

(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  
2023年2月2日(02.02.2023)



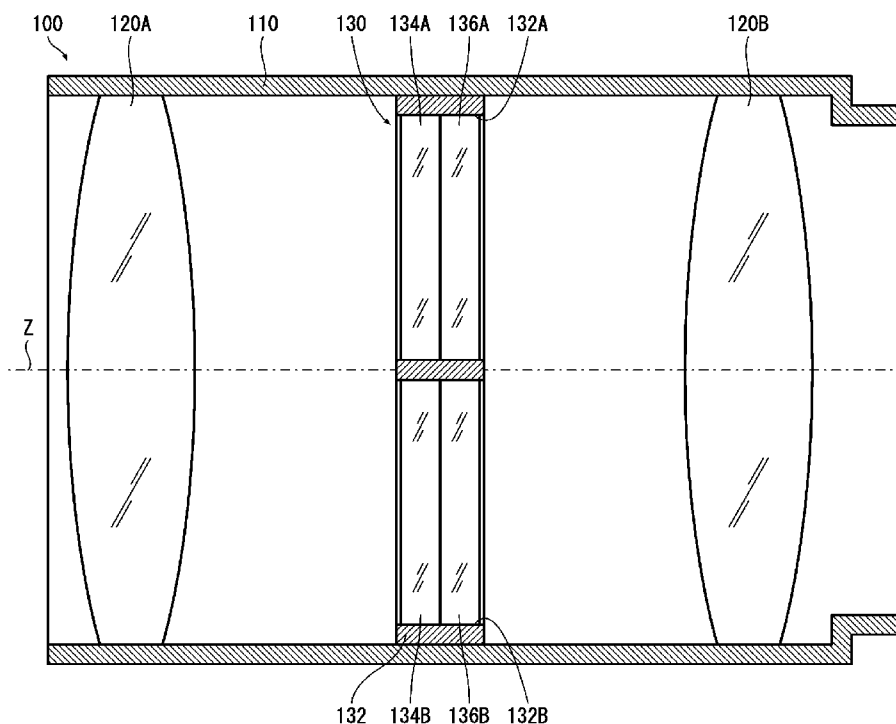
(10) 国際公開番号

WO 2023/007966 A1

- (51) 国際特許分類:  
G03B 11/00 (2021.01) G02B 5/20 (2006.01)  
H04N 5/225 (2006.01) G02B 5/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/023586
- (22) 国際出願日: 2022年6月13日(13.06.2022)
- (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 2021-123939 2021年7月29日(29.07.2021) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡田 和佳 (OKADA, Kazuyoshi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 岸根 慶延 (KISHINE, Yasunobu); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 平川 友也 (HIRAKAWA, Yuya); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 田中 康一 (TANAKA, Koichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 榎瀬 高志 (KUNUGISE, Takashi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 岩▲崎

(54) Title: LENS DEVICE, IMAGING DEVICE, AND FILTER UNIT

(54) 発明の名称: レンズ装置、撮像装置及びフィルタユニット



(57) Abstract: Provided are a lens device, an imaging device, and a filter unit which make it possible to suppress the occurrence of ghosting and flare. A lens device (100) comprises, on an optical path in an order from the object side, a first optical filter (134A, 134B) and a second optical filter (136A, 136B). The first optical filter (134A, 134B) is constituted by an optical filter (for example, a bandpass filter) which has a light transmission band in a specific wavelength region. The second optical filter (136A, 136B) is constituted by an optical filter (band-stop filter) which has a light absorption band



WO 2023/007966 A1

▼ 達郎(IWASAKI, Tatsuro); 〒3319624 埼玉県  
さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富  
士フィルム株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA, Kenzo);  
〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目 6  
番 1 号 新宿住友ビル 2 3 階 新都心国  
際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, 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, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

in a wavelength region differing from the light transmission band of the first optical filter.

(57) 要約: ゴースト及びフレアの発生を抑制できるレンズ装置、撮像装置及びフィルタユニットを提供する。レンズ装置 (100) は、光路中に、物体側から順に第1光学フィルタ (134A、134B)、第2光学フィルタ (136A、136B) を備える。第1光学フィルタ (134A、134B) は、特定の波長域に光透過帯域を有する光学フィルタ (たとえば、バンドパスフィルタ) で構成される。第2光学フィルタ (136A、136B) は、第1光学フィルタの光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有する光学フィルタ (バンドストップフィルタ) で構成される。

## 明 細 書

発明の名称： レンズ装置、撮像装置及びフィルタユニット

### 技術分野

[0001] 本発明は、レンズ装置、撮像装置及びフィルタユニットに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、偏光特性及び色特性の異なる複数の透光領域を有する偏光カラーフィルタ板と、偏光イメージセンサと、を備えた撮像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2014/020791号

### 発明の概要

[0004] 本開示の技術に係る一つの実施形態は、ゴースト及びフレアの発生を抑制できるレンズ装置、撮像装置及びフィルタユニットを提供する。

### 課題を解決するための手段

[0005] (1) 物体側から順に、特定の波長域に光透過帯域を有する第1光学フィルタと、第1光学フィルタの光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有する第2光学フィルタと、を光路中に備えた、レンズ装置。

[0006] (2) 第1光学フィルタは、反射型のバンドパスフィルタである、(1)のレンズ装置。

[0007] (3) 複数の開口部を有する枠体を光路中に備え、少なくとも2つの開口部に配置される第1光学フィルタと、第1光学フィルタが配置された開口部に配置される第2光学フィルタと、を有する、(1)又は(2)のレンズ装置。

[0008] (4) 開口部に配置される第1光学フィルタは、他の開口部のうち少なくとも1つの開口部に配置される第1光学フィルタとは異なる光透過帯域を有する、(3)のレンズ装置。

- [0009] (5) 開口部に配置される第2光学フィルタは、他の開口部のうち少なくとも1つの開口部に配置される第1光学フィルタの光透過帯域を含む光吸収帯域を有する、(4)のレンズ装置。
- [0010] (6) 枠体は、少なくとも3つの開口部を備え、少なくとも3つの開口部に配置される第1光学フィルタと、第1光学フィルタが配置された開口部に配置される第2光学フィルタと、を有し、少なくとも1つの開口部に配置される第2光学フィルタは、他の開口部に配置される第1光学フィルタの光透過帯域を含む光吸収帯域を有する、(4)のレンズ装置。
- [0011] (7) 枠体は、少なくとも3つの開口部を備え、少なくとも3つの開口部に配置される第1光学フィルタと、第1光学フィルタが配置された開口部に配置される第2光学フィルタと、を有し、少なくとも1つの開口部に配置される第2光学フィルタは、異なる光吸収帯域を有する複数の光学フィルタを組み合わせ構成され、他の開口部に配置される第1光学フィルタの光透過帯域を含む光吸収帯域を有する、(4)のレンズ装置。
- [0012] (8) 第2光学フィルタは、吸収率がピークとなる波長での吸収率が0.8以上である、(1)から(7)のいずれか一のレンズ装置。
- [0013] (9) 第2光学フィルタは、透過率がピークとなる波長での透過率が0.8以上である、(1)から(8)のいずれか一のレンズ装置。
- [0014] (10) 第2光学フィルタは、反射率がピークとなる波長での反射率が0.1未満である、(1)から(9)のいずれか一のレンズ装置。
- [0015] (11) 第2光学フィルタは、吸収率がピーク値の50%となる波長の幅が20nm以上である、(1)から(10)のいずれか一のレンズ装置。
- [0016] (12) 第2光学フィルタは、吸収率がピーク値の50%となる波長の幅が20nm以上、200nm以下である、(11)のレンズ装置。
- [0017] (13) 第2光学フィルタは、色素を含む層を有する、(1)から(12)のいずれか一のレンズ装置。
- [0018] (14) 第2光学フィルタは、第1光学フィルタで透過率がピークとなる波長に対応する波長での透過率が0.8以上である、(1)から(13)の

いずれか一のレンズ装置。

[0019] (15) 開口部に配置される第2光学フィルタは、他の開口部のうち少なくとも1つの開口部に配置される第1光学フィルタで透過率がピークとなる波長に対応する波長での吸収率が0.8以上である、(3)から(7)のいずれか一のレンズ装置。

[0020] (16) 枠体は、瞳位置又は瞳位置近傍に配置される、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)又は(15)のレンズ装置。

[0021] (17) 第1光学フィルタが配置された開口部に配置される偏光フィルタを更に有する、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(15)又は(16)のレンズ装置。

[0022] (18) (17)のレンズ装置と、レンズ装置を通過した光を受光する偏光イメージセンサと、を備えた撮像装置。

[0023] (19) レンズ装置の光路中に配置されるフィルタユニットであって、複数の開口部を有する枠体と、少なくとも2つの開口部に配置され、特定の波長域に光透過帯域を有する第1光学フィルタと、第1光学フィルタが配置された開口部に配置され、第1光学フィルタの光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有する第2光学フィルタと、を備えたフィルタユニット。

[0024] (20) 開口部に配置される第1光学フィルタは、他の開口部のうち少なくとも1つの開口部に配置される第1光学フィルタとは異なる光透過帯域を有する、(19)のフィルタユニット。

[0025] (21) 開口部に配置される第2光学フィルタは、他の開口部のうち少なくとも1つの開口部に配置される第1光学フィルタの光透過帯域を含む光吸収帯域を有する、(19)又は(20)のフィルタユニット。

[0026] (22) 第1光学フィルタが配置された開口部に配置される偏光フィルタを更に有する、(19)から(21)のいずれか一のフィルタユニット。

### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]撮像レンズの一例を示す図

[図2]フィルタユニットの概略構成を示す正面図

- [図3]第1バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図4]第2バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図5]撮像レンズの作用の説明図
- [図6]瞳領域が3分割された撮像レンズに備えられるフィルタユニットの正面図
- [図7]図6に示すフィルタユニットの分解斜視図
- [図8]第1バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図9]第2バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図10]第3バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図11]撮像レンズの作用の説明図
- [図12]フィルタユニットに備えられる窓部の形状の他の一例を示す図
- [図13]シャープカットフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図14]バンドストップフィルタとシャープカットフィルタとを組み合わせると一つの第2光学フィルタを構成する場合の第2光学フィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図15]第2光学フィルタの吸収率特性の一例を示すグラフ
- [図16]第2光学フィルタの透過率特性の一例を示すグラフ
- [図17]第2光学フィルタの透過率特性の他の一例を示すグラフ
- [図18]第2光学フィルタの反射率特性の一例を示すグラフ
- [図19]第1光学フィルタと組み合わせて使用する第2光学フィルタの透過率特性の一例を示すグラフ
- [図20]第1光学フィルタと組み合わせて使用する第2光学フィルタの透過率特性の他の一例を示すグラフ
- [図21]第3窓部においてバンドパスフィルタと組み合わせて使用するバンドストップフィルタの透過率特性の一例を示すグラフ
- [図22]第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合の透過率特性の一例を示すグラフ
- [図23]偏光方式のマルチスペクトルカメラシステム用の撮像レンズに備えら

れるフィルタユニットの分解斜視図

[図24]フィルタユニットの各窓部に備えられる偏光フィルタの一例を示す図

[図25]マルチスペクトルカメラシステムの概略構成を示す図

[図26]偏光イメージセンサにおける画素及び偏光子の配置の一例を示す図

[図27]信号処理装置のハードウェア構成の一例を示す図

[図28]信号処理装置が有する主な機能のブロック図

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面に従って本発明の好ましい実施の形態について詳説する。

[0029] [撮像レンズ]

ここでは、本発明を撮像レンズ、特に瞳分割撮像レンズに適用した場合を例に説明する。瞳分割撮像レンズは、瞳領域が複数の領域に分割されたレンズである。瞳分割撮像レンズは、たとえば、マルチスペクトルカメラシステムで使用される。マルチスペクトルカメラシステムについては、後述する。

[0030] [構成]

図1は、撮像レンズの一例を示す図である。

[0031] 本実施の形態の撮像レンズ100は、瞳領域が2分割された瞳分割撮像レンズである。撮像レンズ100は、レンズ装置の一例である。

[0032] 図1に示すように、撮像レンズ100は、鏡筒110と、複数のレンズ群120A、120Bと、フィルタユニット130と、を備える。

[0033] 鏡筒110は、円筒状の形状を有する。レンズ群120A、120B及びフィルタユニット130は、鏡筒110内の所定の位置に配置される。

[0034] レンズ群120A、120Bは、少なくとも1枚のレンズで構成される。図1では、便宜上、2つのレンズ群120A、120Bのみを図示している。以下、必要に応じて、フィルタユニット130の前側に配置されるレンズ群120Aを第1レンズ群、フィルタユニット130の後側に配置されるレンズ群120Bを第2レンズ群として、2つのレンズ群120A、120Bを区別する。なお、「前側」とは「物体側」を意味し、「後側」とは「像側」を意味する。

[0035] フィルタユニット130は、光路中に配置される。より具体的には、フィルタユニット130は、撮像レンズ100における瞳位置又は瞳位置近傍に配置される。なお、瞳位置近傍とは、次式を満たす領域をいう。

$$|d| < \phi / (2 \tan \theta)$$

$\theta$  : 瞳位置での最大主光線角度 (主光線角度は光軸となす角度)

$\phi$  : 瞳径

$|d|$  : 瞳位置からの距離

[0036] 図2は、フィルタユニットの概略構成を示す正面図である。

[0037] フィルタユニット130は、フィルタ枠132、及び、そのフィルタ枠132に保持される光学フィルタで構成される。

[0038] フィルタ枠132は、鏡筒110の内周形状に対応した板状の形状を有し、複数の窓部を有する。図2に示すように、本実施の形態のフィルタ枠132は、円板状の形状を有し、2つの窓部132A、132Bを有する。フィルタ枠132は、枠体の一例である。

[0039] 2つの窓部132A、132Bは、円形状の開口で構成され、光軸Zを挟んで対称に配置される。窓部132A、132Bは、開口部の一例である。以下、必要に応じて、窓部132Aを第1窓部132A、窓部132Bを第2窓部132Bとして、2つの窓部132A、132Bを区別する。

[0040] 撮像レンズ100は、フィルタ枠132が瞳位置又は瞳位置近傍に配置されることにより、瞳領域が複数の領域に分割される。すなわち、光路が複数に分割される。本実施の形態では、瞳領域が2つの領域に分割される。すなわち、光路が2つに分割される。

[0041] 各窓部132A、132Bには、光軸Zに沿って物体側(前側)から順に、バンドパスフィルタ(Band-pass filter: BPF)134A、134B、バンドストップフィルタ(band-stop filter: BSF)136A、136Bが配置される。

[0042] 以下、必要に応じて、第1窓部132Aに配置されるバンドパスフィルタ134Aを第1バンドパスフィルタ134A、第2窓部132Bに配置され

るバンドパスフィルタ134Bを第2バンドパスフィルタ134Bとして、各窓部132A、132Bに配置されるバンドパスフィルタ134A、134Bを区別する。また、第1窓部132Aに配置されるバンドストップフィルタ136Aを第1バンドストップフィルタ136A、第2窓部132Bに配置されるバンドストップフィルタ136Bを第2バンドストップフィルタ136Bとして、各窓部132A、132Bに配置されるバンドストップフィルタ136A、136Bを区別する。

[0043] バンドパスフィルタは、特定の波長域の光を高効率で透過し、それ以外の光を効率よく阻止することで、特定の波長域の光だけを透過させる光学フィルタである。各窓部132A、132Bに配置されるバンドパスフィルタ134A、134Bは、互いに異なる光透過帯域を有する。第1バンドパスフィルタ134Aの光透過帯域を第1光透過帯域 $\Lambda 1$ とする。また、第2バンドパスフィルタ134Bの光透過帯域を第2光透過帯域 $\Lambda 2$ とする ( $\Lambda 1 \neq \Lambda 2$ )。本実施の形態では、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ が、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ よりも長波長側に設定される。バンドパスフィルタ134A、134Bは、第1光学フィルタの一例である。

[0044] ところで、バンドパスフィルタには、反射型及び吸収型が存在する。反射型は、ある帯域を反射し、それ以外の帯域を透過させる機能を有する。一方、吸収型は、ある帯域を吸収し、それ以外の帯域を透過させる機能を有する。反射型のバンドパスフィルタは、狭い光透過帯域を実現でき、かつ、透過帯から透過遮断帯への移行を急峻にできるという利点がある。よって、撮像レンズ100をマルチスペクトルカメラに使用する場合は、反射型のバンドパスフィルタを使用することが好ましい。本実施の形態の撮像レンズ100では、反射型のバンドパスフィルタが使用される。

[0045] バンドストップフィルタは、特定の波長域（ストップバンド）の光を非常に低いレベルまで減衰させ、それ以外のほとんどの波長の光を少ない強度損失で透過させる光学フィルタである。よって、バンドストップフィルタは、バンドパスフィルタとは、正反対の性質を有する。バンドストップフィルタ

は、帯域除去フィルタ (band-rejection filter : B R F)、バンドエリミネーションフィルタ (band elimination filter : B E F)、帯域阻止フィルタ、ノッチフィルタなどとも称される。バンドストップフィルタ 1 3 6 A、1 3 6 B は、第 2 光学フィルタの一例である。

[0046] 本実施の形態では、バンドストップフィルタとして、吸収型のバンドストップフィルタが使用される。吸収型のバンドストップフィルタは、特定の波長域に光吸収帯域を有し、吸収により光吸収帯域の光の透過を阻害する。

[0047] バンドストップフィルタは、たとえば、透明基板上に特定の波長域の光を吸収する色素材料を含む層を備えた光学フィルタで構成される。色素材料を使うことで、必要な透過率特性、吸収率特性、反射率特性が得られる。また、色素材料によるバンドストップフィルタは、薄膜化による積層が容易であり、複数の色素材料を組み合わせることで、所望の透過率特性、吸収率特性、反射率特性が得られる。

[0048] 第 1 バンドストップフィルタ 1 3 6 A 及び第 2 バンドストップフィルタ 1 3 6 B は、次の吸収率特性を有する。

[0049] 図 3 は、第 1 バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0050] 同図において、符号 B S F 1 で示す実線のグラフが、第 1 バンドストップフィルタ 1 3 6 A の吸収率特性を示している。

[0051] なお、同図において、符号 B P F 1 で示す破線のグラフは、第 1 バンドパスフィルタ 1 3 4 A の透過率特性を示している。また、符号 B P F 2 で示す破線のグラフは、第 2 バンドパスフィルタ 1 3 4 B の透過率特性を示している。

[0052] 図 3 に示すように、第 1 バンドストップフィルタ 1 3 6 A は、少なくとも第 1 バンドパスフィルタ 1 3 4 A が透過させる波長域 (第 1 光透過帯域  $\Lambda 1$ ) の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第 2 バンドパスフィルタ 1 3 4 B が透過させる波長域 (第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$ ) の光を吸収する特性を有する。

- [0053] 図4は、第2バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。
- [0054] 同図において、符号BSF2で示す実線のグラフが、第2バンドストップフィルタ136Bの吸収率特性を示している。
- [0055] なお、同図において、符号BPF1で示す破線のグラフは、第1バンドパスフィルタ134Aの透過率特性を示している。また、符号BPF2で示す破線のグラフは、第2バンドパスフィルタ134Bの透過率特性を示している。
- [0056] 図4に示すように、第2バンドストップフィルタ136Bは、少なくとも第2バンドパスフィルタ134Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第1バンドパスフィルタ134Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光を吸収する特性を有する。
- [0057] このように、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、少なくとも同じ窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は透過させる特性を有する。その一方で、他の窓部のうち少なくとも1つの窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は吸収する特性を有する。
- [0058] したがって、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、同じ窓部に配置されるバンドパスフィルタの光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有する。たとえば、第1バンドストップフィルタ136Aは、図3に示すように、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ とは異なる波長域に光吸収帯域を有する。また、第2バンドストップフィルタ136Bは、図4に示すように、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ とは異なる波長域に光吸収帯域を有する。
- [0059] また、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、他の窓部のうち少なくとも1つの窓部に配置されるバンドパスフィルタの光透過帯域を含む光吸収帯域を有する。たとえば、第1バンドストップフィルタ136Aは、図3に示すように、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ を含む光吸収帯域を有する。また、第

2バンドストップフィルタ136Bは、図4に示すように、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ を含む光吸収帯域を有する。

[0060] [作用]

次に、以上のように構成される本実施の形態の撮像レンズ100の作用について説明する。

[0061] まず、比較のため、各窓部にバンドパスフィルタのみが配置されている場合の作用について説明する。すなわち、バンドストップフィルタがない場合の作用について説明する。

[0062] 本実施の形態の撮像レンズ100のような瞳分割撮像レンズでは、瞳領域で分割された光路が、イメージセンサ上で再度合流するという性質を有する。

[0063] 第1窓部132Aを通過した光は、第1バンドパスフィルタ134Aによって波長域 $\Lambda 1$ に制限された状態でイメージセンサに到達する。しかし、一部の光は、第1バンドパスフィルタ134Aよりも後ろ側のレンズ（第2レンズ群120B）及びイメージセンサ等で反射される。そして、反射された光の一部は、第2窓部132Bに入射する。第2窓部132Bに入射した光は、第2窓部132Bに配置された第2バンドパスフィルタ134Bで再度反射された後、イメージセンサに至る。ここで、第2バンドパスフィルタ134Bで反射される光の波長域 $\Lambda 1$ は、第2バンドパスフィルタ134Bの光透過帯域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）と異なる。このため、ほぼ100%反射される。この結果、強いゴースト及びフレアが発生する。

[0064] 第2窓部132Bを通過した光についても同様である。第2窓部132Bを通過した光は、第2バンドパスフィルタ134Bによって波長域 $\Lambda 2$ に制限された状態でイメージセンサに到達する。しかし、一部の光は、第2バンドパスフィルタ134Bよりも後ろ側のレンズ（第2レンズ群120B）及びイメージセンサ等で反射される。そして、反射された光の一部は、第1窓部132Aに入射する。第1窓部132Aに入射した光は、第1窓部132Aに配置された第1バンドパスフィルタ134Aで再度反射された後、イメ

