

(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10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/203995 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 15/10 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
G02B 13/14 (2006.01)

INC.) [JP/JP]; 〒1008324 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/011563

(22) 国際出願日: 2024年3月25日(25.03.2024)

(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:
特願 2023-050146 2023年3月27日(27.03.2023) JP

(71) 出願人: 三菱瓦斯化学株式会社(MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY,

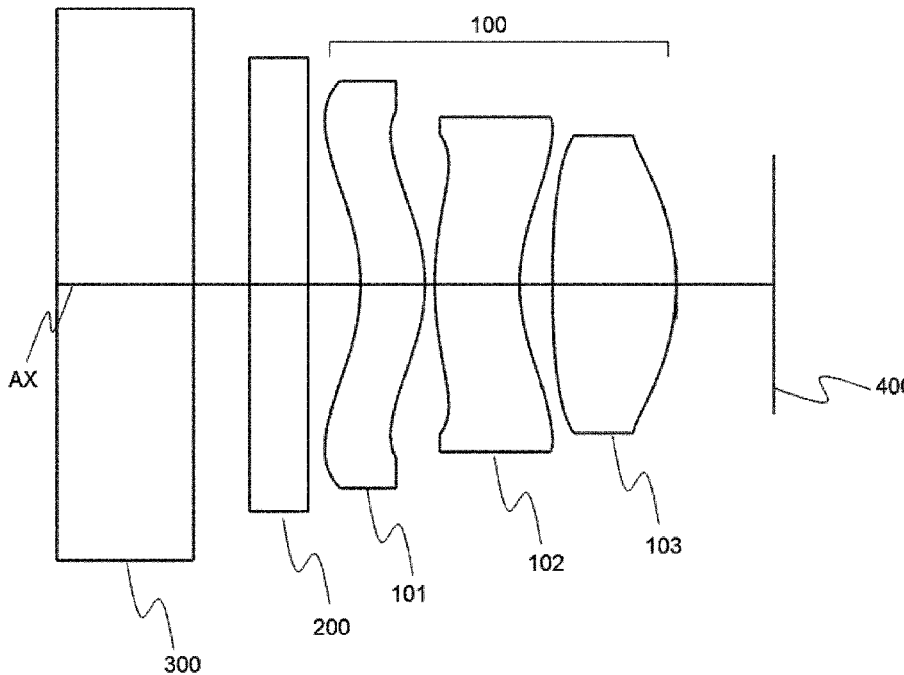
(72) 発明者: 高瀬 雄希(TAKASE, Yuki); 〒1008324 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三菱瓦斯化学株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: ATTACHMENT LENS

(54) 発明の名称: アタッチメントレンズ



(57) Abstract: The present invention relates to an attachment lens provided with: a first lens having positive refractive power; a second lens having negative refractive power; and a third lens having positive refractive power, in this order from the object side, wherein both surfaces of the first lens, the second lens, and the third lens are individually aspherical surfaces and satisfy the following expressions (1), (2), (3), (4), (5), and (6). (1) $4.30 \leq f1/f \leq 4.95$ (2) $0.120 \leq \phi1/n1 \leq 0.160$ (3) $0.0030 \leq \phi1/v1 \leq 0.0050$ (4) $-3.20 \leq f2/f \leq -2.70$ (5) $-0.240 \leq \phi2/n2 \leq -0.160$ (6) $-0.0200 \leq \phi2/v2 \leq -0.0120$

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, 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))

- (57) 要約: 本開示は、物体側から、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、を備え、前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズの両面がそれぞれ非球面であり、下記式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及び(6)を満たす、アタッチメントレンズに関する。(1) $4.30 \leq f_1 / f \leq 4.95$ (2) $0.120 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.160$ (3) $0.0030 \leq \phi_1 / v_1 \leq 0.0050$ (4) $-3.20 \leq f_2 / f \leq -2.70$ (5) $-0.240 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.160$ (6) $-0.0200 \leq \phi_2 / v_2 \leq -0.0120$

明 細 書

発明の名称：アタッチメントレンズ

技術分野

[0001] 本開示は、アタッチメントレンズ、特に、撮像レンズの前方に装着することで、顕微的且つ高分解能である光学特性を実現することのできるアタッチメントレンズに関する。

背景技術

[0002] 撮像レンズに装着することで、撮像レンズの持つ性能や用途を変更することのできる光学素子として、アタッチメントレンズが知られている。アタッチメントレンズには、画角を変更するアタッチメントレンズ、及び倍率を変更するアタッチメントレンズ等があり、また撮像レンズの撮像対象側に装着するアタッチメントレンズ、及び撮像レンズの像側に装着するアタッチメントレンズ等がある。

[0003] 例えば撮像レンズの撮像対象側に装着するアタッチメントレンズとして、特許文献1及び特許文献2には、画角を広げる機能を有するレンズが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-214529号公報

特許文献2：特開2020-144177号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら撮像レンズは、それ単体で光学性能を出すことを主眼に設計されており、一般的にはアタッチメントレンズを装着することで収差バランスが崩れて、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体では光学性能が劣化してしまう場合が多い。

[0006] そこで、本発明は、既存の撮像レンズに装着しても全体の光学性能が劣化

せず、微細な対象物を高分解能で観察することが可能になるアタッチメントレンズ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

[0007] 本発明の一実施形態に係るアタッチメントレンズは、物体側から、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、を備え、第1レンズ、第2レンズ、及び第3レンズの両面がそれぞれ非球面であり、下記式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及び(6)を満たす。

$$(1) \quad 4.30 \leq f_1 / f \leq 4.95$$

$$(2) \quad 0.120 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.160$$

$$(3) \quad 0.0030 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0050$$

$$(4) \quad -3.20 \leq f_2 / f \leq -2.70$$

$$(5) \quad -0.240 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.160$$

$$(6) \quad -0.0200 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0120$$

f : アタッチメントレンズのd線に対する全系焦点距離

f_1 : 第1レンズのd線に対する焦点距離

ϕ_1 : 第1レンズのd線に対するパワーと f との積(f / f_1)

n_1 : 第1レンズのd線に対する屈折率

ν_1 : 第1レンズのアッベ数

f_2 : 第2レンズのd線に対する焦点距離

ϕ_2 : 第2レンズのd線に対するパワーと f との積(f / f_2)

n_2 : 第2レンズのd線に対する屈折率

ν_2 : 第2レンズのアッベ数

[0008] 上記のアタッチメントレンズは、上記式(1)及び(4)を満たしつつ、上記式(2)及び(5)を満たすことにより、既存の撮像レンズに装着しても、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化することを抑制できる。また、上記式(1)及び(4)を満たしつつ、上記式(3)及び(6)を満たすことにより、既存の撮像レンズに装着し

ても、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体で色収差が生じることを抑制できる。

[0009] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、さらに下記式（７）及び（８）を満たす。この態様によれば、下記式（７）を満たすことにより、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化することを一層抑制でき、下記式（８）を満たすことにより、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体で色収差が生じることを一層抑制できる。

$$(7) \quad 0.000 \leq P \leq 0.510$$

$$(8) \quad -0.0046 \leq Q \leq 0.0046$$

P : $\phi 1 / n 1$ と $\phi 2 / n 2$ と $\phi 3 / n 3$ との和

Q : $\phi 1 / \nu 1$ と $\phi 2 / \nu 2$ と $\phi 3 / \nu 3$ との和

$\phi 3$: 第３レンズのｄ線に対するパワーと f との積（ $f / f 3$ ）

$f 3$: 第３レンズのｄ線に対する焦点距離

$n 3$: 第３レンズのｄ線に対する屈折率

$\nu 3$: 第３レンズのアッベ数

[0010] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、さらに下記式（９）、（１０）及び（１１）を満たす。この態様によれば、下記式（９）を満たしつつ、下記式（１０）を満たすことにより、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化することを一層抑制できる。また、下記式（９）を満たしつつ、下記式（１１）を満たすことにより、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体で色収差が生じることを一層抑制できる。

$$(9) \quad 1.10 \leq f 3 / f \leq 1.40$$

$$(10) \quad 0.000 \leq \phi 3 / n 3 \leq 0.600$$

$$(11) \quad 0.0000 \leq \phi 3 / \nu 3 \leq 0.0200$$

$f 3$: 第３レンズのｄ線に対する焦点距離

$\phi 3$: 第３レンズのｄ線に対するパワーと f との積（ $f / f 3$ ）

n_3 : 第3レンズのd線に対する屈折率

ν_3 : 第3レンズのアッベ数

[0011] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、第1レンズ、第2レンズ、及び第3レンズのそれぞれが、非蛍光性材料により構成されている。この態様によれば、例えば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして用いた場合に、各レンズにおいて紫外光により蛍光が発生し、蛍光が測定のノイズになることを防ぐことができる。すなわち、この態様のアタッチメントレンズは、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いられる。

