはダイクロイックミラーなどが含まれる。分光素子には、例えば、プリズム、または回折格子などが含まれる。

[0025] 本実施形態の一例では、照明光学系 4 は、少なくとも、空間光変調素子 4 1 と、照射用対物レンズ 4 2 とを備える。空間光変調素子 4 1、及び照射用対物レンズ 4 2 は、光源 3 に近い側からこの順に光源 3 と光検出器 6 との間の光路上に配置される。照明光学系 4 では、空間光変調素子 4 1 を照射用対物レンズ 4 2 の瞳面に配置し、流路 2 0 を流れる観察対象物 C 1 が照射用対物レンズ 4 2 の焦点位置を通過するように光学素子が配置されることが望ま

しい。

[0026] 空間光変調素子41を含む照明光学系4、及び光源3は、以下で説明するように、構造化照明を照射するための構成として機能する。この構成により、以下で説明するように流路20に対して構造化照明光SLE1が照射される。

光源3から発せられた照明光LE1は、空間光変調素子41を通じて構造化照明光SLE1に変換され、構造化照明光SLE1は流路20の光照射領域RR1に照射される。

[0027] 空間光変調素子41は、光源3と、光検出器6との間の光路上に配置される。本実施形態では、空間光変調素子41は、光源3と流路20との間の光路上に配置される。この配置の構成を、構造化照明の構成とも記載する。光源3から照射される照明光LE1は空間光変調素子41によって構造化され、構造化照明光SLE1が流路20に照射される。構造化照明の構成では、構造化照明光SLE1は、照射用対物レンズ42を介して集光され、流路20の光照射領域RR1において、輝点パターンBP1として結像する。

[0028] ここで輝点パターンとは、GMI法において観測対象物の形態情報を光学的な情報として取り出すために利用されるパターンであり、光強度のような光学特性が互いに異なる複数の領域の分布により構成されるパターンである。輝点パターンには、本実施形態における構造化照明の構成において用いられるパターンと、第2の実施形態において後述する構造化検出の構成において用いられるパターンがある。輝点パターンには、構造化照明に用いられるバイナリーな照明パターン、及び、構造化検出における検出位置パターンが含まれる。バイナリーな照明パターンとは、一例として、後述するように光が照射される領域と、光が照射されない領域とにより構成される照明パターンである。構造化検出における検出位置パターンとは、例えば、第2の実施形態において説明されるマスクの光を透過させる透過領域により配置される検出位置により構成されるパターンである。輝点パターンには、光の透過量以外の光学特性が互いに異なる複数の領域の分布により構成されるパターン

も含まれる。

[0029] 本実施形態では構造化照明の構成の例が記載されており、空間光変調素子41は、照明光LE1を発する光源3から流路20の光照射領域RR1までの間の光路に設置されている。本実施形態では、輝点パターンBP1は、空間光変調素子41により特徴づけられる光学特性が互いに異なる複数の領域により構成される照明光のパターンである。構造化検出の構成における輝点パターンの例は、第2の実施形態において後述する。

[0030] 空間光変調素子41は、入射光を構造化する。入射光を構造化するとは、入射光の入射面に含まれる複数の領域ごとに入射光の光学特性を変化させることである。空間光変調素子41は、照明光LE1を構造化し、構造化照明光SLE1に変換する。空間光変調素子41は、入射する照明光LE1に変調を与え、入射光が持つ光学特性の空間的な分布を変化させて出射する光学素子である。空間光変調素子41は、光照射のパターンを制御して光を照射することを可能にする。空間光変調素子41の入射光が入射する面は、複数の領域を有しており、照明光LE1の光学特性は通過する複数の領域でそれぞれ個別に変換される。すなわち、空間光変調素子41から出射された光では、入射光の光学特性に対して、光の光学特性が複数の領域で互いに異なるように変化している。入射光の光学特性とは、例えば、光の強度、波長、位相あるいは偏光性であるが、これらに限定されない。また、空間光変調素子41の通過により変化する光学特性は1つとは限らず、2つ以上の光学特性が同時に変化することもある。

[0031] 空間光変調素子41は、例えば、回折光学素子(DOE: Diffractive Optical Element)、空間光変調器(SLM: Spatial Light Modulator)、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD: Digital Micromirror Device)、また、空間光変調素子41の別の例は、光の透過性、反射性、吸収性、偏光性のうち1以上が互いに異なる複数の領域により構成されるフィルムやフィルターであり、光学特性が互いに異なる複数の領域が表面に印刷さ

れるフィルムなども空間光変調素子41として利用できる。なお、光源3が発する照明光LE1がインコヒーレント光である場合、空間光変調素子41は、DMDが好適である。

本実施形態では、空間変調器40は、一例として、DOEである。

[0032] 上述したように、光源3から発せられる照明光LE1には2以上の波長の光が含まれる。空間光変調素子41は、波長ごとに、照明光LE1を構造化し構造化照明光SLE1に変換する。したがって、空間光変調素子41は、当該2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンBP1を付与する。空間光変調素子41によって、波長の異なる照明光LE1がそれぞれ個別の構造化照明光SLE1に加工され、流路20の光照射領域RR1において個別の構造化照明光SLE1に由来する輝点パターンが観察対象物C1にそれぞれ照射される。

[0033] 本実施形態では、空間光変調素子41は、2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに異なる輝点パターンを付与する。例えば、照明光LE1に第1の波長の光と、第2の波長の光との2つの波長の光が含まれる場合、空間光変調素子41は、第1の波長の光に対して第1の輝点パターンを付与し、第2の波長の光に対して第2の輝点パターンを付与する。この場合、輝点パターンBP1は、第1の輝点パターンと、第2の輝点パターンとから構成される。なお、空間光変調素子41は、2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに同じ輝点パターンを付与してもよい。

[0034] 輝点パターンBP1を構成する互いに異なる輝点パターンは、流路20の長さ方向について少なくとも一部が重なっていることが好ましい。輝点パターンBP1を構成する互いに異なる輝点パターンは、後述するように、流路20の長さ方向について重なっていることがより好ましい。輝点パターンBP1を構成する互いに異なる輝点パターンは、流路20の長さ方向について重なっている方が、輝点パターンBP1の流路20の長さ方向の長さを、当該輝点パターンが流路20の長さ方向について重なっていない場合に比べて短くできる。

[0035] 以下では、輝点パターンBP1のパターンの詳細について説明する。

本実施形態では、輝点パターンBP1が、構造化照明により付与されるバイナリーな照明パターンである場合を例に説明する。バイナリーな照明パターンとは、例えば、光照射領域RR1内において光が照射される領域と、光が照射されない領域とにより構成される照明パターンである。換言すれば、バイナリーな照明パターンとは、領域ごとの光の強度が2値のいずれかであるような照明パターンである。その場合、バイナリーな照明パターンは、例えば、光を透過させる領域と、光を遮断する領域とを有する空間光変調素子41が照明光LE1を構造化照明光SLE1に変換することによって生成することができる。また、バイナリーな照明パターンは、光照射領域RR1内において照射光の強度の違う領域（光が強く照射される領域と光が弱く照射される領域）の分布により構成することもできる。このように、輝点パターンBP1は、光の強度の違いにより構成される照明パターンを用いて生成することができる。さらにまた、輝点パターンBP1は、光の強度以外の光学特性の違いにより構成される照明パターンを用いて生成することもできる。

[0036] 図2に輝点パターンBP1の一例を示す。図2では、流路20の深さ方向に流路20を俯瞰した場合の輝点パターンBP1の一例が示されている。輝点パターンBP1は、少なくとも1つの光学特性が互いに異なる複数の領域の分布により構成される。輝点パターンBP1は、一例として、複数の領域が光学特性が互いに異なる2種類の領域で構成されるバイナリパターンである。なお、光学特性が互いに異なるとは、複数の種類の光学特性のうち少なくとも1つが異なることである。例えば、輝点パターンBP1は、光の強度が強い領域と光の強度が弱い領域により構成される複数の領域により構成される。

[0037] 本実施形態では、輝点パターンBP1は照明光学系により流路の光照射領域RR1に配置される。光照射領域RR1のうち輝点パターンBP1が配置される範囲は、本実施形態の構造化照明の構成の例では、光照射領域RR1のうちで、構造化照明光SLE1が焦点の合った状態で照射されている範囲で

ある。

[0038] 輝点パターンB P 1を構成する領域の形状は特に限定されない。構造化照明光S L E 1が照明光学系4により集光される流路20の深さ方向の位置において、輝点パターンB P 1を構成する領域は、円形、楕円形、または方形の形状として配置することができる。図2に示す輝点パターンB P 1を構成する領域の形状は、一例として、正方形である。

[0039] 輝点パターンB P 1では、輝点パターンB P 1を構成する複数の領域をランダムに配置して輝点パターンを形成することができる。例えば、輝点パターンB P 1では、光の強度が互いに異なる複数の領域のうち、光の強度の強い領域をランダムに配置して輝点パターンを形成することができる。ここでランダムとは、規則性がないことである。

輝点パターンB P 1としてランダムなパターンを用いることによって、輝点パターンB P 1の流路20の長さ方向の長さを、ランダムなパターンでない場合に比べて短縮でき、計測の高速化が可能となる。

[0040] なお、輝点パターンB P 1は、ランダムなパターンに限られない。輝点パターンB P 1は、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分はそれぞれがフーリエ基底に基づく複数の領域の分布により構成されてもよい。

[0041] フーリエ基底に基づく複数の領域の分布とは、例えば、フーリエ基底を示す2次元画像におけるピクセル値に基づいて配置が決定される複数の領域の分布である。フーリエ基底に基づく複数の領域の分布は、例えば、ピクセル値が大きいか否かに基づいて決定される。ピクセル値が所定値以上であるという条件、または、2次元画像に含まれるピクセル全体における所定の順位以上であるという条件が満たすか否かに応じて、第1の光学特性を有する領域（例えば、光を透過させる領域）、及び第2の光学特性を有する領域（例えば、光を遮断する領域）の分布が決定される。

[0042] 輝点パターンB P 1は、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分はそれぞれがフーリエ基底に基づく

複数の領域の分布から構成される場合、輝点パターンBP1がランダムなパターンである場合に比べて分類精度を様々なサイズ及び形状の観察対象物に対して向上させることができる。観察対象物の形態情報として、例えば、ある特定の周波数の縞、または細胞ぐらゐの大きさの円状のパターンなど取得しようとする場合、フーリエ基底に基づくパターンはランダムなパターンに比べて分類精度が高いと考えられる。

[0043] なお、輝点パターンBP1は、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分は、一方がフーリエ基底に基づく複数の領域の分布から構成され、他方がランダムなパターンであってもよい。

また、輝点パターンBP1は、光の強度が互いに異なる複数の領域のうち、光の強度の強い領域を一本あるいは複数の直線上に配置して形成することもできる。

[0044] 構造化照明の構成において、流路20に照射される構造化照明光SLE1（照射ビーム）に含まれる輝点パターンBP1のサイズは、一例として、流路20の流れ方向の長さが20 μm から100 μm であり、流路の幅方向の長さが20 μm から50 μm である。なおここでの輝点パターンBP1のサイズとは、流路20の深さ方向について照射用対物レンズ42でフォーカスされた位置における輝点パターンのサイズである。

[0045] GM1法において、観察対象物の形態情報をより高い解像度で当該形態情報を有する光学情報として取り出すためには、流路20の長さ方向について所定以上の長さを有する輝点パターンBP1を、継続的に観察対象物に照射することが必要である。一方、輝点パターンBP1の流路20の長さ方向についての長さは、スループットの向上のためには短いことが好ましい。本実施形態に係るフローサイトメータ1では、従来のGM1法で照射される照明光に比べて輝点パターンBP1の流路20の長さ方向の長さが短い。

