

(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
2018年11月1日(01.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/198335 A1

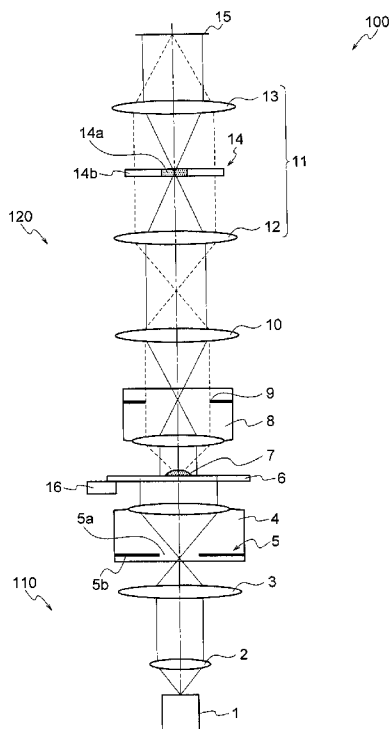
- (51) 国際特許分類:
G02B 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017007
- (22) 国際出願日: 2017年4月28日(28.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木良政 (SUZUKI Yoshimasa); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 斎藤圭介, 外 (SAITO Keisuke et al.); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町1-4-3 駿河台下MKビル6階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SAMPLE OBSERVATION DEVICE

(54) 発明の名称: 標本観察装置



(57) Abstract: The present invention provides a sample observation device capable of acquiring high-contrast sample images while out of focus. This sample observation device 100 comprises an illuminating optical system 110, an observation optical system 120, and a sample holder 6. The illuminating optical system 110 includes a condenser lens 4 and an opening member 5. The observation optical system 120 includes an objective lens 8, a dimming member 14, and a focus lens 10. The opening member 5 is arranged at the location of the pupil of the illuminating optical system 110 or at a location conjugate to the pupil of the illuminating optical system 110. The dimming member 14 is arranged at a location conjugate to the pupil of the observation optical system 120. The opening member 5 has an opening area 5a. The dimming member 14 has a dimming area 14a. A drive mechanism 16 moves the sample holder 6 and/or the observation optical system 120 to bring the same into a first prescribed state. In the first prescribed state, the position of a sample 7 and the focus position of the observation optical system 120 do not coincide.

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能な標本観察装置を提供する。標本観察装置100は、照明光学系110と、観察光学系120と、標本保持部材6と、を備え、照明光学系110は、コンデンサレンズ4と、開口部材5と、を有し、観察光学系120は、対物レンズ8と、減光部材14と、結像レンズ10と、を有し、開口部材5は、照明光学系110の瞳位置に配置されるか、又は、照明光学系110の瞳と共役な位置に配置され、減光部材14は、観察光学系120の瞳と共役な位置に配置され、開口部材5は、開口領域5aを有し、減光部材14は、減光領域14aを有し、駆動機構16は、第1の所定の状態となるように、標本保持部材6及び観察光学系120の少なくとも1つを移動させ、第1の所定の状態では、標本7の位置と観察光学系120の合焦位置とが異なっている。

明 細 書

発明の名称： 標本観察装置

技術分野

[0001] 本発明は、標本観察装置に関する。

背景技術

[0002] 標本を平行光束で照明すると、標本からは、非回折光（以下、0次回折光という）と回折光が生じる。顕微鏡では、標本の像は、0次回折光と回折光の合成によって形成される。

[0003] 像面における複素振幅 E は、例えば、以下の式で表される。

$$E = A_1 e^{-i\phi_1(r)} e^{i\omega t} + A_2 e^{-i\phi_2(r)} e^{i\omega t}$$

ここで、

A_1 は 0 次回折光の振幅、

A_2 は回折光の振幅、

$\phi_1(r)$ は 0 次回折光の位相、

$\phi_2(r)$ は回折光の位相、

である。

[0004] 像面では光の強度が観測されるため、像面における光の強度 I は以下の式で表される。

$$I = |E|^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi$$

ここで、

ϕ は位相差であって、 $\phi = \phi_1(r) - \phi_2(r)$ 、

である。

[0005] 上述のように、標本の像（光学像）の形成には、0次回折光と回折光が必要である。そこで、以下の説明では、0次回折光と1次回折光とによって、標本の像（光学像）が形成されるものとする。

[0006] 標本が位相物体の場合、位相物体で、0次回折光、1次回折光及び高次の回折光が生じる。1次回折光の位相は、0次回折光の位相に対して $\pi/2$ 遅

れている。よって、 $\phi = \pi / 2$ となる。

[0007] また、標本が細胞のような弱位相物体の場合、弱位相物体では、1次回折光における光の強度は、0次回折光における光の強度に比べて十分に小さい。すなわち、標本が弱位相物体の場合、 $A_1 \gg A_2$ になる。

[0008] A_2^2 の値は、 A_1^2 の値と比べて十分に小さいので、 A_2^2 の値は無視されてしまう。標本が弱位相物体の場合、光の強度 I を表す式において A_2 の項が消える。この時、標本の位置と合焦位置とが一致している状態（以下、「合焦状態」という）では、 $\phi = \pi / 2$ により、 $2 A_1 A_2 \cos \phi = 0$ になる。その結果、合焦状態では、像面における光の強度 I は、以下ようになる。

$$I = |E|^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi \div A_1^2$$

A_1^2 は、0次光における光の強度、すなわち、背景光における光の強度を表している。このように、標本が弱位相物体の場合、合焦状態では、背景光だけが得られることになる。

[0009] 像のコントラストは、以下の式で表される。

$$C = 2 A_1 A_2 \cos \phi / (A_1^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi)$$

上述のように、標本が弱位相物体の場合、 $A_1 \gg A_2$ になり、また、合焦状態では $A_1 A_2 \cos \phi = 0$ になる。よって、合焦状態では、像のコントラストは、以下ようになる。

$$C = 0 / A_1^2 = 0$$

[0010] このように、標本が弱位相物体の場合、合焦状態では、コントラストは $C = 0$ になるので、標本の像にコントラストは生じない。よって、標本の像を得ることができない。

[0011] 標本の位置が合焦位置からずれている状態（以下、「非合焦状態」という）では、0次回折光と回折光との間に波面収差の差（光路長差）が発生する。ここでは、1次回折光の光路長が、0次回折光の光路長に対して $\lambda / 4$ ほど長くなるとする。この場合、像位置では、1次回折光の位相は、0次回折光の位相に対して π ほど遅れることになる。

[0012] その結果、非合焦状態では、像面における光の強度 I は、以下のような

る。

$$I = |E|^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi \div A_1^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi$$

[0013] 上述のように、 A_1^2 は、背景光における光の強度を表している。一方、 $2 A_1 A_2 \cos \phi$ は、像の光の強度を表している。このように、標本が弱位相物体の場合、非合焦状態では、標本の像が得られることになる。

[0014] 非合焦状態では、像のコントラストは、以下ようになる。

$$C = 2 A_1 A_2 \cos \phi / (A_1^2 + 2 A_1 A_2 \cos \phi) = 2 A_2 \cos \phi / (A_1 + 2 A_2 \cos \phi)$$

[0015] このように、標本が弱位相物体であっても、非合焦状態にすると、標本の像にコントラストが生じる。よって、標本の像を得ることができる。

[0016] 非特許文献1には、コントラストを持つ像を得る方法が開示されている。非特許文献1では、標本は、無染色細胞のような位相物体である。このような標本をコヒーレント光で照明すると、合焦状態では標本の像コントラストの値が最小になり、非合焦状態ではコントラストの値が大きくなる。非特許文献1では、このような現象を利用して、コントラストを持つ標本の像を得ている。

先行技術文献

非特許文献

[0017] 非特許文献1：U. AGERO ET AL, "Cell surface fluctuations studied with defocusing microscopy", PHYSICAL REVIEW E, 2003年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 標本をコヒーレント光で照明した場合であっても、 $A_1 \gg A_2$ になる。そのため、非特許文献1に開示されている方法を用いても、コントラストが大きい標本の像を得ることは難しい。