ージセンサに至る。ここで、第1バンドパスフィルタ134Aで反射される光の波長域 $\Lambda 2$ は、第1バンドパスフィルタ134Aの光透過帯域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）と異なる。このため、ほぼ100%反射される。この結果、強いゴースト及びフレアが発生する。

[0065] このように、各窓部にバンドパスフィルタのみが配置された構成においては、一の窓部を通過した光が他の窓部に入射し、再反射することで、強いゴースト及びフレアが発生する。

[0066] ゴースト及びフレアを低減させる手段としては、一般に、反射防止膜が使用される。しかし、反射防止膜は、透過率を向上することで反射率を低減する。このため、たとえば、第2バンドパスフィルタ134Bに波長域 $\Lambda 1$ の反射防止膜を付与すると、波長域 $\Lambda 1$ の光を透過させることになる。この結果、第2バンドパスフィルタ134Bの光透過帯域が、波長域 $\Lambda 1$ 及び波長域 $\Lambda 2$ の両方を透過させることになり、所望の透過率特性（波長域 $\Lambda 1$ のみを透過させる透過率特性）を実現できなくなる。

[0067] 次に、本実施の形態の撮像レンズ100の作用について説明する。

[0068] 図5は、撮像レンズの作用の説明図である。

[0069] 撮像レンズ100に入射した光は、フィルタユニット130によって光路が3分割され、第1窓部132A及び第2窓部132Bを通過して、イメージセンサ（不図示）に至る。

[0070] 第1窓部132Aに入射した光は、まず、第1バンドパスフィルタ134Aを通過する。第1バンドパスフィルタ134Aを通過することで、波長域 $\Lambda 1$ に制限される。次いで、第1バンドストップフィルタ136Aを通過する。第1バンドストップフィルタ136Aは、波長域 $\Lambda 2$ の光は吸収するが、波長域 $\Lambda 1$ の光は透過させる。よって、第1バンドパスフィルタ134Aを通過した波長域 $\Lambda 1$ の光は、そのまま第1バンドストップフィルタ136Aを通過する。

[0071] 同様に、第2窓部132Bに入射した光は、まず、第2バンドパスフィルタ134Bを通過する。第2バンドパスフィルタ134Bを通過することで

、波長域 $\Lambda 2$ に制限される。次いで、第2バンドストップフィルタ136Bを通過する。第2バンドストップフィルタ136Bは、波長域 $\Lambda 1$ の光は吸収するが、波長域 $\Lambda 2$ の光は透過させる。よって、第2バンドパスフィルタ134Bを通過した波長域 $\Lambda 2$ の光は、そのまま第2バンドストップフィルタ136Bを通過する。

[0072] 第1窓部132A及び第2窓部132Bを通過した光は、イメージセンサに至る過程で一部がレンズ（第2レンズ群120B）等で反射される。また、イメージセンサに到達した光は、その一部がイメージセンサで反射される。

[0073] 第1窓部132Aを通過して、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域 $\Lambda 1$ の光は、第2窓部132Bにも入射する。しかしながら、第2窓部132Bには、第2バンドストップフィルタ136Bが配置されている。上記のように、第2バンドストップフィルタ136Bは、波長域 $\Lambda 2$ の光は透過させるが、波長域 $\Lambda 1$ の光は吸収する。よって、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域 $\Lambda 1$ の光が、第2窓部132Bに入射しても、第2バンドパスフィルタ134Bに至る前に吸収される。したがって、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域 $\Lambda 1$ の光が、第2バンドパスフィルタ134Bで再反射するのを抑制できる。

[0074] 第2窓部132Bを通過した波長域 $\Lambda 2$ の光が、レンズ及びイメージセンサ等で反射して、第1窓部132Aに入射した場合も同様である。第1窓部132Aに配置された第1バンドストップフィルタ136Aによって、第1バンドパスフィルタ134Aに至る前に吸収されるので、第1バンドパスフィルタ134Aでの再反射を抑制できる。

[0075] このように、本実施の形態の撮像レンズ100によれば、一方の窓部を通過した光が、レンズ及びイメージセンサ等で反射して他方の窓部に入射した場合であっても、各窓部に備えられたバンドストップフィルタ136A、136Bで吸収できる。これにより、バンドパスフィルタ134A、134Bでの再反射を抑制でき、ゴースト及びフレアの発生を抑制できる。

[0076] [撮像レンズの変形例]

(1) 瞳領域の分割数

上記実施の形態では、瞳領域を2つの領域に分割する場合を例に説明したが、瞳領域の分割数は、これに限定されるものではない。用途等に応じて適宜設定することが好ましい。以下、一例として、瞳領域が3分割された撮像レンズについて説明する。

[0077] 瞳領域が2分割された上記実施の形態の撮像レンズ100に対し、瞳領域が3分割された撮像レンズでは、フィルタユニットの構成が異なる。したがって、ここでは、フィルタユニットの構成についてのみ説明する。

[0078] 図6は、瞳領域が3分割された撮像レンズに備えられるフィルタユニットの正面図である。また、図7は、図6に示すフィルタユニットの分解斜視図である。

[0079] 図6及び図7に示すように、本例のフィルタユニット140には、フィルタ枠142に3つの窓部142A、142B、142Cが備えられる。各窓部142A、142B、142Cは、光軸を中心とした同心円上に一定の間隔をもって配置される。以下、必要に応じて、窓部142Aを第1窓部142A、窓部142Bを第2窓部142B、窓部142Cを第3窓部142Cとして、3つの窓部142A、142B、142Cを区別する。撮像レンズ100は、フィルタ枠142が瞳位置又は瞳位置近傍に配置されることにより、瞳領域が3つの領域に分割される。すなわち、光路が3つに分割される。

[0080] 各窓部142A、142B、142Cには、バンドパスフィルタ144A、144B、144C及びバンドストップフィルタ146A、146B、146Cが配置される。本例のフィルタユニット140では、光軸Zに沿って物体側（前側）からバンドパスフィルタ144A、144B、144C、バンドストップフィルタ146A、146B、146Cの順で配置される。

[0081] 以下、必要に応じて、第1窓部142Aに配置されるバンドパスフィルタ144Aを第1バンドパスフィルタ144A、第2窓部142Bに配置され

るバンドパスフィルタ144Bを第2バンドパスフィルタ144B、第3窓部142Cに配置されるバンドパスフィルタ144Cを第3バンドパスフィルタ144Cとして、各窓部142A、142B、142Cに配置されるバンドパスフィルタ144A、144B、144Cを区別する。また、第1窓部142Aに配置されるバンドストップフィルタ146Aを第1バンドストップフィルタ146A、第2窓部142Bに配置されるバンドストップフィルタ146Bを第2バンドストップフィルタ146B、第3窓部142Cに配置されるバンドストップフィルタ146Cを第3バンドストップフィルタ146Cとして、各窓部142A、142B、142Cに配置されるバンドストップフィルタ146A、146B、146Cを区別する。

[0082] 各窓部142A、142B、142Cに配置されるバンドパスフィルタ144A、144B、144Cは、互いに異なる光透過帯域を有する。第1バンドパスフィルタ144Aの光透過帯域を第1光透過帯域 $\Lambda 1$ とする。また、第2バンドパスフィルタ144Bの光透過帯域を第2光透過帯域 $\Lambda 2$ とする( $\Lambda 1 \neq \Lambda 2$ )。また、第3バンドパスフィルタ144Cの光透過帯域を第3光透過帯域 $\Lambda 3$ とする( $\Lambda 1 \neq \Lambda 3$ 、 $\Lambda 2 \neq \Lambda 3$ )。本例では、第3光透過帯域 $\Lambda 3$ が、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ よりも長波長側に設定される。また、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ が、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ よりも長波長側に設定される。また、バンドパスフィルタ144A、144B、144Cには、反射型のバンドパスフィルタが使用される。

[0083] バンドストップフィルタ146A、146B、146Cには、吸収型のバンドストップフィルタが使用される。各窓部142A、142B、142Cに配置されるバンドストップフィルタ146A、146B、146Cは、それぞれ次の吸収率特性を有する。

[0084] 図8は、第1バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0085] 同図において、符号BSF1で示す実線のグラフが、第1バンドストップフィルタ146Aの吸収率特性を示している。

[0086] なお、同図において、符号B P F 1で示す破線のグラフは、第1バンドパスフィルタ144Aの透過率特性を示している。また、符号B P F 2で示す破線のグラフは、第2バンドパスフィルタ144Bの透過率特性を示している。また、符号B P F 3で示す破線のグラフは、第3バンドパスフィルタ144Cの透過率特性を示している。

[0087] 図8に示すように、第1バンドストップフィルタ146Aは、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光、及び、第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を吸収する特性を有する。

[0088] 第1バンドストップフィルタ146Aについては、たとえば、1つの色素材料で実現できる。すなわち、第1バンドストップフィルタ136Aで透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）が、第1バンドストップフィルタ136Aで吸収する2つの波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ 及び第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の間がないことから、1つの色素材料で構成できる。具体的には、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ 及び第3光透過帯域 $\Lambda 3$ の光を吸収する色素材料を使用して構成される。

[0089] 図9は、第2バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0090] 同図において、符号B S F 2で示す実線のグラフが、第2バンドストップフィルタ146Bの吸収率特性を示している。

[0091] なお、同図において、符号B P F 1で示す破線のグラフは、第1バンドパスフィルタ144Aの透過率特性を示している。また、符号B P F 2で示す破線のグラフは、第2バンドパスフィルタ144Bの透過率特性を示している。また、符号B P F 3で示す破線のグラフは、第3バンドパスフィルタ144Cの透過率特性を示している。

[0092] 図9に示すように、第2バンドストップフィルタ146Bは、少なくとも

第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光、及び、第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を吸収する特性を有する。

[0093] 第2バンドストップフィルタ146Bは、たとえば、2つのバンドストップフィルタを組み合わせて構成される。具体的には、第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光を吸収するバンドストップフィルタ（第1の第2バンドストップフィルタ）と、第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を吸収するバンドストップフィルタ（第2の第2バンドストップフィルタ）と、を組み合わせ、全体として、所望の吸収率特性を有するバンドストップフィルタを実現する。この場合、たとえば、第1の第2バンドストップフィルタは、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ の光を吸収する色素材料を使用して構成する。また、第2の第2バンドストップフィルタは、第3光透過帯域 $\Lambda 3$ の光を吸収する色素材料を使用して構成する。図9において、符号BSF21で示す実線のグラフは、第1の第2バンドストップフィルタの吸収率特性を示している。また、符号BSF22で示す実線のグラフは、第2の第2バンドストップフィルタの吸収率特性を示している。

[0094] 図10は、第3バンドストップフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0095] 同図において、符号BSF3で示す実線のグラフが、第3バンドストップフィルタ146Cの吸収率特性を示している。

[0096] なお、同図において、符号BPF1で示す破線のグラフは、第1バンドパスフィルタ144Aの透過率特性を示している。また、符号BPF2で示す破線のグラフは、第2バンドパスフィルタ144Bの透過率特性を示している。また、符号BPF3で示す破線のグラフは、第3バンドパスフィルタ144Cの透過率特性を示している。

[0097] 図10に示すように、第3バンドストップフィルタ146Cは、少なくとも第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda_3$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda_1$ ）の光、及び、第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda_2$ ）の光を吸収する特性を有する。

[0098] 第3バンドストップフィルタ146Cについても、1つの色素材料で実現できる。すなわち、第1光透過帯域 $\Lambda_1$ 及び第2光透過帯域 $\Lambda_2$ の光を吸収する色素材料を使用することで、1つの色素材料で構成できる。

[0099] 以上のように、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、少なくとも同じ窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は透過させる特性を有する。その一方で、他の窓部のうち少なくとも1つの窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は吸収する特性を有する。よって、第1バンドストップフィルタ146Aは、図8に示すように、第1光透過帯域 $\Lambda_1$ とは異なる波長域に光吸収帯域を有する一方、第2光透過帯域 $\Lambda_2$ 及び第3光透過帯域 $\Lambda_3$ を含む波長域に光吸収帯域を有する。また、第2バンドストップフィルタ146Bは、図9に示すように、第2光透過帯域 $\Lambda_2$ とは異なる波長域に光吸収帯域を有する一方、第1光透過帯域 $\Lambda_1$ 及び第3光透過帯域 $\Lambda_3$ を含む波長域に光吸収帯域を有する。また、第3バンドストップフィルタ146Cは、図10に示すように、第3光透過帯域 $\Lambda_3$ とは異なる波長域に光吸収帯域を有する一方、第1光透過帯域 $\Lambda_1$ 及び第2光透過帯域 $\Lambda_2$ を含む波長域に光吸収帯域を有する。

[0100] 図11は、撮像レンズの作用の説明図である。

[0101] 撮像レンズ100に入射した光は、フィルタユニット140によって、第1窓部142A、第2窓部142B及び第3窓部142Cを通過して、イメージセンサ（不図示）に至る。

[0102] 第1窓部142Aに入射した光は、まず、第1バンドパスフィルタ144Aを通過する。第1バンドパスフィルタ144Aを通過することで、波長域

Λ 1 に制限される。次いで、第 1 バンドストップフィルタ 1 4 6 A を通過する。第 1 バンドストップフィルタ 1 4 6 A は、波長域 Λ 2 及び波長域 Λ 3 の光は吸収するが、波長域 Λ 1 の光は透過させる。よって、第 1 バンドパスフィルタ 1 4 4 A を通過した波長域 Λ 1 の光は、そのまま第 1 バンドストップフィルタ 1 4 6 A を通過する。

[0103] 第 2 窓部 1 4 2 B に入射した光も、まず、第 2 バンドパスフィルタ 1 4 4 B を通過する。第 2 バンドパスフィルタ 1 4 4 B を通過することで、波長域 Λ 2 に制限される。次いで、第 2 バンドストップフィルタ 1 4 6 B を通過する。第 2 バンドストップフィルタ 1 4 6 B は、波長域 Λ 1 及び波長域 Λ 3 の光は吸収するが、波長域 Λ 2 の光は透過させる。よって、第 2 バンドパスフィルタ 1 4 4 B を通過した波長域 Λ 2 の光は、そのまま第 2 バンドストップフィルタ 1 4 6 B を通過する。

[0104] 第 3 窓部 1 4 2 C に入射した光も、まず、第 3 バンドパスフィルタ 1 4 4 C を通過する。第 3 バンドパスフィルタ 1 4 4 C を通過することで、波長域 Λ 3 に制限される。次いで、第 3 バンドストップフィルタ 1 4 6 C を通過する。第 3 バンドストップフィルタ 1 4 6 C は、波長域 Λ 1 及び波長域 Λ 2 の光は吸収するが、波長域 Λ 3 の光は透過させる。よって、第 3 バンドパスフィルタ 1 4 4 C を通過した波長域 Λ 3 の光は、そのまま第 3 バンドストップフィルタ 1 4 6 C を通過する。

[0105] 第 1 窓部 1 4 2 A、第 2 窓部 1 4 2 B 及び第 3 窓部 1 4 2 C を通過した光は、イメージセンサに至る過程で一部がレンズ（第 2 レンズ群 1 2 0 B）等で反射される。また、イメージセンサに到達した光は、その一部がイメージセンサで反射される。

[0106] 第 1 窓部 1 4 2 A を通過して、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域 Λ 1 の光は、第 2 窓部 1 4 2 B 及び第 3 窓部 1 4 2 C にも入射する。しかしながら、第 2 窓部 1 4 2 B 及び第 3 窓部 1 4 2 C には、それぞれ第 2 バンドストップフィルタ 1 4 6 B 及び第 3 バンドストップフィルタ 1 4 6 C が配置されている。上記のように、第 2 窓部 1 4 2 B に配置される第 2 バンド

ストップフィルタ 146B は、波長域  $\Lambda 2$  の光は透過させるが、波長域  $\Lambda 1$  及び波長域  $\Lambda 3$  の光は吸収する。よって、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域  $\Lambda 1$  の光が、第 2 窓部 142B に入射しても、第 2 バンドパスフィルタ 144B に至る前に吸収される。したがって、レンズ及びイメージセンサ等で反射した波長域  $\Lambda 1$  の光が、第 2 バンドパスフィルタ 144B で再反射するのを抑制できる。また、第 3 窓部 142C に配置される第 3 バンドストップフィルタ 146C は、波長域  $\Lambda 3$  の光は透過させるが、波長域  $\Lambda 1$  及び波長域  $\Lambda 2$  の光は吸収する。よって、反射による戻り光である波長域  $\Lambda 1$  の光が、第 3 窓部 142C に入射しても、第 3 バンドパスフィルタ 144C に至る前に吸収される。したがって、反射による戻り光である波長域  $\Lambda 1$  の光が、第 3 バンドパスフィルタ 144C で再反射するのを抑制できる。

[0107] 第 2 窓部 142B を通過した波長域  $\Lambda 2$  の光が、レンズ及びイメージセンサ等で反射して、第 1 窓部 142A 及び第 3 窓部 142C に入射した場合も同様である。反射による戻り光である波長域  $\Lambda 2$  の光が、第 1 窓部 142A に入射した場合、第 1 バンドストップフィルタ 146A によって第 1 バンドパスフィルタ 144A に至る前に吸収される。したがって、波長域  $\Lambda 2$  の光が、第 1 バンドパスフィルタ 144A で再反射するのを抑制できる。また、波長域  $\Lambda 2$  の光が、第 3 窓部 142C に入射した場合は、第 3 バンドストップフィルタ 146C によって、第 3 バンドパスフィルタ 144C に至る前に吸収される。したがって、波長域  $\Lambda 2$  の光が、第 3 バンドパスフィルタ 144C で再反射するのを抑制できる。

[0108] 第 3 窓部 142C を通過した波長域  $\Lambda 3$  の光が、レンズ及びイメージセンサ等で反射して、第 1 窓部 142A 及び第 2 窓部 142B に入射した場合も同様である。反射による戻り光である波長域  $\Lambda 3$  の光が、第 1 窓部 142A に入射した場合、第 1 バンドストップフィルタ 146A によって、第 1 バンドパスフィルタ 144A に至る前に吸収される。よって、波長域  $\Lambda 3$  の光が、第 1 バンドパスフィルタ 144A で再反射するのを抑制できる。また、波長域  $\Lambda 3$  の光が、第 2 窓部 142B に入射した場合は、第 2 バンドストップ

フィルタ 146B によって、第2バンドパスフィルタ 144B に至る前に吸収される。したがって、波長域  $\Lambda$  3 光が、第2バンドパスフィルタ 144B で再反射するのを抑制できる。

[0109] このように、本実施の形態の撮像レンズ 100 によれば、一方の窓部を通過した光が、レンズ及びイメージセンサ等で反射して他方の窓部に入射した場合であっても、各窓部に備えられたバンドストップフィルタ 146A、146B で吸収できる。これにより、バンドパスフィルタ 144A、144B での再反射を抑制でき、ゴースト及びフレアの発生を抑制できる。

[0110] (2) 窓部の形状

上記実施の形態では、フィルタユニットに備えられる窓部の形状（開口形状）を円形状としているが、窓部の形状は、これに限定されるものではない。

[0111] 図 12 は、フィルタユニットに備えられる窓部の形状の他の一例を示す図である。

[0112] 同図は、円板状のフィルタ枠 142 を周方向に 3 等分割して、扇状の開口形状を有する窓部 142A、142B、142C を設けている。各窓部 142A、142B、142C には、それぞれ扇状のバンドパスフィルタ及びバンドストップフィルタが配置される。

[0113] (3) バンドパスフィルタ及びバンドストップフィルタの構成

バンドパスフィルタ及びバンドストップフィルタの機能は、1枚の光学フィルタで実現することもできる。たとえば、透明基板の一方側の面にバンドパスフィルタの機能を有する層ないし膜を設け、他方側の面にバンドストップフィルタの機能を有する層ないし膜を設ける。これにより、1枚でバンドパスフィルタ及びバンドストップフィルタの機能を有する光学フィルタを実現できる。

[0114] また、バンドパスフィルタ及びバンドストップフィルタを別々の光学フィルタで構成する場合、2つの光学フィルタは、空気層を介在させずに配置することが好ましい。この場合、たとえば、各光学フィルタをオプティカルコ

ンタクト等により接合し、一体化して配置することができる。

[0115] (4) フィルタユニット

フィルタユニットは、鏡筒に対し着脱できる構成としてもよい。これにより、フィルタユニットの交換が可能になる。

[0116] 更に、各窓部に装着する光学フィルタを個別に交換できる構成としてもよい。これにより、分光させる波長の数及び組み合わせを自由に選択できる。なお、この場合、必ずしもすべての窓部を使用する必要はない。たとえば、フィルタ枠に4つの窓部を備えたフィルタユニットにおいて、3つの波長に分光した画像を撮像する場合は、1つの窓部を遮光して使用する。

[0117] (5) 第2光学フィルタ

上記実施の形態では、第2光学フィルタとして、光吸収帯域に有限の幅を有するバンドストップフィルタを使用する場合を例に説明したが、第2光学フィルタとして使用する光学フィルタは、これに限定されるものではない。この他、たとえば、ある特定の波長以上の光又は以下の光を吸収し、その他の波長域の光を透過させる特性を有する光学フィルタを使用することもできる。この種の光学フィルタとして、シャープカットフィルタ (Sharp Cut Filter : SCF) を例示できる。シャープカットフィルタは、ロングパスフィルタなどとも称される。

[0118] 図13は、シャープカットフィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0119] 同図は、図6に示すフィルタユニット (3つの窓部を有するフィルタユニット) において、第1窓部に配置されるシャープカットフィルタの吸収率特性の一例を示している。すなわち、第1バンドパスフィルタ144Aと組み合わせて使用されるシャープカットフィルタの吸収率特性の一例を示している。

[0120] 同図において、符号SCF1で示す実線のグラフが、シャープカットフィルタの吸収率特性を示している。

[0121] なお、同図において、符号BPF1で示す破線のグラフは、第1バンドパ

スフィルタ 144A の透過率特性を示している。また、符号 BPF 2 で示す破線のグラフは、第 2 バンドパスフィルタ 144B の透過率特性を示している。また、符号 BPF 3 で示す破線のグラフは、第 3 バンドパスフィルタ 144C の透過率特性を示している。