[0046] 従来のGM1法では、照明光として単一の波長の光が用いられ、輝点パターンの流路の流れ方向の長さは500 μm 程度に設定される。一方、本実施

形態に係るフローサイトメータ1では、輝点パターンBP1の流路20の流れ方向の長さを100 μ m程度とすることができる。さらに本実施形態に係るフローサイトメータ1では、2以上の波長の光が含まれる照明光LE1を用いて、2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに異なる輝点パターンを付与して輝点パターンBP1として流路20に同時に照射することによって、輝点パターンBP1の流路20の流れ方向の長さを20 μ mから50 μ m程度にまで短縮することができる。本実施形態に係るフローサイトメータ1では、輝点パターンBP1の流路20の長さ方向の長さを、従来のGMI法において設定されていた長さより短くすることによって、スルーポットの向上を図ることができる。

[0047] 輝点パターンBP1の流路20の幅方向の長さは、流路20の幅より短く設定される。輝点パターンBP1の流路20の幅方向の好適な長さは、流路幅の長さ及び観察対象物の大きさにより異なるが、図2に示すように20 μ mから50 μ mの長さに設定することが好ましい。

[0048] ここで図3及び図4を参照し、複数の波長の光からなる輝点パターンBP1を流路20に配置する方法について例を用いてさらに説明する。一例として、輝点パターンBP1は、3つの波長の光のそれぞれに対して付与された互いに異なる輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13からなる場合について、図3及び図4を用い説明する。

[0049] 図3は、本実施形態に係る複数の波長からなる輝点パターンBP1を流路20の深さ方向に重複して配置する方法の一例を示す図である。輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13は、流路20の深さ方向に重複して配置されている。したがって、輝点パターンBP1は、2以上の波長の光のそれぞれについて、流路20の深さ方向に互いに同じ位置に重ねて付与される。この場合、輝点パターンBP1は、流路20の深さ方向には、2 μ mから3 μ m程度の範囲に配置されることが好ましい。

[0050] 輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターン（輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点

パターンBP13)は、図3(A)に示すように、流路20の流れ方向に互いに重なるように配置されることが好ましい。なお、輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の流れ方向に互いにずらして配置されてもよい。輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の流れ方向に互いにずらして配置される場合であっても、輝点パターンBP1の流路20の流れ方向の長さは、従来のGMI法において用いられている輝点パターンの流路の流れ方向の長さより短くなるように配置される。

[0051] 輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、図3(A)に示すように、流路20の幅方向に互いに重なるように配置されることが好ましい。なお、輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の幅方向に互いにずらして配置されてもよい。また、輝点パターンBP1の形状は図3に示される形状に限定されない。

[0052] 図4は、本実施形態に係る複数の波長からなる輝点パターンBP1を流路20の深さ方向に互いに異なる位置に配置する方法の一例を示す図である。図4(B)に示すように、輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13は、流路20の深さ方向に互いに異なる位置に配置されている。したがって、輝点パターンBP1は、2以上の波長の光のそれぞれについて、流路20の深さ方向に互いに異なる位置に付与される。流路20の深さ方向に互いに異なる位置に配置される場合においても、輝点パターンBP1(即ち、輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13)は、流路20の深さ方向には、2 μ mから3 μ m程度の範囲に配置されることが好ましい。一方それぞれの輝点パターン間の間隔は、図4(B)では、輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13が流路20の一定の深さ位置に集中して配置されている例が示されているが、それぞれの輝点パターンを適宜の間隔で離して配置することもできる。

[0053] 輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターン（輝点パターンBP11、輝点パターンBP12、及び輝点パターンBP13）は、図4（A）に示すように、流路20の流れ方向に互いに重なるように配置されることが好ましい。なお、輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の流れ方向に互いにずらして配置されてもよい。輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の流れ方向に互いにずらして配置される場合であっても、輝点パターンBP1の流路20の流れ方向の長さは、従来のGMI法において用いられている輝点パターンの流路の流れ方向の長さより短くなるように配置される。

[0054] 輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、図4（A）に示すように、流路20の幅方向に互いに重なるように配置されることが好ましい。なお、輝点パターンBP1に含まれる複数の波長の光それぞれに対して付与された輝点パターンは、流路20の幅方向に互いにずらして配置されてもよい。また、輝点パターンBP1の形状は図3に示される形状に限定されない。

[0055] 図1に戻ってフローサイトメータ1の構成の説明を続ける。

構造化照明光SLE1が照射される光照射領域RR1を観察対象物C1が通過する過程において、構造化照明光SLE1が観察対象物C1によって変調された電磁波が発生する。照明光LE1の照射により観察対象物C1から発せられる電磁波を変調光と記載する。本実施形態では、変調光とは、構造化照明光SLE1の照射により観察対象物C1から発せられる光である。変調光には、例えば、散乱光、透過光、透過光の干渉光、位相が変調された光が含まれる。なお、観察対象物C1を透過した透過光も変調光と記載する。散乱光には、前方方向に散乱した光（前方散乱光）と、後方方向に散乱した光（後方散乱光）と、側方方向に散乱した光（側方散乱光）とが含まれる。変調光には、観察対象物C1の形態情報が含まれている。

[0056] 本実施形態に係る以下の説明では、一例として、変調光として前方散乱光

を検出する場合の構成について図1を利用して説明する。前方散乱光以外の変調光においても、同様の構成が適用できる。ただし、後方散乱光、または側方散乱光を検出する場合には、光検出器6が配置される位置は、後方散乱光、または側方散乱光が伝搬する方向に応じた位置にする必要がある。

[0057] 検出光学系5は、構造化照明光SLE1が照射された観察対象物C1からの変調光を光検出器6に導く。検出光学系5は、観察対象物C1からの散乱信号光LS1を光検出器6に集光させる光学系である。検出光学系5には、レンズ、ミラー、光学フィルター、分光素子などの光学素子が含まれる。ミラーには、例えば、ハーフミラー、またはダイクロイックミラーなどが含まれる。分光素子には、例えば、プリズム、または回折格子などが含まれる。本実施形態の一例では、検出光学系5は、少なくとも結像レンズ（不図示）を備える。

[0058] 検出光学系5に含まれる結像レンズは観察対象物C1からの散乱信号光LS1を光検出器6の位置に集光する。なお、結像レンズは、観察対象物C1からの散乱信号光LS1を集光しさえすれば、散乱信号光LS1を光検出器6の位置に結像させなくてもよいが、散乱信号光LS1を光検出器6の位置に結像させる位置に結像レンズが配置されることがより好ましい。また、検出光学系5は、さらにダイクロイックミラーや波長選択的なフィルターを備えてもよい。

[0059] 光検出器6は、照明光学系4によって光照射領域RR1において照明光LE1が照射された観察対象物C1からの変調光を検出する。光検出器6は、空間光変調素子41によって輝点パターンBP1が付与された照明光LE1が照射された観察対象物C1からの変調光を波長毎に独立して検出する。図1では、当該変調光は、検出光学系5が備える結像レンズによって集光された散乱信号光LS1である例について説明している。光検出器6は、散乱信号光LS1を検出して電気信号に変換する。光検出器6は、一例として、光電子増倍管（PMT：Photomultiplier Tube）である。光検出器6は、結像レンズ50によって集光された散乱信号光LS1の強

度を時系列に検出する。上述したように散乱信号光LS1は、流路20を流れる観察対象物C1に構造化照明光SLE1が照射されて観察対象物C1から発せられる。つまり、光検出器6は、流路20を流れる観察対象物C1に構造化照明光SLE1が照射されて観察対象物C1から発せられる散乱信号光LS1の強度を時系列に検出する。光検出器6は、単一の光検出素子で構成されるシングルセンサーであってもよいし、複数の光検出素子で構成されるマルチセンサーであってもよい。光検出器6が複数の光検出素子で構成されるマルチセンサーである場合、光検出器6は、例えば、繰り返し使用できる光検出素子を検出面において多数並べたアレイ型の光検出器である。

[0060] DAQデバイス7は、光検出器6が出力する電気信号パルスを、パルス毎に電子データに変換する。電子データには、時間と、電気信号パルスの強度との組が含まれる。DAQデバイス7は、一例として、オシロスコープである。

[0061] PC8は、フローサイトメータ1に備えられて、情報処理を行う装置である。当該情報処理には、観察対象物C1を判別するための識別情報A1を生成する処理が含まれる。PC8は、DAQデバイス7から出力される電子データに基づいて、識別情報A1を生成する。DAQデバイス7から出力される電子データを信号情報D1という。信号情報D1は、散乱信号光LS1の強度の時系列データである。信号情報D1は、光検出器6が検出する変調光の強度の時系列な変化を示す時系列光学情報の一例である。PC8は、情報生成部の一例である。

[0062] [情報生成装置の構成]

図5は、本実施形態に係る情報処理装置10の構成の一例を示す図である。情報処理装置10は、フローサイトメトリ法による観察対象物の光学的特性を示す特徴量を算出する特徴量算出装置である。情報処理装置10により、GMI法により取得された光学情報から観測対象物を判別するための識別情報が生成され、識別情報に基づいて観測対象物の判別が行われる。情報処理装置10は、制御部11と、記憶部12と、入力部13とを備える。制

御部11は、例えばCPU (Central Processing Unit) や、GPU (Graphics Processing Unit)、FPGA (field-programmable gate array)などを備えており、種々の演算や情報の授受を行う。制御部11が備える各機能部は、例えばCPUがROM (Read Only Memory)から読み込んだプログラムをRAM (Random Access Memory)に展開して、当該プログラムに従って処理を実行することにより実現される。当該ROM、当該RAMは、記憶部12に含まれる。

[0063] 制御部11は、信号情報取得部110と、識別情報生成部111と、判別部112と、出力部113とを備える。

[0064] 信号情報取得部110は、DAQデバイス7から信号情報D1を取得する。

[0065] 識別情報生成部111は、信号情報取得部110が取得した信号情報D1に基づいて識別情報A1を生成する。識別情報A1は、観察対象物C1を判別するための情報である。識別情報A1は、一例として、機械学習に基づく学習済みモデルである。当該学習済みモデルは、信号情報D1が入力されると観察対象物C1を判別した結果を出力するように学習されている。信号情報D1には、観察対象物C1の形態情報が含まれている。機械学習のアルゴリズムは、いずれのアルゴリズムであってもよいが、フローサイトメータ1に対する所望のスループットに応じた時間で計算を実行し、結果を出力できるアルゴリズムであることが好ましい。機械学習のアルゴリズムは、一例として、サポートベクターマシンである。

[0066] したがって、識別情報生成部111は、光検出器6が検出する変調光の強度の時系列を示す時系列光学情報に基づいて観察対象物C1を判別するための識別情報A1を生成する。

[0067] 判別部112は、識別情報A1に基づいて、信号情報D1から観察対象物C1を判別する。判別部112は、観察対象物C1が目的とする観察対象物であるか否かを判別する。

[0068] 出力部 113 は、判別部 112 が判別した結果を示す判別結果 B1 を外部装置（不図示）に出力する。外部装置とは、例えば、ディスプレイ装置などの表示装置、サーバなどに備えられる記憶装置、またはプリンターである。なお、出力部 113 は、判別結果 B1 を記憶部 12 に出力してもよい。

[0069] 記憶部 12 は、各種の情報を記憶する。記憶部 12 は、例えば、識別情報 A1 を記憶する。記憶部 12 は、磁気ハードディスク装置、または半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。

[0070] 入力部 13 は、ユーザから各種の操作を受け付ける。入力部 13 は、例えば、マウス、キーボード、またはタッチパネルなどを含む。

[0071] [情報処理]

図 6 は、本実施形態に係る情報処理の一例を示す図である。なお、ここでの情報処理とは、観察対象物 C1 が目的とする観察対象物であるか否かを判別する情報処理である。情報処理は、情報処理装置 10 の制御部 11 によって実行される。なお、識別情報 A1 は、情報処理が実行される前の時期に、識別情報生成部 111 によって生成されて予め記憶部 12 に記憶される。