[0012] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、第1レンズ、第2レンズ、及び第3レンズのそれぞれが、非蛍光性材料により構成され、さらに下記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')を満たす。この態様によれば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いることができるうえ、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることを一層抑制できる。

$$(1') \quad 4.33 \leq f_1 / f \leq 4.94$$

$$(2') \quad 0.130 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.155$$

$$(3') \quad 0.0035 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0042$$

$$(4') \quad -3.05 \leq f_2 / f \leq -2.70$$

$$(5') \quad -0.230 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.180$$

$$(6') \quad -0.0190 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0130$$

[0013] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、上記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')に加えて、さらに下記式(7')及び(8')を満たす。この態様によれば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いることができるうえ、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることをより一層抑制できる。

$$(7') \quad 0.000 \leq P \leq 0.482$$

$$(8') \quad -0.0040 \leq Q \leq 0.0040$$

P : $\phi 1 / n 1$ と $\phi 2 / n 2$ と $\phi 3 / n 3$ との和

Q : $\phi 1 / \nu 1$ と $\phi 2 / \nu 2$ と $\phi 3 / \nu 3$ との和

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[0014] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、好ましくは、上記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')に加えて、さらに下記式(9')、(10')及び(11')を満たす。この態様によれば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いることができるうえ、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることをより一層抑制できる。

$$(9') \quad 1.20 \leq f 3 / f \leq 1.30$$

$$(10') \quad 0.400 \leq \phi 3 / n 3 \leq 0.550$$

$$(11') \quad 0.0100 \leq \phi 3 / \nu 3 \leq 0.0150$$

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[0015] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、観察対象と第1レンズとの間に平板光学素子が挿入されている場合においても好適に使用される。上記実施形態のアタッチメントレンズは、必要なレンズ枚数が少ないにも関わらず、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることを抑制することができる。すなわち、アタッチメントレンズ全体としての厚みを薄くすることができるため、撮像レンズと観察対象の間の距離に制限がありながらも観察対象と第1レンズと

の間に平板光学素子が挿入される用途においても好適に用いられる。

[0016] 上記平板光学素子は、例えば波長フィルタであってよい。

[0017] 上記実施形態のアタッチメントレンズは、例えば携帯端末のカメラのレンズに接続されてよい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、既存の撮像レンズに装着しても全体の光学性能が劣化せず、微細な対象物を高分解能で観察することが可能になるアタッチメントレンズを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本実施形態のアタッチメントレンズの使用時の光学系を示す概略断面図である。

[図2]数値実施例における面R 1 ～R 1 1、及び厚さ（距離）d 1 ～d 1 0を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」という。）について詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付して表している。図面は模式的なものであり、必ずしも実際の寸法や比率等とは一致しない。図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることがある。

[0021] [アタッチメントレンズ]

図1に示すように、本実施形態に係るアタッチメントレンズ100は、観察対象側から、正の屈折力を有する第1レンズ101と、負の屈折力を有する第2レンズ102と、正の屈折力を有する第3レンズ103と、を備える。図1は、平板光学素子200を介して、試料台300上に配置された観察対象を観察する撮像レンズ（撮像レンズの配置面を図1中、400で示す。）にアタッチメントレンズ100を装着した例を示している。アタッチメン

トレンズ100、平板光学素子200、及び撮像レンズのそれぞれの光軸AXは、観察対象の観察部位に略一致するように配置される。観察対象は、試料台300のアタッチメントレンズ100側の面又は反対側の面に配置されている。

[0022] 第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103の両面はそれぞれ非球面である。アタッチメントレンズ100は、下記式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及び(6)を満たす。

[0023] (1) $4.30 \leq f_1 / f \leq 4.95$

(2) $0.120 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.160$

(3) $0.0030 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0050$

(4) $-3.20 \leq f_2 / f \leq -2.70$

(5) $-0.240 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.160$

(6) $-0.0200 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0120$

f : アタッチメントレンズのd線に対する全系焦点距離

f₁ : 第1レンズのd線に対する焦点距離

φ₁ : 第1レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f₁)

n₁ : 第1レンズのd線に対する屈折率

ν₁ : 第1レンズのアッベ数

f₂ : 第2レンズのd線に対する焦点距離

φ₂ : 第2レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f₂)

n₂ : 第2レンズのd線に対する屈折率

ν₂ : 第2レンズのアッベ数

[0024] ここで、本明細書において、アッベ数とは、フラウンホーファーのd線 (587.56 nm) に対する屈折率n_d、F線 (486.1 nm) に対する屈折率n_F、及びC線 (656.3 nm) に対する屈折率n_Cを用いて下記式により定義される値ν_dである。

$$\nu_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

[0025] また、レンズが正の屈折力を有するとは、そのレンズのd線に対するパワ

一、すなわち、そのレンズのd線に対する焦点距離の逆数が正であることを意味し、レンズが負の屈折力を有するとは、そのレンズのd線に対するパワー、すなわち、そのレンズのd線に対する焦点距離の逆数が負であることを意味する。

[0026] 上記式(1)及び(4)は、アタッチメントレンズ100の全系焦点距離に対する、第1レンズ101及び第2レンズ102の焦点距離の比をそれぞれ規定する。アタッチメントレンズ100の全系焦点距離に対する第3レンズ103の焦点距離の比については後述するが、上記式(1)及び(4)を満たす範囲で、アタッチメントレンズ100において所望の全系焦点距離fが得られるように調整すればよい。

[0027] f_1/f は、上記式(1)の範囲で、4.33以上、4.34以上、4.51以上、4.62以上、又は4.90以上であってよい。また、 f_1/f は、上記式(1)の範囲で、4.94以下、4.63以下、4.52以下、又は4.35以下であってよい。

[0028] f_2/f は、上記式(4)の範囲で、-3.18以上、-3.05以上、-3.01以上、-3.00以上、-2.88以上、又は-2.76以上であってよい。また、 f_2/f は、上記式(4)の範囲で、-2.80以下、-2.87以下、-3.00以下、又は-3.17以下であってよい。

[0029] f、 f_1 及び f_2 の各値は、アタッチメントレンズ100の各構成の関係を維持したまま、光学系のサイズを変更する、いわゆるスケーリングにより適宜調整することができるため、特に限定されない。fは、例えば1.10mm以上10.0mm以下であってよく、1.20mm以上5.00mm以下であってよく、1.30mm以上2.00mm以下であってよい。fが設定されると、 f_1 及び f_2 は、それぞれ上記式(1)及び(4)を満たすように設計される。

[0030] fは、撮像レンズの焦点距離及び所望する拡大率等に応じて調整すればよい。アタッチメントレンズの拡大率は、アタッチメントレンズを装着しない場合の像の大きさに対する、アタッチメントレンズを装着した場合の像の大

きさの比を意味する。拡大率 β は、撮像レンズの焦点距離 f_{400} 、アタッチメントレンズの焦点距離 f 、及び撮像レンズとアタッチメントレンズとの距離等に応じて定まる。

[0031] アタッチメントレンズ100の拡大率 β は、好ましくは1.00より大きく、より好ましくは1.10以上であり、さらに好ましくは1.20以上である。アタッチメントレンズ100の焦点距離 f は、撮像レンズの焦点距離 f_{400} 等の値に応じて β が上記の範囲内に入るように適宜調整してもよい。

[0032] 上記式(2)及び(5)は、第1レンズ101及び第2レンズ102において、各レンズの屈折率に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値をそれぞれ規定する。複数のレンズを含む光学系において、各レンズの屈折率に対するパワーの比の総和が0に近づくことと全体の光学系の像面の平坦性が向上する、すなわち、像面湾曲が抑制される。当該各レンズの屈折率に対するパワーの比の総和、あるいは当該総和を全光学系のパワーで正規化した値は、ペッツバル和とも呼ばれる。アタッチメントレンズ100では、 $\phi 1/n 1$ 及び $\phi 2/n 2$ が上記式(2)及び(5)によりそれぞれ規定されるため、第3レンズ103の屈折率に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値を適宜調整することにより、アタッチメントレンズ100におけるペッツバル和を0に近づけることができ、アタッチメントレンズ100の像面の平坦性が劣化することを抑制できる。なお、 ϕi ($i=1, 2, 3$)は、アタッチメントレンズの d 線に対する全系パワー($1/f$)に対する、第 i レンズの d 線に対するパワー($1/f i$) ($i=1, 2, 3$)の比としても理解される。

[0033] $\phi 1/n 1$ は、上記式(2)の範囲で、0.130以上、0.140以上、0.144以上、又は0.150以上であってよい。また、 $\phi 1/n 1$ は、上記式(2)の範囲で、0.155以下、0.145以下、0.142以下、0.140以下、又は0.135以下であってよい。