[0019] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能な標本観察装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0020] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の標本観察装置は、
- 、
 - 照明光学系と、観察光学系と、標本保持部材と、を備え、
 - 照明光学系は、光源と、コンデンサレンズと、開口部材と、を有し、
 - 観察光学系は、対物レンズと、減光部材と、結像レンズと、駆動機構と、を有し、
 - 開口部材は、照明光学系の瞳位置に配置されるか、又は、照明光学系の瞳と共役な位置に配置され、
 - 減光部材は、観察光学系の瞳と共役な位置に配置され、
 - 開口部材は、開口領域と、遮光領域又は減光領域と、を有し、
 - 減光部材は、減光領域と、非減光領域と、を有し、
 - 非減光領域は、減光部材の減光領域の光透過率よりも高い光透過率を有し、
 - 、
 - 駆動機構は、第1の所定の状態となるように、標本保持部材及び観察光学系の少なくとも1つを、観察光学系の光軸に沿って移動させ、
 - 第1の所定の状態では、標本保持部材上の標本の位置と観察光学系の合焦位置とが異なっていることを特徴とする。

発明の効果

- [0021] 本発明によれば、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能な標本観察装置を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本実施形態の標本観察装置を示す図である。
- [図2]開口部材と減光部材を示す図である。
- [図3]開口部材と減光部材の第1例を示す図である。
- [図4]開口部材と減光部材の第2例を示す図である。
- [図5]減光部材の別の例を示す図である。
- [図6]本実施形態の別の標本観察装置を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0023] 本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。
- [0024] 実施形態の標本観察装置について説明する。本実施形態の標本観察装置は、明視野観察の状態で用いられるものである。本実施形態の標本観察装置を用いた明視野観察では、蛍光観察のように、励起フィルタ、ダイクロイックミラー、吸収フィルタからなる蛍光ミラーユニットは用いられない。よって、明視野観察の状態では、標本が無色透明の場合、標本像を形成する光（以下、適宜、「結像光」という）の波長帯域は、標本を照明する光（以下、適宜、「照明光」という）の波長帯域のうちの一部と一致しているか、又は結像光の波長帯域と照明光の波長帯域とは一致している。
- [0025] また、本実施形態の標本観察装置における明視野観察では、位相差観察における位相膜や、微分干渉観察における微分干渉プリズムは用いられない。また、本実施形態の標本観察装置における明視野観察では、変調コントラスト観察における変調器は用いられない。
- [0026] 本実施形態の標本観察装置は、照明光学系と、観察光学系と、標本保持部材と、を備え、照明光学系は、光源と、コンデンサレンズと、開口部材と、を有し、観察光学系は、対物レンズと、減光部材と、結像レンズと、駆動機構と、を有し、開口部材は、照明光学系の瞳位置に配置されるか、又は、照明光学系の瞳と共役な位置に配置され、減光部材は、観察光学系の瞳と共役な位置に配置され、開口部材は、開口領域と、遮光領域又は減光部材と、を有し、減光部材は、減光領域と、非減光領域と、を有し、非減光領域は、減光部材の減光領域の光透過率よりも高い光透過率を有し、駆動機構は、第1の所定の状態となるように、標本保持部材及び観察光学系の少なくとも1つを、観察光学系の光軸に沿って移動させ、第1の所定の状態では、標本保持

部材上の標本の位置と観察光学系の合焦位置とが異なっていることを特徴とする。

[0027] 本実施形態の標本観察装置について、図1を用いて説明する。図1は本実施形態の標本観察装置の構成を示す図である。

[0028] 標本観察装置100は、例えば、正立型顕微鏡であって、照明光学系110と観察光学系120とを備える。照明光学系110は、光源1と、コンデンサレンズ4と、開口部材5と、を有する。なお、必要に応じて、照明光学系110は、レンズ2やレンズ3を有する。一方、観察光学系は、対物レンズ8と、結像レンズ10と、を有する。

[0029] 光源1から出射した光は、レンズ2とレンズ3を通過して、コンデンサレンズ4に到達する。コンデンサレンズ4には、開口部材5が設けられている。ここでは、コンデンサレンズ4と開口部材5とが、一体で構成されている。しかしながら、開口部材5とコンデンサレンズ4とを、それぞれ別体で構成しても良い。

[0030] 開口部材について説明する。図2は、開口部材と減光部材を示す図である。図2(a)は、開口部材を示す図である。図2(b)は、減光部材を示す図である。

[0031] 図2(a)に示すように、開口部材5は、開口領域5aと、遮光領域5bと、を有する。開口領域5aは、光軸を含むように形成されている。よって、開口領域5aでは、照明光がそのまま通過する。「そのまま」とは、減光や遮光が、ほとんど生じていない状態を意味する。開口領域5aの形状は、円である。

[0032] 遮光領域5bは、開口領域5aの外側に位置する。遮光領域5bは、照明光の通過を阻止する領域である。遮光領域5bの形状は、円環である。

[0033] 開口部材5には、不透明な板、又は、無色透明な板を用いることができる。不透明な板としては、例えば、金属板や不透明な樹脂板がある。無色透明な板としては、例えば、ガラス板や透明な樹脂板がある。

[0034] 不透明な板を用いる場合は、不透明な板に貫通孔を形成すれば良い。この

場合、貫通孔の部分が、開口領域 5 a になる。また、不透明な板の部分が、遮光領域 5 b になる。

[0035] 無色透明な板を用いる場合は、無色透明な板の一部に遮光塗料を塗布すれば良い。このようにすると、遮光塗料が塗布されていない領域と、遮光塗料が塗布されている領域と、が形成される。この場合、遮光塗料が塗布されない領域が、開口領域 5 a になる。また、遮光塗料が塗布されている領域が、遮光領域 5 b になる。

[0036] 遮光領域 5 b では光の透過は生じないので、遮光領域 5 b における光透過率は 0 % である。ただし、光透過率が低ければ、光透過率が 0 % の場合と同じ効果が得られる。よって、遮光領域 5 b は、減光領域に置き換えることができる。減光領域における光透過率は 10 % 以下であることが好ましい。このように、開口部材は、開口領域と、遮光領域又は遮光領域と、を有するようによい。

[0037] 図 1 に戻って説明を続ける。開口部材 5 と光源 1 とは共役になっている。よって、光源 1 から出射した照明光は、開口部材 5 の位置で集光する。すなわち、開口部材 5 の位置に光源 1 の像が形成される。

[0038] 開口部材 5 から出射した照明光は、コンデンサレンズ 4 に入射する。ここで、開口部材 5 の位置は、コンデンサレンズ 4 の焦点位置（あるいは、コンデンサレンズ 4 の瞳位置）と一致している。そのため、コンデンサレンズ 4 から出射する照明光は、平行光になる。

[0039] 開口部材 5 は、照明光学系 100 の瞳位置に配置されるか、又は、照明光学系 110 の瞳と共役な位置に配置されていれば良い。よって、開口部材 5 は、コンデンサレンズ 4 の瞳位置、又は、コンデンサレンズ 4 の瞳と共役な位置に配置されていれば良い。

[0040] コンデンサレンズ 4 から出射した照明光は、標本 7 に到達する。標本 7 は保持部材 6 上に載置されている。標本 7 は、例えば細胞であって、無色透明である。

[0041] コンデンサレンズ 4 から出射する照明光は平行光なので、標本 7 は平行光

で照明される。標本 7 からは、0 次回折光と回折光とが生じる。図 1 では、0 次回折光が、実線で示されている。また、回折光として、1 次回折光が破線で示されている。

[0042] 1 次回折光は、対物レンズ 8 に入射する。対物レンズ 8 は、例えば、明視野観察用の顕微鏡対物レンズである。よって、対物レンズ 8 の光路中にはレンズが存在するだけで、位相板のように光の位相を変化させる光学部材や、変調板のように光の強度を変化させる光学部材は存在していない。

[0043] 対物レンズ 8 からは、1 次回折光が平行光になって出射する。対物レンズ 8 から出射した 1 次回折光は、結像レンズ 10 に入射する。1 次回折光は、結像レンズ 10 で集光される。

[0044] 像位置に集光された 1 次回折光は、発散光となってリレー光学系 11 に入射する。リレー光学系 11 は、レンズ 12 とレンズ 13 とで構成されている。1 次回折光はレンズ 12 で平行光にされた後、レンズ 13 で集光される。このように、1 次回折光は、リレー光学系 11 で集光される。