[0072] ステップ S10：信号情報取得部 110 は、DAQ デバイス 7 から信号情報 D1 を取得する。信号情報取得部 110 は、取得した信号情報 D1 を判別部 112 に供給する。

[0073] ステップ S20：判別部 112 は、識別情報 A1 に基づいて信号情報取得部 110 が取得した信号情報 D1 から観察対象物 C1 を判別する。識別情報生成部 111 は、判別結果 B1 を出力部 113 に出力する。

[0074] ステップ S30：出力部 113 は、判別部 112 から出力された判別結果 B1 を外部装置に出力する。

以上で、制御部 11 は、情報処理を終了する。

[0075] (第 2 の実施形態)

以下、図面を参照しながら本発明の第 2 の実施形態について詳しく説明する。

上記第 1 の実施形態では、空間光変調素子 41 は、光源 3 と流路 20 との

間の光路上に配置される構造化照明の構成について説明した。本実施形態では、空間光変調素子が流路20と光検出器6との間の光路上に配置され、光検出器6が構造化された信号光を検出する構造化検出の構成について説明をする。本実施形態に係るフローサイトメータをフローサイトメータ1aという。

[0076] 図7は、本実施形態に係るフローサイトメータ1aの構成の一例を示す図である。フローサイトメータ1aは、マイクロ流体装置2と、光源3と、照明光学系4aと、検出光学系5aと、光検出器6、DAQデバイス7と、PC8とを備える。

フローサイトメータ1a(図7)の構成は、照明光学系4、及び検出光学系5の代わりに照明光学系4a、及び検出光学系5aを備える点以外は、フローサイトメータ1(図1)の構成と同様である。

[0077] 照明光学系4aは、光源3が発する照明光LE1を流路20の光照射領域RR1に照射する。照明光学系4aは、少なくとも照射用対物レンズ42を備える。照明光学系4aは、空間光変調素子を備えていない点が、照明光学系4とは異なるが、照明光学系4において利用することができる空間光変調素子以外の光学素子を同様に利用することができる。

[0078] 検出光学系5aは、照明光LE1が照射された観察対象物C1からの変調光を、マスク51aを介して光検出器6に導く。検出光学系5aは、少なくともマスク51aを備える。検出光学系5aは、少なくともマスク51aを備える点が、検出光学系5とは異なる。検出光学系5aは、検出光学系5において利用できる結像レンズなど光学素子を同様に利用することができる。

マスク51aは、照明光LE1に含まれる2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンBP1を付与する。マスク51aは、空間光変調素子の一例である。

[0079] マスク51aは、流路20と、光検出器6との間の光路上に配置される。空間光変調素子(つまり、マスク51a)が流路20と、光検出器6との間の光路上に配置される構成を、構造化検出の構成とも記載する。より具体的

には、マスク51aは、流路20と照射領域RR1と、光検出器6との間の光路上に配置される。

[0080] 構造化検出の構成では、観察対象物C1には、光源3から構造化されていない照明光LE1が照射される。照明光LE1が観察対象物C1によって散乱されて生じる散乱信号光LS1は、マスク51aによって構造化される。構造化された散乱信号光LS1は、検出光学系5aに含まれる光学素子によって集光され、光検出器6は、集光された散乱信号光LS1を検出する。なお、本実施形態においても、観察対象物C1によって変調される変調光の例として散乱信号光LS1を用いて説明を行う。

[0081] 本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、光源3が発する照明光LE1には2以上の波長の光が含まれる。照明光LE1に2以上の波長の光が含まれることに応じて、散乱信号光LS1にも2以上の波長の光が含まれる。

マスク51aは、散乱信号光LS1に含まれる2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンBP1aを付与する。マスク51aは、光を透過させる透過領域と、光を遮断する遮断領域とにより構成される。マスク51aは散乱信号光LS1を構造化するための空間光変調素子である。

[0082] 構造化検出の構成では、流路20の照射領域RR1において、空間光変調素子により特徴づけられる輝点パターンが仮想的に形成される。当該輝点パターンは、例えば図7に示されるように、流路20の照射領域RR1において、マスク51aの透過領域に対応する位置に仮想的に配置される。流路20の照射領域RR1に照射された2以上の波長を含む照明光LE1は、当該位置で観察対象物C1により変調され、波長毎に独立して光検出器6により検出される。その際に、検出器で検出される変調光の検出効率が照射領域RR1における位置において異なる。観察対象物C1により変調された変調光のうち、照射領域RR1の空間光変調素子の個別の透過領域と光学的に共役な位置から生じた変調光は、光検出器6により効率的に検出されるが、照射領域RR1において空間光変調素子の個別の遮断領域と光学的に

共役な位置から生じた変調光は、光検出器 6 による検出高率が低くなる。このように構造化検出の構成では、空間光変調素子における光学特性が互いに異なる複数の領域の分布（即ち、マスク 5 1 a を構成する透過領域の分布）に応じて、流路 2 0 の光照射領域 R R 1 において変調光を効率よく検出できる検出位置が配置されることになる。

[0083] 構造化検出の構成では、輝点パターン B P 1 a は、流路 2 0 と光検出器 6 との間の光路に設置された空間光変調素子により特徴づけられる。構造化検出の構成では、光照射領域 R R 1 からの変調光が、光学特性が互いに異なる複数の領域により構成される輝点パターン B P 1 a を付与された変調光として光検出器 6 により検出される。

[0084] 例えば図 7 では、流路 2 0 の検出位置における輝点パターン B P 1 a の位置において発せられた変調光が、マスク 5 1 a の透過領域を介して、光検出器 6 により効率よく検出される。このように本実施形態では、照明光 L E 1 が照射された観察対象物 C 1 からの変調光は、空間光変調素子（一例として、マスク 5 1 a）によって輝点パターン B P 1 a が付与され、光検出器 6 により波長毎に独立して検出される。

[0085] ここで流路 2 0 の検出位置における輝点パターン B P 1 a の位置について説明する。輝点パターン B P 1 a は、流路 2 0 の光照射領域 R R 1 に仮想的に配置される。輝点パターン B P 1 a を構成する個々の輝点とマスク 5 1 a の透過領域の位置は互いに光学的に共役な位置に配置され、当該個々の輝点に対応する位置において生じる変調光がマスク 5 1 a の透過領域を介して光検出器 6 により検出される。つまり、照明光 L E 1 の光照射領域 R R 1 内において、輝点パターン B P 1 a の個々の輝点の位置が検出位置となる。検出位置で観察対象物 C 1 から生じる変調光が、マスク 5 1 a を介して光検出器 6 で検出される。

[0086] 図 8 に輝点パターン B P 1 a の一例を示す。図 8 では、流路 2 0 の深さ方向に流路 2 0 を俯瞰した場合の輝点パターン B P 1 a の一例が示されている。

- [0087] 輝点パターンBP1aは、少なくとも1つの光学特性が互いに異なる複数の領域の分布により構成される。輝点パターンBP1aは、一例として、光学特性が互いに異なる2種類の領域で複数の領域が構成されるバイナリパターンである。バイナリーな輝点パターンは、透過領域と、遮断領域とからなるマスク51aによって生成することができる。その場合、光照射領域RR1内において生じた変調光のうち、マスク51aの透過領域に対して光学的に共役な位置において生じた変調光が効率よく光検出器6に検出される。一方、マスク51aの遮断領域に対して光学的に共役な位置において生じた変調光は、マスク51aの遮断領域により変調光が遮断されるため、光検出器6に検出されにくくなる。
- [0088] 輝点パターンBP1は、光照射領域RR1に配置される。光照射領域RR1のうち輝点パターンBP1が配置される範囲は、構造化検出の構成では、光照射領域RR1のうちで、変調光が構造化検出の構成を経て焦点の合った状態で検出される範囲である。変調光が構造化検出の構成を経て焦点の合った状態で検出される範囲とは、焦点が合った状態でマスク51aの像が観察できる範囲である。
- [0089] 輝点パターンBP1aを構成する領域の形状は特に限定されない。流路20を深さ方向に俯瞰した場合、輝点パターンBP1aを構成する領域は、光照射領域RR1のマスク51aの透過領域と共役な位置に、円形、楕円形、または方形の形状で配置することができる。図8に示す輝点パターンBP1aを構成する領域の形状は、一例として、正方形である。
- [0090] 輝点パターンBP1aは、2以上の波長の光のそれぞれについて、流路20の深さ方向に互いに同じ位置に重ねて付与されてもよいし（図3を参照）、流路20の深さ方向に互いに異なる位置に付与されてもよい（図4を参照）。
- [0091] 輝点パターンBP1aは、一例として、ランダムなパターンである。輝点パターンBP1aは、構造化照明の構成の場合と同様に、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分はそ

れぞれがフーリエ基底に基づく複数の領域の分布から構成されてもよい。また、輝点パターンBP1aは、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分は、一方がフーリエ基底に基づく複数の領域の分布から構成され、他方がランダムなパターンであってもよい。さらにまた、輝点パターンBP1を、直線状に配置することもできる。

[0092] 構造化検出の構成において、輝点パターンBP1aのサイズは、構造化照明の構成と同様に、流路20の流れ方向の長さを20 μ mから100 μ mに設定することができる。また、流路幅の長さ及び観察対象物の大きさにより異なるが、輝点パターンBP1aの流路の幅方向サイズは、図8に示すように流路の幅方向の長さを20 μ mから50 μ mに設定することが好ましい。なお、輝点パターンBP1aのサイズとは、ここでは流路20の深さ方向についてマスク51aの透過領域と共役な位置に設置される光照射領域RR1におけるサイズである。

[0093] 以下では、上述した第1の実施形態において説明した構造化照明の構成、または第2の実施形態において説明した構造化検出の構成のいずれか1以上を用いて、検出を行うための光学系の詳細を実施例として説明する。

[0094] (第1実施例)

本実施例では、照明光として白色光を用い、構造化検出の構成により前方散乱光を多色GM1法により検出する場合について説明する。本実施例に係るフローサイトメータをフローサイトメータ1bという。フローサイトメータ1bは構造化検出の構成により変調光を取得するフローサイトメータ1aの一例である。

[0095] 図9は、本実施例に係るフローサイトメータ1bの構成の一例を示す図である。フローサイトメータ1bの構成の説明では、フローサイトメータ1aの構成のうちフローサイトメータ1bにおいて特徴的な光学系の構成を中心に説明する。なお、上述した実施形態と同一の構成については同一の符号を付して、同一の構成及び動作についてはその説明を省略する場合がある。

[0096] フローサイトメータ1bは、光源3として、白色光源3bを備える。

フローサイトメータ 1 b は、照明光学系 4 a を備える。

フローサイトメータ 1 b は、検出光学系 5 a として、検出光学系 5 b を備える。

フローサイトメータ 1 b は、光検出器 6 として、アレイ型検出器 6 b を備える。

[0097] 白色光源 3 b は、観察対象物 C 1 に向けて白色光 L E 1 b を発する。白色光 L E 1 b には、多波長光が含まれる。照明光学系 4 a は、白色光源 3 b が発する白色光 L E 1 b を流路 2 0 に照射する。検出光学系 5 b は、白色光 L E 1 b が照射された観察対象物 C 1 からの変調光を、アレイ型検出器 6 b に導く。

[0098] 検出光学系 5 b は、検出用対物レンズ 5 2 と、ミラー 5 3 と、分光素子 5 4 と、結像レンズ 5 5 と、マスク 5 1 b とを備える。検出用対物レンズ 5 2 、ミラー 5 3 、分光素子 5 4 、結像レンズ 5 5 、及びマスク 5 1 b は、白色光源 3 b に近い側からこの順に白色光源 3 b とアレイ型検出器 6 b との間の光路上に配置される。