[0122] 図 13 に示すように、本例のシャープカットフィルタは、第 1 バンドパスフィルタ 144A が透過させる波長域（第 1 光透過帯域  $\Lambda 1$ ）と第 2 バンドパスフィルタ 144B が透過させる波長域（第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$ ）との間の波長を境にして、長波長側の光を吸収する特性を有する。これにより、第 1 バンドパスフィルタ 144A が透過させる波長域（第 1 光透過帯域  $\Lambda 1$ ）の光を透過でき、かつ、第 2 バンドパスフィルタ 144B が透過させる波長域（第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$ ）の光、及び、第 3 バンドパスフィルタ 144C が透過させる波長域（第 3 光透過帯域  $\Lambda 3$ ）の光を吸収できる。

[0123] 図 14 は、バンドストップフィルタとシャープカットフィルタとを組み合わせることで 1 つの第 2 光学フィルタを構成する場合の第 2 光学フィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0124] 同図は、図 6 に示すフィルタユニットにおいて、第 1 窓部に配置される第 2 光学フィルタの吸収率特性の一例を示している。

[0125] 同図において、符号 BPF 1 で示す破線のグラフは、第 1 バンドパスフィルタ 144A の透過率特性を示している。また、符号 BPF 2 で示す破線のグラフは、第 2 バンドパスフィルタ 144B の透過率特性を示している。また、符号 BPF 3 で示す破線のグラフは、第 3 バンドパスフィルタ 144C の透過率特性を示している。

[0126] 本例では、少なくとも第 2 バンドパスフィルタ 144B が透過させる波長域（第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$ ）の光を吸収し、他の波長域の光を透過させるバンドストップフィルタと、少なくとも第 3 バンドパスフィルタ 144C が透過させる波長域（第 3 光透過帯域  $\Lambda 3$ ）の光を吸収し、他の波長域の光を透過させるシャープカットフィルタと、を組み合わせることにより、全体として、所望の吸収率特性を有する第 2 光学フィルタを実現している。

[0127] 図14において、符号BSF11で示す実線のグラフは、バンドストップフィルタの吸収率特性を示している。バンドストップフィルタは、第2光透過帯域 $\Lambda_2$ を含む波長域に有限の幅の光吸収帯域を有する。

[0128] また、図14において、符号SCF12で示す実線のグラフは、シャープカットフィルタの吸収率特性を示している。シャープカットフィルタは、第3光透過帯域 $\Lambda_3$ よりも短波長側に設定された波長を境にして長波長側の光を吸収する特性を有する。

[0129] このように、バンドストップフィルタとシャープカットフィルタとを組み合わせることによっても、所望の吸収率特性を有する第2光学フィルタを実現できる。

[0130] なお、本例では、バンドストップフィルタとシャープカットフィルタとを組み合わせ、所望の吸収率特性を有する第2光学フィルタを実現する場合を例に説明したが、2つのシャープカットフィルタを組み合わせ、所望の吸収率特性を有する第2光学フィルタを実現することもできる。

[0131] [第2光学フィルタの光学特性]

ここでは、第2光学フィルタが有すべき好ましい光学特性について説明する。

[0132] (1) 第2光学フィルタの吸収率特性

図15は、第2光学フィルタの吸収率特性の一例を示すグラフである。

[0133] 同図は、第2光学フィルタとして、光吸収帯域が有限の幅を有するバンドストップフィルタを使用する場合の好ましい吸収率特性の一例を示している。

[0134] いわゆる可視域から近赤外域(400~1000[nm])において、吸収率がピークとなる波長(吸収率ピーク波長)を $\lambda_{abs}$ とし、吸収率ピーク波長 $\lambda_{abs}$ における吸収率を $\alpha_{max}$ とする。

[0135] 第2光学フィルタは、吸収率ピーク波長 $\lambda_{abs}$ での吸収率 $\alpha_{max}$ が0.8以上であることが好ましい( $\alpha_{max} \geq 0.8$ )。

[0136] 光学フィルタにおいて、吸収率を $\alpha$ 、透過率を $\tau$ 、反射率を $\rho$ とすると、

$\alpha + \tau + \rho = 1$ の関係がある。吸収率ピーク波長 $\lambda_{\text{abs}}$ 付近の波長が、第2光学フィルタ入射した場合、吸収されない光は、透過と反射に分けられる。しかし、光の進行方向の後ろ側に反射部材があると、透過成分も反射される。吸収率 $\alpha$ を一定以上確保することにより、透過に伴う反射成分も含む光の反射成分を低減できる。

[0137] 図15は、バンドストップフィルタの例であるが、第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合についても同様に、吸収率ピーク波長 $\lambda_{\text{abs}}$ での吸収率 $\alpha_{\text{max}}$ が0.8以上であることが好ましい。

[0138] なお、第2光学フィルタとして、光吸収帯域に有限の幅を有するバンドストップフィルタを使用する場合は、更に次の条件を満たすことが好ましい。すなわち、吸収率ピーク波長 $\lambda_{\text{abs}}$ での吸収率 $\alpha_{\text{max}}$ の50% ( $\alpha_{\text{max}}/2$ )となる波長の幅を $\delta\lambda_{\text{abs}}$ とすると、その幅 $\delta\lambda_{\text{abs}}$ が、20nm以上、200nm以下であることが好ましい ( $20[\text{nm}] \leq \delta\lambda_{\text{abs}} \leq 200[\text{nm}]$ )。吸収率ピーク波長での吸収率の50% (半値)となる波長の幅とは、吸収率がピーク値の50%の値となる長波長側と短波長側の間のバンド幅をいう (いわゆる半値全幅)。

[0139] 吸収する波長範囲が狭すぎると、吸収したい波長を十分に吸収できず、十分なゴースト及びフレアの抑制効果が得られない。一方、吸収する波長範囲が広すぎると、本来使用したい波長まで吸収してしまい、輝度低下を引き起こす。よって、第2光学フィルタとしてバンドストップフィルタを使用する場合は、その半値全幅 ( $\delta\lambda_{\text{abs}}$ ) が、20nm以上、200nm以下であることが好ましい。

[0140] (2) 第2光学フィルタの透過率特性

図16は、第2光学フィルタの透過率特性の一例を示すグラフである。

[0141] 同図は、第2光学フィルタとして、光吸収帯域が有限の幅を有するバンドストップフィルタを使用する場合の好ましい透過率特性の一例を示している。

[0142] いわゆる可視域から近赤外域 (400~1000[nm]) において、透過率

がピークとなる波長（透過率ピーク波長）を $\lambda_{tra}$ とし、透過率ピーク波長 $\lambda_{tra}$ における透過率を $\tau_{max}$ とする。

[0143] 第2光学フィルタは、透過率ピーク波長 $\lambda_{tra}$ での透過率 $\tau_{max}$ が0.8以上であることが好ましい（ $\tau_{max} \geq 0.8$ ）。

[0144] 第2光学フィルタは、反射光を防止する目的で $\lambda_{abs}$ に吸収特性を持たせるが、実際に使用する波長（透過したい波長）近辺で高い透過率を持たせることで、輝度低減を抑制できる。

[0145] 図17は、第2光学フィルタの透過率特性の他の一例を示すグラフである。

[0146] 同図は、第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合の好ましい透過率特性の一例を示している。

[0147] 第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合についても同様に、透過率ピーク波長 $\lambda_{tra}$ での透過率 $\tau_{max}$ が0.8以上であることが好ましい。

[0148] （3）第2光学フィルタの反射率特性

図18は、第2光学フィルタの反射率特性の一例を示すグラフである。

[0149] いわゆる可視域から近赤外域（400～1000[nm]）において、反射率がピークとなる波長（反射率ピーク波長）を $\lambda_{ref}$ とし、反射率ピーク波長 $\lambda_{ref}$ における透過率を $\rho_{max}$ とする。

[0150] 第2光学フィルタは、反射率ピーク波長 $\lambda_{ref}$ での反射率 $\rho_{max}$ が0.1未満であることが好ましい（ $\rho_{max} < 0.1$ ）。

[0151] 第2光学フィルタの反射率を抑えることで、第2光学フィルタでの反射によるゴースト及びフレアの発生を抑制できる。

[0152] （4）第1光学フィルタと組み合わせて使用する第2光学フィルタの透過率特性

図19は、第1光学フィルタと組み合わせて使用する第2光学フィルタの透過率特性の一例を示すグラフである。

[0153] 同図は、第1光学フィルタとしてバンドパスフィルタを使用し、第2光学

フィルタとしてバンドストップフィルタを使用する場合の一例を示している。

- [0154] いわゆる可視域から近赤外域（400～1000[nm]）において、バンドパスフィルタの透過率がピークとなる波長（透過率ピーク波長）を $\lambda_{BPF}$ とする。バンドストップフィルタにおいて、透過率ピーク波長 $\lambda_{BPF}$ に対応する波長での透過率を $\tau_{BSF}(\lambda_{BPF})$ とする。
- [0155] 第2光学フィルタとしてのバンドストップフィルタは、透過率ピーク波長 $\lambda_{BPF}$ に対応する波長での透過率 $\tau_{BSF}(\lambda_{BPF})$ が0.8以上であることが好ましい（ $\tau_{BSF}(\lambda_{BPF}) \geq 0.8$ ）。
- [0156] 第1光学フィルタと組み合わせて使用する場合において、第1光学フィルタの光透過帯域に対応する波長域の透過率を高くすることで、実際に使用する波長における輝度の低減を抑制できる。
- [0157] 図20は、第1光学フィルタと組み合わせて使用する第2光学フィルタの透過率特性の他の一例を示すグラフである。
- [0158] 同図は、第1光学フィルタとしてバンドパスフィルタを使用し、第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合の一例を示している。
- [0159] シャープカットフィルタにおいて、透過率ピーク波長 $\lambda_{BPF}$ に対応する波長での透過率を $\tau_{SCF}(\lambda_{BPF})$ とする。
- [0160] シャープカットフィルタを第2光学フィルタとして使用する場合も、透過率ピーク波長 $\lambda_{BPF}$ に対応する波長での透過率 $\tau_{SCF}(\lambda_{BPF})$ が0.8以上であることが好ましい（ $\tau_{SCF}(\lambda_{BPF}) \geq 0.8$ ）。第1光学フィルタの光透過帯域に対応する波長域の透過率を高くすることで、実際に使用する波長における輝度の低減を抑制できる。
- [0161] （5）瞳領域が複数の領域に分割された撮像レンズにおいて、各領域に配置される第2光学フィルタの透過率特性
- 瞳領域が複数の領域に分割された撮像レンズにおいて、各領域に配置される第2光学フィルタの透過率特性は、次のように設定される。

- [0162] ここでは、瞳領域を3分割する場合を仮定する。すなわち、光路を3つに分割する場合を仮定する。この場合、フィルタユニットには、3つの窓部が備えられる。
- [0163] また、ここでは、第1光学フィルタにバンドパスフィルタを使用し、第2光学フィルタにバンドストップフィルタを使用する場合を例に説明する。
- [0164]  $j = 1, 2, 3$ とし、第 $j$ 窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長を $\lambda_{\text{BPF } j}$ とする。
- [0165]  $i = 1, 2, 3$ とし、第 $i$ 窓部に配置されるバンドストップフィルタの波長 $\lambda$ における吸収率を $\alpha_{\text{BSF } i}(\lambda)$ とする。
- [0166]  $i, j \in \{1, 2, 3\}$ とすると、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、次の条件を満たす吸収率特性を有することが好ましい。
- $$\alpha_{\text{BSF } i}(\lambda_{\text{BPF } j}) \geq 0.8$$
- ただし、 $i \neq j$
- [0167] すなわち、各窓部に配置されるバンドストップフィルタは、他の窓部（光路）に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長に対応する波長での吸収率が0.8以上であることが好ましい。
- [0168] 図21は、第3窓部においてバンドパスフィルタと組み合わせて使用するバンドストップフィルタの透過率特性の一例を示すグラフである。
- [0169] 同図に示すように、第3窓部に配置されるバンドストップフィルタは、第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF } 1}$ に対応する波長での吸収率 $\alpha_{\text{BSF } 3}(\lambda_{\text{BPF } 1})$ 、及び、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF } 2}$ に対応する波長での吸収率 $\alpha_{\text{BSF } 3}(\lambda_{\text{BPF } 2})$ が、ほぼピークに近い値になっている。すなわち、第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF } 1}$ に対応する波長付近、及び、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF } 2}$ に対応する波長付近でピークとなる特性を有する。
- [0170] 図22は、第2光学フィルタとしてシャープカットフィルタを使用する場合の透過率特性の一例を示すグラフである。

- [0171] 第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長を $\lambda_{\text{BPF 1}}$ 、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長を $\lambda_{\text{BPF 2}}$ とする。第3窓部に配置されるシャープカットフィルタにおいて、第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 1}}$ に対応する波長での吸収率を $\alpha_{\text{SCF 3}}(\lambda_{\text{BPF 1}})$ とし、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 2}}$ に対応する波長での吸収率を $\alpha_{\text{SCF 3}}(\lambda_{\text{BPF 2}})$ とする。
- [0172] 同図に示すように、第3窓部に配置されるシャープカットフィルタは、第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 1}}$ に対応する波長での吸収率 $\alpha_{\text{SCF 3}}(\lambda_{\text{BPF 1}})$ 、及び、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 2}}$ に対応する波長での吸収率 $\alpha_{\text{SCF 3}}(\lambda_{\text{BPF 2}})$ が、ほぼピークに近い値になっている。すなわち、第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 1}}$ に対応する波長付近、及び、第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長 $\lambda_{\text{BPF 2}}$ に対応する波長付近でピークとなる特性を有する。
- [0173] このように、各窓部において所定の吸収率特性を有する第2光学フィルタ（他の窓部に配置される第1光学フィルタの透過率ピーク波長に対応する波長ないしその近辺での吸収率が一定以上の第2光学フィルタ）を使用することで、ゴースト及びフレアの発生を抑制できる。具体的には、次の作用効果を奏する。
- [0174] 第1窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第3窓部に入射する光について考える。
- [0175] 第1窓部を通過した光は、第1窓部に配置された第2光学フィルタにより波長 $\lambda_{\text{BPF 1}}$ 近辺の光に限定される。
- [0176] 一方、第3窓部に配置される第2光学フィルタは、波長 $\lambda_{\text{BPF 1}}$ に対応する波長ないしその近辺において吸収率がピークとなる。
- [0177] よって、第1窓部を通過した光が反射して第3窓部に入射すると、その大部分が第3窓部に配置された第2光学フィルタに吸収される。

- [0178] 第2窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第3窓部に入射する光についても同様の作用効果を奏する。すなわち、その大部分が第3窓部に配置された第2光学フィルタで吸収される。
- [0179] このように、他の窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第3窓部に入射する光については、大部分が第3窓部に配置された第2光学フィルタに吸収される。これにより、第3窓部に配置された第1光学フィルタによる反射、若しくは、第3窓部に配置された第2光学フィルタ自身による反射が低減され、ゴースト及びフレアの発生が抑制される。
- [0180] 他の窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して、第1窓部及び第2窓部に入射する光についても同様である。すなわち、その大部分が第1窓部及び第2窓部に配置された第2光学フィルタで吸収される。
- [0181] 次に、第1窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第1窓部に入射する光について考える。すなわち、反射して同じ窓部に戻ってくる光について考える。
- [0182] 上記のように、第1窓部を通過した光は、第1窓部に配置された第2光学フィルタにより波長 $\lambda$ BPF1近辺の光に限定される。第1窓部に配置された第1光学フィルタ及び第2光学フィルタは、波長 $\lambda$ BPF1近辺の光をほぼ透過する。よって、第1窓部に配置された第1光学フィルタ及び第2光学フィルタによって再度反射されることがない。したがって、ゴースト及びフレアの発生の増加に寄与しない。
- [0183] 第2窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第2窓部に入射する光、及び、第3窓部を通過し、レンズ及びイメージセンサ等で反射して第3窓部に入射する光についても同様である。
- [0184] このように、第1光学フィルタが配置された窓部に所定の吸収率特性を有する第2光学フィルタを配置することにより、第1光学フィルタでの反射が低減される。これにより、光学系全体として、ゴースト及びフレアの低減が達成される。
- [0185] [偏光方式のマルチスペクトルカメラシステムに使用される撮像レンズ]

マルチスペクトルカメラシステムは、複数の波長に分光した画像（マルチスペクトル画像）を同時に撮像するシステムである。偏光方式のとは、偏光を利用した方式のマルチスペクトルカメラシステムのことである。

[0186] 偏光方式のマルチスペクトルカメラシステムで使用される撮像レンズは、フィルタユニットの各窓部に偏光フィルタが配置される。ここでは、3つの波長（3バンド）に分光した画像を撮像する場合を例に説明する。

[0187] なお、フィルタユニットの各窓部に偏光フィルタが配置される点以外は、上記実施の形態の撮像レンズの構成と同じである。したがって、ここでは、フィルタユニットの構成についてのみ説明する。

[0188] 図23は、偏光方式のマルチスペクトルカメラシステム用の撮像レンズに備えられるフィルタユニットの分解斜視図である。

[0189] 同図に示すように、本例のフィルタユニット150には、フィルタ枠152に3つの窓部152A、152B、152Cが備えられる。各窓部152A、152B、152Cは、光軸を中心とした同心円上に一定の間隔をもって配置される。以下、必要に応じて、窓部152Aを第1窓部152A、窓部152Bを第2窓部152B、窓部152Cを第3窓部152Cとして、3つの窓部152A、152B、152Cを区別する。撮像レンズ100は、フィルタ枠152が瞳位置又は瞳位置近傍に配置されることにより、瞳領域が3つの領域に分割される。すなわち、光路が3つに分割される。

[0190] 各窓部152A、152B、152Cには、バンドパスフィルタ154A、154B、154C、バンドストップフィルタ156A、156B、156C及び偏光フィルタ158A、158B、158Cが配置される。本例のフィルタユニット150では、光軸Zに沿って物体側（前側）から偏光フィルタ158A、158B、158C、バンドパスフィルタ154A、154B、154C、バンドストップフィルタ156A、156B、156Cの順で配置される。

[0191] 以下、必要に応じて、第1窓部152Aに配置されるバンドパスフィルタ154Aを第1バンドパスフィルタ154A、第2窓部152Bに配置され

るバンドパスフィルタ154Bを第2バンドパスフィルタ154B、第3窓部152Cに配置されるバンドパスフィルタ154Cを第3バンドパスフィルタ154Cとして、各窓部152A、152B、152Cに配置されるバンドパスフィルタ154A、154B、154Cを区別する。また、第1窓部152Aに配置されるバンドストップフィルタ156Aを第1バンドストップフィルタ156A、第2窓部152Bに配置されるバンドストップフィルタ156Bを第2バンドストップフィルタ156B、第3窓部152Cに配置されるバンドストップフィルタ156Cを第3バンドストップフィルタ156Cとして、各窓部152A、152B、152Cに配置されるバンドストップフィルタ156A、156B、156Cを区別する。また、第1窓部152Aに配置される偏光フィルタ158Aを第1偏光フィルタ158A、第2窓部152Bに配置される偏光フィルタ158Bを第2偏光フィルタ158B、第3窓部152Cに配置される偏光フィルタ158Cを第3偏光フィルタ158Cとして、各窓部152A、152B、152Cに配置される偏光フィルタ158A、158B、158Cを区別する。

[0192] 各窓部152A、152B、152Cに配置されるバンドパスフィルタ154A、154B、154Cは、互いに異なる光透過帯域を有する。第1バンドパスフィルタ154Aの光透過帯域を第1光透過帯域 $\Lambda 1$ とする。また、第2バンドパスフィルタ154Bの光透過帯域を第2光透過帯域 $\Lambda 2$ とする ( $\Lambda 1 \neq \Lambda 2$ )。また、第3バンドパスフィルタ154Cの光透過帯域を第3光透過帯域 $\Lambda 3$ とする ( $\Lambda 1 \neq \Lambda 3$ 、 $\Lambda 2 \neq \Lambda 3$ )。本例では、第3光透過帯域 $\Lambda 3$ が、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ よりも長波長側に設定される。また、第2光透過帯域 $\Lambda 2$ が、第1光透過帯域 $\Lambda 1$ よりも長波長側に設定される。また、バンドパスフィルタ154A、154B、154Cには、反射型のバンドパスフィルタが使用される。

[0193] 各窓部152A、152B、152Cに配置されるバンドストップフィルタ156A、156B、156Cは、少なくとも同じ窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は透過させる特性を有する。その一

方で、他の窓部のうち少なくとも1つの窓部に配置されるバンドパスフィルタが透過させる波長域の光は吸収する特性を有する。具体的には、次の光学特性を有する吸収型のバンドストップフィルタで構成される。

[0194] 第1バンドストップフィルタ146Aは、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光、及び、第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を吸収する特性を有する（図8参照）。

[0195] 第2バンドストップフィルタ146Bは、少なくとも第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光、及び、第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を吸収する特性を有する（図9参照）。

[0196] 第3バンドストップフィルタ146Cは、少なくとも第3バンドパスフィルタ144Cが透過させる波長域（第3光透過帯域 $\Lambda 3$ ）の光を透過させる特性を有する。その一方で、少なくとも第1バンドパスフィルタ144Aが透過させる波長域（第1光透過帯域 $\Lambda 1$ ）の光、及び、第2バンドパスフィルタ144Bが透過させる波長域（第2光透過帯域 $\Lambda 2$ ）の光を吸収する特性を有する（図10参照）。

[0197] 各窓部152A、152B、152Cには、それぞれ透過軸の角度が異なる偏光フィルタ158A、158B、158Cが備えられる。第1窓部152Aに備えられる偏光フィルタ158Aは、透過軸が第1の角度 $\beta 1$ に設定される。第2窓部152Bに備えられる偏光フィルタ158Bは、透過軸が第2の角度 $\beta 2$ （ $\beta 2 \neq \beta 1$ ）に設定される。第3窓部152Cに備えられる偏光フィルタ158Cは、透過軸が第3の角度 $\beta 3$ （ $\beta 3 \neq \beta 1$ 、 $\beta 3 \neq \beta 2$ ）に設定させる。