[0045] 一方、0 次回折光も、対物レンズ 8 に入射する。対物レンズ 8 に入射した 0 次回折光は、対物レンズの瞳 9 の位置で集光する。

[0046] 標本 7 から出射したときの 0 次回折光は平行光で、標本 7 に照射されている照明光も平行光である。0 次回折光を照明光と見なすと、開口領域 5 a の一点から出射した照明光は、対物レンズの瞳 9 の位置で集光している。このように、対物レンズの瞳 9 と開口部材 5 とは共役になっている。よって、対物レンズの瞳 9 の位置に開口部材 5 の像が形成される。

[0047] 対物レンズ 8 からは、0 次回折光が発散光になって出射する。対物レンズ 8 から出射した 0 次回折光は、結像レンズ 10 に入射する。結像レンズ 10 からは、0 次回折光が平行光になって出射する。0 次回折光は、リレー光学系 11 に入射する。

[0048] リレー光学系 11 に入射した 0 次回折光は、レンズ 12 で集光された後、レンズ 13 で平行光にされる。その結果、0 次回折光は、平行光となってリレー光学系 11 から出射する。リレー光学系 11 から出射した 0 次回折光は

、集光位置 15 に到達する。

[0049] 1 次回折光が集光された集光位置 15 では、0 次回折光と 1 次回折光とによって標本 7 の像が形成される。

[0050] 標本観察装置 100 は、駆動機構 16 を備えている。駆動機構 16 によって、第 1 の所定の状態となるように、保持部材 6 及び観察光学系 120 の少なくとも 1 つを、観察光学系 120 の光軸に沿って移動させることができる。

[0051] 第 1 の所定の状態では、保持部材 6 上の標本 7 の位置と観察光学系 120 の合焦位置とが異なっている。これは、上述の非合焦状態と同じである。合焦位置とは、標本 7 の持つ空間周波数において、0 次回折光における波面収差量と 1 次回折光における波面収差量とが共に 0 となる位置のことである。

[0052] 上述のように、非合焦状態にすると、標本の像にコントラストが生じる。標本観察装置 100 でも、保持部材 6 を光軸に沿って移動させることで、非合焦状態にすることができる。

[0053] 更に、標本観察装置 100 では、リレー光学系 11 中に、減光部材 14 が配置されている。減光部材 14 は、観察光学系 120 の瞳と共役な位置に配置されている。標本観察装置 100 では、減光部材 14 は、対物レンズの瞳 9 と共役な位置に配置されている。

[0054] 図 2 (b) に示すように、減光部材 14 は、減光領域 14 a と非減光領域 14 b とを有する。減光領域 14 a は、光軸を含むように形成されている。減光領域 14 a の形状は、円である。

[0055] 非減光領域 14 b は、減光領域 14 a の外側に位置する。非減光領域 14 b の形状は、円環である。

[0056] 減光領域 14 a における光透過率は、非減光領域 14 b における光透過率よりも小さい。また、減光領域 14 a における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。非減光領域 14 b における光透過率も、領域内のどの位置でも同一になっている。

[0057] 減光は、反射のみ、吸収のみ、又は、反射と吸収の両方によって行うこと

ができる。反射による減光では、例えば、誘電体多層膜フィルタを用いれば良い。吸収による減光では、例えば、色ガラスフィルタや吸収型NDフィルタを用いれば良い。

[0058] 誘電体多層膜フィルタでは、無色透明な部材の表面に、多層膜が形成されている。誘電体多層膜フィルタでは、多層膜の構造（薄膜の厚み、薄膜の材料、薄膜の総数等）によって、反射率特性（又は透過率特性）が決まる。色ガラスフィルタでは、無色透明な部材に着色した色の濃度によって、吸収率が決まる。吸収型NDフィルタでは、基板の光吸収作用によって、吸収率が決まる。

[0059] 減光部材14には、不透明な板、又は、無色透明な板を用いることができる。不透明な板と無色透明な板の例は、上述したとおりである。

[0060] 不透明な板を用いる場合は、不透明な板に貫通孔を形成すれば良い。この場合、貫通孔の部分が、減光領域14aになる。ただし、貫通孔で減光を行う必要がある。

[0061] 反射による減光を貫通孔で行う場合は、無色透明な板に誘電体多層膜を形成し、この無色透明な板を貫通孔に位置させれば良い。貫通孔で吸収による減光を行う場合は、色ガラスを貫通孔に位置させれば良い。

[0062] 無色透明な板を用いる場合は、無色透明な板の一部に減光領域14aを形成すれば良い。

[0063] 反射による減光を行う場合は、無色透明な板の一部に誘電体多層膜を形成すれば良い。このようにすると、誘電体多層膜が形成されている領域と、誘電体多層膜が形成されていない領域と、が形成される。誘電体多層膜が形成されている領域が、減光領域14aになる。また、誘電体多層膜が形成されていない領域が、非減光領域14bになる。

[0064] 吸収による減光を行う場合は、無色透明な板の一部に色ガラスを載置すれば良い。又は、無色透明な板の一部を色ガラスに置換すれば良い。このようにすると、色ガラスが存在する領域と、色ガラスが存在しない領域と、が形成される。色ガラスが存在する領域が、減光領域14aになる。また、色ガ

ラスが存在しない領域が、非減光領域 14 b になる。

[0065] 標本観察装置 100 では、減光部材 14 は、レンズ 12 とレンズ 13 との間に配置されている。より詳しくは、減光部材 14 は、0 次回折光の集光位置に配置されている。

[0066] 上述のように、開口領域 5 a は、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光は、光軸を含むように、観察光学系 120 の光路を進行する。減光領域 14 a は、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光は、減光領域 14 a を通過する。その結果、減光領域 14 a で、0 次回折光が減光される。一方、非減光領域 14 b は、減光領域 14 a の外側に位置する。よって、非減光領域 14 b では、1 次回折光がそのまま通過する。

[0067] 非合焦状態における像のコントラストは、以下のようになる。

$$C = 2 A_2 \cos \phi / (A_1 + 2 A_2 \cos \phi)$$

[0068] 減光領域 14 a で 0 次回折光が減光されるということは、 A_1 の値が小さくなるということである。一方、1 次回折光は減光されないで、 $2 A_2 \cos \phi$ の値は変わらない。この場合、上記の式における分母の値が小さくなるので、 C の値が大きくなる。すなわち、非合焦状態における像のコントラストが大きくなる。

[0069] このように、標本観察装置 100 では、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。

[0070] 本実施形態の標本観察装置では、減光部材の減光領域に開口部材の像が形成され、減光部材の減光領域は、開口部材の像を含むように形成されていることが好ましい。

[0071] 0 次回折光における光の強度は、1 次回折光における光強度に比べると、非常に大きい。そのため、減光領域 14 a を通過しない 0 次回折光が存在すると、像のコントラストが低下する。よって、0 次回折光については、減光領域 14 a で、できるだけ減光されるようにしておくことが好ましい。

[0072] 開口領域の像 5 a' の大きさは、様々な要因で変化する。例えば、液体中の標本を観察する場合、液面によってレンズ効果が発生する。その結果、開

開口領域の像 5 a' の大きさが変化する。また、例えば、開口部材の位置や減光部材の位置が、本来の位置からずれることで、開口領域の像 5 a' の大きさが変化する。

[0073] 本実施形態の標本観察装置では、減光部材は、開口部材と共役な位置に配置されている。よって、減光部材の減光領域に開口部材の像が形成される。

[0074] そこで、図 2 (b) に示すように、減光領域 1 4 a が、開口領域の像 5 a' を含ないようにする。このようにすることで、開口領域の像 5 a' の大きさが変化しても、0 次回折光が減光領域 1 4 a を通過するようにさせることができる。その結果、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。

[0075] 図 3 に開口部材と減光部材の第 1 例を示す。図 3 (a) は、開口部材の第 1 例を示す図である。図 3 (b) は、減光部材の第 1 例を示す図である。

[0076] 第 1 例の開口部材 2 0 は、開口領域 2 1 と、遮光領域 2 2 と、を有する。開口領域 2 1 は、光軸を含むように形成されている。開口領域 2 1 の形状は、円である。遮光領域 2 2 は、開口領域 2 1 の外側に位置する。遮光領域 2 2 の形状は、円環である。