[0099] 検出用対物レンズ 5 2 は、観察対象物 C 1 から発せられた変調光をアレイ型検出器 6 b の側へと導く。当該変調光には、散乱信号光 L S 1 と、透過光 L T 1 とが含まれる。当該散乱信号光 L S 1 は、前方散乱光である。

ミラー 5 3 は、変調光のうち散乱信号光 L S 1 をアレイ型検出器 6 b の側へと透過させる。一方、ミラー 5 3 は、変調光のうち透過光 L T 1 をアレイ型検出器 6 b の側とは異なる側（例えば、流路 2 0 の上側）へと反射する。ミラー 5 3 によって反射された透過光 L T 1 は、透過光を検出するための光検出器（不図示）によって検出される。透過光からも散乱光と同様に観察対象物 C 1 の形態情報を取得することができる。

[0100] ミラー 5 3 によって透過させられた散乱信号光 L S 1 は、分光素子 5 4 に入射する。分光素子 5 4 は、2 以上の波長の光を波長に応じた角度に分離する。分光素子 5 4 は、一例として、プリズム、または回折格子である。分光素子 5 4 により、散乱信号光 L S 1 に含まれる 2 以上の波長の光は、波長に

応じた角度に分離される。分光素子 5 4 によって分離された散乱信号光 L S 1 は、結像レンズ 5 5 に入射する。結像レンズ 5 5 は、散乱信号光 L S 1 をアレイ型検出器 6 b の検出面に結像させる。

[0101] アレイ型検出器 6 b は、検出面において互いに異なる位置に配置された複数の光検出素子を有する。

ここで結像レンズ 5 5 と、アレイ型検出器 6 b との間には、マスク 5 1 b が配置されている。マスク 5 1 b は、分光素子 5 4 によって波長に応じた角度に分離された散乱信号光 L S 1 に輝点パターンを付与する。

照明光（白色光 L E 1 b）が照射された観察対象物 C 1 からの変調光（散乱信号光 L S 1）は、分光素子 5 4 によって波長に応じた角度に分離される。分離された変調光（散乱信号光 L S 1）は、マスク 5 1 b により輝点パターンが付与され、アレイ型検出器 6 b は、輝点パターンが付与された変調光を、複数の光検出素子によって波長毎に独立して検出する。

[0102] 上述したように、フローサイトメータ 1 b において、変調光（散乱信号光 L S 1）は分光素子 5 4 によって波長に応じた角度に分離されている。これに応じて、変調光は、アレイ型検出器 6 b の検出面において波長ごとに異なる位置に結像され、複数の光検出素子によって波長毎に独立して検出される。フローサイトメータ 1 b では、白色光 L E 1 b が照射された観察対象物 C 1 から散乱信号光 L S 1 を、構造化検出の構成において、マスク 5 1 b と複数の光検出素子を有するアレイ型検出器 6 b を用いて、波長毎に独立して構造化して検出することができる。それによりフローサイトメータ 1 b では、輝点パターンの長さを流路の流れ方向に伸ばすことなく、輝点パターンの長さを流路 2 0 の流れ方向に伸ばした場合と同等の高い分類精度で観測対象物を分類することができる。

[0103] なお、本実施例では、照明光として白色光を用い、構造化検出の構成により前方散乱光を多色 GM I 法により検出する場合の光学的な構成について説明したが、構造化検出の構成をとらず、構造化照明の構成により同様の検出を行うこともできる。その場合、輝点パターンが付与された白色照明光（構

造化された白色照明光)が照射された観察対象物C 1からの変調光を、分光素子5 4によって波長に応じた角度に分離し、分離された変調光は、アレイ型検出器6 bの複数の光検出素子によって波長毎に独立して検出される。

[0104] (第2実施例)

本実施例では、照明光として離散的なスペクトルを持つ光を用い、構造化検出の構成により前方散乱光を多色GMI法により検出する場合について説明する。本実施例に係るフローサイトメータをフローサイトメータ1 cという。フローサイトメータ1 cは、第1実施例に係るフローサイトメータ1 bと同様に、構造化検出の構成により変調光を取得するフローサイトメータ1 aの一例である。

[0105] 図10は、本実施例に係るフローサイトメータ1 cの構成の一例を示す図である。フローサイトメータ1 cの構成の説明では、第1実施例に係るフローサイトメータ1 bの構成と異なる部分を中心に説明する。なお、上述した第1実施例と同一の構成については同一の符号を付して、同一の構成及び動作についてはその説明を省略する場合がある。

[0106] フローサイトメータ1 cは、光源3として、多波長光源3 cを備える。

フローサイトメータ1 cは、照明光学系4 aとして、照明光学系4 cを備える。

フローサイトメータ1 cは、検出光学系5 aとして、検出光学系5 bを備える。

フローサイトメータ1 cは、光検出器6として、アレイ型検出器6 bを備える。

フローサイトメータ1 cと、フローサイトメータ1 bとを比較すると、多波長光源3 c、及び照明光学系4 cが異なる。

[0107] 多波長光源3 cは、観察対象物C 1に向けて多波長照明光LE 1 cを発する。多波長照明光LE 1 cは、特定波長の光を複数含む。換言すれば、多波長照明光LE 1 cは、離散的なスペクトルを持つ。多波長照明光LE 1 cは、一例として、第1波長光LE 1 1 cと、第2波長光LE 1 2 cと、第3波

長光LE13cとの3つの波長の光を含む。これに応じて、多波長光源3cは、第1波長光源31cと、第2波長光源32cと、第3波長光源33cとを備える。第1波長光源31cは、第1波長光LE11cを観察対象物C1に向けて発する。第2波長光源32cは、第2波長光LE12cを観察対象物C1に向けて発する。第3波長光源33cは、第3波長光LE13cを観察対象物C1に向けて発する。図10には、一例として、多波長照明光LE1cが3つの波長の光を含む例が説明のために記載されているが、多波長照明光LE1cを構成する特定波長の波長光の数はこれに限らず、2以上であればよい。

[0108] 照明光学系4cは、多波長光源3cが発する多波長照明光LE1cを流路20に照射する。照明光学系4cは、集光レンズ43cと、照射用対物レンズ42とを備える。照明光学系4c、及び照射用対物レンズ42は、多波長光源3cに近い側からこの順に多波長光源3cとアレイ型検出器6bとの間の光路上に配置される。

集光レンズ43cは、複数の特定波長の光を混ぜて、離散的なスペクトルを持つ多波長照明光LE1cとして集光する。集光レンズ43cは、集光して得られた多波長照明光LE1cを照射用対物レンズ42に入射させる。照明光学系4cは、必要に応じ、レンズ、ミラー、光学フィルター、及び分光素子などのその他の光学素子をさらに備えることもできる。

[0109] 検出光学系5bは、多波長照明光LE1cが照射された観察対象物C1からの変調光を、アレイ型検出器6bに導く。散乱信号光LS1cは、多波長照明光LE1cが観察対象物C1に照射されて観察対象物C1から発せられた変調光である。散乱信号光LS1cには、多波長照明光LE1cに3つの波長の光が含まれていることに応じて、3つの波長の光が含まれている。分光素子54は、散乱信号光LS1cに含まれる3つの波長の光を波長に応じた角度に分離する。分光素子54は、一例として、プリズム、または回折格子である。ただし、多波長照明光LE1cに含まれる波長の異なる光の数が少ない場合、分光素子54としてダイクロイックミラーが用いられてもよい。

。

[0110] 上述したように、変調光（散乱信号光 L S 1 c）は分光素子 5 4 によって波長に応じた角度に分離されている。これに応じて、変調光は、アレイ型検出器 6 b の検出面において波長ごとに異なる位置に結像される。フローサイトメータ 1 c では、多波長照明光 L E 1 c に含まれる波長の異なる光の数だけ輝点パターンの流路 2 0 の長さ方向の長さを実効的に伸ばすことができる。即ち、フローサイトメータ 1 c では、輝点パターンの長さを流路の流れ方向に伸ばすことなく、輝点パターンの長さを流路 2 0 の流れ方向に伸ばした場合と同等の高い分類精度で観測対象物を分類することができる。また、フローサイトメータ 1 c では、当該波長の異なる光の数だけ輝点パターンを流路 2 0 の深さ方向の異なる位置に配置できるため、三次元的な形態情報など取得できる情報の種類を増やすことができる。

なお、本実施例では、照明光として離散的なスペクトルを持つ光を用い、構造化検出の構成により前方散乱光を多色 G M I 法により検出する場合の光学的な構成について説明したが、構造化検出の構成をとらず、構造化照明の構成により同様の検出を行うこともできる。

[0111] （第 3 実施例）

構造化照明の構成と、構造化検出の構成とが組み合わされてもよい。本実施例では、離散的なスペクトルを持つ光を構造化照明の構成によって構造化した光を照明光として用いて、構造化検出の構成により前方散乱光を多色 G M I 法により検出する場合について説明する。本実施例に係るフローサイトメータをフローサイトメータ 1 d という。

[0112] 図 1 1 は、本実施例に係るフローサイトメータ 1 d の構成の一例を示す図である。フローサイトメータ 1 d の構成の説明では、第 2 実施例に係るフローサイトメータ 1 c の構成と異なる部分を中心に説明する。なお、上述した第 2 実施例と同一の構成については同一の符号を付して、同一の構成及び動作についてはその説明を省略する場合がある。

[0113] フローサイトメータ 1 d は、光源 3 として、多波長光源 3 c を備える。

フローサイトメータ 1 d は、照明光学系 4 a として、照明光学系 4 d を備える。

フローサイトメータ 1 d は、検出光学系 5 a として、検出光学系 5 b を備える。

フローサイトメータ 1 d は、光検出器 6 として、アレイ型検出器 6 b を備える。

フローサイトメータ 1 d と、フローサイトメータ 1 c とを比較すると、照明光学系 4 d が異なる。

[0114] 多波長光源 3 c と、照明光学系 4 d とは、構造化照明として機能する。

多波長光源 3 c は、第 2 実施例と同様に、観察対象物 C 1 に向けて多波長照明光 L E 1 c を発する。

照明光学系 4 d は、空間光変調素子 4 1 d と、集光レンズ 4 3 d と、分光素子 4 4 d と、結像レンズ 4 5 d と、照射用対物レンズ 4 2 とを備える。空間光変調素子 4 1 d、集光レンズ 4 3 d、分光素子 4 4 d、結像レンズ 4 5 d、及び照射用対物レンズ 4 2 は、多波長光源 3 c に近い側からこの順に多波長光源 3 c とアレイ型検出器 6 b との間の光路上に配置される。

[0115] 多波長光源 3 c から発せられた多波長照明光 L E 1 c は、空間光変調素子 4 1 d を通じて構造化された多波長構造化照明光 S L E 1 d に変換される。これによって、空間光変調素子 4 1 d は、多波長照明光 L E 1 c に含まれる複数の波長毎に輝点パターンを付与する。空間光変調素子 4 1 d は、第 1 波長空間光変調素子 4 1 1 d と、第 2 波長空間光変調素子 4 1 2 d と、第 3 波長空間光変調素子 4 1 3 d とを備える。第 1 波長空間光変調素子 4 1 1 d は、第 1 波長光 L E 1 1 c に輝点パターンを付与する。第 2 波長空間光変調素子 4 1 2 d は、第 2 波長光 L E 1 2 c に輝点パターンを付与する。第 3 波長空間光変調素子 4 1 3 d は、第 3 波長光 L E 1 3 c に輝点パターンを付与する。付与される輝点パターンは、第 1 波長光 L E 1 1 c、第 2 波長光 L E 1 2 c、及び第 3 波長光 L E 1 3 c 相互間で異なっている。

[0116] 集光レンズ 4 3 d は、多波長構造化照明光 S L E 1 d に含まれる複数の特

定波長の光を混ぜて、離散的なスペクトルを持つ多波長構造化照明光 S L E 1 d として集光する。集光レンズ 4 3 d は、集光して得られた多波長構造化照明光 S L E 1 d を分光素子 4 4 d に入射させる。ここで集光レンズ 4 3 d は、多波長構造化照明光 S L E 1 d に含まれる複数の特定波長の光を、波長に応じた角度で分光素子 4 4 d に入射させる。