[0198] 図24は、フィルタユニットの各窓部に備えられる偏光フィルタの一例を示す図である。同図は、フィルタユニット150を物体側から見た場合の各偏光フィルタ158A、158B、158Cの透過軸の設定を表している。

[0199] 同図に示すように、本実施の形態のフィルタユニット150では、第1窓部152Aに備えられる偏光フィルタ158Aの透過軸が $\beta 1 = 0^\circ$ 、第2窓部152Bに備えられる偏光フィルタ158Bの透過軸が $\beta 2 = 60^\circ$ 、第3窓部152Cに備えられる偏光フィルタ158Cの透過軸が $\beta 3 = 120^\circ$ に設定される。

[0200] なお、角度はX軸と平行になる状態を $0^\circ$ とし、物体側（正面側）から見て反時計回りの方向をプラス（+）の方向としている。したがって、透過軸が $60^\circ$ とは、X軸に対し反時計回りに $60^\circ$ 傾いた状態である。また、透過軸が $120^\circ$ とは、X軸に対し反時計回りに $120^\circ$ 傾いた状態である。なお、 $120^\circ$ は $-60^\circ$ と同義である。すなわち、透過軸が $120^\circ$ とは、X軸に対し時計回りに $60^\circ$ 傾いた状態である。

[0201] X軸は、光軸Zと直交する平面に設定される軸である。光軸Zと直交する平面において、X軸と直交する軸をY軸とする。マルチスペクトルカメラシステムのカメラ本体に備えられるイメージセンサは、その受光面の上下の辺がX軸と平行に配置される。また、左右の辺がY軸と平行に配置される。

[0202] 偏光フィルタ158A、158B、158Cには、反射型及び吸収型のいずれも使用できるが、ゴースト抑制の観点から吸収型のものを使用することが好ましい。

[0203] 以上のように構成される本例の撮像レンズの作用は、次のとおりである。

[0204] 撮像レンズに入射した光は、フィルタユニット150によって光路が3分割され、第1窓部152A、第2窓部152B及び第3窓部152Cを通過して、イメージセンサ（不図示）に至る。

[0205] 第1窓部152Aに入射した光は、第1窓部152Aに配置された第1偏光フィルタ158A、第1バンドパスフィルタ154A、第1バンドストップフィルタ156Aを通過して、第1窓部152Aから出射される。この際

、第1窓部152Aに入射した光は、第1偏光フィルタ158A、第1バンドパスフィルタ154A、第1バンドストップフィルタ156Aの順で通過する。まず、第1偏光フィルタ158Aを通過することで、方位角が $0^\circ$ の直線偏光の光とされる。次いで、第1バンドパスフィルタ154Aを通過することで、波長域 $\Lambda 1$ に制限される。第1バンドストップフィルタ156Aは、波長域 $\Lambda 2$ 及び波長域 $\Lambda 3$ の光は吸収するが、波長域 $\Lambda 1$ の光は透過させる。したがって、第1バンドパスフィルタ154Aを通過した波長域 $\Lambda 1$ の光は、そのまま第1バンドストップフィルタ156Aを通過する。よって、第1窓部152Aからは、波長域 $\Lambda 1$ 、方位角 $0^\circ$ の直線偏光の光が出射される。

[0206] 第2窓部152Bに入射した光は、第2窓部152Bに配置された第2偏光フィルタ158B、第2バンドパスフィルタ154B、第2バンドストップフィルタ156Bを通過して、第2窓部152Bから出射される。この際、第2窓部152Bに入射した光は、第2偏光フィルタ158B、第2バンドパスフィルタ154B、第2バンドストップフィルタ156Bの順で通過する。まず、第2偏光フィルタ158Bを通過することで、方位角が $60^\circ$ の直線偏光の光とされる。次いで、第2バンドパスフィルタ154Bを通過することで、波長域 $\Lambda 2$ に制限される。第2バンドストップフィルタ156Bは、波長域 $\Lambda 1$ 及び波長域 $\Lambda 3$ の光は吸収するが、波長域 $\Lambda 2$ の光は透過させる。したがって、第2バンドパスフィルタ154Bを通過した波長域 $\Lambda 2$ の光は、そのまま第2バンドストップフィルタ156Bを通過する。よって、第2窓部152Bからは、波長域 $\Lambda 2$ 、方位角 $60^\circ$ の直線偏光の光が出射される。

[0207] 第3窓部152Cに入射した光は、第3窓部152Cに配置された第3偏光フィルタ158C、第3バンドパスフィルタ154C、第3バンドストップフィルタ156Cを通過して、第3窓部152Cから出射される。この際、第3窓部152Cに入射した光は、第3偏光フィルタ158C、第3バンドパスフィルタ154C、第3バンドストップフィルタ156Cの順で通過

する。まず、第3偏光フィルタ158Cを通過することで、方位角が120°の直線偏光の光とされる。次いで、第3バンドパスフィルタ154Cを通過することで、波長域Λ2に制限される。第3バンドストップフィルタ156Cは、波長域Λ1及び波長域Λ2の光は吸収するが、波長域Λ3の光は透過させる。したがって、第3バンドパスフィルタ154Cを通過した波長域Λ3の光は、そのまま第3バンドストップフィルタ156Cを通過する。よって、第3窓部152Cからは、波長域Λ3、方位角120°の直線偏光の光が出射される。

[0208] このように、本例の撮像レンズによれば、フィルタユニット150の各窓部152A、152B、152Cに偏光フィルタ158A、158B、158Cが配置されることにより、各窓部152A、152B、152Cから所定の偏光方向の光が得られる。なお、バンドストップフィルタ156A、156B、156Cが配置されることによるゴースト及びフレアの抑制効果は、上記実施の形態の撮像レンズ100と同じである。

[0209] なお、本例では、各窓部において、バンドパスフィルタ、バンドストップフィルタ及び偏光フィルタを光軸に沿って物体側から偏光フィルタ、バンドパスフィルタ、バンドストップフィルタの順で配置しているが、各光学フィルタを配置する順番は、これに限定されるものではない。たとえば、光軸に沿って物体側からバンドパスフィルタ、バンドストップフィルタ、偏光フィルタの順で配置してもよい。また、たとえば、光軸に沿って物体側からバンドパスフィルタ、偏光フィルタ、バンドストップフィルタの順で配置してもよい。

[0210] また、各窓部に配置するバンドパスフィルタ、バンドストップフィルタ及び偏光フィルタは、空気層を介在させずに配置することが好ましい。

[0211] また、第2光学フィルタについては、バンドストップフィルタに代えてシャープカットフィルタを使用することもできる。

[0212] 更に、フィルタユニットに備える窓部の数（瞳領域の分割数）については、分光する波長の数に応じて設定される。たとえば、2波長に分光して撮像

する場合は、少なくとも2つの窓部が備えられる。また、4波長に分光して撮像する場合は、少なくとも4つの窓部が備えられる。

[0213] [マルチスペクトルカメラシステム]

次に、本発明が適用された撮像レンズを用いたマルチスペクトルカメラシステムについて説明する。

[0214] 上記のように、マルチスペクトルカメラシステムは、複数の波長に分光した画像を同時に撮像するシステムである。

[0215] ここでは、偏光方式のマルチスペクトルカメラシステムの例で説明する。また、3つの波長に分光した画像を撮像する場合を例に説明する。

[0216] 図25は、マルチスペクトルカメラシステムの概略構成を示す図である。

[0217] 同図に示すように、本実施の形態のマルチスペクトルカメラシステム1は、主として、マルチスペクトルカメラ10と、信号処理装置300と、で構成される。マルチスペクトルカメラ10は、撮像レンズ100と、カメラ本体200と、で構成される。マルチスペクトルカメラ10は、撮像装置の一例である。

[0218] [撮像レンズ]

撮像レンズ100には、図23に示すフィルタユニット150を備えた撮像レンズが使用される。すなわち、フィルタ枠152に3つの窓部152A、152B、152Cを有し、各窓部152A、152B、152Cにバンドパスフィルタ154A、154B、154C、バンドストップフィルタ156A、156B、156C及び偏光フィルタ158A、158B、158Cが配置されたフィルタユニット150を備えた撮像レンズが使用される。

[0219] [カメラ本体]

図25に示すように、カメラ本体200は、イメージセンサ210を有する。イメージセンサ210は、撮像レンズ100の光軸上に配置され、撮像レンズ100を通過した光を受光する。このイメージセンサ210は、偏光イメージセンサで構成される。偏光イメージセンサは、偏光子を搭載したイメージセンサであり、画素ごとに偏光子が備えられる。偏光子は、たとえば

、マイクロレンズとフォトダイオードとの間に備えられる。なお、この種の偏光イメージセンサは、公知（たとえば、国際公開第2020/071253号等参照）であるので、その詳細についての説明は省略する。

[0220] 偏光イメージセンサに搭載される偏光子の方向（透過軸の角度）は、撮像する波長の数に応じて選択される。本実施の形態では、3つの波長に分光した画像を撮像する。この場合、少なくとも3方向の偏光子を備えた偏光イメージセンサが使用される。本実施の形態では、4方向の偏光子を備えた偏光イメージセンサを使用する。

[0221] 図26は、偏光イメージセンサにおける画素及び偏光子の配置の一例を示す図である。

[0222] 同図に示すように、マトリクス状に配置される画素に対し、透過軸の角度が異なる4つの偏光子が規則的に配置される。透過軸の角度が $\gamma_1$ の偏光子を第1の偏光子、透過軸の角度が $\gamma_2$ の偏光子を第2の偏光子、透過軸の角度が $\gamma_3$ の偏光子を第3の偏光子、透過軸の角度が $\gamma_4$ の偏光子を第4の偏光子とする。一例として、本実施の形態では、第1の偏光子の透過軸の角度 $\gamma_1$ が $0^\circ$ 、第2の偏光子の透過軸の角度 $\gamma_2$ が $45^\circ$ 、第3の偏光子の透過軸の角度 $\gamma_3$ が $90^\circ$ 、第4の偏光子の透過軸の角度 $\gamma_4$ が $135^\circ$ に設定される。

[0223] 第1の偏光子を備えた画素P1を第1画素、第2の偏光子を備えた画素P2を第2画素、第3の偏光子を備えた画素P3を第3画素、第4の偏光子を備えた画素P4を第4画素とする。第1画素P1、第2画素P2、第3画素P3及び第4画素P4からなる $2 \times 2$ の画素群を1つのユニット（画素ユニット）PUとし、この画素ユニットPUが、X軸及びY軸に沿って繰り返し配置される。

[0224] このように4方向の偏光子を搭載した偏光イメージセンサでは、ワンショットで4方向の偏光画像を撮像できる。

[0225] イメージセンサ210は、たとえば、駆動部、ADC（Analog to Digital Converter）、及び、信号処理部等を備えたCMOS（Complementary Metal

Oxide Semiconductor) 型で構成される。この場合、イメージセンサ 210 は、内蔵する駆動部に駆動されて動作する。また、各画素の信号は、内蔵する ADC によってデジタル信号に変換されて出力される。更に、各画素の信号は、内蔵する信号処理部によって、相関二重サンプリング処理、ゲイン処理、補正処理等が行われて出力される。信号処理は、デジタル信号に変換した後に行う構成としてもよいし、デジタル信号に変換する前に行う構成としてもよい。

[0226] カメラ本体 200 には、イメージセンサ 210 の他、イメージセンサ 210 で撮像された画像のデータを出力する出力部（不図示）、カメラ本体 200 の全体の動作を制御するカメラ制御部（不図示）等が備えられる。カメラ制御部は、たとえば、プロセッサで構成される。プロセッサは、所定の制御プログラムを実行することで、カメラ制御部として機能する。

[0227] なお、カメラ本体 200 から出力される画像のデータは、いわゆる RAW 画像データである。すなわち、未処理の画像データである。この RAW 画像データが、信号処理装置 300 で処理されて、複数の波長に分光した画像が生成される。

[0228] [信号処理装置]

上記のように、信号処理装置 300 は、カメラ本体 200 から出力される画像データ（RAW 画像データ）を処理して、複数の波長に分光した画像を生成する。より具体的には、撮像レンズ 100 の各窓部に備えられたバンドパスフィルタの光透過帯域に対応した波長域の画像を生成する。本実施の形態では、第 1 光透過帯域  $\Lambda 1$  に対応した波長域（第 1 の波長域  $\Lambda 1$ ）の画像（第 1 画像）と、第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$  に対応した波長域（第 2 の波長域  $\Lambda 2$ ）の画像（第 2 画像）と、第 3 光透過帯域  $\Lambda 3$  に対応した波長域（第 3 の波長域  $\Lambda 3$ ）の画像（第 3 画像）と、からなる 3 つ波長の画像を生成する。

[0229] 図 27 は、信号処理装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0230] 同図に示すように、信号処理装置 300 は、CPU (Central Processing Unit) 311、ROM (Read Only Memory) 312、RAM (Random Access

Memory) 313、補助記憶装置314、入力装置315、出力装置316及び入出インターフェース317等を備える。このような信号処理装置300は、たとえば、パーソナルコンピュータ等の汎用のコンピュータで構成される。

[0231] 信号処理装置300は、プロセッサであるCPU311が、所定のプログラム（信号処理プログラム）を実行することにより、信号処理装置として機能する。CPU311が実行するプログラムは、ROM312又は補助記憶装置314に記憶される。

[0232] 補助記憶装置314は、信号処理装置300の記憶部を構成する。補助記憶装置314は、たとえば、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）等で構成される。

[0233] 入力装置315は、信号処理装置300の操作部を構成する。入力装置315は、たとえば、キーボード、マウス、タッチパネル等で構成される。

[0234] 出力装置316は、信号処理装置300の表示部を構成する。出力装置316は、たとえば、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display）、有機ELディスプレイ（Organic Light Emitting Diode display）等のディスプレイ等で構成される。

[0235] 入出インターフェース317は、信号処理装置300の接続部を構成する。信号処理装置300は、入出インターフェース317を介して、カメラ本体200と接続される。

[0236] 図28は、信号処理装置が有する主な機能のブロック図である。

[0237] 同図に示すように、信号処理装置300は、画像データ取得部320、画像生成部330、出力制御部340及び記録制御部350等の機能を有する。これらの機能は、CPU311が所定のプログラムを実行することで実現される。

[0238] 画像データ取得部320は、撮像により得られる画像データをカメラ本体200から取得する。上記のように、カメラ本体200から取得される画像データは、RAW画像データである。

[0239] 画像生成部330は、画像データ取得部320で取得された画像データに対し、所定の信号処理を施して、撮像レンズ100の各窓部に備えられたバンドパスフィルタの光透過帯域に対応した波長域の画像を生成する。本実施の形態では、第1の波長域 $\Lambda 1$ の画像（第1画像）と、第2の波長域 $\Lambda 2$ の画像（第2画像）と、第3の波長域 $\Lambda 3$ の画像（第3画像）と、を生成する。画像生成部330は、画像データ取得部320で取得された画像データに対し、画素ユニット単位で混信を除去する処理を行って、各波長域 $\Lambda 1$ 、 $\Lambda 2$ 、 $\Lambda 3$ の画像を生成する。以下、この処理について概説する。

[0240] 上記のように、4方向の偏光子を搭載した偏光イメージセンサでは、ワンショットで4方向の偏光画像を撮像できる。この4方向の偏光画像には、それぞれ各波長域 $\Lambda 1$ 、 $\Lambda 2$ 、 $\Lambda 3$ の画像成分が所定の割合（混信率）で含まれている。混信率は、フィルタユニット120の各窓部に備えられる偏光フィルタの透過軸の角度と、各画素に備えられる偏光子の透過軸の角度とで定まり、既知である。そして、この混信率の情報を利用することで、各波長域の画像を生成できる。

[0241] イメージセンサ210で撮像された画像における第1画素P1の画素値を $x_1$ 、第2画素P2の画素値を $x_2$ 、第3画素P3の画素値を $x_3$ 、第4画素P4の画素値を $x_4$ とする。

[0242] また、生成される第1画像の対応画素の画素値を $X_1$ 、第2画像の対応画素の画素値を $X_2$ 、第3画像の対応画素の画素値を $X_3$ とする。

[0243] 第1の波長域 $\Lambda 1$ の光が第1画素P1で受光される割合を $b_{11}$ 、第2の波長域 $\Lambda 2$ の光が第1画素P1で受光される割合を $b_{12}$ 、第3の波長域 $\Lambda 3$ の光が第1画素P1で受光される割合を $b_{13}$ とすると、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ と $x_1$ との間には、次の関係が成り立つ。

$$b_{11} * X_1 + b_{12} * X_2 + b_{13} * X_3 = x_1 \dots (\text{式} 1)$$

[0244] また、第1の波長域 $\Lambda 1$ の光が第2画素P2で受光される割合を $b_{21}$ 、第2の波長域 $\Lambda 2$ の光が第2画素P2で受光される割合を $b_{22}$ 、第3の波長域 $\Lambda 3$ の光が第2画素P2で受光される割合を $b_{23}$ とすると、 $X_1$ 、 $X$

2、 $X_3$ と $x_2$ との間には、次の関係が成り立つ。

$$b_{21} * X_1 + b_{22} * X_2 + b_{23} * X_3 = x_2 \dots (\text{式 } 2)$$

[0245] また、第1の波長域 $\Lambda_1$ の光が第3画素 $P_3$ で受光される割合を $b_{31}$ 、第2の波長域 $\Lambda_2$ の光が第3画素 $P_3$ で受光される割合を $b_{32}$ 、第3の波長域 $\Lambda_3$ の光が第3画素 $P_3$ で受光される割合を $b_{33}$ とすると、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ と $x_3$ との間には、次の関係が成り立つ。

$$b_{31} * X_1 + b_{32} * X_2 + b_{33} * X_3 = x_3 \dots (\text{式 } 3)$$

[0246] また、第1の波長域 $\Lambda_1$ の光が第4画素 $P_4$ で受光される割合を $b_{41}$ 、第2の波長域 $\Lambda_2$ の光が第4画素 $P_4$ で受光される割合を $b_{42}$ 、第3の波長域 $\Lambda_3$ の光が第4画素 $P_4$ で受光される割合を $b_{43}$ とすると、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ と $x_4$ との間には、次の関係が成り立つ。

$$b_{41} * X_1 + b_{42} * X_2 + b_{43} * X_3 = x_4 \dots (\text{式 } 4)$$

[0247]  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ について、上記式1～4の連立方程式を解くことで、第1画像、第2画像及び第3画像の対応画素の画素値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ を取得できる。

[0248] このように、混信率の情報を利用することで、イメージセンサで撮像された画像から各波長域の画像を生成できる。

[0249] ここで、上記の連立方程式は、行列を用いた式で表わすことができる。また、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ は、その行列の逆行列を両辺に掛けることで算出できる。信号処理装置300は、この逆行列の各要素を係数群として保持する。係数群の情報は、たとえば、補助記憶装置314に記憶される。画像生成部330は、補助記憶装置314から係数群の情報を取得して、各波長域の画像を生成する。

[0250] 出力制御部340は、画像生成部330で生成された各波長域の画像（第1画像、第2画像及び第3画像）の出力を制御する。本実施の形態では、出力装置316であるディスプレイへの出力（表示）を制御する。

[0251] 記録制御部350は、ユーザからの指示に応じて、画像生成部330で生成された各波長域の画像の記録を制御する。生成された各波長域の画像は、

補助記憶装置 314 に記録される。

[0252] 以上のように構成される本実施の形態のマルチスペクトルカメラシステム 1 によれば、3つの波長に分光した画像を同時に撮像できる。3つの波長は、撮像レンズ 100 の各窓部 152 A、152 B、152 C に配置されるバンドパスフィルタ 154 A、154 B、154 C の光透過帯域（第 1 光透過帯域  $\Lambda 1$ 、第 2 光透過帯域  $\Lambda 2$  及び第 3 光透過帯域  $\Lambda 3$ ）に対応する。したがって、各窓部 152 A、152 B、152 C に配置するバンドパスフィルタを変えることで、異なる波長域の組み合わせの画像を撮像できる。

[0253] [マルチスペクトルカメラシステムの変形例]

[偏光方式の以外のマルチスペクトルカメラシステムへの適用]

本発明が適用された撮像レンズは、偏光方式以外のマルチスペクトルカメラシステムにも使用できる。たとえば、イメージセンサに指向性センサを使用したマルチスペクトルカメラシステムにも使用できる。指向性センサは、マイクロレンズ及び遮光膜を利用することで、撮像レンズを介して入射する光束を瞳分割して選択的に受光する機能を有するイメージセンサである（たとえば、国際公開第 2019/073881 号等参照）。指向性センサは、瞳選択性センサなどとも称される。偏光方式以外のマルチスペクトルカメラシステムに使用する撮像レンズでは、原則として、偏光フィルタは不要とされる。

[0254] [撮像レンズ及びカメラ本体]

撮像レンズ及びカメラ本体は一体化した構造であってもよいし、また、たとえば、マウントを備えることにより、カメラ本体に対し撮像レンズを交換できる構成としてもよい。

[0255] [イメージセンサ]

イメージセンサには、カラー偏光イメージセンサを使用することもできる。たとえば、4 波長に分光した画像を撮像する場合には、カラー偏光イメージセンサが使用される。カラー偏光イメージセンサは、各画素にカラーフィルタを備えた偏光イメージセンサである。カラーフィルタは、各画素ユニットにおいて、所定の位置に配置される。たとえば、図 26 に示すイメージセ

ンサのように、4つの画素P1～P4で1つの画素ユニットPUが構成される場合、第1画素P1には第1のカラーフィルタ（たとえば、緑の波長域の光を透過させるカラーフィルタ）、第2画素P2には第2のカラーフィルタ（たとえば、赤の波長域の光を透過させるカラーフィルタ）、第3画素P3には第3のカラーフィルタ（たとえば、青の波長域の光を透過させるカラーフィルタ）、第4画素P4には第4のカラーフィルタ（たとえば、赤外域の光を透過させるカラーフィルタ）が配置される。カラーフィルタは、各画素において、たとえば、マイクロレンズと偏光子との間に配置される。