[0077] 第 1 例の減光部材 3 0 は、減光領域 3 1 と、非減光領域 3 2 と、を有する。減光領域 3 1 は、光軸を含むように形成されている。減光領域 3 1 の形状は、円である。また、減光領域 3 1 は、開口領域の像 2 1' を含むように形成されている。

[0078] 非減光領域 3 2 は、減光領域 3 1 の外側に位置する。非減光領域 3 2 の形状は、円環である。

[0079] 減光領域 3 1 における光透過率は、非減光領域 3 2 における光透過率よりも小さい。減光領域 3 1 における光透過率は、領域内の位置によって異なる。中心で光透過率が最も小さく、非減光領域 3 2 に近づくにつれて、光透過率が大きくなっている。非減光領域 3 2 における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。

[0080] 開口領域 2 1 は、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光

は、光軸を含むように、観察光学系の光路を進行する。減光領域 3 1 も、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光は、減光領域 3 1 を通過する。その結果、減光領域 3 1 で、0 次回折光が減光される。

[0081] 一方、非減光領域 3 2 は、減光領域 3 1 の外側に位置する。よって、非減光領域 3 2 では、1 次回折光がそのまま通過する。

[0082] このように、開口部材 2 0 と減光部材 3 0 の組み合わせでも、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。

[0083] 図 4 に開口部材と減光部材の第 2 例を示す。図 4 (a) は、開口部材の第 2 例を示す図である。図 4 (b) は、減光部材の第 2 例を示す図である。

[0084] 第 2 例の開口部材 4 0 は、開口領域 4 1 と、遮光領域 4 2 と、遮光領域 4 3 と、を有する。開口領域 4 1 は、光軸を含まないように形成されている。開口領域 4 1 の形状は、円環である。

[0085] 遮光領域 4 2 は、開口領域 4 1 の内側に位置する。遮光領域 4 2 の形状は、円である。遮光領域 4 3 は、開口領域 4 1 の外側に位置する。遮光領域 4 3 の形状は、円環である。

[0086] 第 2 例の減光部材 5 0 は、減光領域 5 1 と、非減光領域 5 2 と、非減光領域 5 3 と、を有する。減光領域 5 1 は、光軸を含まないように形成されている。減光領域 5 1 の形状は、円環である。また、減光領域 5 1 は、開口領域の像 4 1' を含むように形成されている。

[0087] 非減光領域 5 2 は、減光領域 5 1 の内側に位置する。非減光領域 5 2 の形状は、円である。非減光領域 5 3 は、減光領域 5 1 の外側に位置する。非減光領域 5 2 の形状は、円環である。

[0088] 減光領域 5 1 における光透過率は、非減光領域 5 2 における光透過率や、非減光領域 5 2 における光透過率よりも小さい。減光領域 5 1 における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。非減光領域 5 2 における光透過率や、非減光領域 5 2 における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。

[0089] 開口領域 4 1 は、光軸を含まないように形成されている。よって、0 次回

折光は、光軸を含まないように、観察光学系の光路を進行する。減光領域 5 1 も、光軸を含まないように形成されている。よって、0 次回折光は、減光領域 5 1 を通過する。その結果、減光領域 5 1 で、0 次回折光が減光される。

[0090] 一方、非減光領域 5 2 は減光領域 5 1 の内側に位置し、非減光領域 5 3 は減光領域 5 1 の外側に位置する。よって、非減光領域 5 2 と非減光領域 5 3 では、1 次回折光がそのまま通過する。

[0091] このように、開口部材 4 0 と減光部材 5 0 の組み合わせでも、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。

[0092] 開口領域の形状や減光部材の減光領域の形状は、円や円環に限られない。図 5 は、減光部材の別の例を示す図である。

[0093] 減光部材 6 0 は、減光領域 6 1 と、非減光領域 6 2 と、を有する。減光領域 6 1 は、光軸を含むように形成されている。減光領域 6 1 の形状は、多角形である。また、減光領域 6 1 は、開口領域の像 6 3 を含むように形成されている。

[0094] 非減光領域 6 2 は、減光領域 6 1 の外側に位置する。非減光領域 6 2 の形状は、内縁が多角形で、外縁が円である。

[0095] 減光領域 6 1 における光透過率は、非減光領域 6 2 における光透過率よりも小さい。減光領域 6 1 における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。非減光領域 6 2 における光透過率は、領域内のどの位置でも同一になっている。

[0096] 減光領域 6 1 に対応する開口領域（不図示）は、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光は、光軸を含むように、観察光学系の光路を進行する。減光領域 6 1 も、光軸を含むように形成されている。よって、0 次回折光は、減光領域 6 1 を通過する。その結果、減光領域 6 1 で、0 次回折光が減光される。

[0097] 一方、非減光領域 6 2 は、減光領域 6 1 の外側に位置する。よって、非減光領域 6 2 では、1 次回折光がそのまま通過する。

- [0098] このように、減光部材 60 を用いても、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。
- [0099] 図 6 は、本実施形態の別の標本観察装置の構成を示す図である。標本観察装置 70 は、例えば、倒立型顕微鏡を用いた装置である。
- [0100] 標本観察装置 70 は、光源 71 と、照明光学系 72 と、ステージ 73 と、結像光学系 74 と、反射部材 75 と、を有する。
- [0101] 光源 71 は、ステージ 73 に対して、紙面内の下方向に位置する。光源 71 からは照明光が射出される。光源 71 には、例えば、ハロゲンランプ、キセノンランプ、水銀ランプ、レーザ、発光ダイオード等が用いられる。
- [0102] 光源 71 から射出された照明光は、照明光学系 72 に入射する。照明光学系 72 は、ステージ 73 に対して、紙面内の下方向に位置する。照明光学系 72 は集光光学系 76 と対物レンズ 77 とで構成されている。
- [0103] 後述のように、対物レンズ 77 は、結像レンズ 78 との組み合わせによって結像光学系 74 を構成している。このように、対物レンズ 77 は、照明光学系 72 と結像光学系 74 とで共通に用いられている。
- [0104] 図 6 では、集光光学系 76 は 2 枚のレンズで構成されているが、レンズの枚数は 2 枚に限られない。また、集光光学系 76 は、光学フィルタや光学絞りを備えていても良い。
- [0105] 照明光は、集光光学系 76 を通過して、ハーフミラー 79 に入射する。続いて、照明光はハーフミラー 79 で反射され、対物レンズ 77 に入射する。対物レンズ 77 を通過した照明光は、ステージ 73 に到達する。
- [0106] 照明光は、ステージ 73 に形成された開口部を通過する。ステージ 73 の開口部には、容器 80 に保持された標本 S が載置されている。よって、ステージ 73 の開口部を介して、照明光が標本 S に照射される。標本 S が無色透明な場合、標本 S に照射され照明光は標本 S を透過する。標本 S を透過した照明光は、反射部材 75 に入射する。
- [0107] 反射部材 75 は、ステージ 73 に対して、紙面内の上方向に配置されている。ここで、照明光学系 72 側には、光源 71 や結像光学系 74 が配置され

ている。よって、反射部材 7 5 は、ステージ 7 3 を挟んで結像光学系 7 4 と対向する位置に配置されていることになる。反射部材 7 5 は、例えば、表面に反射膜 7 5 a が形成された平行平板である。

[0108] 反射部材 7 5 は、標本 S の上に配置されている。そして、反射部材 7 5 は、反射膜 7 5 a が形成された面がステージ 7 3 側に向くように配置されている。標本 S を透過した照明光は反射部材 7 5 で反射され、反射された照明光が標本 S に再び照射される。その結果、標本 S に対して透過照明が行われる。

[0109] このように、標本観察装置 7 0 では、従来の顕微鏡における透過照明と同様に、標本 S に対して透過照明を行うことができる。

[0110] 標本 S からの光は、結像光学系 7 4 に入射する。結像光学系 7 4 は、対物レンズ 7 7 と、結像レンズ 7 8 と、で構成されている。標本 S からの光は、対物レンズ 7 7 とハーフミラー 7 9 を通過して、結像レンズ 7 8 で集光される。