[0117] 分光素子 4 4 d は、波長に応じた角度で入射する複数の特定波長の光を、所定の方向に進行させる。所定の方向とは、照射用対物レンズ 4 2 へと向かう方向である。

分光素子 4 4 d は、一例として、プリズム、または回折格子である。ただし、多波長構造化照明光 S L E 1 d に含まれる波長の異なる光の数が少ない場合、分光素子 4 4 d としてダイクロイックミラーが用いられてもよい。

[0118] 結像レンズ 4 5 d は、多波長構造化照明光 S L E 1 d を照射用対物レンズ 4 2 へと導く。

照射用対物レンズ 4 2 は、空間光変調素子 4 1 d の表面近傍を流路 2 0 の光照射領域 R R 1 において結像させる。つまり、照射用対物レンズ 4 2 は、空間光変調素子 4 1 d によって多波長照明光 L E 1 c が構造化されて得られた多波長構造化照明光 S L E 1 d を、光照射領域 R R 1 において輝点パターンとして結像させる。

[0119] 散乱信号光 L S 1 d は、多波長構造化照明光 S L E 1 d が観察対象物 C 1 に照射されて観察対象物 C 1 から発せられた変調光である。散乱信号光 L S 1 d には、多波長構造化照明光 S L E 1 d に 3 つの波長の光が含まれていることに応じて、3 つの波長の光が含まれている。散乱信号光 L S 1 d がアレイ型検出器 6 b に検出されるまでの過程については、第 1 実施例と同様であるため説明を省略する。

[0120] 変調光（散乱信号光 L S 1 d）は分光素子 5 4 によって波長に応じた角度に分離されている。これに応じて、変調光は、アレイ型検出器 6 b の検出面において波長ごとに異なる位置に結像される。フローサイトメータ 1 d では、多波長構造化照明光 S L E 1 d に含まれる波長の異なる光の数だけ輝点パ

ターンの流路20の長さ方向の長さを実効的に伸ばすことができる。また、フローサイトメータ1dでは、当該波長の異なる光の数だけ輝点パターンが配置される流路20の深さ方向の位置について、設計の自由度を与えることができる。

[0121] 以上に説明したように、各実施形態に係るフローサイトメータ（フローサイトメータ1、またはフローサイトメータ1a）は、光源3と、マイクロ流体装置2と、照明光学系（各実施形態において、照明光学系4、または照明光学系4a）と、光検出器6と、検出光学系（各実施形態において、検出光学系5、または検出光学系5a）と、情報生成部（各実施形態において、情報処理装置10）と、を備える。

光源3は、観察対象物C1に向けて照明光LE1を発する。

マイクロ流体装置2は、観察対象物C1が流体と共に流れ得る流路20を備える。

照明光学系（各実施形態において、照明光学系4、または照明光学系4a）は、光源3が発する照明光LE1を流路20の光照射領域RR1に導く。

光検出器6は、照明光学系（各実施形態において、照明光学系4、または照明光学系4a）によって光照射領域RR1において照明光（各実施形態において、構造化照明光SLE1、または照明光LE1）が照射された観察対象物C1からの変調光を検出する。

検出光学系（各実施形態において、検出光学系5、または検出光学系5a）は、照明光（各実施形態において、構造化照明光SLE1、または照明光LE1）が照射された観察対象物C1からの変調光（各実施形態において、散乱信号光LS1）を光検出器6に導く。

情報生成部（各実施形態において、情報処理装置10）は、光検出器6が検出する変調光（各実施形態において、散乱信号光LS1）の強度の時系列を示す時系列光学情報（各実施形態において、信号情報D1）に基づいて、観察対象物C1を判別するための識別情報A1を生成する。

光源3が発する照明光LE1には2以上の波長の光が含まれる。

照明光学系（各実施形態において、照明光学系 4、または照明光学系 4 a）または検出光学系（各実施形態において、検出光学系 5、または検出光学系 5 a）の少なくとも一方は、2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターン（各実施形態において、輝点パターン B P 1、または輝点パターン B P 1 a）を付与する空間光変調素子（各実施形態において、空間光変調素子 4 1、またはマスク 5 1 a）を有する。

光検出器 6 は、空間光変調素子（第 1 の実施形態において、空間光変調素子 4 1）によって輝点パターン（第 1 の実施形態において、輝点パターン B P 1）が付与された照明光（第 1 の実施形態において、構造化照明光 S L E 1）が照射された観察対象物 C 1 からの変調光（第 1 の実施形態において、散乱信号光 L S 1）、または照明光（第 2 の実施形態において、照明光 L E 1）が照射された観察対象物 C 1 からの変調光（第 2 の実施形態において、散乱信号光 L S 1）に空間光変調素子（第 2 の実施形態において、マスク 5 1 a）によって輝点パターン（第 2 の実施形態において、輝点パターン B P 1 a）が付与された変調光（第 2 の実施形態において、散乱信号光 L S 1）を波長毎に独立して検出する。

[0122] この構成により、各実施形態に係るフローサイトメータ（フローサイトメータ 1、またはフローサイトメータ 1 a）では、波長の数だけ輝点パターンを観察対象物に体験させることができるため、従来の G M I 法により得られていた高い分類精度を維持したまま、測定に要する時間を短縮できる。

[0123] または、各実施形態に係るフローサイトメータ（フローサイトメータ 1、またはフローサイトメータ 1 a）では、空間光変調素子（各実施形態において、空間光変調素子 4 1、またはマスク 5 1 a）は、2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに異なる輝点パターン（各実施形態において、輝点パターン B P 1、または輝点パターン B P 1 a）を付与する。

この構成により、各実施形態に係るフローサイトメータでは、波長の数だけ異なる輝点パターンを観察対象物に体験させることができるため、従来の G M I 法により得られていた高い分類精度を維持したまま、測定に要する時

間を短縮できる。

[0124] なお、波長に特有の形態情報が取得される場合があるため、2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに同じ輝点パターンが付与されても、各実施形態に係るフローサイトメータでは、従来のGMI法により得られていた高い分類精度を維持したまま、測定に要する時間を短縮できる。

[0125] 各実施形態に係るフローサイトメータ（フローサイトメータ1、またはフローサイトメータ1a）では、各波長の光に観察対象物に作用させる輝点パターンの流路の流れ方向の長さを1つの波長の光を用いる場合に比べて短くできるため、測定に要する時間が短縮され、フローサイトメータの測定速度の向上を達成できる。換言すれば、各観察対象物あたりの測定に要する時間を短縮できる。

[0126] また、各実施形態に係るフローサイトメータでは、観察対象物に光学的に作用させる各波長の光の輝点パターンの流路の流れ方向の長さが短くなっても、波長の数だけ異なる輝点パターンを観察対象物に体験させられる。そのため、1つの波長の光を流路の流れ方向について長い輝点パターンを用いて観察対象物に輝点パターンを体験させた場合と同等の判別精度を得ることができる。

[0127] また、各実施形態に係るフローサイトメータでは、輝点パターンの流路の流れ方向の長さを短くできることに応じて、流路における光照射領域を狭めることができる。ここで光照射領域を狭めるとは、好ましくは、光照射領域の流路の流れ方向の長さを短縮することである。光照射領域を狭めることにより、照明光学系または検出光学系の収差の影響を受けにくくなり、観察対象物の判別の精度が視野の端と中央とで異なってしまうことを抑制できる。

また、各実施形態に係るフローサイトメータでは、視野中央のみを光照射領域として使用できるため、高い開口数（Numerical Aperture: NA）を得ることができる。換言すれば、各実施形態に係るフローサイトメータは、高いNAと相性が良い。

[0128] また、各実施形態に係るフローサイトメータでは、波長の異なる光を同時

に照射することによって、波長の違いに由来する情報を同時に同じ観察対象物から得る事ができる。波長の違いに由来する情報とは、例えば透過スペクトル（あるいは吸収スペクトル）である。各実施形態に係るフローサイトメータでは観測対象物の波長の違いに由来する光吸収性の違いを同時に取得することができる。

[0129] さらに、各実施形態に係るフローサイトメータでは、波長ごとに異なる輝点パターンをそれぞれ流路の深さ方向について異なる位置に配置できる。当該輝点パターンによって波長の異なる光を同時に観察対象物に光学的に作用させて、構造化照明または構造化検出を行うことも可能である。

[0130] なお、以上に説明した任意の装置における任意の構成部の機能を実現するためのプログラムを、コンピューター読み取り可能な記録媒体に記録し、そのプログラムをコンピューターシステムに読み込ませて実行するようにしてもよい。なお、ここでいう「コンピューターシステム」とは、オペレーティングシステム或いは周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD（Compact Disc）-ROM（Read Only Memory）等の可搬媒体、コンピューターシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワーク或いは電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバ或いはクライアントとなるコンピューターシステム内部の揮発性メモリーのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。当該揮発性メモリーは、例えば、RAM（Random Access Memory）であってもよい。記録媒体は、例えば、非一時的記録媒体であってもよい。

[0131] また、上記のプログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピューターシステムから、伝送媒体を介して、或いは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピューターシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラ

ムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク或いは電話回線等の通信回線のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

また、上記のプログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、上記のプログラムは、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイルであってもよい。差分ファイルは、差分プログラムと呼ばれてもよい。

[0132] また、以上に説明した任意の装置における任意の構成部の機能は、プロセッサにより実現されてもよい。例えば、実施形態における各処理は、プログラム等の情報に基づき動作するプロセッサと、プログラム等の情報を記憶するコンピュータ読み取り可能な記録媒体により実現されてもよい。ここで、プロセッサは、例えば、各部の機能が個別のハードウェアで実現されてもよく、或いは、各部の機能が一体のハードウェアで実現されてもよい。例えば、プロセッサはハードウェアを含み、当該ハードウェアは、デジタル信号を処理する回路及びアナログ信号を処理する回路のうちの少なくとも一方を含んでもよい。例えば、プロセッサは、回路基板に実装された1又は複数の回路装置、或いは、1又は複数の回路素子のうちの一方又は両方を用いて、構成されてもよい。回路装置としてはIC (Integrated Circuit) などが用いられてもよく、回路素子としては抵抗或いはキャパシターなどが用いられてもよい。

[0133] ここで、プロセッサは、例えば、CPUであってもよい。ただし、プロセッサは、CPUに限定されるものではなく、例えば、GPU (Graphics Processing Unit)、或いは、DSP (Digital Signal Processor) 等のような、各種のプロセッサが用いられてもよい。また、プロセッサは、例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) によるハードウェア回路であってもよい。また、プロセッサは、例えば、複数のCPUにより構成されていてもよく、或いは、複数のAS I

Cによるハードウェア回路により構成されていてもよい。また、プロセッサは、例えば、複数のCPUと、複数のASICによるハードウェア回路との組み合わせにより構成されていてもよい。また、プロセッサは、例えば、アナログ信号を処理するアンプ回路或いはフィルター回路等のうちの1以上を含んでもよい。

[0134] 以上、この開示の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この開示の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

[0135] 1、1 a…フローサイトメータ、2…マイクロ流体装置、3…光源、4、4 a…照明光学系、5、5 a…検出光学系、6…光検出器、10…情報処理装置、41…空間光変調素子、51 a…マスク、LE1…照明光、SLE1…構造化照明光、LS1…散乱信号光、RR1…光照射領域、BP1、BP1 a…輝点パターン、D1…信号情報