[0256] カラー偏光イメージセンサを使用する場合は、各画素に備えられるカラーフィルタの分光透過率の情報を更に加味して、混信率が求められる。

[0257] [信号処理装置]

上記実施の形態のマルチスペクトルカメラシステムでは、カメラ本体と信号処理装置とを別体で構成しているが、信号処理装置の機能をカメラ本体に備えてもよい。また、この場合、信号処理の機能のみをカメラ本体に備える構成としてもよい。

[0258] また、信号処理装置が備える各種の機能は、各種のプロセッサ（Processor）で実現される。各種のプロセッサには、プログラムを実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPU及び／又はGPU（Graphic Processing Unit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス（Programmable Logic Device：PLD）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。プログラムは、ソフトウェアと同義である。

[0259] 1つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの1つで構成されていてもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサで構成されてもよい。たとえば、1つの処理部は、複数のFPGA、あるいは、CPUとFPGAの組み合わせによって構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッ

サで構成してもよい。複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアントやサーバなどに用いられるコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組合せで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ (System on Chip: SoC) などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC (Integrated Circuit) チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを1つ以上用いて構成される。

[0260] [その他のレンズ装置及び撮像装置への適用]

本発明は、マルチスペクトルカメラ以外の撮像装置に使用されるレンズ装置にも適用できる。撮像装置には、他の機器に組み込まれた撮像装置も含まれる。たとえば、スマートフォン、パーソナルコンピュータ等に組み込まれたデジタルカメラも含まれる。また、撮像装置以外の光学機器に使用されるレンズ装置にも適用できる。

### 符号の説明

- [0261] 1 マルチスペクトルカメラシステム
- 10 マルチスペクトルカメラ
  - 100 撮像レンズ
  - 110 鏡筒
  - 120 フィルタユニット
  - 120A レンズ群 (第1レンズ群)
  - 120B レンズ群 (第2レンズ群)
  - 130 フィルタユニット
  - 132 フィルタ枠
  - 132A 窓部 (第1窓部)
  - 132B 窓部 (第2窓部)
  - 134A バンドパスフィルタ (第1バンドパスフィルタ)

- 1 3 4 B バンドパスフィルタ (第2バンドパスフィルタ)
- 1 3 6 A バンドストップフィルタ (第1バンドストップフィルタ)
- 1 3 6 B バンドストップフィルタ (第2バンドストップフィルタ)
- 1 4 0 フィルタユニット
- 1 4 2 フィルタ枠
  - 1 4 2 A 窓部 (第1窓部)
  - 1 4 2 B 窓部 (第2窓部)
  - 1 4 2 C 窓部 (第3窓部)
- 1 4 4 A バンドパスフィルタ (第1バンドパスフィルタ)
- 1 4 4 B バンドパスフィルタ (第2バンドパスフィルタ)
- 1 4 4 C バンドパスフィルタ (第3バンドパスフィルタ)
- 1 4 6 A バンドストップフィルタ (第1バンドストップフィルタ)
- 1 4 6 B バンドストップフィルタ (第2バンドストップフィルタ)
- 1 4 6 C バンドストップフィルタ (第3バンドストップフィルタ)
- 1 5 0 フィルタユニット
- 1 5 2 フィルタ枠
  - 1 5 2 A 窓部 (第1窓部)
  - 1 5 2 B 窓部 (第2窓部)
  - 1 5 2 C 窓部 (第3窓部)
- 1 5 4 A バンドパスフィルタ (第1バンドパスフィルタ)
- 1 5 4 B バンドパスフィルタ (第2バンドパスフィルタ)
- 1 5 4 C バンドパスフィルタ (第3バンドパスフィルタ)
- 1 5 6 A バンドストップフィルタ (第1バンドストップフィルタ)
- 1 5 6 B バンドストップフィルタ (第2バンドストップフィルタ)
- 1 5 6 C バンドストップフィルタ (第3バンドストップフィルタ)
- 1 5 8 A 偏光フィルタ (第1偏光フィルタ)
- 1 5 8 B 偏光フィルタ (第2偏光フィルタ)
- 1 5 8 C 偏光フィルタ (第3偏光フィルタ)

- 200 カメラ本体
- 210 イメージセンサ
- 300 信号処理装置
- 311 CPU
- 312 ROM
- 314 補助記憶装置
- 315 入力装置
- 316 出力装置
- 317 入出力インターフェース
- 320 画像データ取得部
- 330 画像生成部
- 340 出力制御部
- 350 記録制御部
- P1 画素（第1画素）
- P2 画素（第2画素）
- P3 画素（第3画素）
- P4 画素（第4画素）
- PU 画素ユニット
- Z 光軸
- $\beta 1$  第1窓部に備えられる偏光フィルタの透過軸の角度
- $\beta 2$  第2窓部に備えられる偏光フィルタの透過軸の角度
- $\beta 3$  第3窓部に備えられる偏光フィルタの透過軸の角度
- $\Lambda 1$  第1バンドパスフィルタの光透過帯域（第1光透過帯域）
- $\Lambda 2$  第2バンドパスフィルタの光透過帯域（第2光透過帯域）
- $\Lambda 3$  第3バンドパスフィルタの光透過帯域（第3光透過帯域）
- $\gamma 1$  第1の偏光子の透過軸の角度
- $\gamma 2$  第2の偏光子の透過軸の角度
- $\gamma 3$  第3の偏光子の透過軸の角度

- $\gamma 4$  第4の偏光子の透過軸の角度
- $\lambda \text{BPF}$  バンドパスフィルタの透過率ピーク波長
- $\lambda \text{BPF} 1$  第1窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長
- $\lambda \text{BPF} 2$  第2窓部に配置されるバンドパスフィルタの透過率ピーク波長
- $\lambda \text{abs}$  バンドストップフィルタの吸収率ピーク波長
- $\lambda \text{ref}$  バンドストップフィルタの反射率ピーク波長
- $\lambda \text{tra}$  バンドストップフィルタの透過率ピーク波長
- $\alpha \text{max}$  吸収率ピーク波長 $\lambda \text{abs}$ における吸収率
- $\rho \text{max}$  反射率ピーク波長 $\lambda \text{ref}$ における透過率
- $\tau \text{BSF} (\lambda \text{BPF})$  透過率ピーク波長 $\lambda \text{BPF}$ に対応する波長での透過率
- $\tau \text{SCF} (\lambda \text{BPF})$  透過率ピーク波長 $\lambda \text{BPF}$ に対応する波長での透過率
- $\tau \text{max}$  透過率ピーク波長 $\lambda \text{tra}$ における透過率
- $\alpha \text{BSF} 3 (\lambda \text{BPF} 1)$  透過率ピーク波長 $\lambda \text{BPF} 1$ に対応する波長での吸収率
- $\alpha \text{BSF} 3 (\lambda \text{BPF} 2)$  透過率ピーク波長 $\lambda \text{BPF} 2$ に対応する波長での吸収率
- $\text{BPF} 1$  第1バンドパスフィルタの透過率特性を示すグラフ
- $\text{BPF} 2$  第2バンドパスフィルタの透過率特性を示すグラフ
- $\text{BPF} 3$  第3バンドパスフィルタの透過率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 1$  第1バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 2$  第2バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 2 1$  第1の第2バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 2 2$  第2の第2バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 3$  第3バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{SCF} 1$  シャープカットフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{BSF} 1 1$  バンドストップフィルタの吸収率特性を示すグラフ
- $\text{SCF} 1 2$  シャープカットフィルタの吸収率特性を示すグラフ

## 請求の範囲

- [請求項1] 物体側から順に、  
特定の波長域に光透過帯域を有する第1光学フィルタと、  
前記第1光学フィルタの前記光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有する第2光学フィルタと、  
を光路中に備えた、  
レンズ装置。
- [請求項2] 前記第1光学フィルタは、反射型のバンドパスフィルタである、  
請求項1に記載のレンズ装置。
- [請求項3] 複数の開口部を有する枠体を前記光路中に備え、  
少なくとも2つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタと、  
、  
前記第1光学フィルタが配置された前記開口部に配置される前記第2光学フィルタと、  
を有する、  
請求項1又は2に記載のレンズ装置。
- [請求項4] 前記開口部に配置される前記第1光学フィルタは、他の前記開口部のうち少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタとは異なる前記光透過帯域を有する、  
請求項3に記載のレンズ装置。
- [請求項5] 前記開口部に配置される前記第2光学フィルタは、他の前記開口部のうち少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタの前記光透過帯域を含む前記光吸収帯域を有する、  
請求項4に記載のレンズ装置。
- [請求項6] 前記枠体は、少なくとも3つの前記開口部を備え、  
少なくとも3つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタと、  
、  
前記第1光学フィルタが配置された前記開口部に配置される前記第

2 光学フィルタと、

を有し、

少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第2光学フィルタは、他の前記開口部に配置される前記第1光学フィルタの前記光透過帯域を含む前記光吸収帯域を有する、

請求項4に記載のレンズ装置。

[請求項7]

前記枠体は、少なくとも3つの前記開口部を備え、

少なくとも3つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタと

、

前記第1光学フィルタが配置された前記開口部に配置される前記第2光学フィルタと、

を有し、

少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第2光学フィルタは、異なる前記光吸収帯域を有する複数の光学フィルタを組み合わせ構成され、他の前記開口部に配置される前記第1光学フィルタの前記光透過帯域を含む前記光吸収帯域を有する、

請求項4に記載のレンズ装置。

[請求項8]

前記第2光学フィルタは、吸収率がピークとなる波長での吸収率が0.8以上である、

請求項1から7のいずれか1項に記載のレンズ装置。

[請求項9]

前記第2光学フィルタは、透過率がピークとなる波長での透過率が0.8以上である、

請求項1から8のいずれか1項に記載のレンズ装置。

[請求項10]

前記第2光学フィルタは、反射率がピークとなる波長での反射率が0.1未満である、

請求項1から9のいずれか1項に記載のレンズ装置。

[請求項11]

前記第2光学フィルタは、吸収率がピーク値の50%となる波長の幅が20nm以上である、

- 請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。
- [請求項12] 前記第 2 光学フィルタは、吸収率がピーク値の 50%となる波長の幅が 20 nm 以上、200 nm 以下である、  
請求項 11 に記載のレンズ装置。
- [請求項13] 前記第 2 光学フィルタは、色素を含む層を有する、  
請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。
- [請求項14] 前記第 2 光学フィルタは、前記第 1 光学フィルタで透過率がピークとなる波長に対応する波長での透過率が 0.8 以上である、  
請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。
- [請求項15] 前記開口部に配置される前記第 2 光学フィルタは、他の前記開口部のうち少なくとも 1 つの前記開口部に配置される前記第 1 光学フィルタで透過率がピークとなる波長に対応する波長での吸収率が 0.8 以上である、  
請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載のレンズ装置。
- [請求項16] 前記枠体は、瞳位置又は瞳位置近傍に配置される、  
請求項 3、4、5、6、7 又は 15 に記載のレンズ装置。
- [請求項17] 前記第 1 光学フィルタが配置された前記開口部に配置される偏光フィルタを更に有する、  
請求項 3、4、5、6、7、15 又は 16 に記載のレンズ装置。
- [請求項18] 請求項 17 に記載のレンズ装置と、  
前記レンズ装置を通過した光を受光する偏光イメージセンサと、  
を備えた撮像装置。
- [請求項19] レンズ装置の光路中に配置されるフィルタユニットであって、  
複数の開口部を有する枠体と、  
少なくとも 2 つの前記開口部に配置され、特定の波長域に光透過帯域を有する第 1 光学フィルタと、  
前記第 1 光学フィルタが配置された前記開口部に配置され、前記第 1 光学フィルタの前記光透過帯域とは異なる波長域に光吸収帯域を有

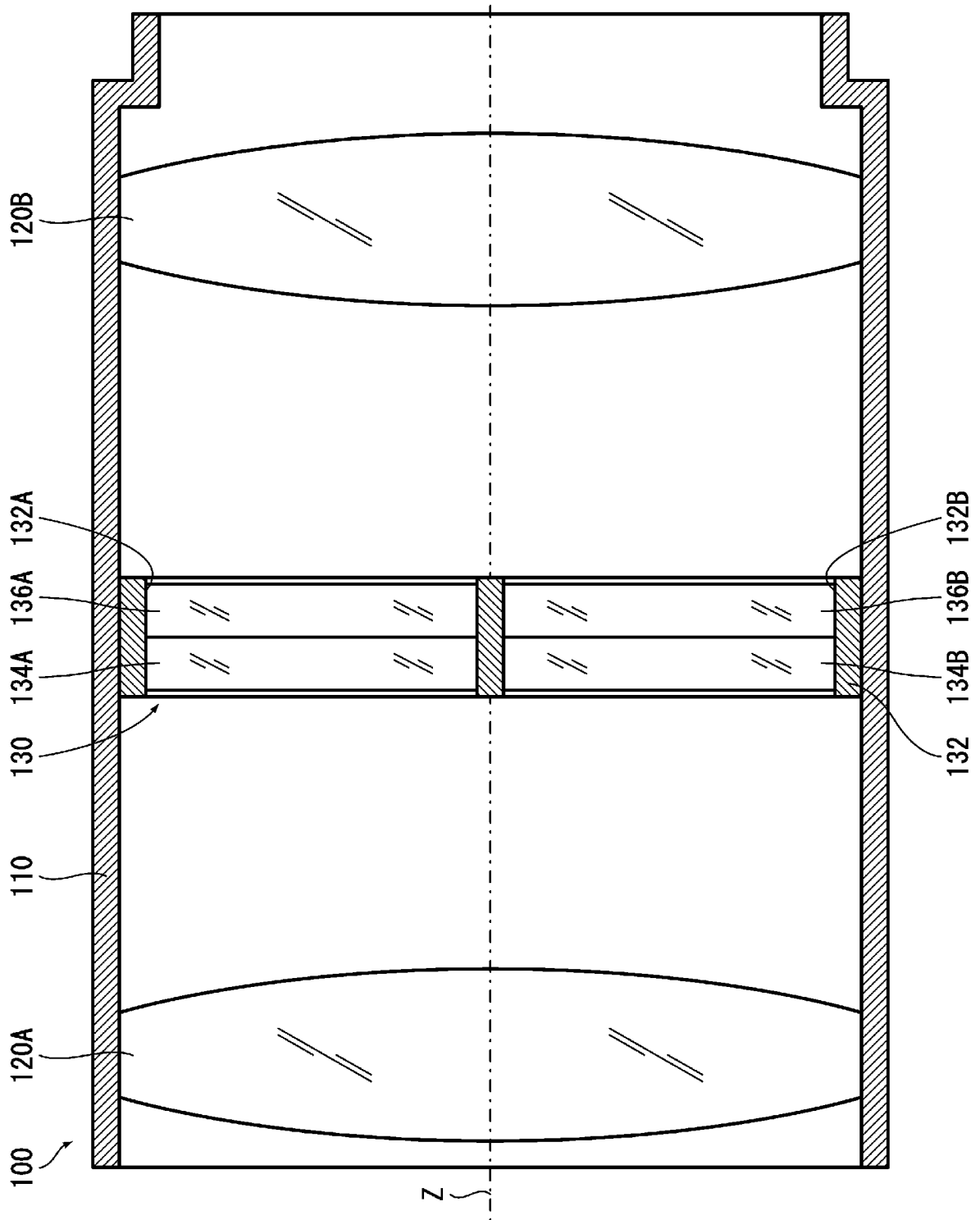
する第2光学フィルタと、  
を備えたフィルタユニット。

[請求項20] 前記開口部に配置される前記第1光学フィルタは、他の前記開口部のうち少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタとは異なる前記光透過帯域を有する、  
請求項19に記載のフィルタユニット。

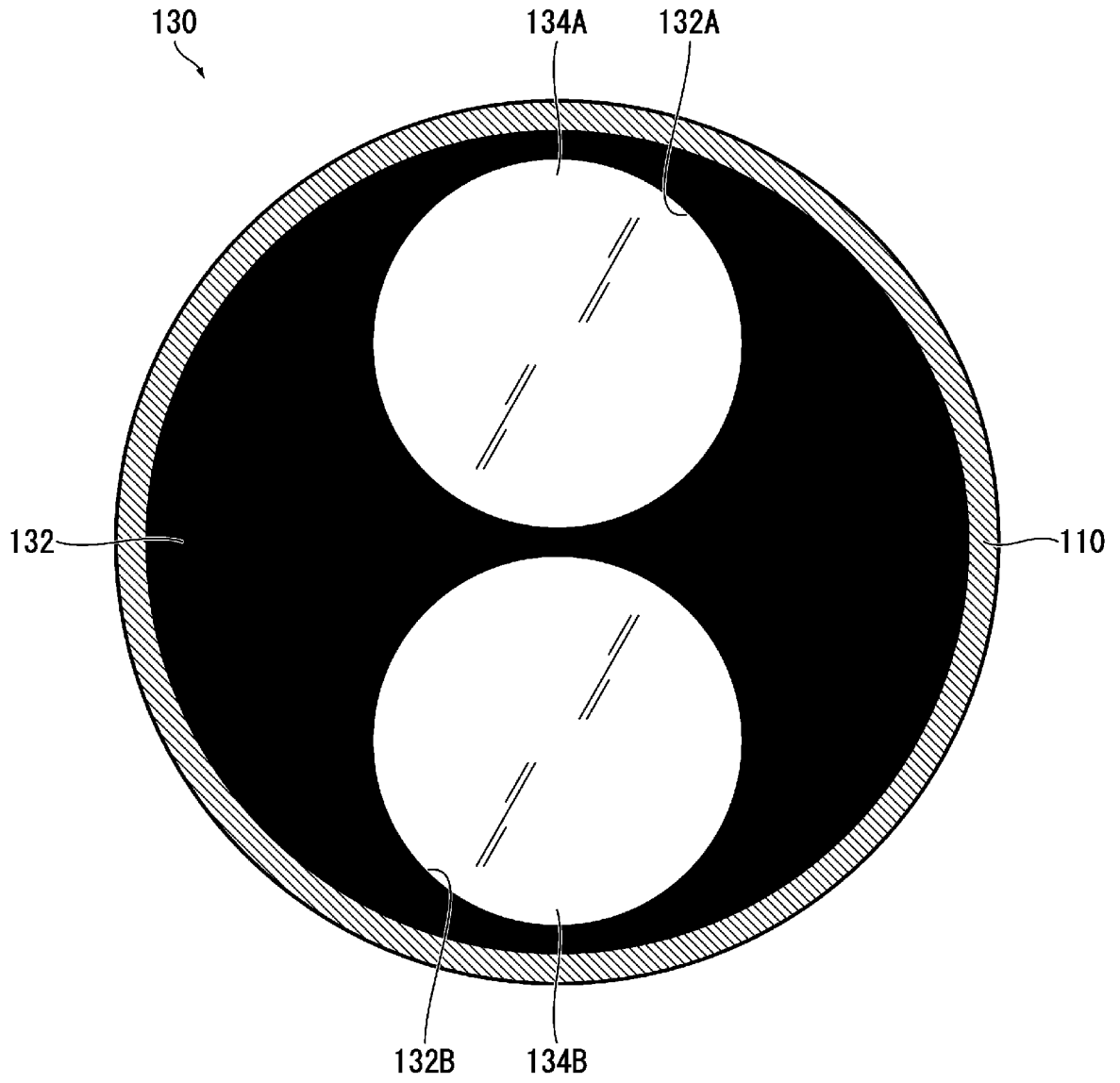
[請求項21] 前記開口部に配置される前記第2光学フィルタは、他の前記開口部のうち少なくとも1つの前記開口部に配置される前記第1光学フィルタの前記光透過帯域を含む前記光吸収帯域を有する、  
請求項19又は20に記載のフィルタユニット。

[請求項22] 前記第1光学フィルタが配置された前記開口部に配置される偏光フィルタを更に有する、  
請求項19から21のいずれか1項に記載のフィルタユニット。

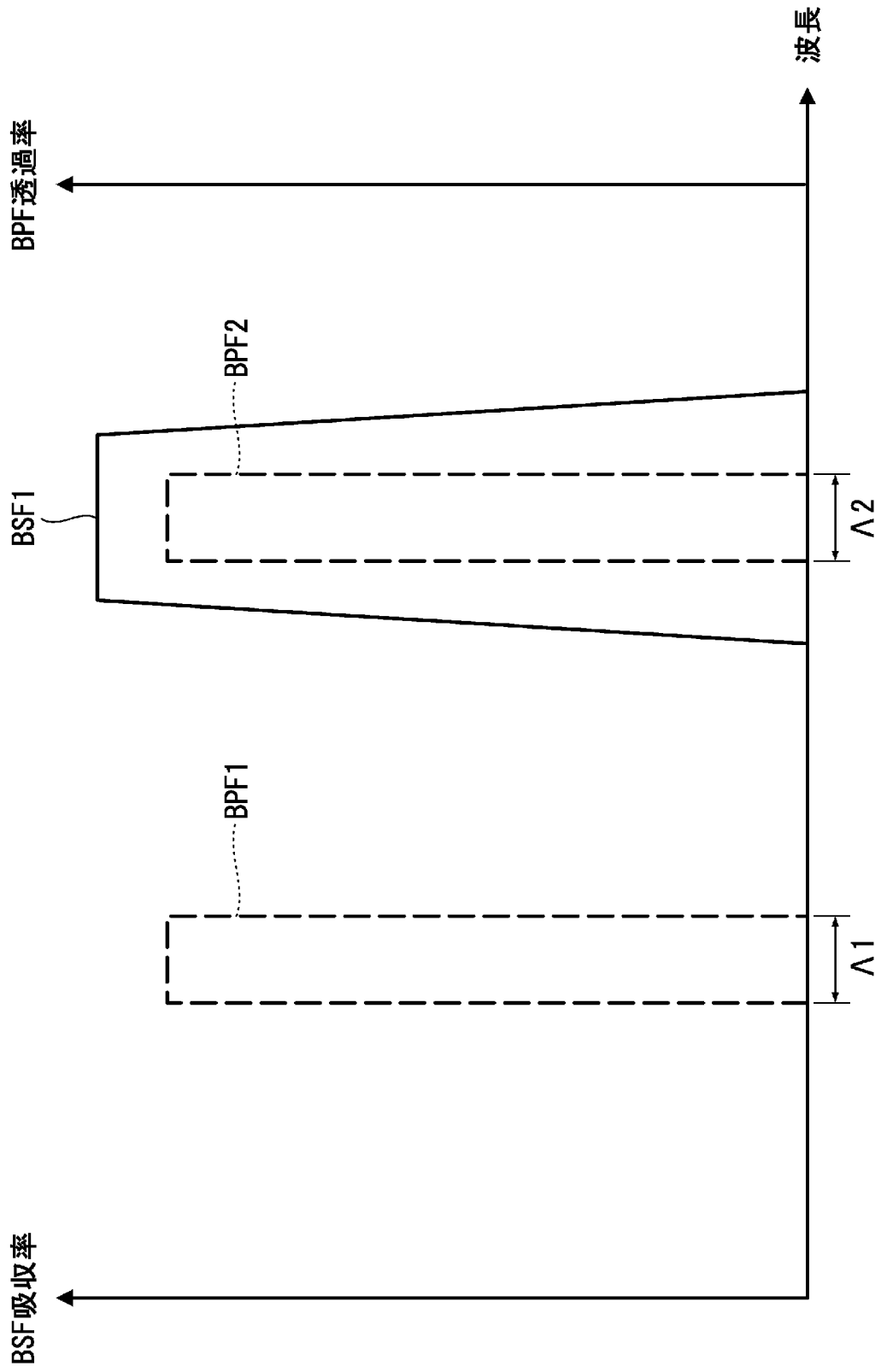
[図1]