[0111] 対物レンズ 7 7 が破線で示す位置に配置されている場合、標本 S の位置が結像光学系 7 4 の合焦位置と一致している。この場合、結像レンズ 7 8 によって集光された位置 P に、標本 S の像が鮮明に形成される。すなわち、ピントのあった標本 S の像が、位置 P に形成される。

[0112] 標本観察装置 7 0 では、光学像をそのまま目視で観察することができる。そのために、標本観察装置 7 0 は、更に、プリズム 8 1、プリズム 8 2、リレー光学系 8 3、プリズム 8 4、双眼分割用プリズム 8 5 及び接眼レンズ 8 6 を有する。

[0113] 標本 S からの光は、対物レンズ 7 7 とハーフミラー 7 9 を通過して、プリズム 8 1 に入射する。プリズム 8 1 で反射された光は結像レンズ 7 8 で集光される。

[0114] 標本 S の位置と合焦位置とが異なる状態では、位置 P にコントラストを有する光学像が形成される。標本 S の光学像からの光は、プリズム 8 2 のミラー面で反射された後、リレー光学系 8 3 とプリズム 8 4 を通過して、双眼分

割用プリズム 85 に入射する。双眼分割用プリズム 85 によって、右目用の光路と左目用の光路が形成される。右目用の光路と左目用の光路には、各々接眼レンズ 86 が配置されている。

[0115] 標本 S の像は、リレー光学系 83 でリレーされ、リレーされた標本 S の像が接眼レンズ 86 の近傍に形成される。これにより、観察者は標本 S の像を、両眼で観察することができる。

[0116] 標本 S が無色透明な場合、例えば、生きた細胞の場合、標本 S にはコントラストがない。よって、標本 S の位置が結像光学系 74 の合焦位置と一致した状態では、位置 P に形成された標本 S の像にもコントラストが生じない。そのため、標本 S の観察ができない。

[0117] そこで、標本観察装置 70 では、非合焦状態、すなわち、標本 S の位置と結像光学系 74 の合焦位置（以下、「合焦位置」という）とが異なる状態で、標本 S の像を形成する。

[0118] 標本 S の位置と合焦位置とを異ならせるには、例えば、合焦位置からずれていると思われる位置まで、目測で、対物レンズ 77 を移動させれば良い。あるいは、まず合焦位置と標本 S の位置とを一致させ、その後、合焦位置から離れる方向に、対物レンズ 77 を移動させても良い。あるいは、合焦位置が予め分かっている場合、合焦位置からずれた位置を予め決めておくことができるので、その位置まで対物レンズ 77 を移動させれば良い。

[0119] ステージ 73 が移動可能な場合、ステージ 73 を移動させても良い。また、対物レンズ 77 とステージ 73 の両方を移動させても良い。

[0120] 図 6 では、対物レンズ 77 を破線と実線で示している。破線で示す位置は、標本 S の位置と合焦位置が一致しているときの対物レンズ 77 の位置である。実線で示す位置は、標本 S の位置と合焦位置とが異なるときの対物レンズ 77 の位置である。

[0121] このように、対物レンズ 77 を破線に示す位置から実線で示す位置に移動させて、標本 S の位置と合焦位置とを異ならせている。図 6 では、対物レンズ 77 の移動が分かるように、実線で示す位置と破線で示す位置との差を誇

張しているが、実際の移動量はわずかである。また、対物レンズ 77 を移動させる方向は、ステージ 73 に近づく方向とステージ 73 から離れる方向のどちらでも良い。

[0122] このように、非合焦状態にすることで、1 次回折光が集光された集光位置 15 では、0 次回折光と 1 次回折光とによって標本 S の像が形成される。

[0123] 更に、標本観察装置 70 では、照明光学系 72 の瞳の位置に開口部材 87 が配置され、結像光学系 74 の瞳と共役な位置に減光部材 88 が配置されている。そのため、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能になる。

[0124] 本実施形態の標本観察装置では、以下の条件式 (1) を満足することが好ましい。

$$0.1\% < T < 50\% \quad (1)$$

ここで、

T は、減光部材の遮光領域における光透過率、である。

[0125] 条件式 (1) の下限値を下回ると、0 次回折光における光の強度が小さくなりすぎる。そのため、明るい像を得ることが困難になる。撮像素子で像を撮像する場合、撮像時間が長くなりすぎる。

[0126] また、0 次回折光に対して ±1 次回折光の強度が相対的に強くなるため、+1 次回折光と −1 次回折光との干渉による影響が無視できなくなる。この場合、倍の空間周波数を持つ構造の像が形成される。倍の空間周波数を持つ構造は、本来標本には存在しない構造である。このように、条件式 (1) の下限値を下回ると、標本に存在しない構造を持つ標本像が形成されてしまう。

[0127] 条件式 (1) の上限値を上回ると、0 次回折光における光の強度が大きくなりすぎる。そのため、像のコントラストが低下する。

[0128] 本実施形態の標本観察装置では、以下の条件式 (2) を満足することが好ましい。

$$0.01 < NA_{i,1} / NA_{o,b} < 1 \quad (2)$$

ここで、

NA_{i11} は、照明光学系の標本側の開口数、

NA_{ob} は、結像光学系の標本側の開口数、

である。

[0129] 条件式（２）の下限値を下回ると、照明光学系の標本側の開口数が小さくなりすぎる。この場合、照明光の光量不足や、照明むらが大きくなる。また、撮像素子で像を撮像した場合、得られた電子画像において、カバーガラスの汚れやゴミが目立つようになる。

[0130] 条件式（２）の上限値を上回ると、照明光学系の標本側の開口数が大きくなりすぎる。この場合、光軸に対して斜めから入射する照明光が増加する。そのため、コントラストの良い電子画像を得るのが難しくなる。

[0131] 本実施形態の標本観察装置では、以下の条件式（３）を満足することが好ましい。

$$0.05\mu m < \Delta Z \times NA_{i11} < 10\mu m \quad (3)$$

ここで、

ΔZ は、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差、

NA_{i11} は、照明光学系の標本側の開口数、

である。

[0132] 条件式（３）の下限値を下回ると、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差が小さくなりすぎる。この場合、回折光に加わる波面収差量が小さくなる。特に、１次回折光に加わる波面収差量が $\lambda/4$ よりも小さくなる。そのため、コントラストの良い電子画像を得るのが難しくなる。

[0133] 条件式（３）の上限値を上回ると、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差が大きくなりすぎる。この場合、回折光に加わる波面収差量が大きくなる。特に、１次回折光に加わる波面収差量が $\lambda/4$ よりも大きくなる。また、光学像が大きくぼやけてしまう。その結果、解像度の高い電子画像を得るのが難しくなる。

[0134] また、条件式（３）の上限値を上回ると、照明光学系の標本側の開口数が

大きくなりすぎる。この場合、光軸に対して斜めに入射する照明光が増加する。そのため、コントラストの良い電子画像を得るのが難しくなる。

[0135] 本実施形態の標本観察装置では、以下の条件式（４）を満足することが好ましい。

$$0.1 \mu\text{m} < \Delta Z \times \text{NA}_{\text{ob}}^2 < 30 \mu\text{m} \quad (4)$$

ここで、

ΔZ は、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差、

NA_{ob} は、結像光学系の標本側の開口数、

である。

[0136] 条件式（４）の下限値を下回ると、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差が小さくなりすぎる。この場合、回折光に加わる波面収差量が小さくなる。特に、１次回折光に加わる波面収差量が $\lambda/4$ よりも小さくなる。そのため、コントラストの良い電子画像を得るのが難しくなる。

[0137] 条件式の上限值（４）を上回ると、結像光学系の合焦位置と標本の位置との差が大きくなりすぎる。この場合、回折光に加わる波面収差量が大きくなる。特に、１次回折光に加わる波面収差量が $\lambda/4$ よりも大きくなる。また、光学像が大きくぼやけてしまう。その結果、解像度の高い電子画像を得るのが難しくなる。