[0034] $\phi 2/n 2$ は、上記式(5)の範囲で、 -0.230 以上、 -0.220

以上、 -0.210 以上、 -0.205 以上、又は -0.190 以上であってよい。また、 $\phi 2 / n 2$ は、上記式(5)の範囲で、 -0.180 以下、 -0.190 以下、 -0.200 以下、又は -0.210 以下であってよい。

[0035] $n 1$ の値は、 $\phi 1 / n 1$ が上記式(2)を満たす限り特に限定されないが、例えば 1.20 以上 2.00 以下であってよく、 1.20 以上 1.80 以下であると好ましく、 1.40 以上 1.70 以下であるとより好ましく、 1.45 以上 1.60 以下であるとさらに好ましい。

[0036] $n 2$ の値は、 $\phi 2 / n 2$ が上記式(5)を満たす限り特に限定されないが、例えば 1.30 以上 2.10 以下であってよく、 1.40 以上 1.90 以下であると好ましく、 1.50 以上 1.80 以下であるとより好ましく、 1.55 以上 1.75 以下であるとさらに好ましい。

[0037] $n 1$ と $n 2$ の大小関係は特に限定されないが、 $n 2$ の方が大きいと好ましく、 $n 2$ が $n 1$ に比べて 0.05 以上又は 0.10 以上大きいとより好ましい。この場合、 $n 2$ と $n 1$ との差の上限値は特に限定されず、例えば 0.50 、 0.40 、 0.30 、又は 0.20 であってよい。

[0038] 上記式(3)及び(6)は、第1レンズ101及び第2レンズ102において、各レンズのアッベ数に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値をそれぞれ規定する。複数のレンズを含む光学系において、各レンズのアッベ数に対するパワーの比の総和が0に近づくと全体の光学系で色収差が生じることを抑制できる。アタッチメントレンズ100では、 $\phi 1 / \nu 1$ 及び $\phi 2 / \nu 2$ が上記式(3)及び(6)によりそれぞれ規定されるため、第3レンズ103のアッベ数に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値を適宜調整することにより、アタッチメントレンズ100における当該総和を0に近づけることができ、アタッチメントレンズ100における色収差を低減することができる。

[0039] $\phi 1 / \nu 1$ は、上記式(3)の範囲で、 0.0035 以上、 0.0038

以上、 0.0039 以上、又は 0.0040 以上であってよい。また、 $\phi 1 / \nu 1$ は、上記式(3)の範囲で、 0.0045 以下、 0.0042 以下、 0.0040 以下、又は 0.0039 以下であってよい。

[0040] $\phi 2 / \nu 2$ は、上記式(6)の範囲で、 -0.0190 以上、 -0.0185 以上、 -0.0170 以上、 -0.0160 以上、又は -0.0150 以上であってよい。また、 $\phi 2 / \nu 2$ は、上記式(6)の範囲で、 -0.0130 以下、 -0.0140 以下、 -0.0150 以下、又は -0.0160 以下であってよい。

[0041] $\nu 1$ の値は、 $\phi 1 / \nu 1$ が上記式(3)を満たす限り特に限定されないが、例えば 20 以上 100 以下であってよく、 30 以上 90 以下であると好ましく、 40 以上 70 以下であるとより好ましい。

[0042] $\nu 2$ の値は、 $\phi 2 / \nu 2$ が上記式(6)を満たす限り特に限定されないが、例えば 5.0 以上 80 以下であってよく、 10 以上 60 以下であると好ましく、 15 以上 40 以下であるとより好ましい。

[0043] $\nu 1$ と $\nu 2$ の大小関係は特に限定されないが、 $\nu 1$ の方が大きいと好ましく、 $\nu 1$ が $\nu 2$ に比べて 10 以上又は 20 以上大きいとより好ましい。この場合、 $\nu 1$ と $\nu 2$ との差の上限値は特に限定されず、例えば 100 、 80 、 60 、 50 、又は 40 であってよい。

[0044] アタッチメントレンズ 100 は、さらに下記式(7)及び(8)を満たすことが好ましい。

[0045] (7) $0.000 \leq P \leq 0.510$

(8) $-0.0046 \leq Q \leq 0.0046$

P : $\phi 1 / n 1$ と $\phi 2 / n 2$ と $\phi 3 / n 3$ との和

Q : $\phi 1 / \nu 1$ と $\phi 2 / \nu 2$ と $\phi 3 / \nu 3$ との和

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積($f / f 3$)

f 3 : 第3レンズのd線に対する焦点距離

n 3 : 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[0046] 上記式(7)のPは、ペッツバル和に対応する値である。アタッチメントレンズ100において、第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103が非球面レンズであるため、第1レンズ101及び第2レンズがそれぞれ上記式(2)及び(5)を満たしていれば、光学系全体として高い平坦性を実現することができる。Pが上記式(7)を満たすことにより、光学系全体としてより高い平坦性を実現することができる。

[0047] Pは、上記式(7)の範囲で、0.050以上、0.100以上、0.200以上、0.300以上、又は0.400以上であってよい。Pは、上記式(7)の範囲で、好ましくは0.500以下であり、より好ましくは0.490以下であり、さらに好ましくは0.482以下である。

[0048] 上記式(8)のQは、主にアタッチメントレンズ100の色収差に関する値である。アタッチメントレンズ100において、第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103が非球面レンズであるため、第1レンズ101及び第2レンズがそれぞれ上記式(3)及び(6)を満たしていれば、光学系全体として色収差の発生を抑制することができる。Qが上記式(8)を満たすことにより、光学系全体として色収差の発生をより低減することができる。

[0049] Qは、上記式(8)の範囲で、好ましくは-0.0040以上であり、より好ましくは-0.0030以上であり、さらに好ましくは-0.0010以上であり、さらにより好ましくは0.0000以上である。Qは、上記式(8)の範囲で、好ましくは0.0042以下又は0.0040以下である。Qは、0.0038以下、又は0.0035以下であってよい。

[0050] アタッチメントレンズ100は、上記式(2)、(3)、(5)、(6)、(7)及び(8)に代えて下記式(2A)、(3A)、(5A)、(6A)、(7A)及び(8A)を満たしてもよい。

$$(2A) \quad 0.080 \leq 1/f_{1n1} \leq 0.110$$

$$(3A) \quad 0.0020 \leq 1/f_{1v1} \leq 0.0035$$

$$(5A) \quad -0.160 \leq 1/f_{2n2} \leq -0.110$$

$$(6A) -0.0140 \leq 1/f_{2\psi 2} \leq -0.0080$$

$$(7A) 0.000 \leq P' \leq 0.350$$

$$(8A) -0.0031 \leq Q' \leq 0.0031$$

$$P' : 1/f_{1n1} \text{ と } 1/f_{2n2} \text{ と } 1/f_{3n3} \text{ との和}$$

$$Q' : 1/f_{1\psi 1} \text{ と } 1/f_{2\psi 2} \text{ と } 1/f_{3\psi 3} \text{ との和}$$

[0051] $1/f_{1n1}$ は、上記式(2A)の範囲で、0.090以上、0.094以上、0.095以上、又は0.098以上であってよい。また、 $1/f_{1n1}$ は、上記式(2A)の範囲で、0.105以下、0.98以下、0.095以下、0.093以下、又は0.090以下であってよい。

[0052] $1/f_{1\psi 1}$ は、上記式(3A)の範囲で、0.0023以上、0.0025以上、0.0026以上、又は0.0027以上であってよい。また、 $1/f_{1\psi 1}$ は、上記式(3A)の範囲で、0.0030以下、0.0028以下、0.0026以下、又は0.0025以下であってよい。

[0053] $1/f_{2n2}$ は、上記式(5A)の範囲で、 -0.150 以上、 -0.142 以上、 -0.140 以上、 -0.130 以上、又は -0.127 以上であってよい。また、 $1/f_{2n2}$ は、上記式(5A)の範囲で、 -0.120 以下、 -0.125 以下、 -0.135 以下、又は -0.140 以下であってよい。

[0054] $1/f_{2\psi 2}$ は、上記式(6A)の範囲で、 -0.0125 以上、 -0.0110 以上、 -0.0105 以上、又は -0.0100 以上であってよい。また $1/f_{2\psi 2}$ は、上記式(6A)の範囲で、 -0.0085 以下、 -0.0090 以下、 -0.0100 以下、又は -0.0105 以下であってよい。

[0055] P' 及び Q' は、それぞれ P 及び Q を f で割って得られる値である。

P' は、上記式(7A)の範囲で、0.030以上、0.070以上、0.130以上、0.200以上、又は0.250以上であってよい。 P' は、上記式(7A)の範囲で、好ましくは0.340以下であり、より好ましくは0.330以下であり、さらに好ましくは0.320以下である。