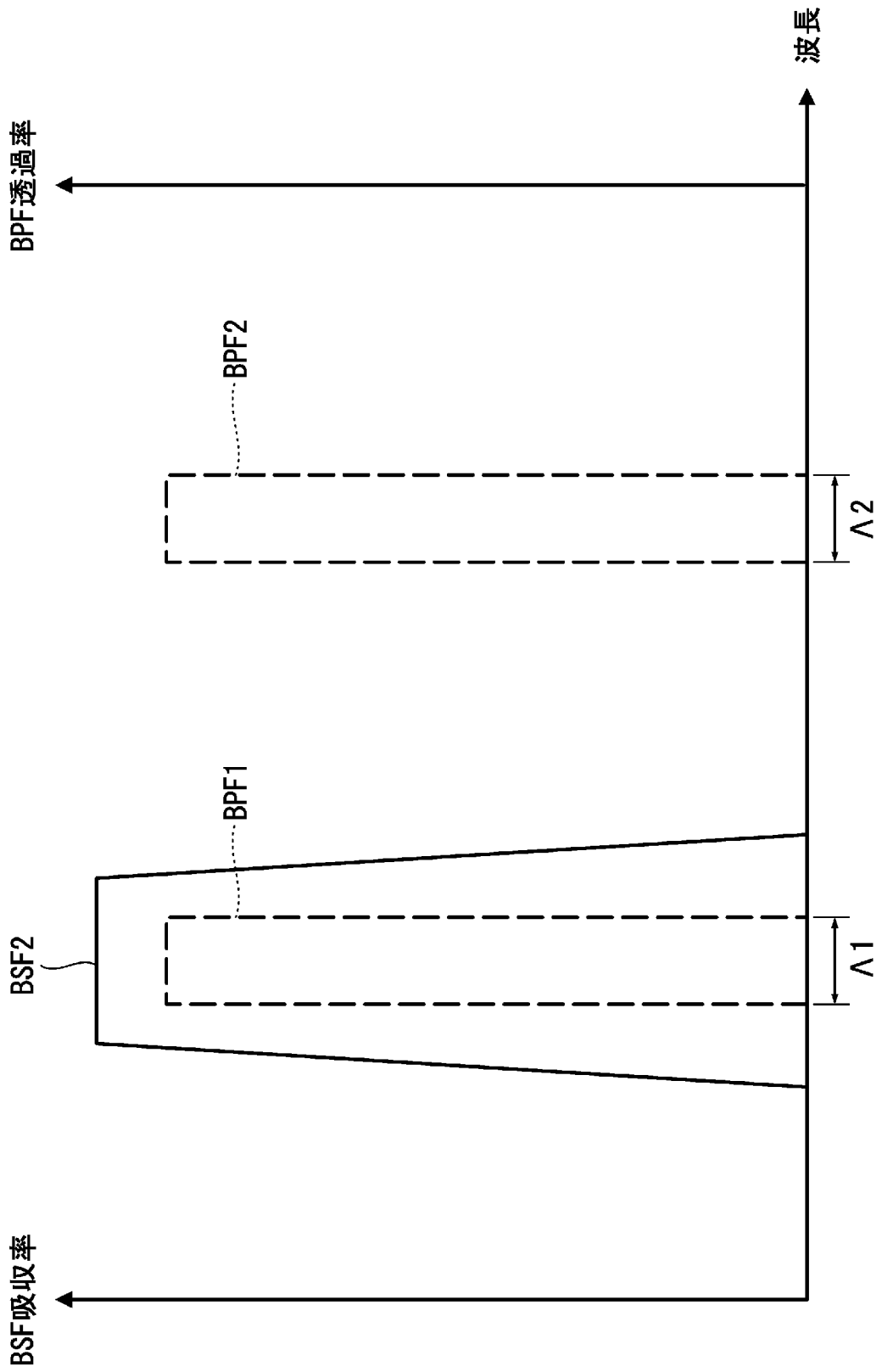
[図2]



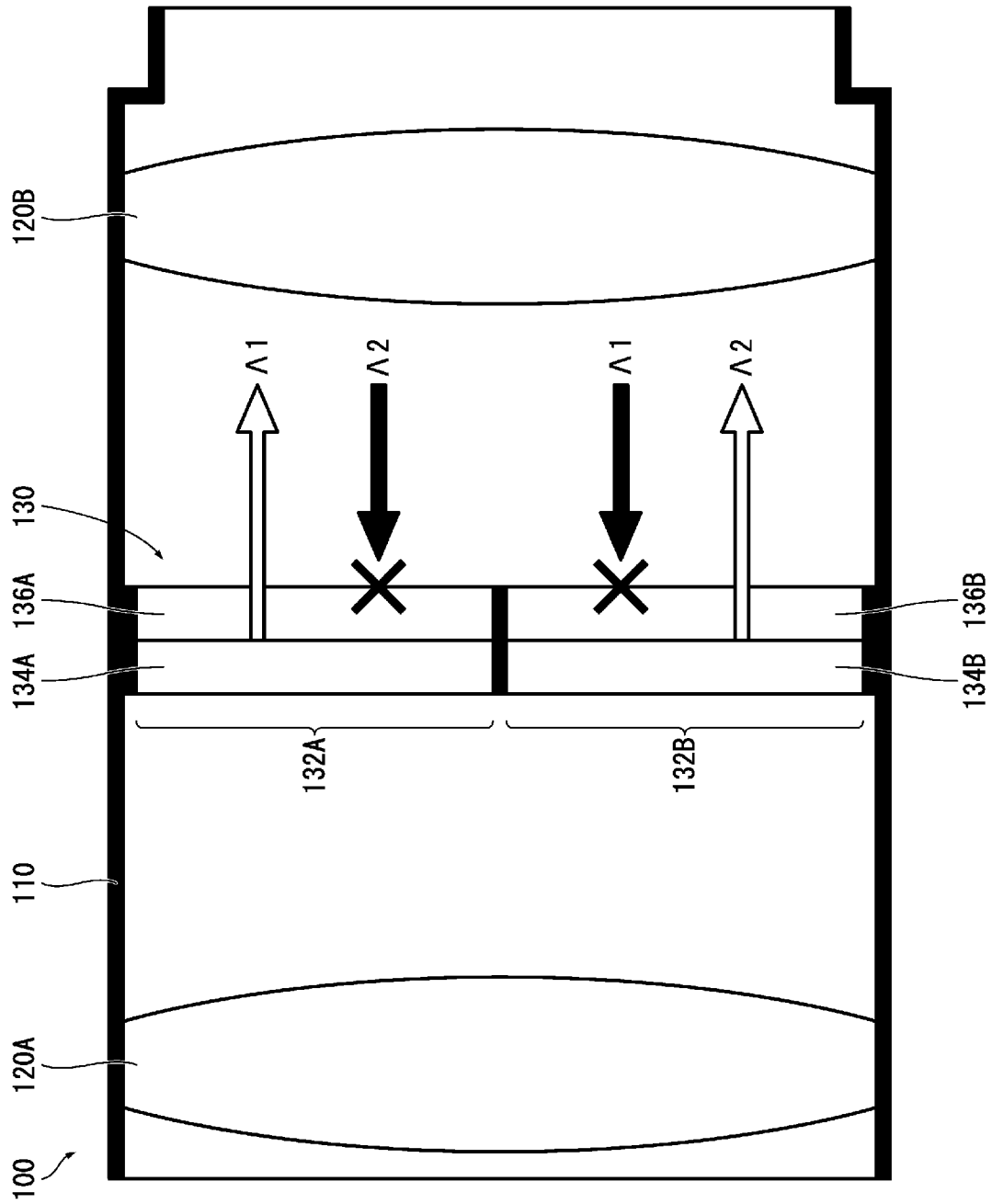
[図3]



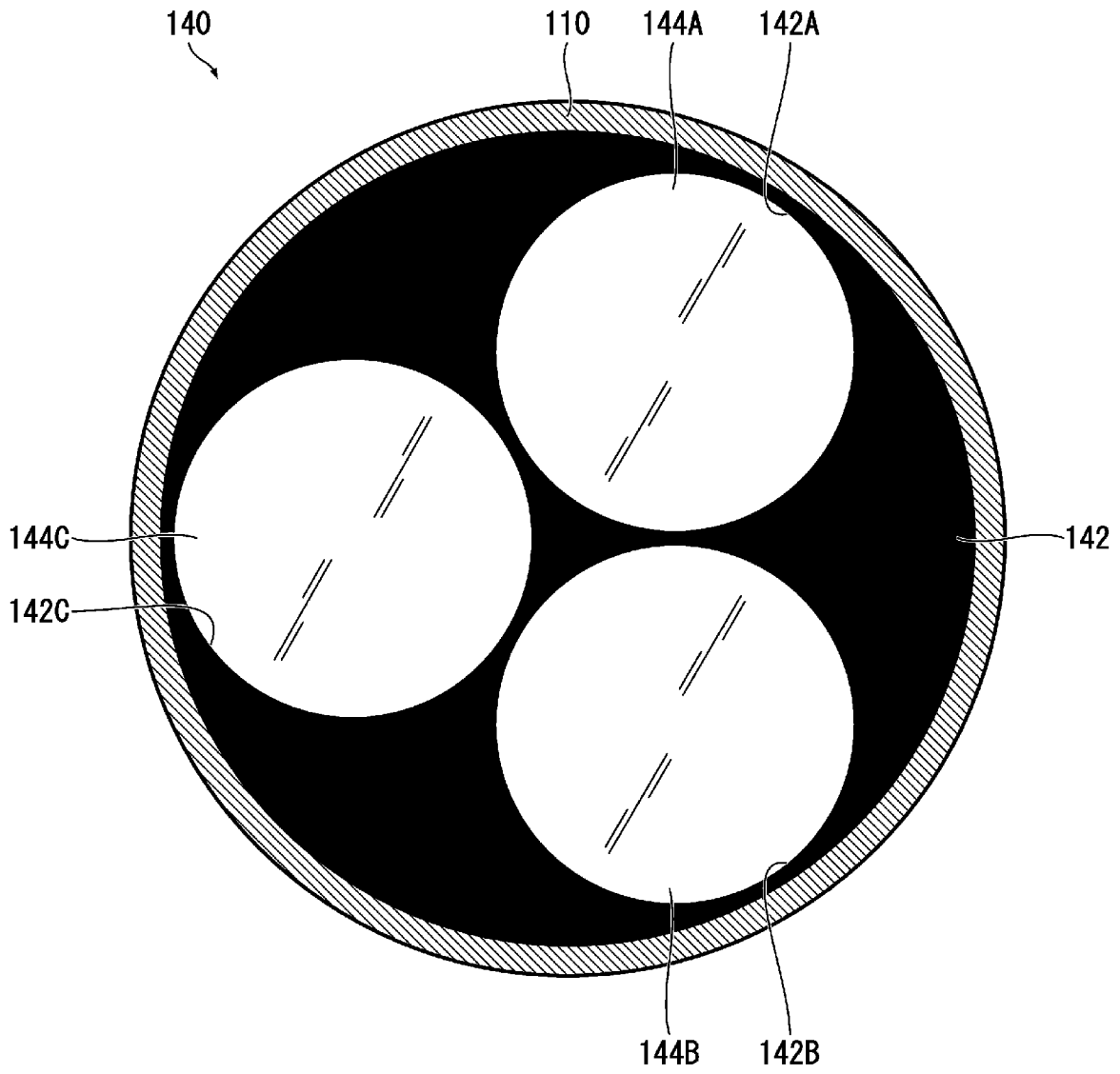
[図4]



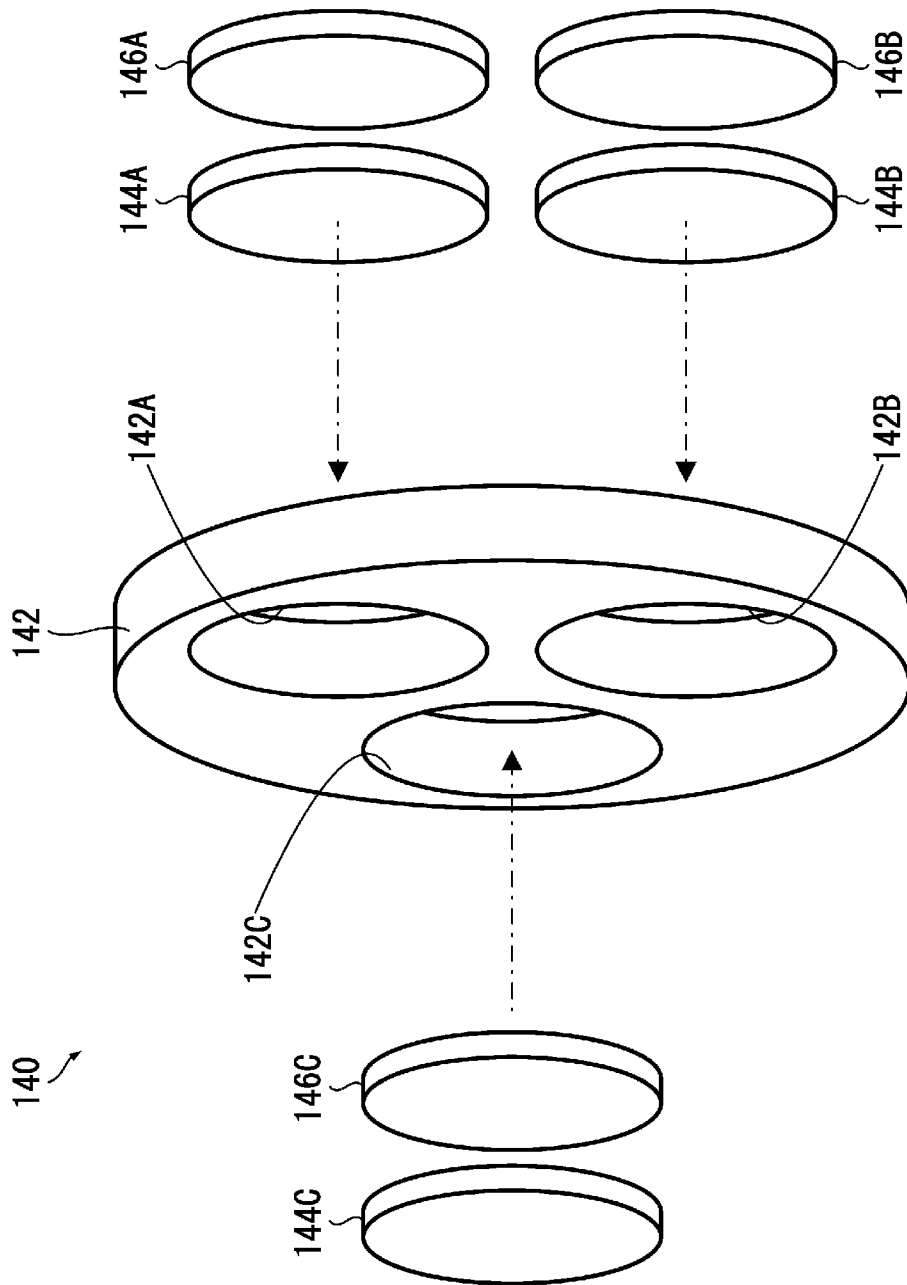
[図5]



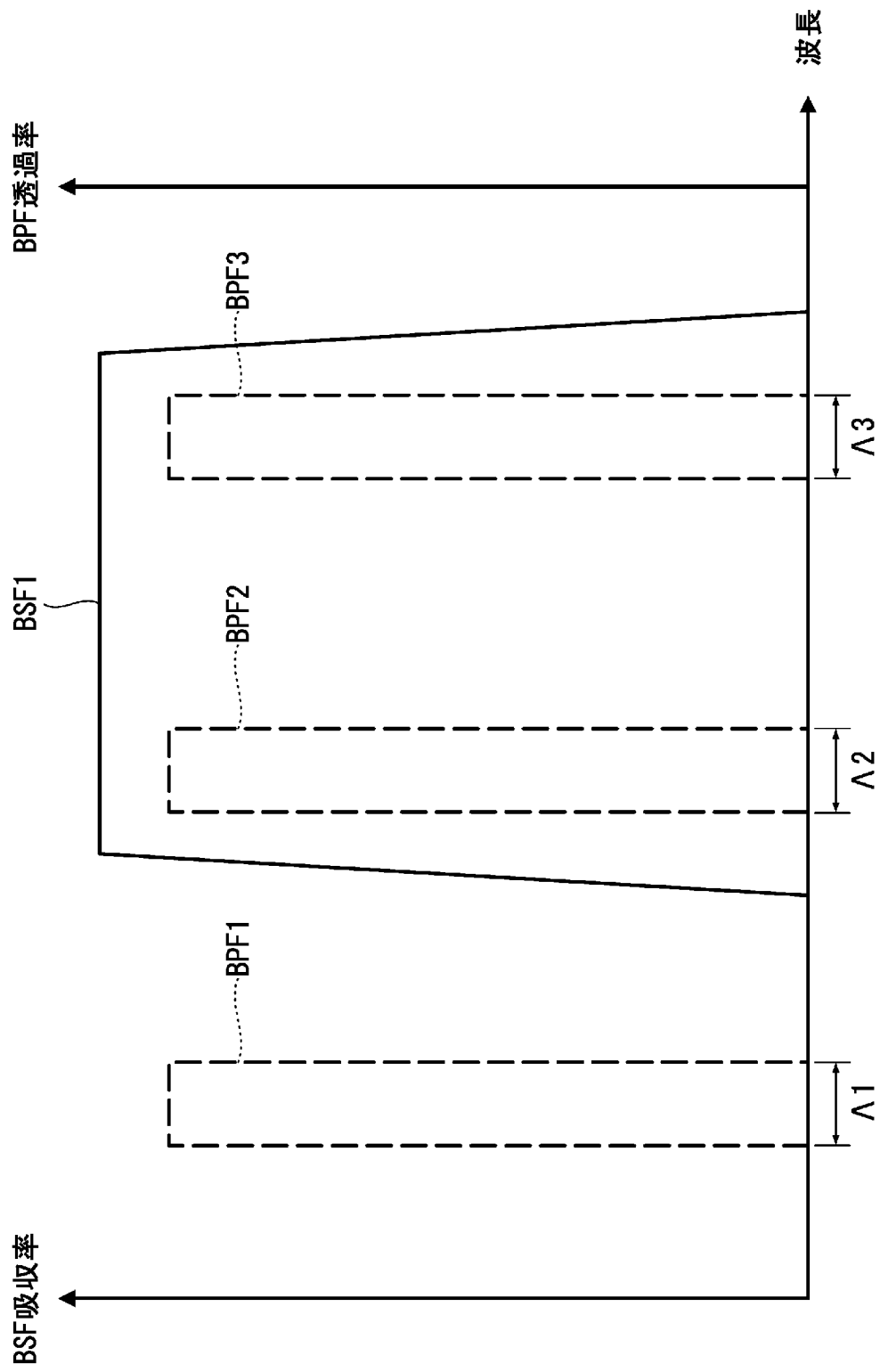
[図6]