[0138] 本実施形態の標本観察装置では、減光部材は、光軸と直交する面内方向に移動することが好ましい。

[0139] このようにすることで、例えば、標本を照明する角度を変えた場合に、減光部材の減光領域が開口部材の像を含んでいる状態にすることができる。また、標本の形状によるレンズ効果や、液体中の標本観察時の液面によるレンズ効果によって、開口領域の位置が変化する。このような場合であっても、減光部材の減光領域が開口部材の像を含んでいる状態にすることができる。

[0140] 本実施形態の標本観察装置では、開口領域の形状や減光部材の減光領域の形状は、回転対称な形状であることが好ましい。

[0141] 開口領域の形状が非回転対称な形状の場合、光束が標本位置において光軸

と交差するように、照明光は標本に照射される。よって、開口領域の形状が非回転対称な形状の場合照明は偏斜照明と考えられる。偏射照明では、非合焦状態の時、合焦からのデフォーカス量に応じた像シフトがおこる。開口領域の形状を回転対称な形状にすることで、非合焦状態での像シフトを無くすることができる。

[0142] 本実施形態の標本観察装置では、減光部材の面の法線が光軸と交差するように、減光部材は配置されていることが好ましい。

[0143] このようにすることで、観察光学系内における多重反射の発生を抑制することができる。また、多重反射が生じた場合でも、多重反射の影響を抑えることができる。

産業上の利用可能性

[0144] 以上のように、本発明は、非合焦状態において、コントラストが大きい標本の像を得ることが可能な標本観察装置に適している。

符号の説明

- [0145] 1 0 0 標本観察装置
 1 1 0 照明光学系
 1 2 0 観察光学系
 1 光源
 2、3 レンズ
 4 コンデンサレンズ
 5 開口部材
 5 a 開口領域
 5 a' 開口領域の像
 5 b 遮光領域
 6 保持部材
 7 標本
 8 対物レンズ
 9 対物レンズの瞳

- 1 0 結像レンズ
- 1 1 リレー光学系
- 1 2、1 3 レンズ
- 1 4 減光部材
- 1 4 a 減光領域
- 1 4 b 非減光領域
- 1 5 集光位置
- 1 6 駆動機構
- 2 0、4 0 開口部材
- 2 1、4 1 開口領域
- 2 1'、4 1' 開口領域の像
- 2 2、4 2、4 3 遮光領域
- 3 0、5 0、6 0 減光部材
- 3 1、5 1、6 1 減光領域
- 3 2、5 2、5 3、6 2 非減光領域
- 6 3 開口領域の像
- 7 0 標本観察装置
- 7 1 光源
- 7 2 照明光学系
- 7 3 ステージ
- 7 4 結像光学系
- 7 5 反射部材
- 7 5 a 反射膜
- 7 6 集光光学系
- 7 7 対物レンズ
- 7 8 結像レンズ
- 7 9 ハーフミラー
- 8 0 容器

８１、８２、８４ プリズム

８３ リレー光学系

８５ 双眼分割用プリズム

８６ 接眼レンズ

８７ 開口部材

８８ 減光部材

Ｓ 標本

請求の範囲

[請求項1]

照明光学系と、観察光学系と、標本保持部材と、を備え、
前記照明光学系は、光源と、コンデンサレンズと、開口部材と、を有し、
前記観察光学系は、対物レンズと、減光部材と、結像レンズと、駆動機構と、を有し、
前記開口部材は、前記照明光学系の瞳位置に配置されるか、又は、前記照明光学系の瞳と共役な位置に配置され、
前記減光部材は、前記観察光学系の瞳と共役な位置に配置され、
前記開口部材は、開口領域と、遮光領域又は減光領域と、を有し、
前記減光部材は、減光領域と、非減光領域と、を有し、
前記非減光領域は、前記減光部材の前記減光領域の光透過率よりも高い光透過率を有し、
前記駆動機構は、第1の所定の状態となるように、前記標本保持部材及び前記観察光学系の少なくとも1つを、前記観察光学系の光軸に沿って移動させ、
前記第1の所定の状態では、前記標本保持部材上の標本の位置と前記観察光学系の合焦位置とが異なっていることを特徴とする標本観察装置。

[請求項2]

前記減光部材の前記減光領域に前記開口部材の像が形成され、
前記減光部材の前記減光領域は、前記開口部材の像を含むように形成されていることを特徴とする請求項1に記載の標本観察装置。

[請求項3]