請求の範囲

- [請求項1] 観察対象物に向けて照明光を発する光源と、
前記観察対象物が流体と共に流れ得る流路を備えるマイクロ流体装置と、
前記光源が発する前記照明光を前記流路の光照射領域に照射する照明光学系と、
前記照明光学系によって前記光照射領域において前記照明光が照射された前記観察対象物からの変調光を検出する光検出器と、
前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光を前記光検出器に導く検出光学系と、
前記光検出器が検出する前記変調光の強度の時系列を示す時系列光学情報に基づいて、前記観察対象物を判別するための識別情報を生成する情報生成部と、
を備え、
前記光源が発する前記照明光には2以上の波長の光が含まれ、
前記照明光学系または前記検出光学系の少なくとも一方は、前記2以上の波長の光それぞれに対して輝点パターンを付与する空間光変調素子を有し、
前記光検出器は、前記空間光変調素子によって前記輝点パターンが付与された前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光、または前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光に前記空間光変調素子によって前記輝点パターンが付与された変調光を波長毎に独立して検出する
フローサイトメータ。
- [請求項2] 前記空間光変調素子は、前記2以上の波長の光のそれぞれに対して互いに異なる前記輝点パターンを付与する
請求項1に記載のフローサイトメータ。
- [請求項3] 前記輝点パターンは、少なくとも1つの光学特性が互いに異なる複

数の領域の分布により構成される

請求項2に記載のフローサイトメータ。

[請求項4] 前記輝点パターンは、前記複数の領域が前記光学特性が互いに異なる2種類の領域で構成されるバイナリパターンである

請求項3に記載のフローサイトメータ。

[請求項5] 前記輝点パターンは、ランダムなパターンである

請求項3に記載のフローサイトメータ。

[請求項6] 前記輝点パターンは、互いに異なる位置に配置される少なくとも2つの部分を含み、当該少なくとも2つの部分はそれぞれがフーリエ基底に基づく複数の領域の分布により構成される

請求項3に記載のフローサイトメータ。

[請求項7] 前記光学特性は、光の強度、及び偏光性のうち1以上である

請求項3に記載のフローサイトメータ。

[請求項8] 前記輝点パターンを構成する前記領域の形状が、前記照明光学系により前記輝点パターンが集光された前記流路の深さ方向の位置において、円形、楕円形、または方形である

請求項3に記載のフローサイトメータ。

[請求項9] 前記検出光学系は、前記2以上の波長の光を波長に応じた角度に分離する分光素子を有し、

前記光検出器は、検出面において互いに異なる位置に配置された複数の光検出素子を有し、

前記光検出器は、前記輝点パターンが付与された前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光が前記分光素子によって波長に応じた角度に分離された変調光、または前記照明光が照射された前記観察対象物からの前記変調光が前記分光素子によって波長に応じた角度に分離された変調光に前記輝点パターンが付与された変調光を、前記複数の光検出素子によって波長毎に独立して検出する

請求項1に記載のフローサイトメータ。

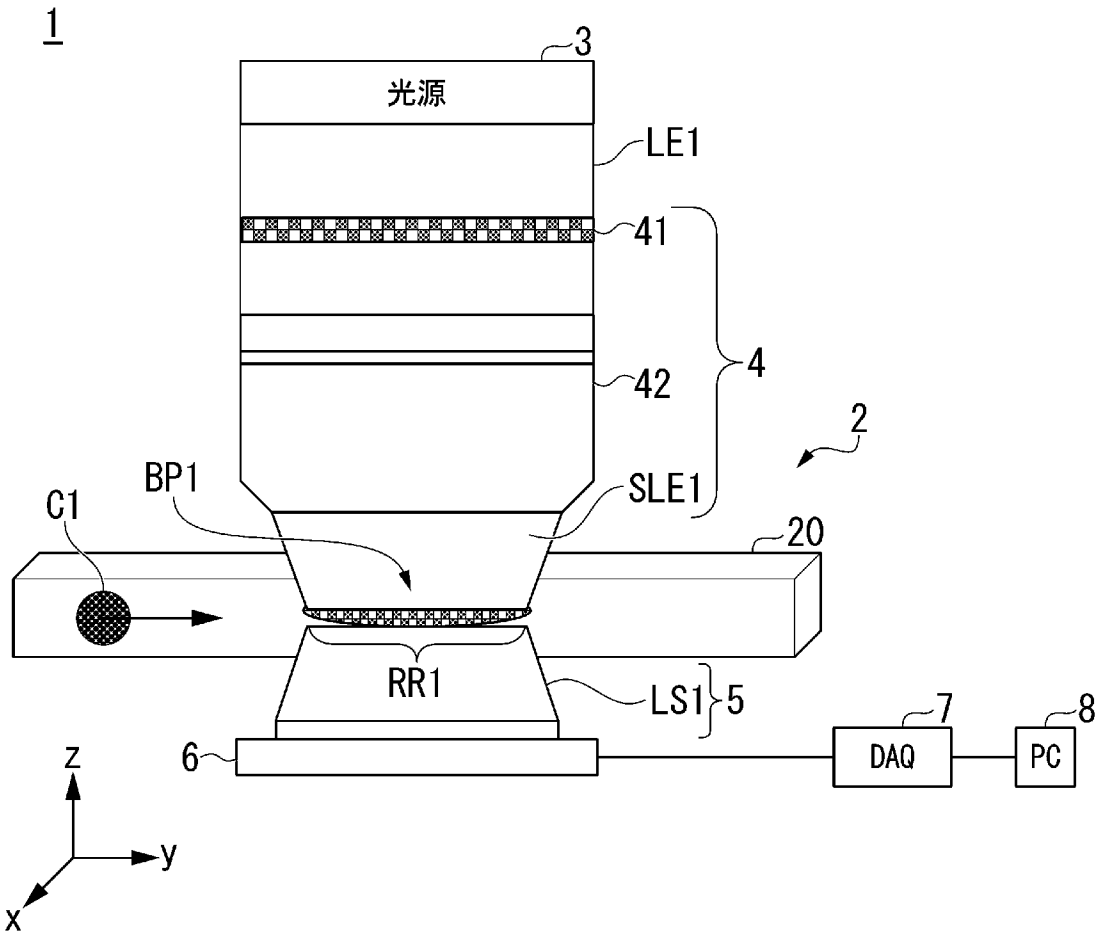
[請求項10] 前記輝点パターンは、前記2以上の波長の光のそれぞれについて、前記流路の深さ方向に互いに同じ位置に重ねて付与される

請求項1に記載のフローサイトメータ。

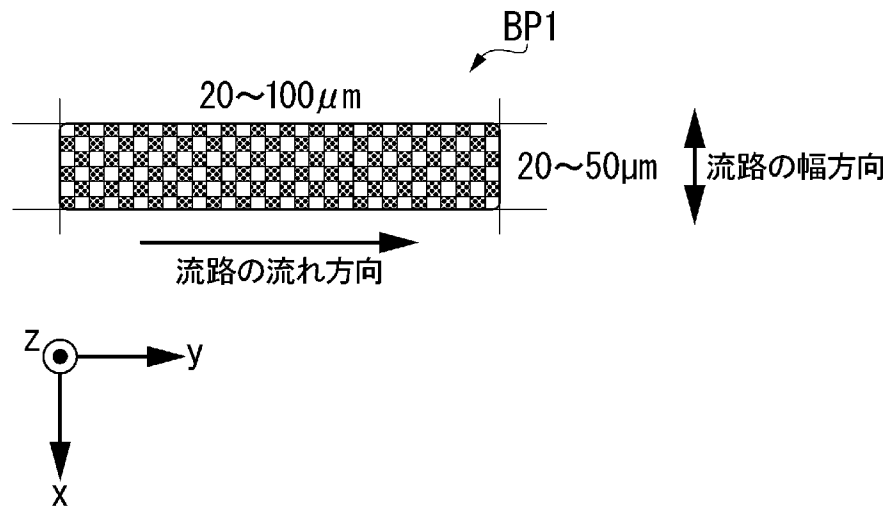
[請求項11] 前記輝点パターンは、前記2以上の波長の光のそれぞれについて、前記流路の深さ方向に互いに異なる位置に付与される

請求項1に記載のフローサイトメータ。

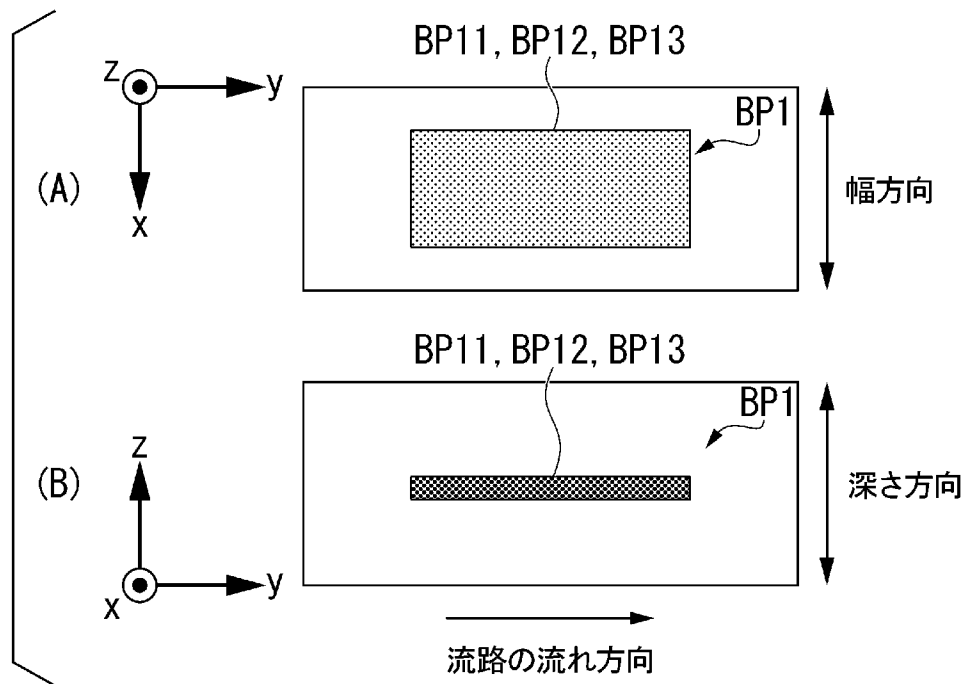
[図1]



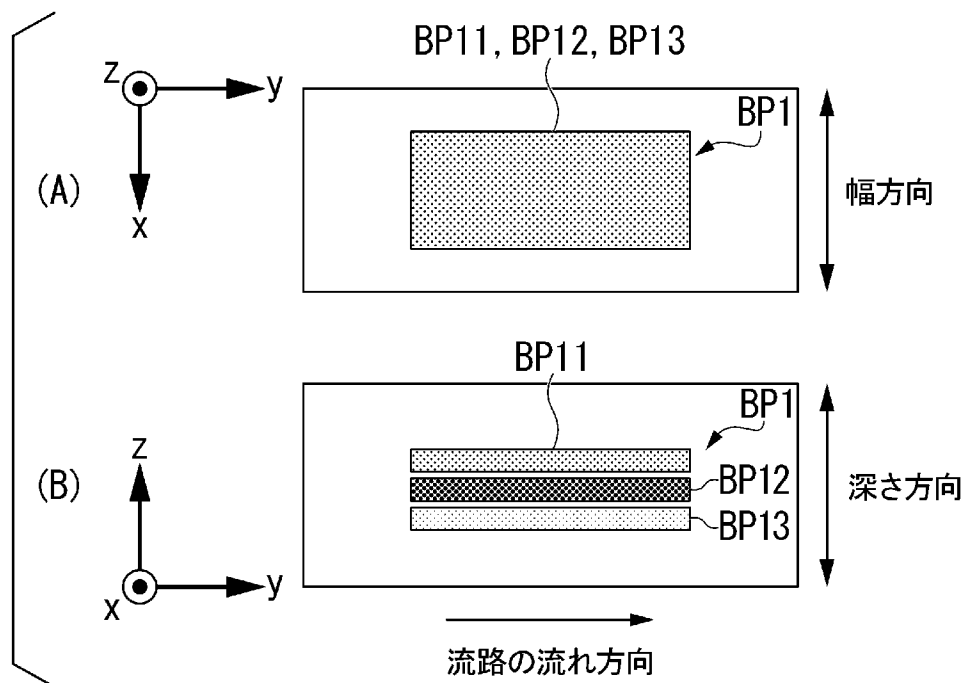
[図2]