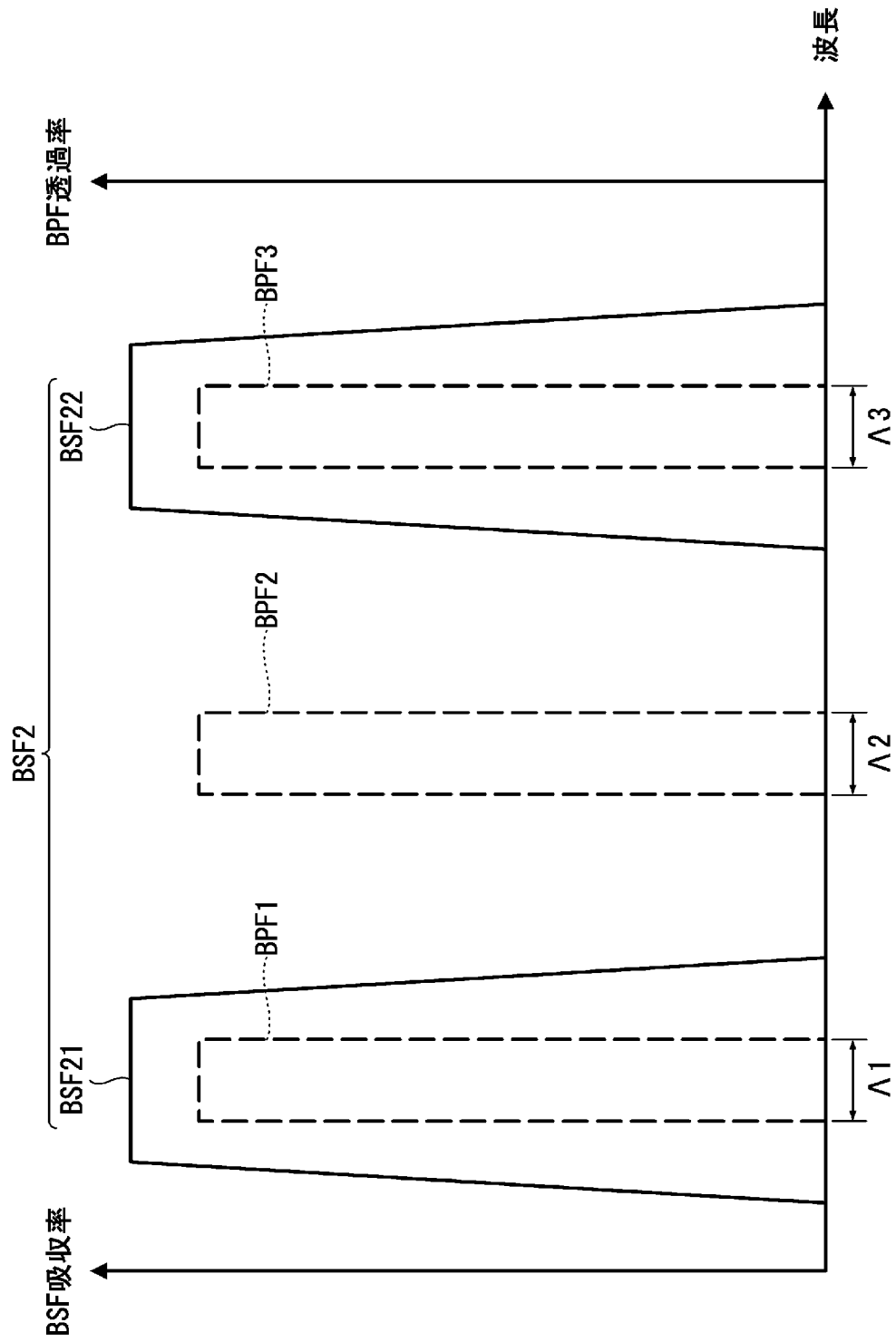
[図7]



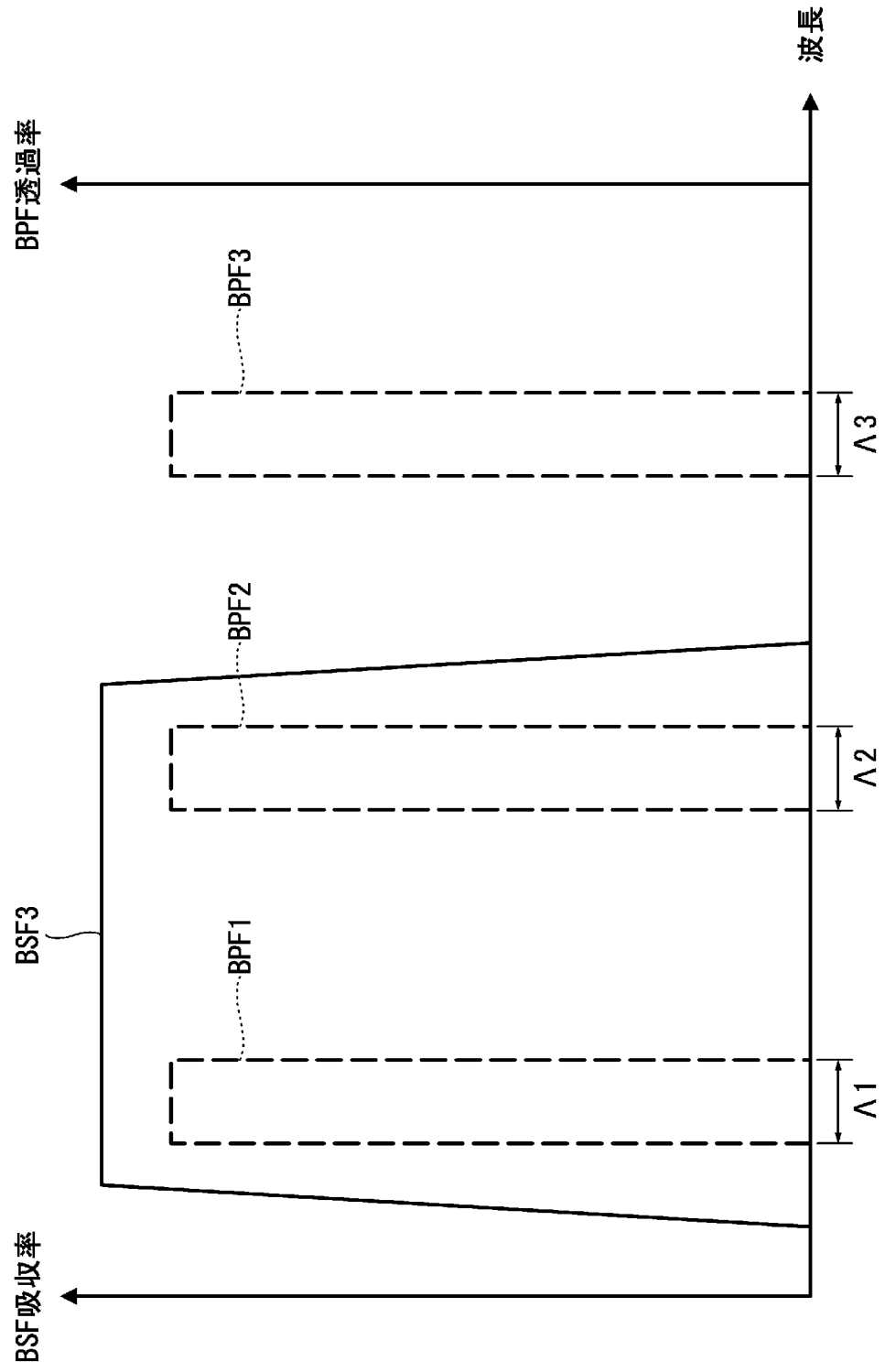
[圖8]



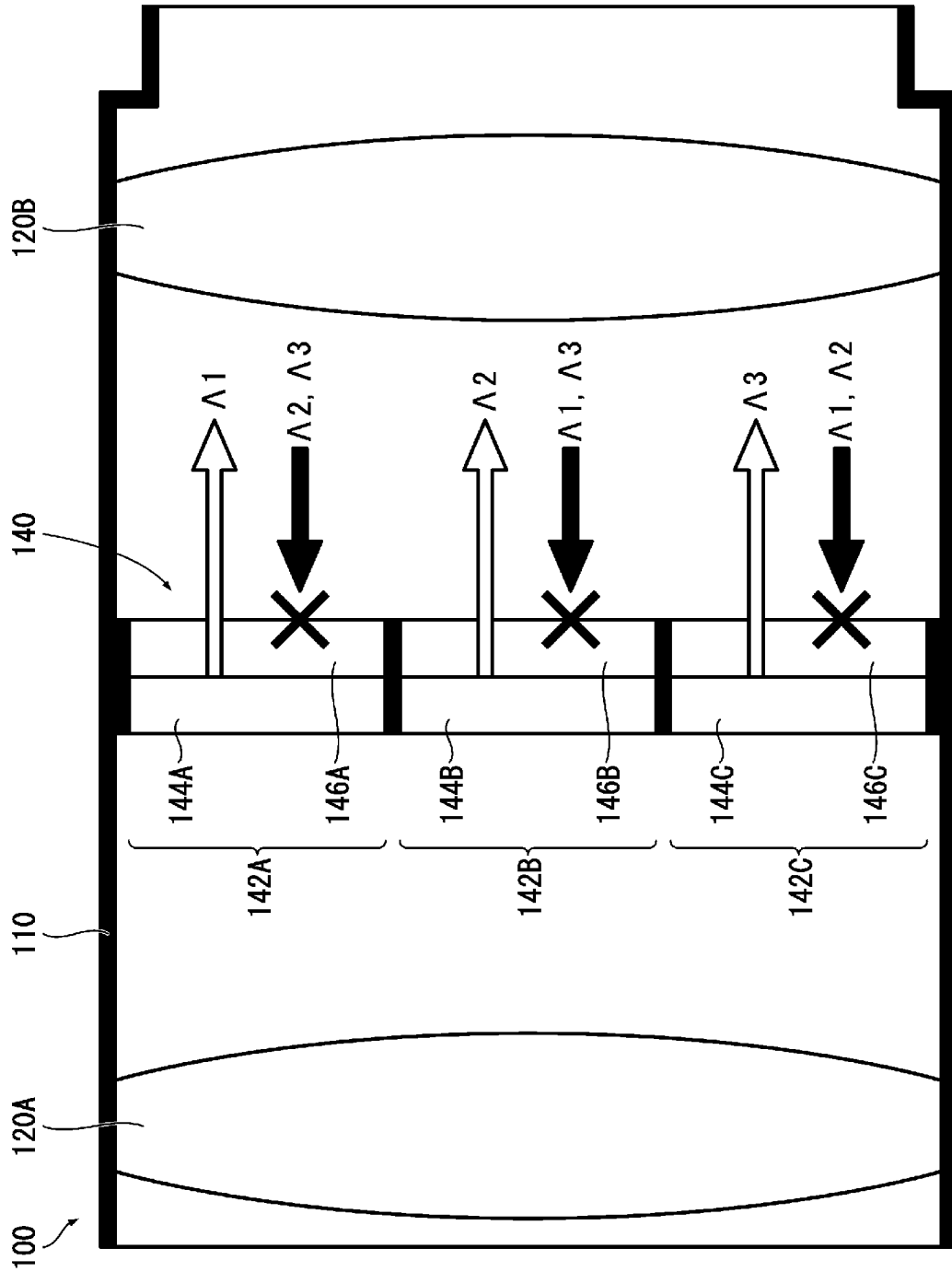
[図9]



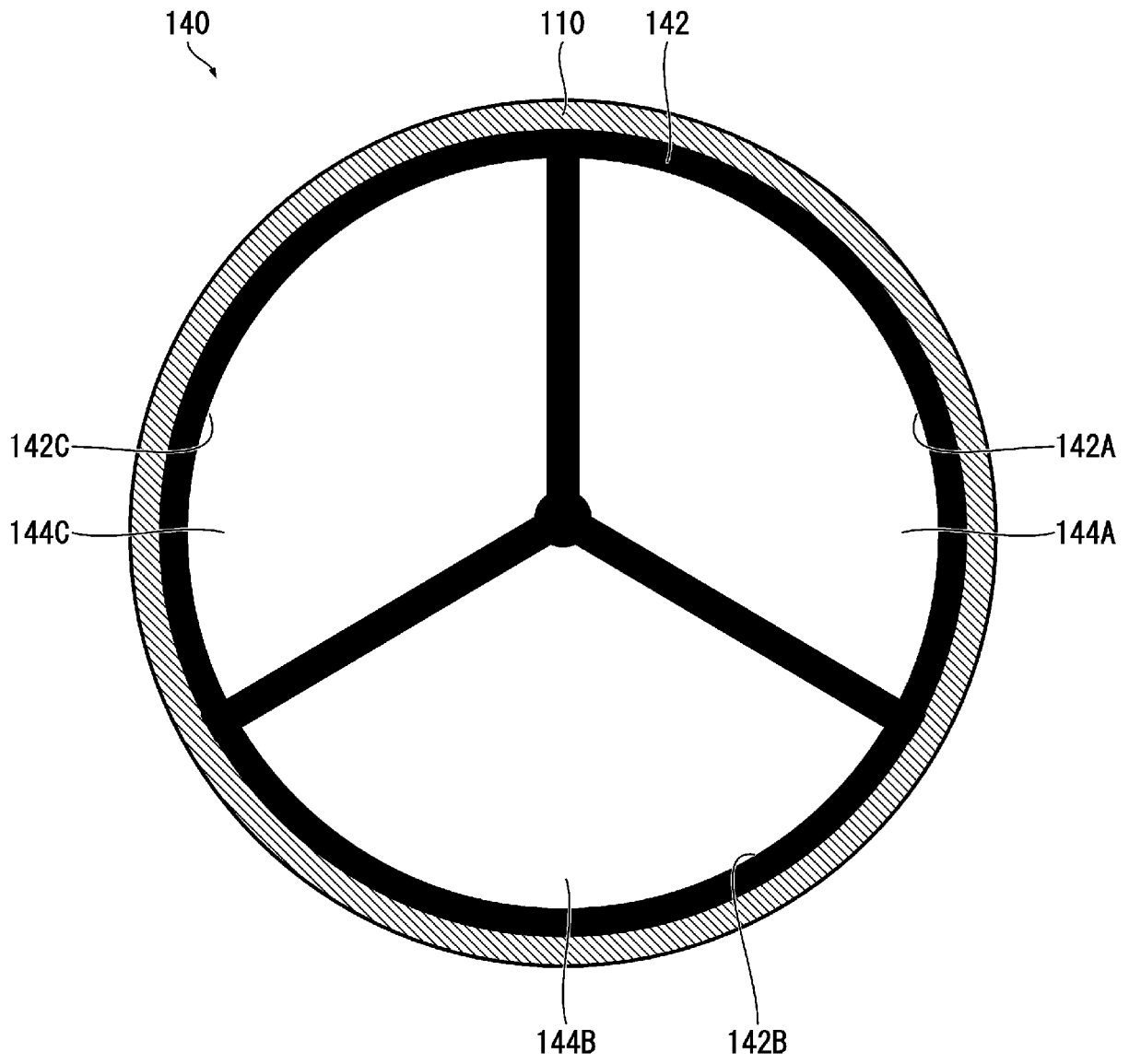
[図10]



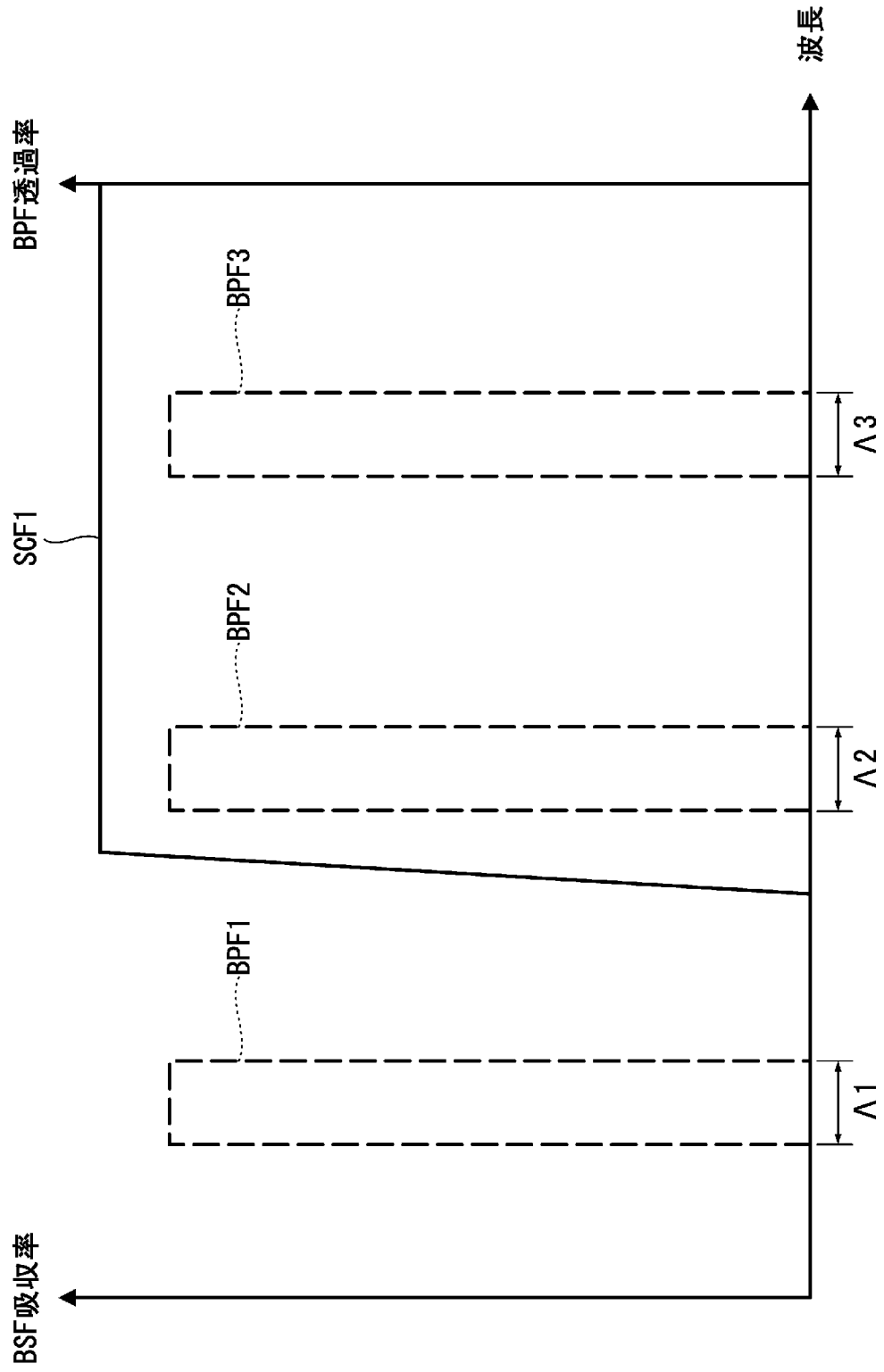
[11]



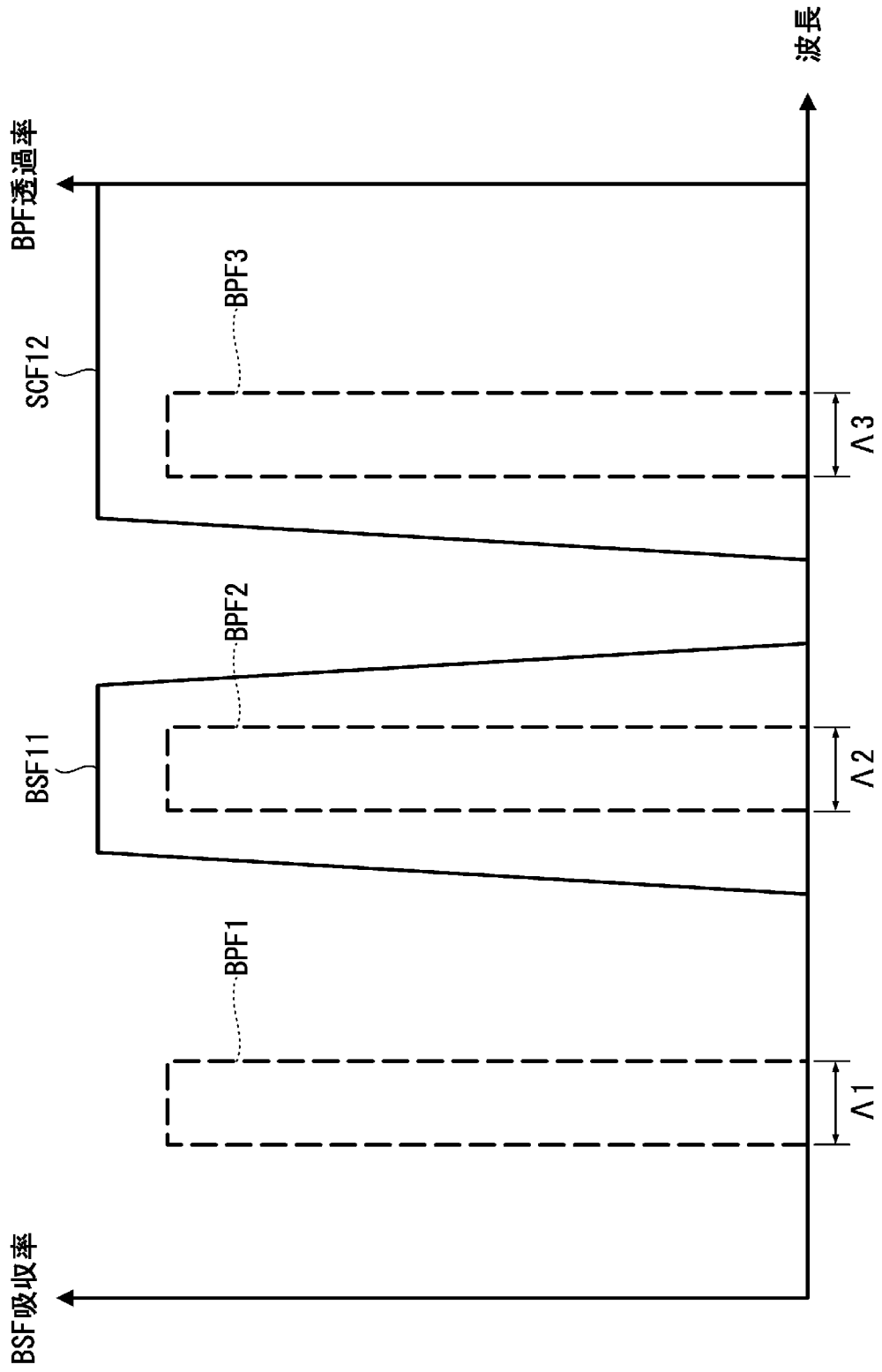
[図12]