以下の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1に記載の標本観察装置。

$$0.1\% < T < 50\% \quad (1)$$

ここで、

Tは、前記減光部材の前記遮光領域における光透過率、である。

[請求項4] 以下の条件式（2）を満足することを特徴とする請求項1に記載の標本観察装置。

$$0.01 < NA_{i11} / NA_{ob} < 1 \quad (2)$$

ここで、

NA_{i11} は、前記照明光学系の前記標本側の開口数、

NA_{ob} は、前記結像光学系の前記標本側の開口数、

である。

[請求項5] 以下の条件式（3）を満足することを特徴とする請求項1に記載の標本観察装置。

$$0.05 \mu m < \Delta Z \times NA_{i11} < 10 \mu m \quad (3)$$

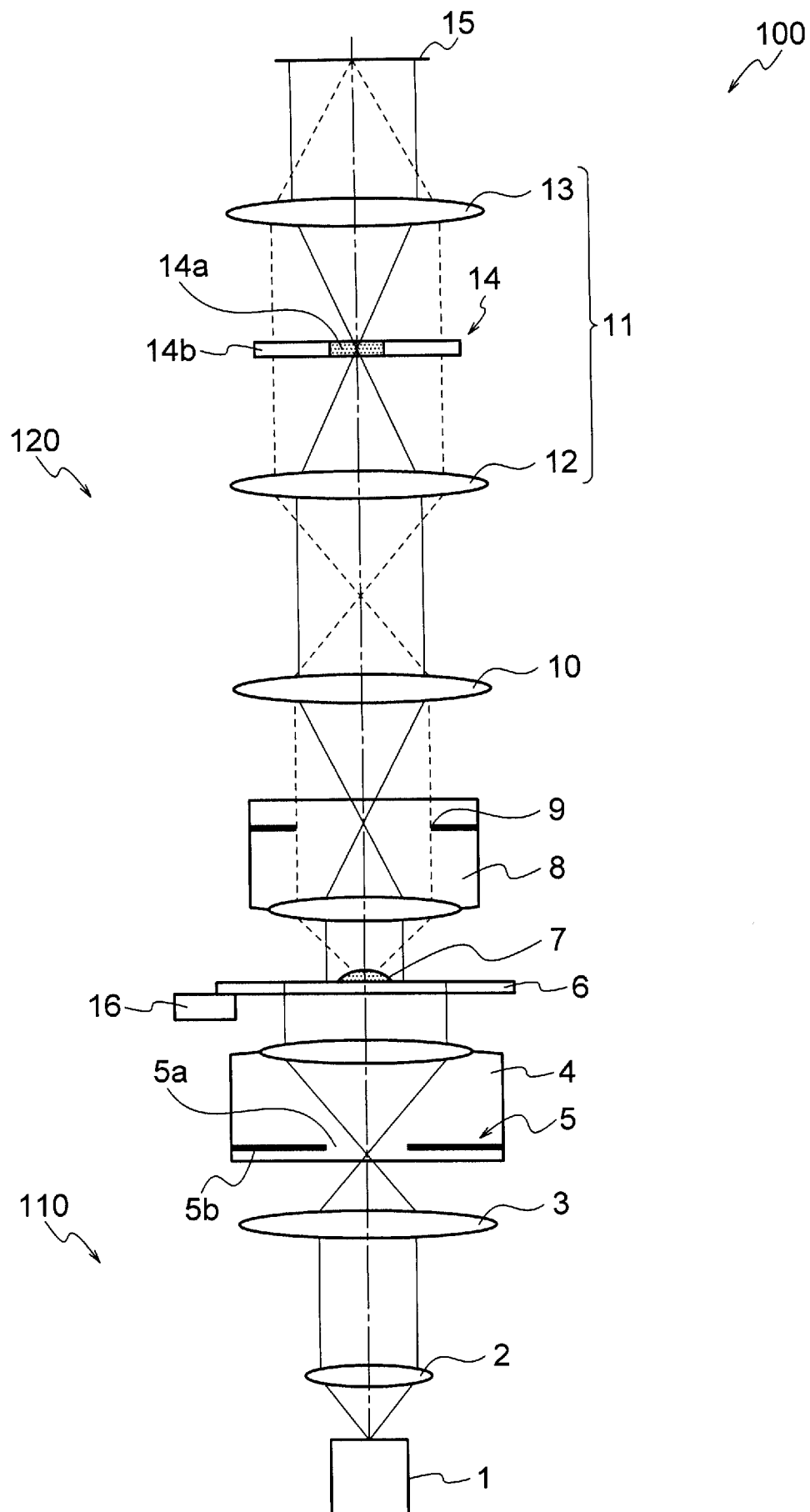
ここで、

ΔZ は、前記結像光学系の合焦位置と前記標本の位置との差、

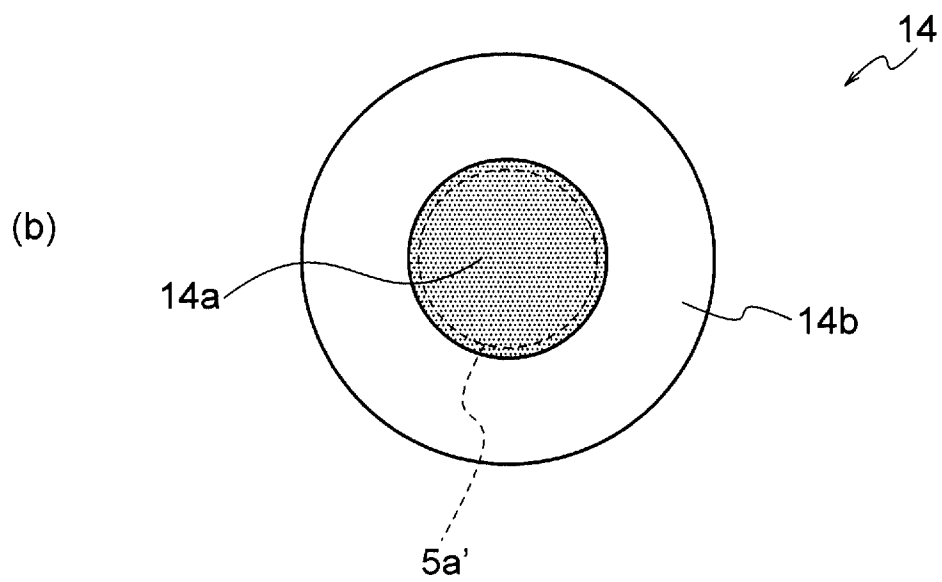
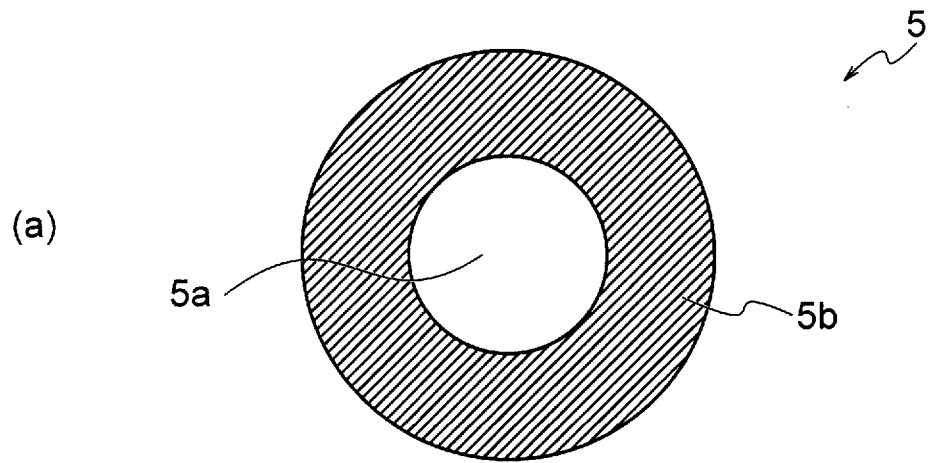
NA_{i11} は、前記照明光学系の前記標本側の開口数、

である。

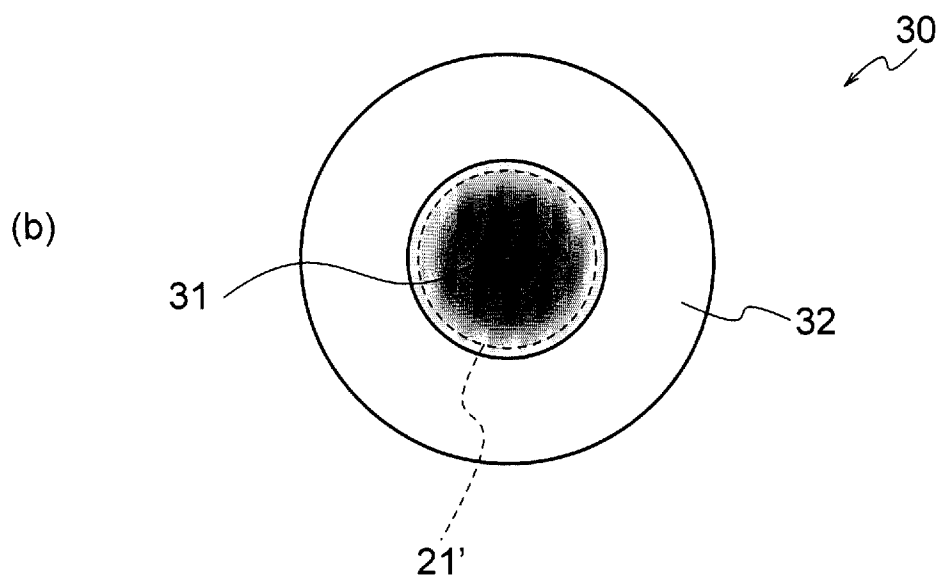
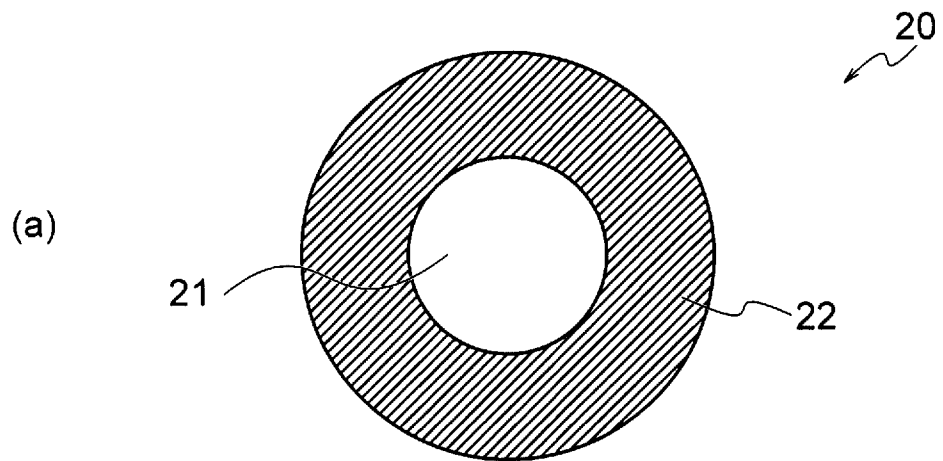
[図1]