Q' は、上記式 (8A) の範囲で、好ましくは -0.0028 以上であり、より好ましくは -0.0020 以上であり、さらに好ましくは -0.0010 以上であり、さらにより好ましくは 0.0000 以上である。 Q' は、上記式 (8A) の範囲で、好ましくは 0.0029 以下又は 0.0028 以下である。 Q' は、 0.0025 以下、又は 0.0023 以下であってよい。

[0056] アタッチメントレンズ 100 は、さらに下記式 (9)、(10) 及び (11) を満たすことが好ましい。アタッチメントレンズ 100 は、上記式 (1) ~ (6) に加えて、下記式 (9)、(10) 及び (11) を満たすことが好ましく、上記式 (1) ~ (8) に加えて、下記式 (9)、(10) 及び (11) を満たすことがより好ましい。

[0057] (9) $1.10 \leq f_3 / f \leq 1.40$

(10) $0.000 \leq \phi_3 / n_3 \leq 0.600$

(11) $0.0000 \leq \phi_3 / \nu_3 \leq 0.0200$

f_3 、 ϕ_3 、 n_3 、及び ν_3 の定義は、上述のとおりである。

[0058] 上記式 (9) ~ (11) は、第 3 レンズ 103 の特性を規定する。アタッチメントレンズ 100 は、第 1 レンズ 101 及び第 2 レンズ 102 が上記式 (1) ~ (6) を満たすため、既存の撮像レンズに装着しても全体の光学性能が劣化せず、微細な対象物を高分解能で観察することができる。第 3 レンズ 103 の特性を適宜調整することにより、アタッチメントレンズ 100 において所望の特性を実現することができるが、第 3 レンズ 103 が上記式 (9) ~ (11) を満たすことにより、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることがより一層抑制することができる。

[0059] 上記式 (9) は、アタッチメントレンズ 100 の全系焦点距離に対する、第 3 レンズ 103 の焦点距離の比を規定する。

[0060] f_3 / f は、上記式 (9) の範囲で、 1.15 以上、 1.20 以上、又は 1.24 以上であってよい。また、 f_3 / f は、上記式 (9) の範囲で、 1

、3.5以下、1.30以下、又は1.28以下であってよい。 f_3 の値は、アタッチメントレンズ100のスケーリングにより適宜調整することができるため、特に限定されない。

[0061] 上記式(10)は、第3レンズ103の屈折率に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値を規定する。

[0062] ϕ_3/n_3 は、上記式(10)の範囲で、0.100以上、0.300以上、0.400以上、0.450以上、又は0.500以上であってよい。また、 ϕ_3/n_3 は、上記式(10)の範囲で、0.580以下、0.550以下、又は0.530以下であってよい。

[0063] n_3 の値は、特に限定されないが、例えば1.20以上2.00以下であってよく、1.20以上1.80以下であると好ましく、1.40以上1.70以下であるとより好ましく、1.45以上1.60以下であるとさらに好ましい。 n_1 、 n_2 、及び n_3 の大小関係は特に限定されないが、 n_3 は n_2 より小さいと好ましい。 n_3 は n_1 と同じであってよく、 $n_1 \pm 0.10$ の範囲であってよい。

[0064] 上記式(11)は、第3レンズ103のアッペ数に対するパワーの比をアタッチメントレンズ100のパワー($1/f$)で正規化した値を規定する。

[0065] ϕ_3/v_3 は、上記式(11)の範囲で、0.0050以上、0.0100以上、又は0.0140以上であってよい。また、 ϕ_3/v_3 は、上記式(11)の範囲で、0.0190以下、0.0180以下、又は0.0150以下であってよい。

[0066] v_3 の値は、特に限定されないが、例えば20以上100以下であってよく、30以上90以下であると好ましく、40以上70以下であるとより好ましい。 v_1 、 v_2 、及び v_3 の大小関係は特に限定されないが、 v_3 は v_2 より大きいと好ましい。 v_3 は v_1 と同じであってよく、 $n_1 \pm 5.0$ の範囲であってよい。

[0067] アタッチメントレンズ100は、上記式(10)及び(11)に代えて下記式(10A)及び(11A)を満たしてもよい。

$$(10A) \quad 0.000 \leq 1/f_{3n3} \leq 0.400$$

$$(11A) \quad 0.0000 \leq 1/f_{3v3} \leq 0.0140$$

[0068] $1/f_{3n3}$ は、上記式(10A)の範囲で、0.060以上、0.200以上、0.250以上、0.300以上、又は0.330以上であってよい。また、 $1/f_{3n3}$ は、上記式(10A)の範囲で、0.380以下、0.370以下、又は0.360以下であってよい。

[0069] $1/f_{3v3}$ は、上記式(11A)の範囲で、0.0030以上、0.0070以上、又は0.0090以上であってよい。また、 $1/f_{3v3}$ は、上記式(11A)の範囲で、0.0130以下、0.0120以下、又は0.0100以下であってよい。

[0070] 第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103を構成する材料は特に限定されず、例えばガラスのような無機材料であってよく、樹脂のような有機材料であってよく、無機材料と有機材料とを組み合わせた複合材料であってもよい。

[0071] 第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103は、観察に用いる光の波長を透過する材料により構成されていれば特に限定されないが、非蛍光性材料により構成されていることが好ましい。この態様によれば、例えば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして用いた場合に、各レンズにおいて紫外光により蛍光を発生し、蛍光が測定のノイズになることを防ぐことができる。すなわち、第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103を非蛍光性材料により形成すると、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いることができる。

[0072] 第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103が非蛍光性材料により構成されている態様において、アタッチメントレンズ100は、下記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')を満たすことが好ましく、さらに下記式(7')及び(8')、又は下記式(9')、(10')及び(11')を満たすことがより好ましく、さらに下記式(7')、(8')、(9')、(10')及び(11')を満たすこ

とがさらに好ましい。この態様によれば、紫外光を用いる分析装置のアタッチメントレンズとして好適に用いることができるうえ、撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることを一層抑制できる。

[0073] (1') $4.33 \leq f_1 / f \leq 4.94$

(2') $0.130 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.155$

(3') $0.0035 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0042$

(4') $-3.05 \leq f_2 / f \leq -2.70$

(5') $-0.230 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.180$

(6') $-0.0190 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0130$

(7') $0.000 \leq P \leq 0.482$

(8') $-0.0040 \leq Q \leq 0.0040$

(9') $1.20 \leq f_3 / f \leq 1.30$

(10') $0.400 \leq \phi_3 / n_3 \leq 0.550$

(11') $0.0100 \leq \phi_3 / \nu_3 \leq 0.0150$

f 、 f_1 、 f_2 、 f_3 、 n_1 、 n_2 、 n_3 、 ν_1 、 ν_2 、 ν_3 、 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 、 P 、及び Q の定義は、上述と同様である。

[0074] また、この態様において、アタッチメントレンズ100は、上記式(2')、(3')、(5')、(6')、(7')、(8')、(10')及び(11')に代えて下記式(2A')、(3A')、(5A')、(6A')、(7A')、(8A')、(10A')及び(11A')を満たしてもよい。

(2A') $0.085 \leq 1 / f_1 n_1 \leq 0.105$

(3A') $0.0023 \leq 1 / f_1 \nu_1 \leq 0.0028$

(5A') $-0.150 \leq 1 / f_2 n_2 \leq -0.140$

(6A') $-0.0105 \leq 1 / f_2 \nu_2 \leq -0.0090$

(7A') $0.000 \leq P' \leq 0.320$

(8A') $-0.0028 \leq Q' \leq 0.0028$

$$(10A') \quad 0.300 \leq 1/f_3 n_3 \leq 0.370$$

$$(11A') \quad 0.0070 \leq 1/f_3 \nu_3 \leq 0.0100$$

P' 及び Q' の定義は、上述と同様である。

[0075] 上記式 $(1')$ ~ $(11')$ において、 f_1/f 、 ϕ_1/n_1 、 ϕ_1/ν_1 、 f_2/f 、 ϕ_2/n_2 、 ϕ_2/ν_2 、 P 、 Q 、 f_3/f 、 ϕ_3/n_3 、 ϕ_3/ν_3 、 f 、 n_1 、 n_2 、 n_3 、 ν_1 、 ν_2 、及び ν_3 の値は、上記式 $(1')$ ~ $(11')$ の範囲で、上記式 (1) ~ (11) において例示した上限値及び下限値を任意に組み合わせて得られる範囲内としてもよい。また、上記式 $(2A')$ 、 $(3A')$ 、 $(5A')$ 、 $(6A')$ 、 $(7A')$ 、 $(8A')$ 、 $(10A')$ 及び $(11A')$ において、 $1/f_1 n_1$ 、 $1/f_1 \nu_1$ 、 $1/f_2 n_2$ 、 $1/f_2 \nu_2$ 、 P' 、 Q' 、 $1/f_3 n_3$ 、及び $1/f_3 \nu_3$ の値は、上記式 $(2A)$ 、 $(3A)$ 、 $(5A)$ 、 $(6A)$ 、 $(7A)$ 、 $(8A)$ 、 $(10A)$ 及び $(11A)$ において例示した上限値及び下限値を任意に組み合わせて得られる範囲内としてもよい。