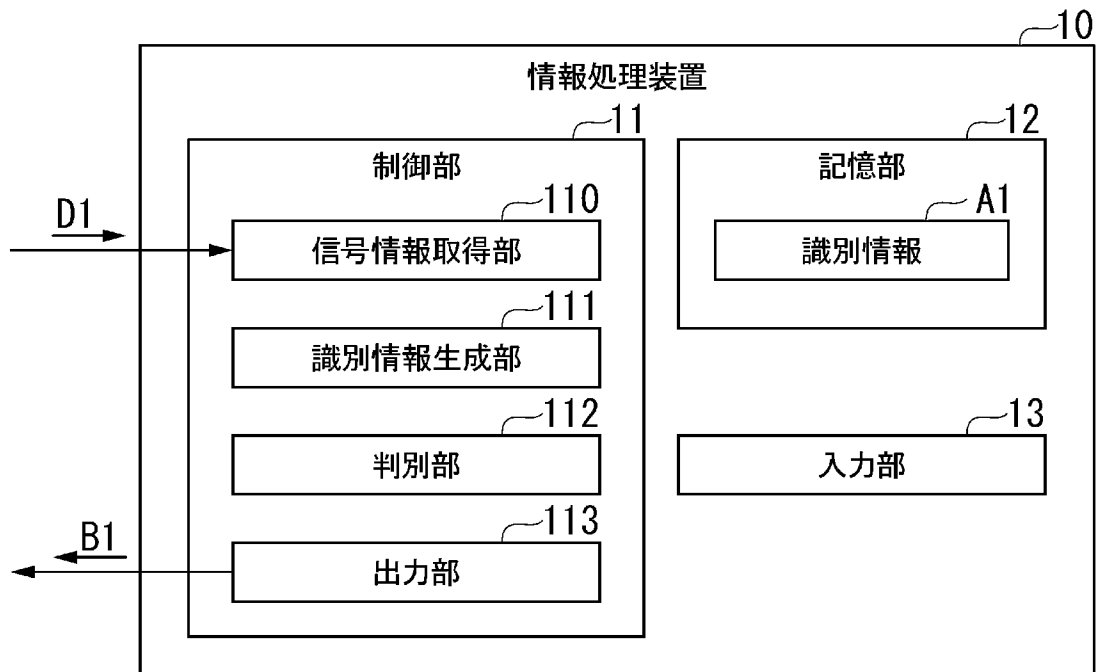
[図3]



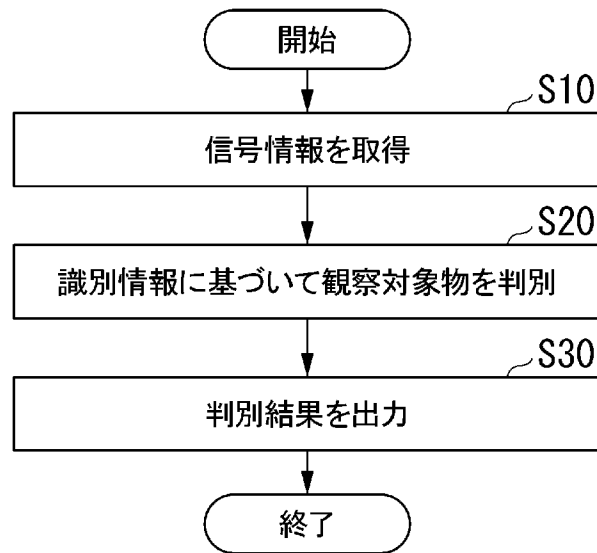
[図4]



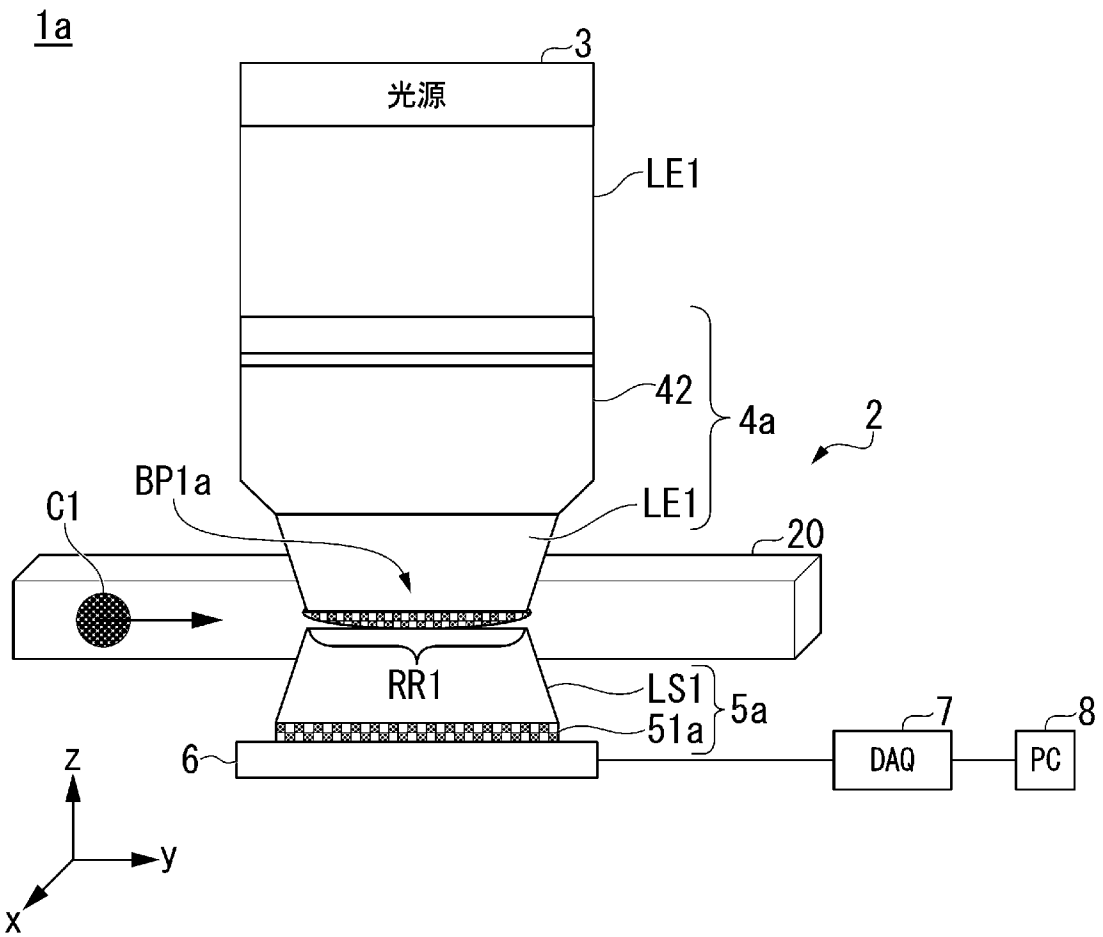
[図5]



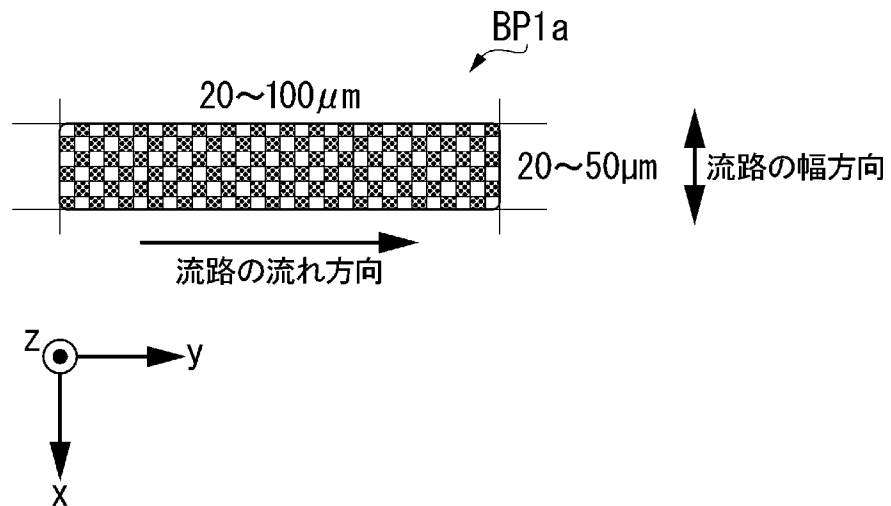
[図6]



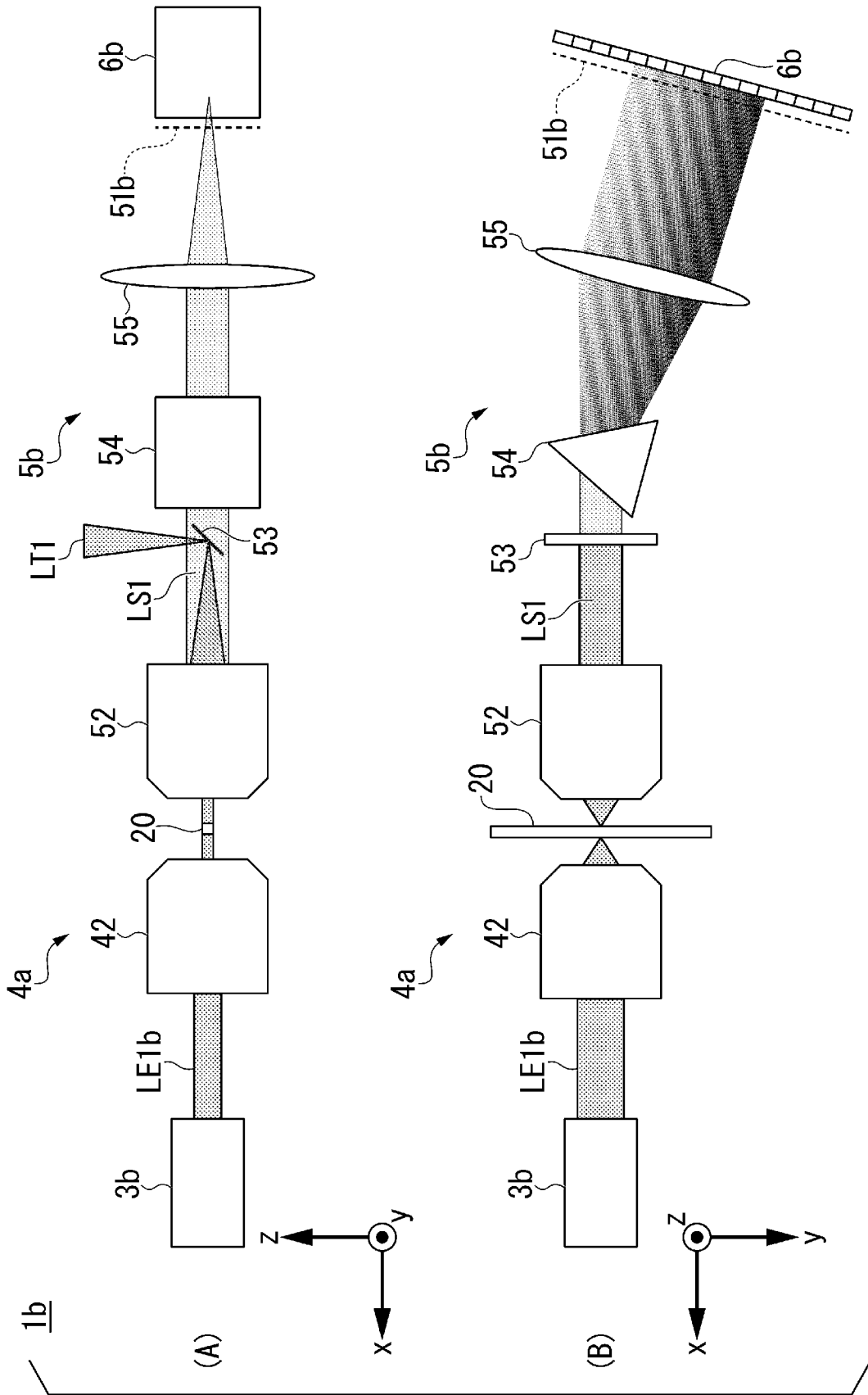
[図7]