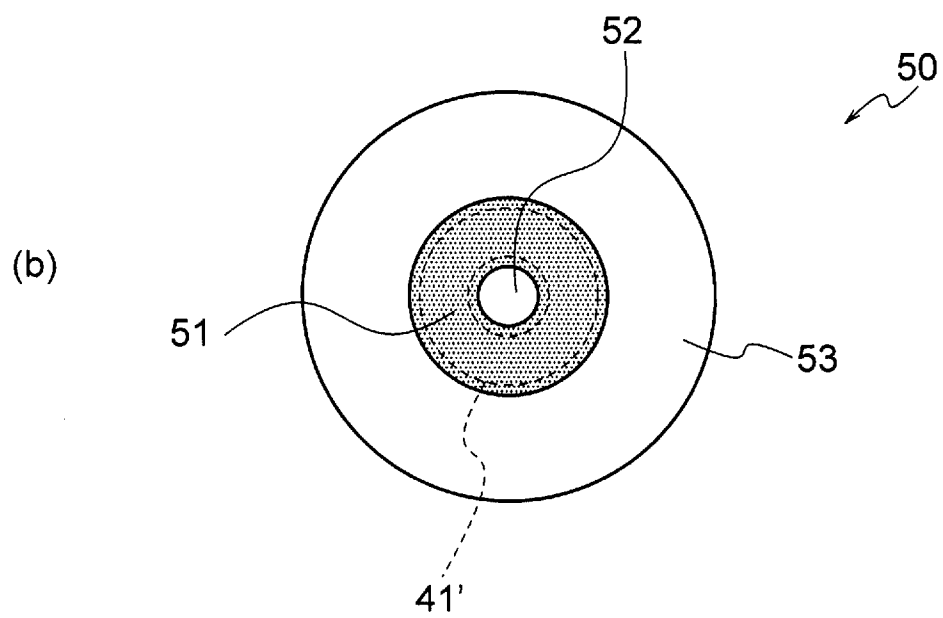
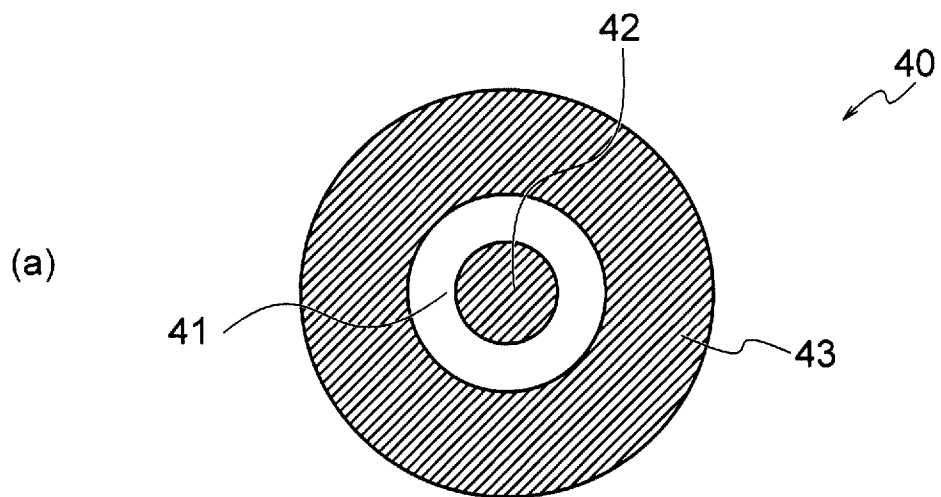
[図2]



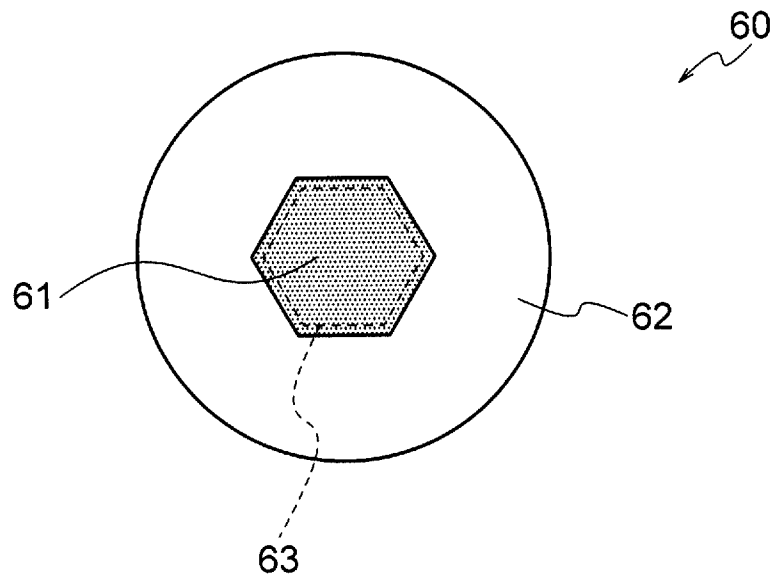
[図3]



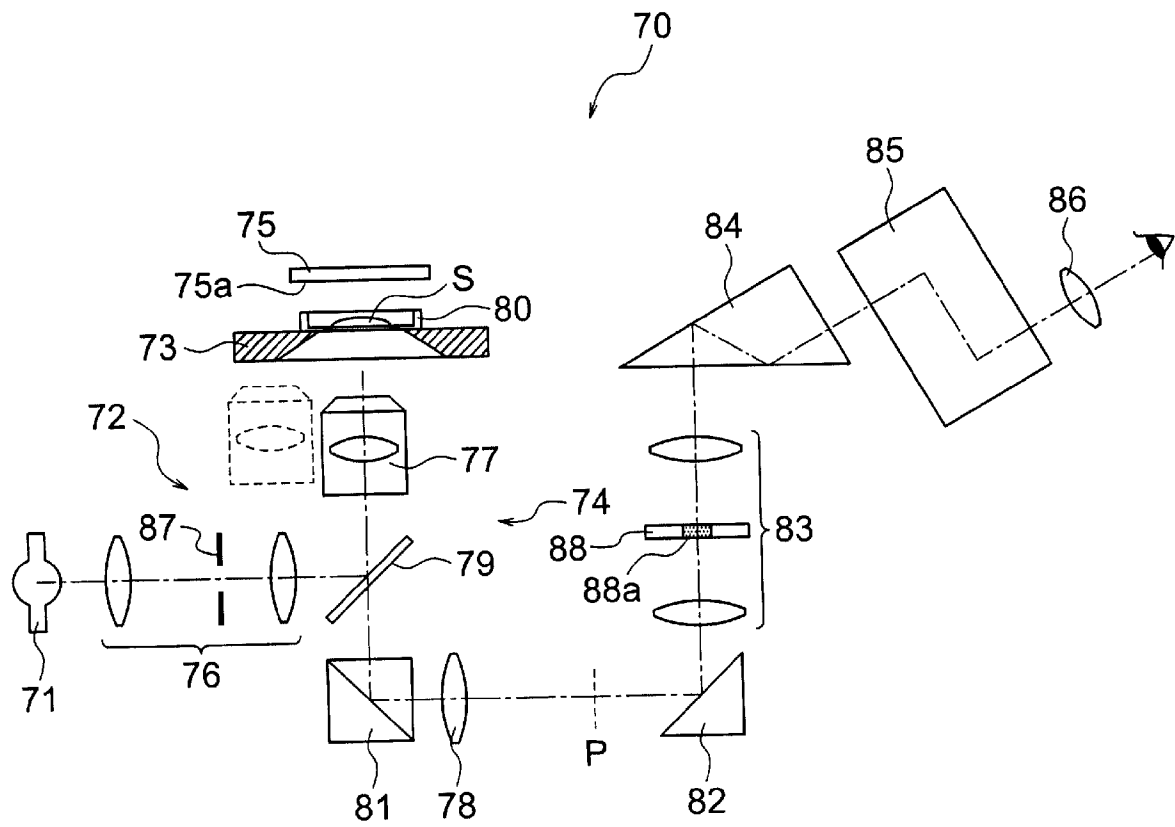
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B21/00(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)

G02B21/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2005-173288 A (Olympus Corp.),	1-4
Y	30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0056] to [0072], [0079]; fig. 4 to 7 & US 2005/0168808 A1 paragraphs [0107] to [0125], [0132]; fig. 4 to 7 & US 2009/0201580 A1	1-5
Y	WO 2016/185619 A1 (Olympus Corp.), 24 November 2016 (24.11.2016), page 6, line 8 to page 23, line 23; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5

☐ 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
12 June 2017 (12.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B21/00(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（IPC））

Int.Cl. G02B21/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2005-173288 A（オリンパス株式会社）2005.06.30, 段落 [0056] - [0072], [0079], 図4-7 & US 2005/0168808 A1 [0107]-[0125], [0132], FIGS. 4-7 & US 2009/0201580 A1	1-4 1-5
Y	WO 2016/185619 A1（オリンパス株式会社）2016.11.24, 6頁8行-23頁23行、図1-2（ファミリーなし）	1-5

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

12.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

森内 正明

2 V

8361

電話番号 03-3581-1101 内線 3271