[0076] 上記式 $(1')$ ~ $(11')$ 並びに $(2A')$ 、 $(3A')$ 、 $(5A')$ 、 $(6A')$ 、 $(7A')$ 、 $(8A')$ 、 $(10A')$ 及び $(11A')$ は、上記式 (1) ~ (11) 並びに $(2A)$ 、 $(3A)$ 、 $(5A)$ 、 $(6A)$ 、 $(7A)$ 、 $(8A)$ 、 $(10A)$ 及び $(11A)$ の数値範囲をさらに限定した式である。第1レンズ101、第2レンズ102、及び第3レンズ103を非蛍光性材料で構成する場合、各レンズの屈折率、アッペ数、及びレンズの形状がある程度限定される場合があり、上記式 (1) ~ (11) の数値範囲を上記式 $(1')$ ~ $(11')$ 並びに $(2A')$ 、 $(3A')$ 、 $(5A')$ 、 $(6A')$ 、 $(7A')$ 、 $(8A')$ 、 $(10A')$ 及び $(11A')$ の範囲に限定することにより撮像レンズとアタッチメントレンズとを含む光学系全体の像面の平坦性が劣化すること、及び色収差が生じることを一層抑制できる。

[0077] [用途]

アタッチメントレンズ100は、撮像レンズに装着して用いられ、観察対

象はアタッチメントレンズ100を介して観察される。撮像レンズは特に限定されず、例えば、スマートフォン及びタブレットのような情報処理端末の撮像レンズであってよく、カメラ又は顕微鏡の撮像レンズであってもよい。

[0078] 図1は、観察対象とアタッチメントレンズ100の第1レンズ101との間に平板光学素子200が挿入された例を示している。平板光学素子200は、略平板状の光学素子であり、例えばアタッチメントレンズ100を保護するための保護レンズ、特定の波長を透過又は遮断する波長フィルタ、偏光板、又は位相差板等であってよい。

[0079] アタッチメントレンズ100は、3枚のレンズから構成され、多数のレンズを必要としないため、アタッチメントレンズ全体としての厚みを薄くすることができる傾向にある。したがって、焦点距離 f を小さくする必要があるような場合、あるいはアタッチメントレンズ100と観察対象との間隔を狭くする必要があるような場合であっても、アタッチメントレンズ100以外の光学素子を観察対象との間に挿入するような光学系の設計が容易である。すなわち、アタッチメントレンズ100は、観察対象と第1レンズ101との間に平板光学素子200のような他の光学素子を挿入する、光学設計の難易度が高い用途においても好適に用いることができる。アタッチメントレンズ100が観察対象と第1レンズ101との間に他の光学素子を挿入しない用途においても好適に用いることができることはいうまでもない。

[0080] したがって、アタッチメントレンズ100は、例えば蛍光分析又は発光分析に用いてもよい。この場合、平板光学素子200は、観察対象に含まれる蛍光物質又は発光物質から発される波長の光を選択的に透過する波長フィルタであってよい。当該波長フィルタは、蛍光物質に対する励起光波長の光を遮断してもよい。

[0081] 本実施形態のアタッチメントレンズは、撮像レンズに装着して用いられる限り、上記した用途以外の用途に用いることができることはいうまでもない。例えば、本実施形態のアタッチメントレンズは、図1における平板光学素子200を省略した態様で用いてもよいし、平板光学素子200に代えて、

あるいは平板光学素子200に加えて、別の光学素子を観察対象と第1レンズ101との間に挿入してもよい。

[0082] [数値実施例]

以下、上述したアタッチメントレンズ100の数値実施例について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。なお、以下の数値実施例では、長さの単位はmmで示される。

[0083] 光学系の各パラメータを図2に示す。R1～R10は、順に試料台300の第1主面、試料台300の第2主面、平板光学素子200の第1主面、平板光学素子200の第2主面、第1レンズ101の第1主面、第1レンズ101の第2主面、第2レンズ102の第1主面、第2レンズ102の第2主面、第3レンズ103の第1主面、及び第3レンズ103の第2主面を意味する。また、R11は、撮像レンズの配置位置を意味する。ここで、面R1上に観察対象が配置される。

[0084] また、各数値実施例において、試料台300の屈折率及びアッペ数は、それぞれ1.531及び56.0とし、平板光学素子200の屈折率及びアッペ数は、それぞれ1.523及び54.5とし、第1～第3レンズの屈折率及びアッペ数は後述の表8に記載の値とした。

なお、試料台、平板光学素子、及び各レンズに使用される材料は各数値実施例に記載されている物性値を満たすものであれば特に限定されない。例えば、試料台300、並びに第1レンズ101及び第3レンズ103の屈折率及びアッペ数は、シクロオレフィンポリマー（COP）等により得られる。そのような第1レンズ101及び第3レンズ103としては日本ゼオン社製ZONEXが挙げられる。平板光学素子200の屈折率及びアッペ数は、一般的な市販のUVカットフィルタ等により得られる。第2レンズ102の屈折率及びアッペ数は、市販のレンズ等により得られる。そのような第2レンズ102としては三菱瓦斯化学社製ユピゼータが挙げられる。なお、少なくとも数値実施例1及び3は、全てのレンズが非蛍光性材料により構成されている場合の数値実施例である。

[0085] 各数値実施例における、距離 d 1 ～ d 1 0 を以下の表に示す。

[表1]

符号	数値実施例				
	1	2	3	4	5
d1	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700
d2	0.201	0.285	0.201	0.201	0.297
d3	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
d4	0.260	0.267	0.263	0.260	0.221
d5	0.333	0.329	0.341	0.343	0.331
d6	0.100	0.050	0.100	0.100	0.050
d7	0.351	0.434	0.361	0.357	0.404
d8	0.223	0.168	0.216	0.222	0.186
d9	0.615	0.633	0.634	0.636	0.644
d10	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

[0086] 各数値実施例において、R 1、R 2、R 3、及びR 4は平面とした。R 5、R 6、R 7、R 8、R 9、及びR 1 0は、非球面であり、各面は以下の非球面関数により表される。なお、下記式において、光軸方向をz、光軸に直交する方向をyにとり、Kを円錐係数、Rを曲率半径、a 0 4、a 0 6、a 0 8、a 1 0、a 1 2、a 1 4及びa 1 6を非球面係数とした。

[数1]

$$z = \frac{\frac{y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \left(\frac{y}{R}\right)^2}} + a_{04} y^4 + a_{06} y^6 + a_{08} y^8 + a_{10} y^{10} + a_{12} y^{12} + a_{14} y^{14} + a_{16} y^{16}$$

[0087] 各数値実施例において、上記式中の円錐係数Kは0とし、面R 5～R 1 0の曲率半径Rを以下の表に示す値とした。なお、曲率半径が負であることは、図2の右側に凸の曲率を有することを意味する。

[表2]

面	数値実施例				
	1	2	3	4	5
R5	-1.1112	-1.0851	-1.1292	-1.1051	-1.1012
R6	-0.9524	-0.9141	-0.9384	-0.9333	-0.9352
R7	1.4980	1.5146	1.4391	1.4867	1.5147
R8	0.8881	0.9058	0.8371	0.8832	0.9159
R9	5.3077	6.7283	5.2504	5.1960	6.2701
R10	-1.1550	-1.1416	-1.1535	-1.1603	-1.1421

[0088] また、各数値実施例における非球面係数 a_{04} 、 a_{06} 、 a_{08} 、 a_{10} 、 a_{12} 、 a_{14} 及び a_{16} は以下の表に示す値とした。以下の表中、「 $E \pm x$ 」は「 $\times 10^{\pm x}$ 」を意味する。

[0089] (数値実施例 1)

[表3]