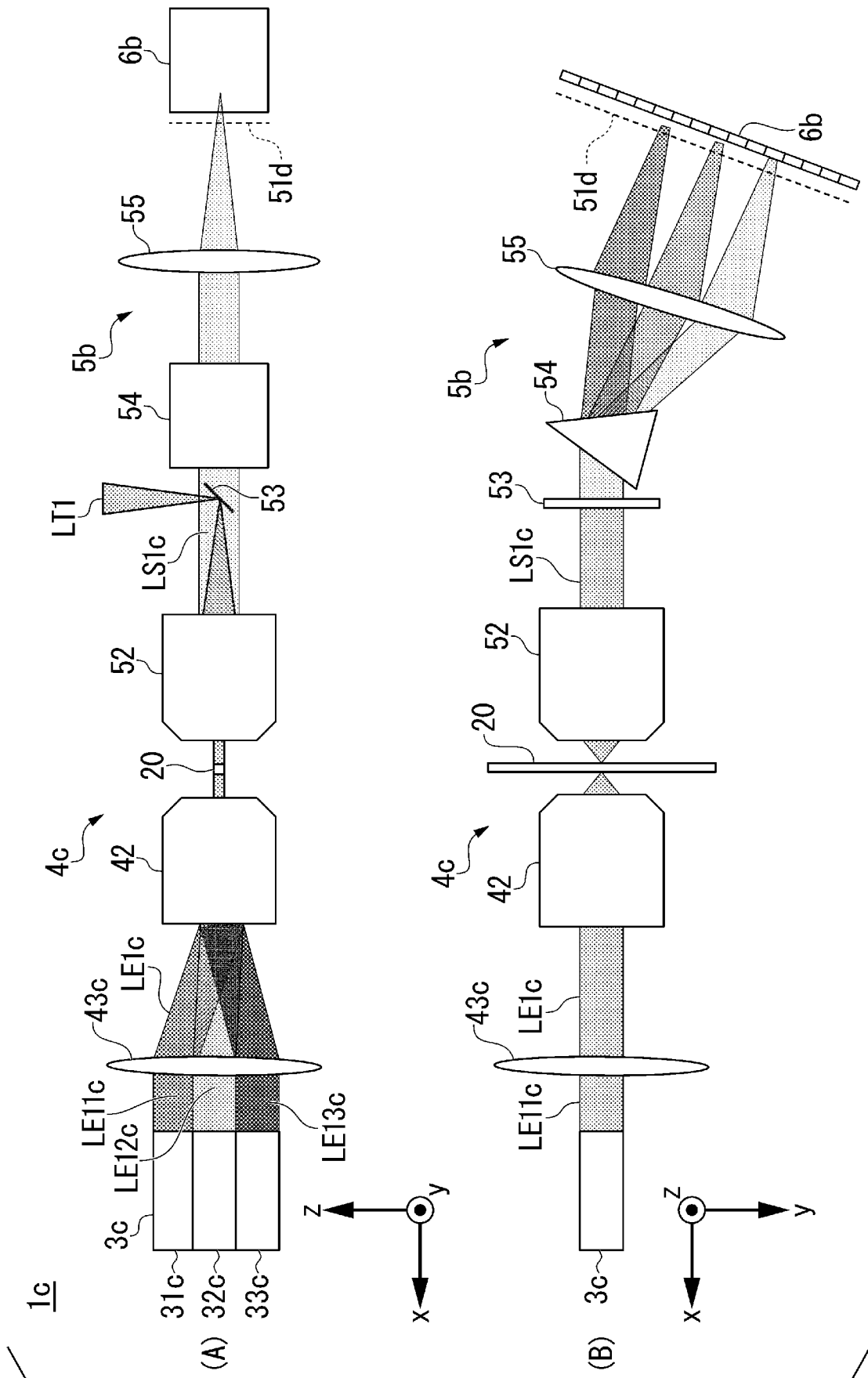
[図8]



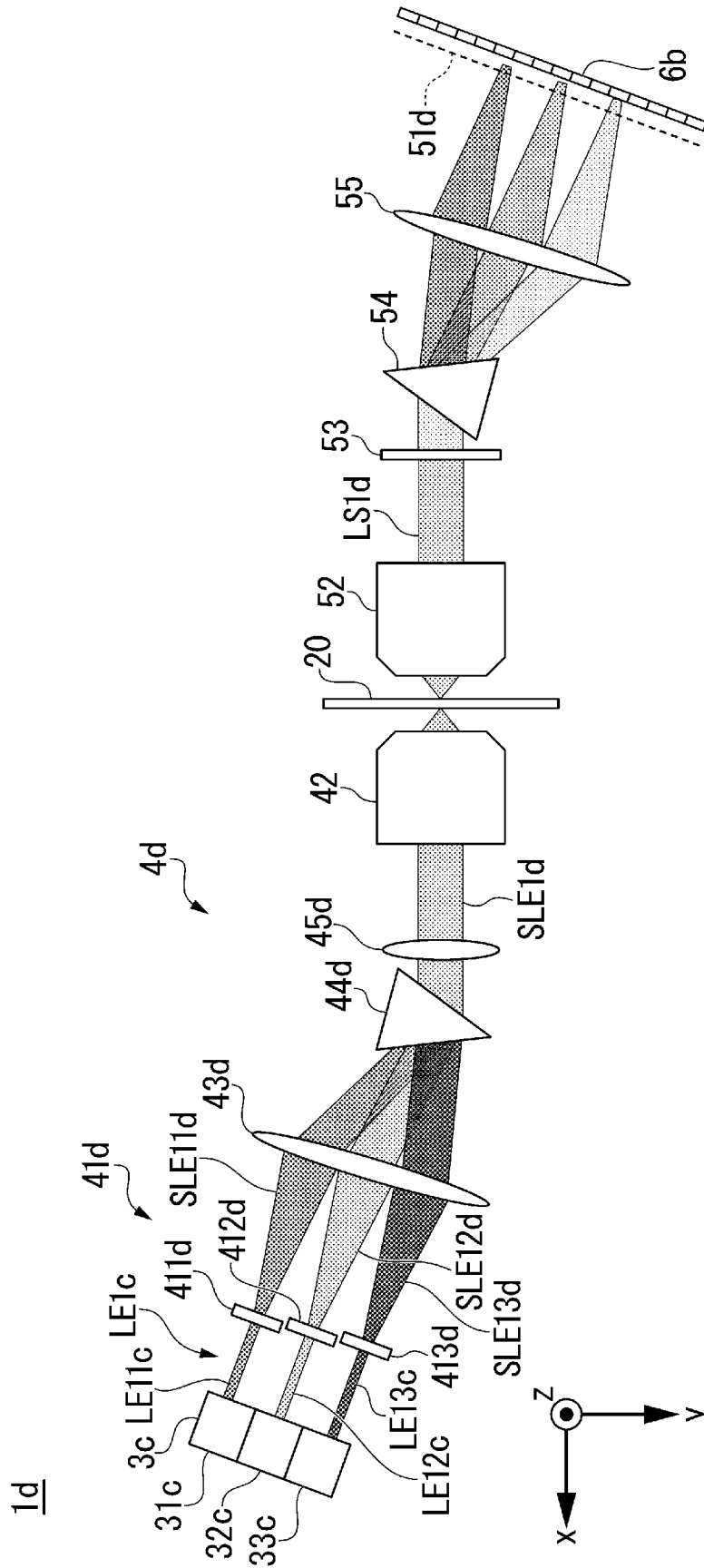
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/001530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01N 21/53(2006.01) FI: G01N21/53 Z		
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) G01N21/00-21/958; G01N15/00-15/1492; G01B11/00-11/30		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/073737 A1 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 04 May 2017 (2017-05-04) paragraphs [0033]-[0049], [0064]-[0091], fig. 1, 25	1-11
Y	JP 2022-14213 A (THINKCYTE, INC.) 19 January 2022 (2022-01-19) claim 1, fig. 1	1-11
Y	JP 2008-511843 A (HONEYWELL INTERNATIONAL, INC.) 17 April 2008 (2008-04-17) paragraphs [0005]-[0014], fig. 1	1-11
Y	JP 2013-61244 A (SONY CORPORATION) 04 April 2013 (2013-04-04) claim 2, paragraphs [0017]-[0018], fig. 2	1-11
A	WO 2016/136801 A1 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 01 September 2016 (2016-09-01) entire text, all drawings	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 25 March 2024		Date of mailing of the international search report 09 April 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/001530

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2017/073737	A1	04 May 2017	US 2018/0327699 A1 paragraphs [0069]-[0085], [0102]-[0133], fig. 1, 25	
				EP 3372985 A1	
				CN 108351289 A	
JP	2022-14213	A	19 January 2022	(Family: none)	
JP	2008-511843	A	17 April 2008	US 2006/0051096 A1 paragraphs [0008]-[0017], fig. 1	
				WO 2006/026766 A2	
				EP 1784630 A1	
				CN 101052867 A	
JP	2013-61244	A	04 April 2013	US 2013/0065269 A1 claim 2, paragraphs [0047]- [0048], fig. 2	
				CN 102998240 A	
WO	2016/136801	A1	01 September 2016	US 2018/0246030 A1	
				EP 3264031 A1	
				CN 107250716 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/53(2006.01)i FI: G01N21/53 Z		
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）） G01N21/00-21/958; G01N15/00-15/1492; G01B11/00-11/30		
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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)		
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
Y	WO 2017/073737 A1 (国立大学法人東京大学) 04.05.2017 (2017-05-04) 段落 [0033] - [0049], [0064] - [0091], 図1, 25	1-11
Y	JP 2022-14213 A (シンクサイト株式会社) 19.01.2022 (2022-01-19) 請求項1、図1	1-11
Y	JP 2008-511843 A (ハネウエル・インターナショナル・インコーポレーテッド) 17.04.2008 (2008-04-17) 段落 [0005] - [0014]、図1	1-11
Y	JP 2013-61244 A (ソニー株式会社) 04.04.2013 (2013-04-04) 請求項2、段落 [0017] - [0018]、図2	1-11
A	WO 2016/136801 A1 (国立大学法人東京大学) 01.09.2016 (2016-09-01) 全文、全図	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵 触するものではなく、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 25.03.2024	国際調査報告の発送日 09.04.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田中 洋介 2W 3009 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/001530

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2017/073737	A1	04.05.2017	US	2018/0327699	A1	
					pars. [0069]-[0085],		
					[0102]-[0133], figs. 1, 25		
				EP	3372985	A1	
				CN	108351289	A	

JP	2022-14213	A	19.01.2022	(ファミリーなし)			

JP	2008-511843	A	17.04.2008	US	2006/0051096	A1	
					pars. [0008]-[0017], fig. 1		
				WO	2006/026766	A2	
				EP	1784630	A1	
				CN	101052867	A	

JP	2013-61244	A	04.04.2013	US	2013/0065269	A1	
					claim 2, pars. [0047]-		
					[0048], fig. 2		
				CN	102998240	A	

WO	2016/136801	A1	01.09.2016	US	2018/0246030	A1	
				EP	3264031	A1	
				CN	107250716	A	