面	a_{04}	a_{06}	a_{08}	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}
R5	-9.0281E-02	3.0236E+00	-8.4098E+00	1.4159E+01	-1.4167E+01	7.7844E+00	-1.7568E+00
R6	2.3028E-01	3.8235E+00	-1.4851E+01	3.4927E+01	-4.7784E+01	3.4558E+01	-9.1546E+00
R7	-8.5309E-01	6.0069E+00	-2.9840E+01	7.1459E+01	-8.9975E+01	4.6565E+01	0
R8	-9.6787E-01	3.3564E+00	-1.5325E+01	2.8205E+01	-2.1022E+01	3.3297E+00	0
R9	3.0419E-02	1.4406E+00	-5.7943E+00	9.0428E+00	-4.2368E+00	0	0
R10	1.5952E-01	-7.9355E-01	3.6597E+00	-7.2314E+00	6.2143E+00	0	0

[0090] (数値実施例 2)

[表4]

面	a_{04}	a_{06}	a_{08}	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}
R5	-1.5839E-01	2.7847E+00	-6.5932E+00	9.4790E+00	-7.9026E+00	3.4786E+00	-5.5237E-01
R6	-8.2397E-02	5.1457E+00	-1.7934E+01	3.6639E+01	-4.1589E+01	2.3320E+01	-3.8588E+00
R7	-8.9791E-01	6.6428E+00	-3.5032E+01	1.0127E+02	-1.7628E+02	1.7015E+02	-7.0712E+01
R8	-8.3563E-01	2.2730E+00	-9.9604E+00	1.7677E+01	-1.1843E+01	-7.0435E-01	1.8235E+00
R9	1.6600E-01	1.1176E-01	1.3338E+00	-1.4270E+01	4.2974E+01	-5.1919E+01	2.2789E+01
R10	2.4384E-01	-2.1330E+00	1.3545E+01	-4.8241E+01	1.0103E+02	-1.1324E+02	5.4211E+01

[0091] (数値実施例3)

[表5]

面	a04	a06	a08	a10	a12	a14	a16
R5	-7.5905E-02	2.7784E+00	-6.8769E+00	1.0033E+01	-8.2933E+00	3.6187E+00	-5.6775E-01
R6	2.2777E-01	2.5952E+00	-3.7276E+00	-7.8881E+00	3.8187E+01	-5.3254E+01	2.7097E+01
R7	-8.1002E-01	5.1219E+00	-2.3392E+01	5.0932E+01	-5.9532E+01	2.9958E+01	0
R8	-1.0557E+00	3.8270E+00	-1.7550E+01	3.6024E+01	-3.2733E+01	8.2741E+00	0
R9	4.7712E-02	1.4760E+00	-5.9400E+00	9.7658E+00	-5.6090E+00	0	0
R10	1.3776E-01	-5.7804E-01	2.6062E+00	-5.0639E+00	5.0785E+00	0	0

[0092] (数値実施例4)

[表6]

面	a04	a06	a08	a10	a12	a14	a16
R5	-6.6367E-02	2.3462E+00	-4.7389E+00	5.0378E+00	-2.2445E+00	-2.0893E-01	4.1170E-01
R6	3.5497E-01	1.1914E+00	3.8931E+00	-2.9906E+01	7.3205E+01	-8.2789E+01	3.7193E+01
R7	-7.2965E-01	3.6104E+00	-1.3029E+01	1.7863E+01	-9.4083E+00	0	0
R8	-1.0432E+00	3.6890E+00	-1.5909E+01	2.7272E+01	-1.6966E+01	0	0
R9	-6.0188E-04	1.7413E+00	-7.1719E+00	1.1881E+01	-6.3388E+00	0	0
R10	1.3622E-01	-4.7479E-01	2.1943E+00	-4.1857E+00	3.9059E+00	0	0

[0093] (数値実施例5)

[表7]

面	a04	a06	a08	a10	a12	a14	a16
R5	-2.4297E-01	3.5672E+00	-9.0587E+00	1.3589E+01	-1.1822E+01	5.4839E+00	-9.8346E-01
R6	-1.0066E-01	5.8242E+00	-1.9819E+01	3.7881E+01	-3.8437E+01	1.6863E+01	-3.2572E-01
R7	-9.4439E-01	7.2928E+00	-3.7227E+01	1.0154E+02	-1.6457E+02	1.4671E+02	-5.6421E+01
R8	-9.9033E-01	4.1505E+00	-2.0763E+01	4.9958E+01	-6.4396E+01	4.3124E+01	-1.2577E+01
R9	9.6867E-02	9.5502E-01	-3.3588E+00	-6.8210E-01	2.1683E+01	-3.5045E+01	1.7535E+01
R10	2.1642E-01	-1.7975E+00	1.2219E+01	-4.6284E+01	1.0210E+02	-1.1874E+02	5.7995E+01

[0094] 各数値実施例における各パラメータは以下の表に示す値であった。なお、以下の表中の記号の定義は上述したとおりである。

[表8]

数値実施例	f	f1	f2	f3	n1	v1	n2	v2	n3	v3
1	1.472	7.265	-4.418	1.847	1.531	56.04	1.636	23.92	1.531	56.04
2	1.506	6.547	-4.816	1.890	1.531	56.04	1.651	21.54	1.531	56.04
3	1.488	6.458	-4.101	1.844	1.531	56.04	1.636	23.92	1.531	56.04
4	1.479	6.679	-4.251	1.850	1.531	56.04	1.671	19.28	1.531	56.04
5	1.492	6.903	-4.736	1.876	1.531	56.04	1.671	19.28	1.531	56.04

数値実施例	f1/f	f2/f	f3/f	ϕ 1/n1	ϕ 2/n2	ϕ 3/n3	P	ϕ 1/v1	ϕ 2/v2	ϕ 3/v3	Q
1	4.94	-3.00	1.26	0.132	-0.204	0.520	0.449	0.0036	-0.0139	0.0142	0.0039
2	4.35	-3.20	1.26	0.150	-0.189	0.520	0.481	0.0041	-0.0145	0.0142	0.0038
3	4.34	-2.76	1.24	0.151	-0.222	0.527	0.456	0.0041	-0.0152	0.0144	0.0033
4	4.52	-2.87	1.25	0.145	-0.208	0.522	0.459	0.0040	-0.0181	0.0143	0.0002
5	4.63	-3.17	1.26	0.141	-0.188	0.520	0.472	0.0039	-0.0163	0.0142	0.0017

数値実施例	1/f1n1	1/f2n2	1/f3n3	P'	1/f1v1	1/f2v2	1/f3v3	Q'
1	0.090	-0.138	0.354	0.305	0.0025	-0.0095	0.0097	0.0027
2	0.100	-0.126	0.345	0.319	0.0027	-0.0096	0.0094	0.0025
3	0.101	-0.149	0.354	0.306	0.0028	-0.0102	0.0097	0.0022
4	0.098	-0.141	0.353	0.310	0.0027	-0.0122	0.0096	0.0001
5	0.095	-0.126	0.348	0.317	0.0026	-0.0110	0.0095	0.0011

[0095] また、各数値実施例における、第1レンズ101、第2レンズ102、及

び第3レンズ103からなるアタッチメントレンズの全体的な特性として、焦点距離 f 、実効Fナンバー、及び半画角 ω は以下の表に示す値であった。以上のことから、各数値実施例において、既存の撮像レンズに装着しても全体の光学性能が劣化せず、微細な対象物を高分解能で観察することが可能であることがわかった。

[表9]

パラメータ	数値実施例				
	1	2	3	4	5
f	1.471	1.506	1.488	1.479	1.492
実効Fナンバー	2.290	2.275	2.599	2.342	2.277
ω (°)	23.627	20.014	20.212	20.339	22.064

[0096] [付記]

本発明は以下の実施形態を含む。

[1]

物体側から、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、を備え、

前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズの両面がそれぞれ非球面であり、

下記式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及び(6)を満たす、アタッチメントレンズ。

$$(1) \quad 4.30 \leq f_1 / f \leq 4.95$$

$$(2) \quad 0.120 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.160$$

$$(3) \quad 0.0030 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0050$$

$$(4) \quad -3.20 \leq f_2 / f \leq -2.70$$

$$(5) \quad -0.240 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.160$$

$$(6) \quad -0.0200 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0120$$

f : アタッチメントレンズの d 線に対する全系焦点距離

f_1 : 第1レンズの d 線に対する焦点距離

ϕ_1 : 第1レンズの d 線に対するパワーと f との積(f / f_1)

- n_1 : 第1レンズのd線に対する屈折率
 ν_1 : 第1レンズのアッベ数
 f_2 : 第2レンズのd線に対する焦点距離
 ϕ_2 : 第2レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f_2)
 n_2 : 第2レンズのd線に対する屈折率
 ν_2 : 第2レンズのアッベ数

[2]

さらに下記式(7)及び(8)を満たす、[1]に記載のアタッチメントレンズ。

$$(7) \quad 0.000 \leq P \leq 0.510$$

$$(8) \quad -0.0046 \leq Q \leq 0.0046$$

- P : ϕ_1 / n_1 と ϕ_2 / n_2 と ϕ_3 / n_3 との和
 Q : ϕ_1 / ν_1 と ϕ_2 / ν_2 と ϕ_3 / ν_3 との和
 ϕ_3 : 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f_3)
 f_3 : 第3レンズのd線に対する焦点距離
 n_3 : 第3レンズのd線に対する屈折率
 ν_3 : 第3レンズのアッベ数

[3]

さらに下記式(9)、(10)及び(11)を満たす、[1]又は[2]に記載のアタッチメントレンズ。

$$(9) \quad 1.10 \leq f_3 / f \leq 1.40$$

$$(10) \quad 0.000 \leq \phi_3 / n_3 \leq 0.600$$

$$(11) \quad 0.0000 \leq \phi_3 / \nu_3 \leq 0.0200$$

- f_3 : 第3レンズのd線に対する焦点距離
 ϕ_3 : 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f_3)
 n_3 : 第3レンズのd線に対する屈折率
 ν_3 : 第3レンズのアッベ数

[4]

前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズのそれぞれが、非蛍光性材料により構成されている、[1]～[3]のいずれか1つに記載のアタッチメントレンズ。

[5]

下記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')を満たす、[4]に記載のアタッチメントレンズ。

$$(1') \quad 4.33 \leq f_1 / f \leq 4.94$$

$$(2') \quad 0.130 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.155$$

$$(3') \quad 0.0035 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0042$$

$$(4') \quad -3.05 \leq f_2 / f \leq -2.70$$

$$(5') \quad -0.230 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.180$$

$$(6') \quad -0.0190 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0130$$

[6]

さらに下記式(7')及び(8')を満たす、[4]又は[5]に記載のアタッチメントレンズ。

$$(7') \quad 0.000 \leq P \leq 0.482$$

$$(8') \quad -0.0040 \leq Q \leq 0.0040$$

P : ϕ_1 / n_1 と ϕ_2 / n_2 と ϕ_3 / n_3 との和

Q : ϕ_1 / ν_1 と ϕ_2 / ν_2 と ϕ_3 / ν_3 との和

ϕ_3 : 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積(f / f_3)

f_3 : 第3レンズのd線に対する焦点距離

n_3 : 第3レンズのd線に対する屈折率

ν_3 : 第3レンズのアッベ数

[7]

さらに下記式(9')、(10')及び(11')を満たす、[4]～[6]のいずれか1つに記載のアタッチメントレンズ。

$$(9') \quad 1.20 \leq f_3 / f \leq 1.30$$

$$(10') \quad 0.400 \leq \phi_3 / n_3 \leq 0.550$$

$$(11') \quad 0.0100 \leq \phi 3 / \nu 3 \leq 0.0150$$

f_3 : 第3レンズのd線に対する焦点距離

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 (f / f_3)

n_3 : 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[8]

観察対象と前記第1レンズとの間に平板光学素子が挿入されて使用される、[1]～[7]のいずれか1つに記載のアタッチメントレンズ。

[9]

前記平板光学素子が、波長フィルタである、[8]に記載のアタッチメントレンズ。

[10]

携帯端末のカメラのレンズに接続される、[1]～[9]のいずれか1つに記載のアタッチメントレンズ。

符号の説明

[0097] 100…アタッチメントレンズ、101…第1レンズ、102…第2レンズ、103…第3レンズ、200…平板光学素子、300…試料台、400…撮像レンズの配置面。

請求の範囲

[請求項1] 物体側から、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、を備え、

前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズの両面がそれぞれ非球面であり、

下記式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及び(6)を満たす、

アタッチメントレンズ。

$$(1) \quad 4.30 \leq f_1 / f \leq 4.95$$

$$(2) \quad 0.120 \leq \phi_1 / n_1 \leq 0.160$$

$$(3) \quad 0.0030 \leq \phi_1 / \nu_1 \leq 0.0050$$

$$(4) \quad -3.20 \leq f_2 / f \leq -2.70$$

$$(5) \quad -0.240 \leq \phi_2 / n_2 \leq -0.160$$

$$(6) \quad -0.0200 \leq \phi_2 / \nu_2 \leq -0.0120$$

f : アタッチメントレンズのd線に対する全系焦点距離

f_1 : 第1レンズのd線に対する焦点距離

ϕ_1 : 第1レンズのd線に対するパワーと f との積(f / f_1)

n_1 : 第1レンズのd線に対する屈折率

ν_1 : 第1レンズのアッベ数

f_2 : 第2レンズのd線に対する焦点距離

ϕ_2 : 第2レンズのd線に対するパワーと f との積(f / f_2)

n_2 : 第2レンズのd線に対する屈折率

ν_2 : 第2レンズのアッベ数

[請求項2] さらに下記式(7)及び(8)を満たす、請求項1に記載のアタッチメントレンズ。

$$(7) \quad 0.000 \leq P \leq 0.510$$

$$(8) \quad -0.0046 \leq Q \leq 0.0046$$

P : ϕ_1 / n_1 と ϕ_2 / n_2 と ϕ_3 / n_3 との和

Q : $\phi 1 / \nu 1$ と $\phi 2 / \nu 2$ と $\phi 3 / \nu 3$ との和

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[請求項3] さらに下記式(9)、(10)及び(11)を満たす、請求項1又は2に記載のアタッチメントレンズ。

$$(9) \quad 1.10 \leq f 3 / f \leq 1.40$$

$$(10) \quad 0.000 \leq \phi 3 / n 3 \leq 0.600$$

$$(11) \quad 0.0000 \leq \phi 3 / \nu 3 \leq 0.0200$$

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[請求項4] 前記第1レンズ、前記第2レンズ、及び前記第3レンズのそれぞれが、非蛍光性材料により構成されている、請求項1に記載のアタッチメントレンズ。

[請求項5] 下記式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')及び(6')を満たす、請求項4に記載のアタッチメントレンズ。

$$(1') \quad 4.33 \leq f 1 / f \leq 4.94$$

$$(2') \quad 0.130 \leq \phi 1 / n 1 \leq 0.155$$

$$(3') \quad 0.0035 \leq \phi 1 / \nu 1 \leq 0.0042$$

$$(4') \quad -3.05 \leq f 2 / f \leq -2.70$$

$$(5') \quad -0.230 \leq \phi 2 / n 2 \leq -0.180$$

$$(6') \quad -0.0190 \leq \phi 2 / \nu 2 \leq -0.0130$$

[請求項6] さらに下記式(7')及び(8')を満たす、請求項4又は5に記載のアタッチメントレンズ。

$$(7') \quad 0.000 \leq P \leq 0.482$$

$$(8') -0.0040 \leq Q \leq 0.0040$$

P : $\phi 1 / n 1$ と $\phi 2 / n 2$ と $\phi 3 / n 3$ との和

Q : $\phi 1 / \nu 1$ と $\phi 2 / \nu 2$ と $\phi 3 / \nu 3$ との和

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[請求項7] さらに下記式 (9')、(10') 及び (11') を満たす、請求項4又は5に記載のアタッチメントレンズ。

$$(9') 1.20 \leq f 3 / f \leq 1.30$$

$$(10') 0.400 \leq \phi 3 / n 3 \leq 0.550$$

$$(11') 0.0100 \leq \phi 3 / \nu 3 \leq 0.0150$$

$f 3$: 第3レンズのd線に対する焦点距離

$\phi 3$: 第3レンズのd線に対するパワーとfとの積 ($f / f 3$)

$n 3$: 第3レンズのd線に対する屈折率

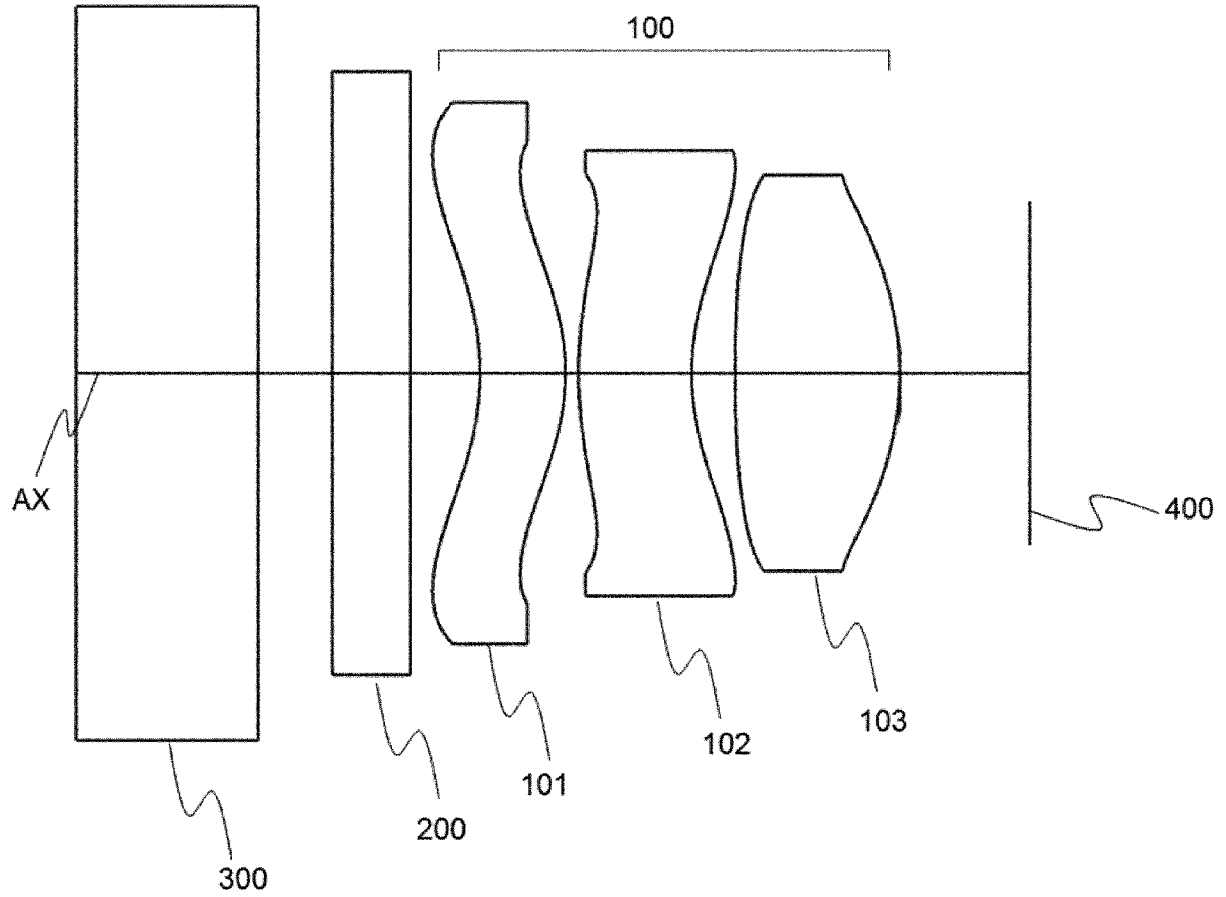
$\nu 3$: 第3レンズのアッベ数

[請求項8] 観察対象と前記第1レンズとの間に平板光学素子が挿入されて使用される、請求項1又は2に記載のアタッチメントレンズ。

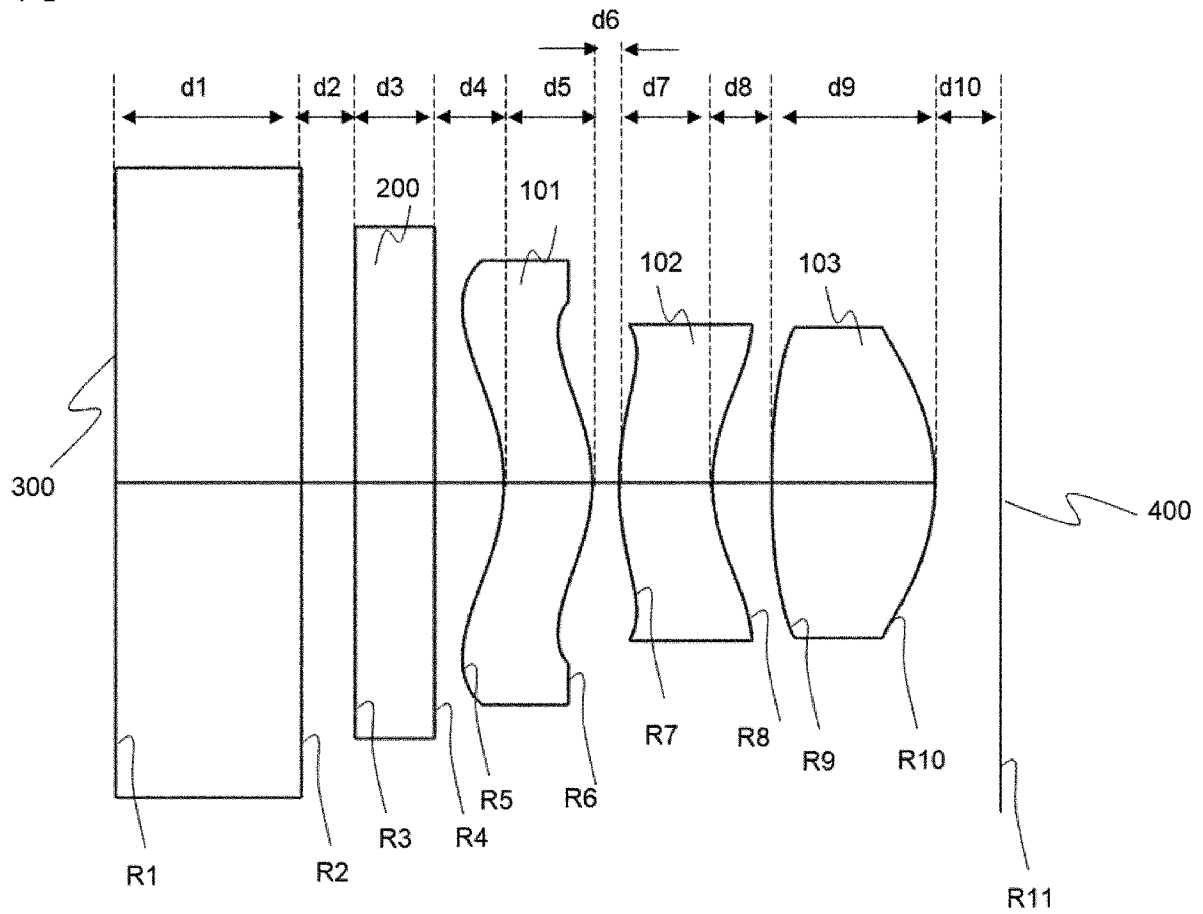
[請求項9] 前記平板光学素子が、波長フィルタである、請求項8に記載のアタッチメントレンズ。

[請求項10] 携帯端末のカメラのレンズに接続される、請求項1又は2に記載のアタッチメントレンズ。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 15/10 (2006.01)i; G02B 13/14 (2006.01)i; G02B 13/18 (2006.01)i FI: G02B15/10; G02B13/14; G02B13/18 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) G02B15/10; G02B13/14; G02B13/18 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)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-147369 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 29 May 2001 (2001-05-29) entire text, all drawings	1-10
A	JP 02-304513 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 18 December 1990 (1990-12-18) entire text, all drawings	1-10
A	JP 62-231919 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 12 October 1987 (1987-10-12) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2017-097205 A (NIKON CORP.) 01 June 2017 (2017-06-01) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2001-100097 A (FUJI PHOTO OPTICAL CO., LTD.) 13 April 2001 (2001-04-13) entire text, all drawings	1-10
☐ 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 “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 24 May 2024		Date of mailing of the international search report 04 June 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/JP2024/011563

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2001-147369	A	29 May 2001	(Family: none)	
JP	02-304513	A	18 December 1990	(Family: none)	
JP	62-231919	A	12 October 1987	(Family: none)	
JP	2017-097205	A	01 June 2017	(Family: none)	
JP	2001-100097	A	13 April 2001	US 6351336 B1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 15/10(2006.01)i; G02B 13/14(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i

FI: G02B15/10; G02B13/14; G02B13/18

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））

G02B15/10; G02B13/14; G02B13/18

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）

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 2001-147369 A（キヤノン株式会社）29.05.2001（2001 - 05 - 29） 全文全文	1-10
A	JP 02-304513 A（キヤノン株式会社）18.12.1990（1990 - 12 - 18） 全文全文	1-10
A	JP 62-231919 A（キヤノン株式会社）12.10.1987（1987 - 10 - 12） 全文全文	1-10
A	JP 2017-097205 A（株式会社ニコン）01.06.2017（2017 - 06 - 01） 全文全文	1-10
A	JP 2001-100097 A（富士写真光機株式会社）13.04.2001（2001 - 04 - 13） 全文全文	1-10

☐ 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

“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

24.05.2024

国際調査報告の発送日

04.06.2024

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）

殿岡 雅仁 20 4748

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/011563

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2001-147369	A	29.05.2001	(ファミリーなし)	
JP	02-304513	A	18.12.1990	(ファミリーなし)	
JP	62-231919	A	12.10.1987	(ファミリーなし)	
JP	2017-097205	A	01.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	2001-100097	A	13.04.2001	US 6351336 B1	
				全文全図	