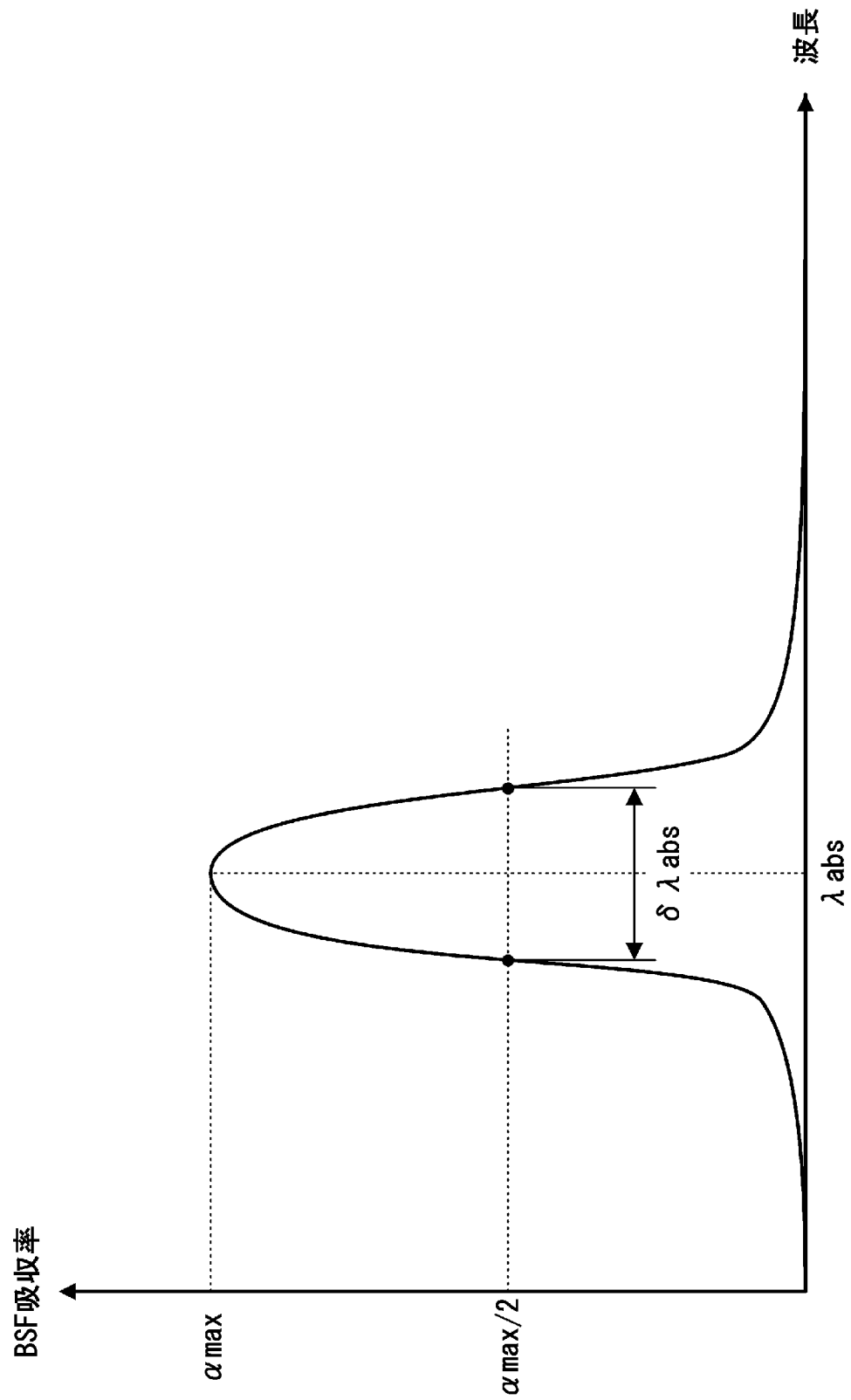
[圖13]



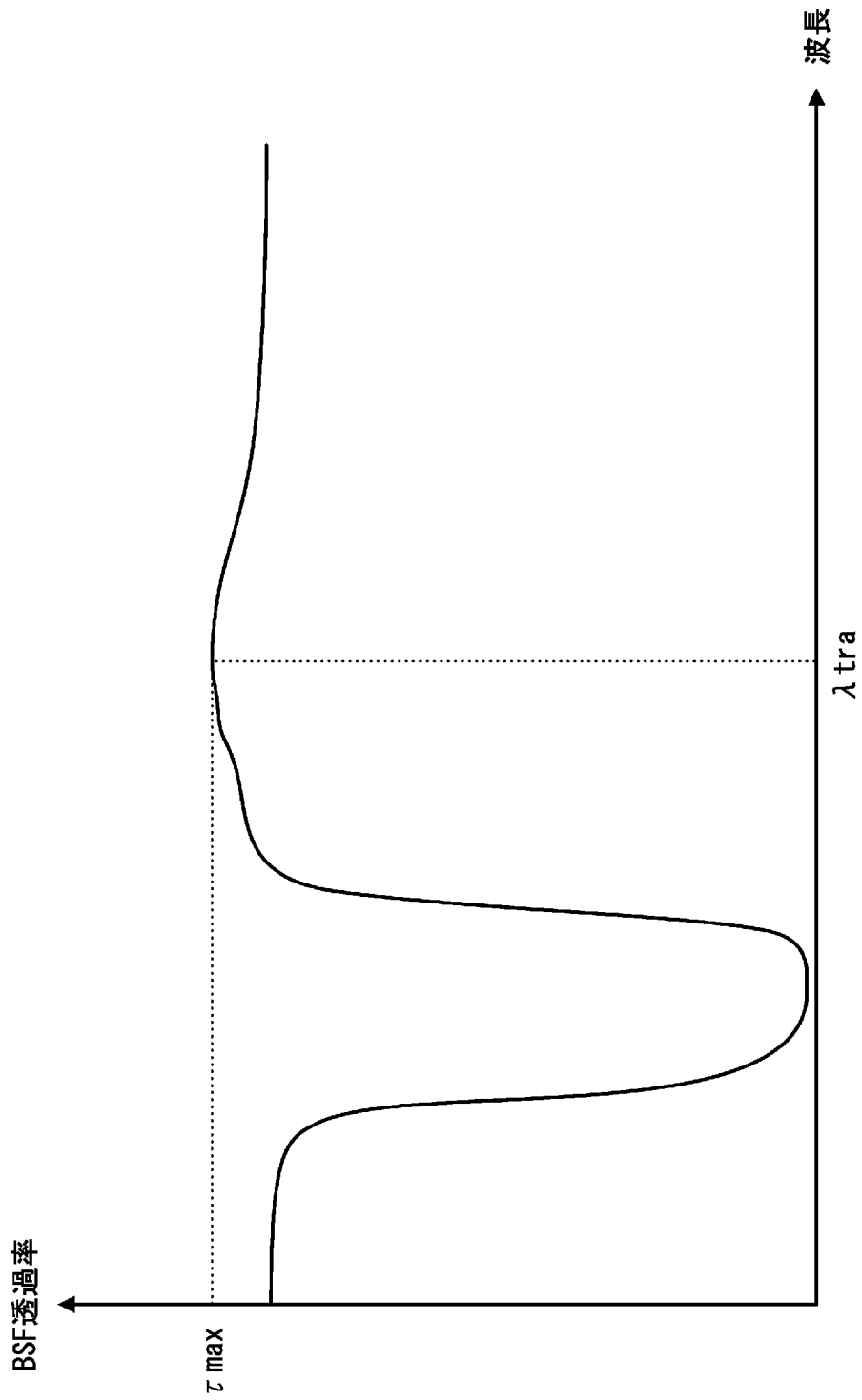
[圖14]



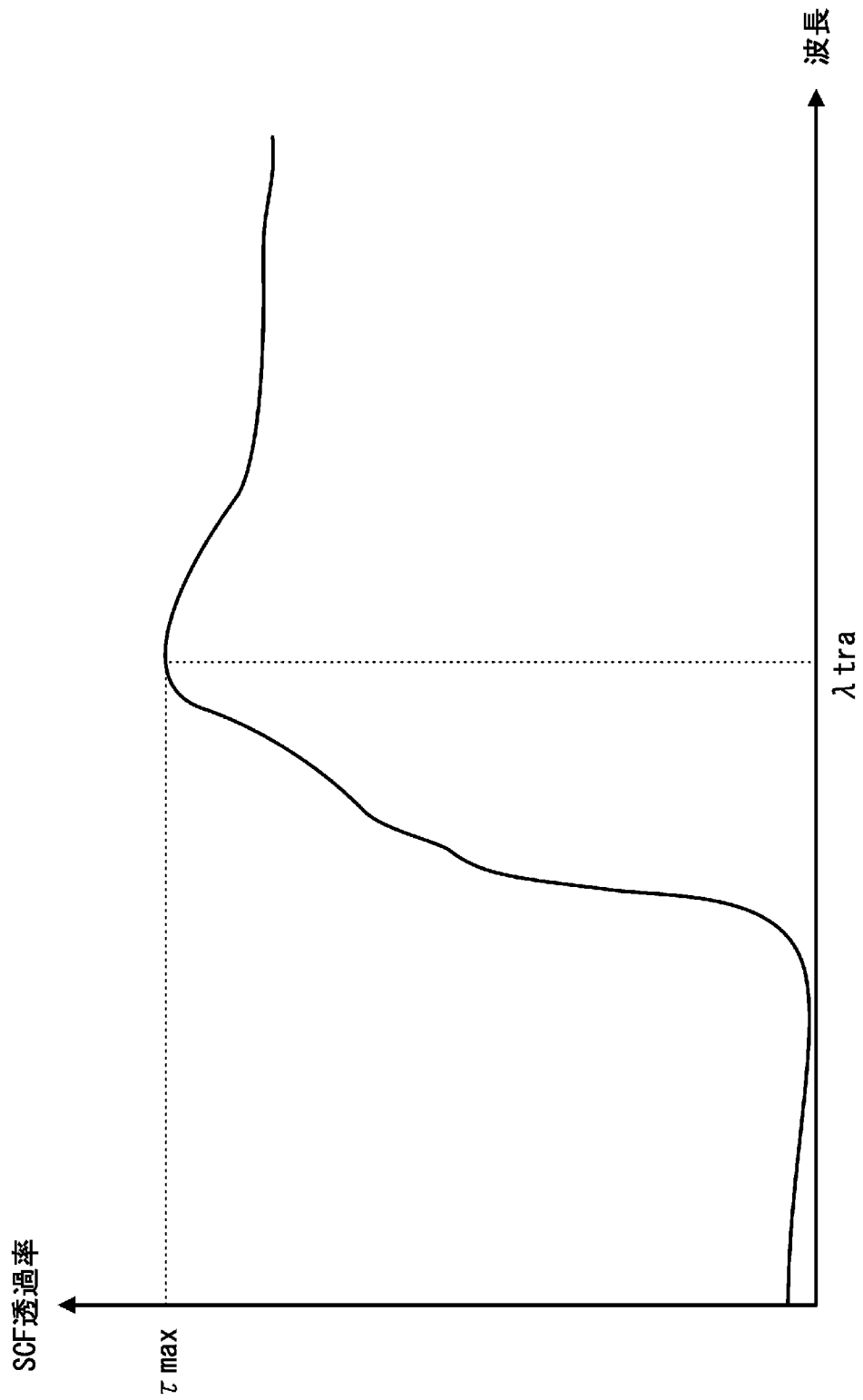
[図15]



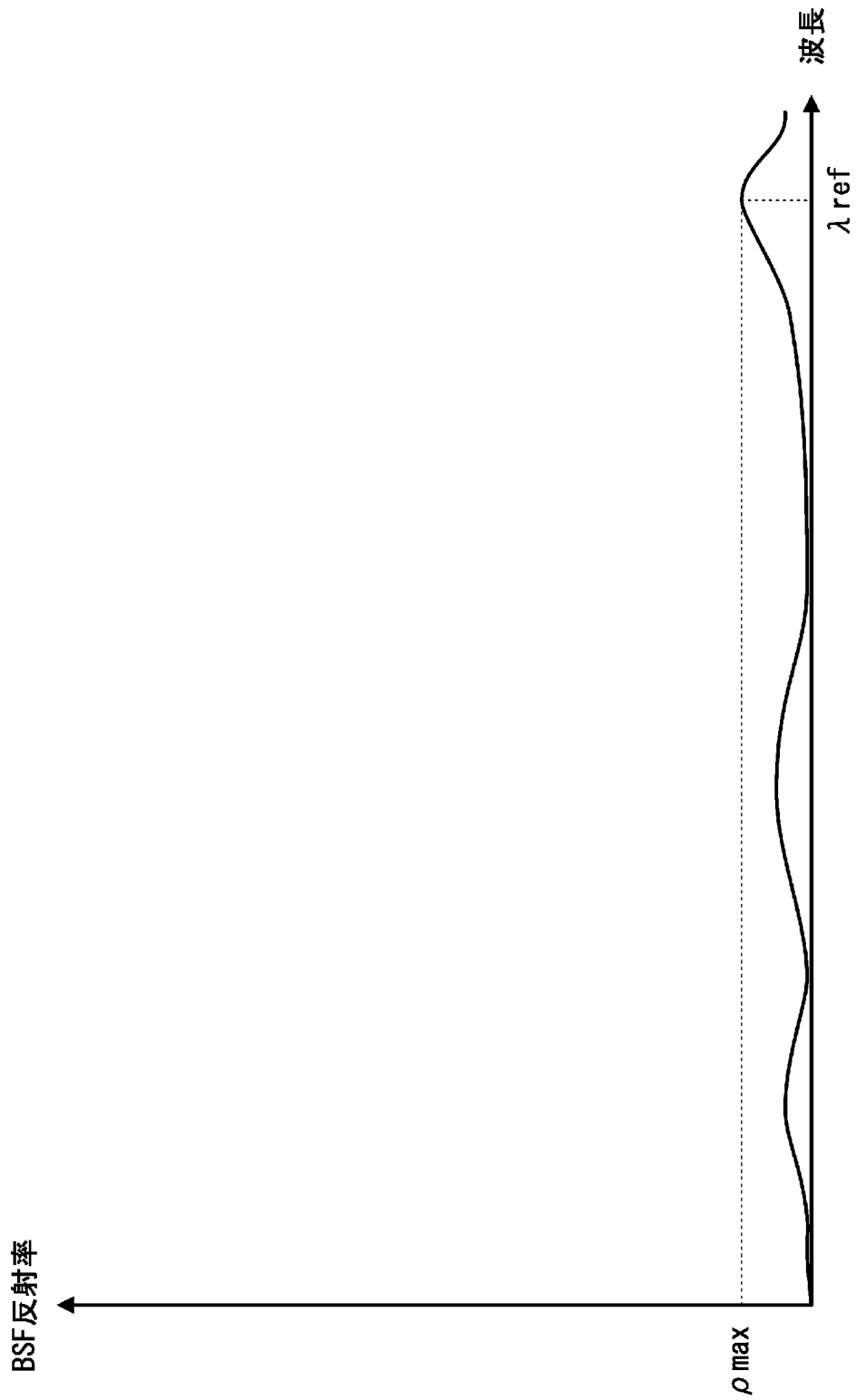
[図16]



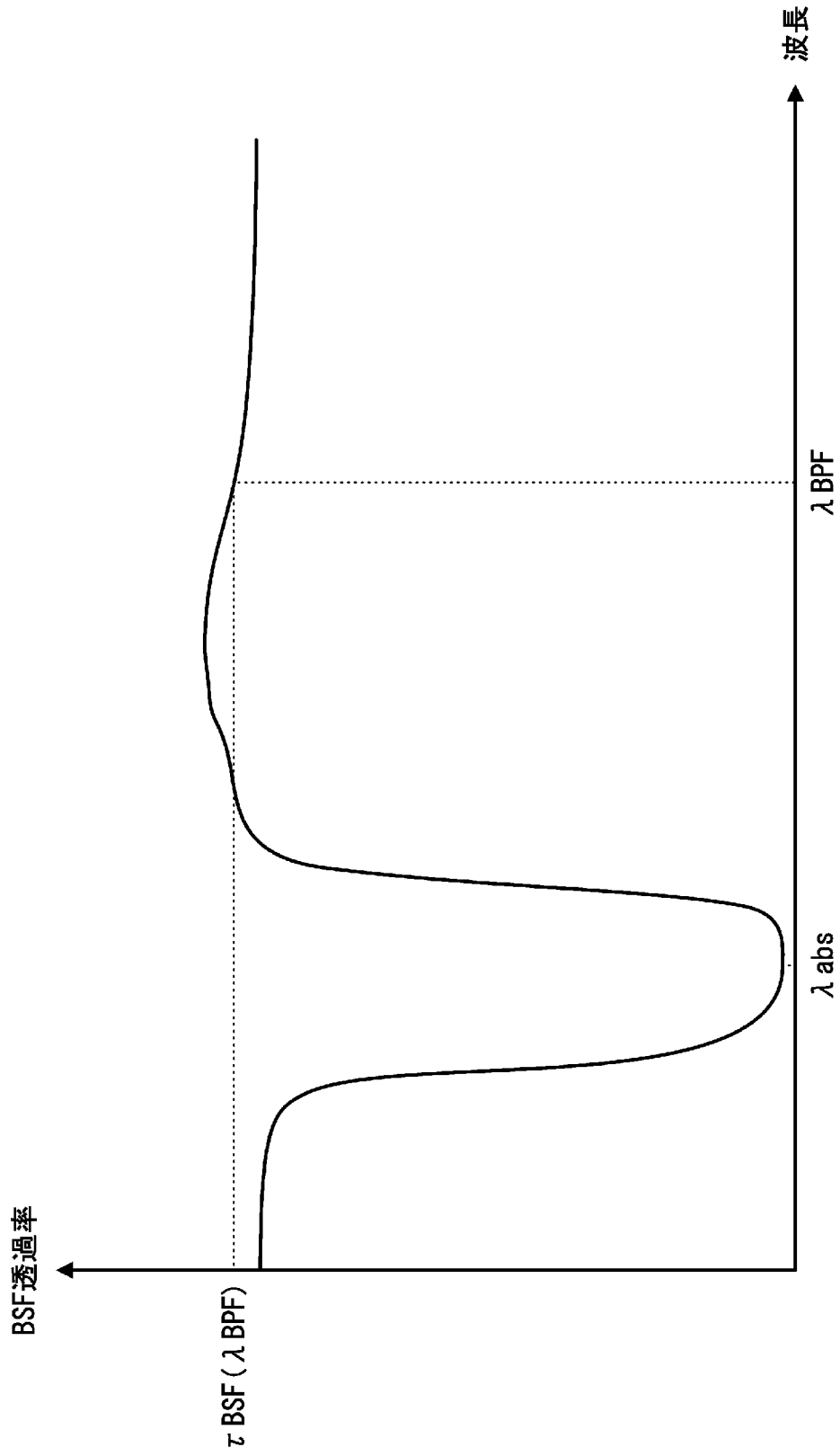
[図17]



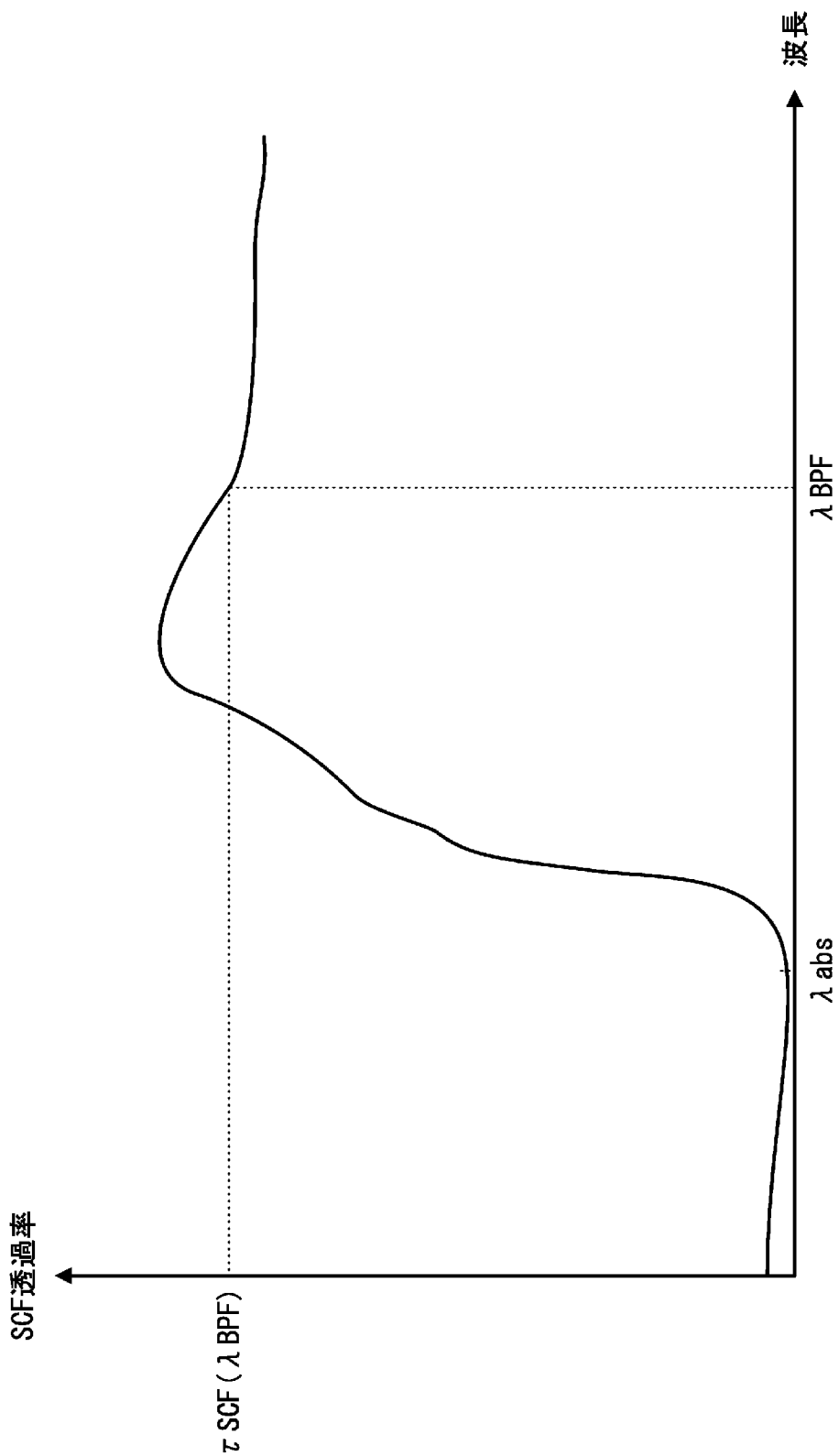
[図18]



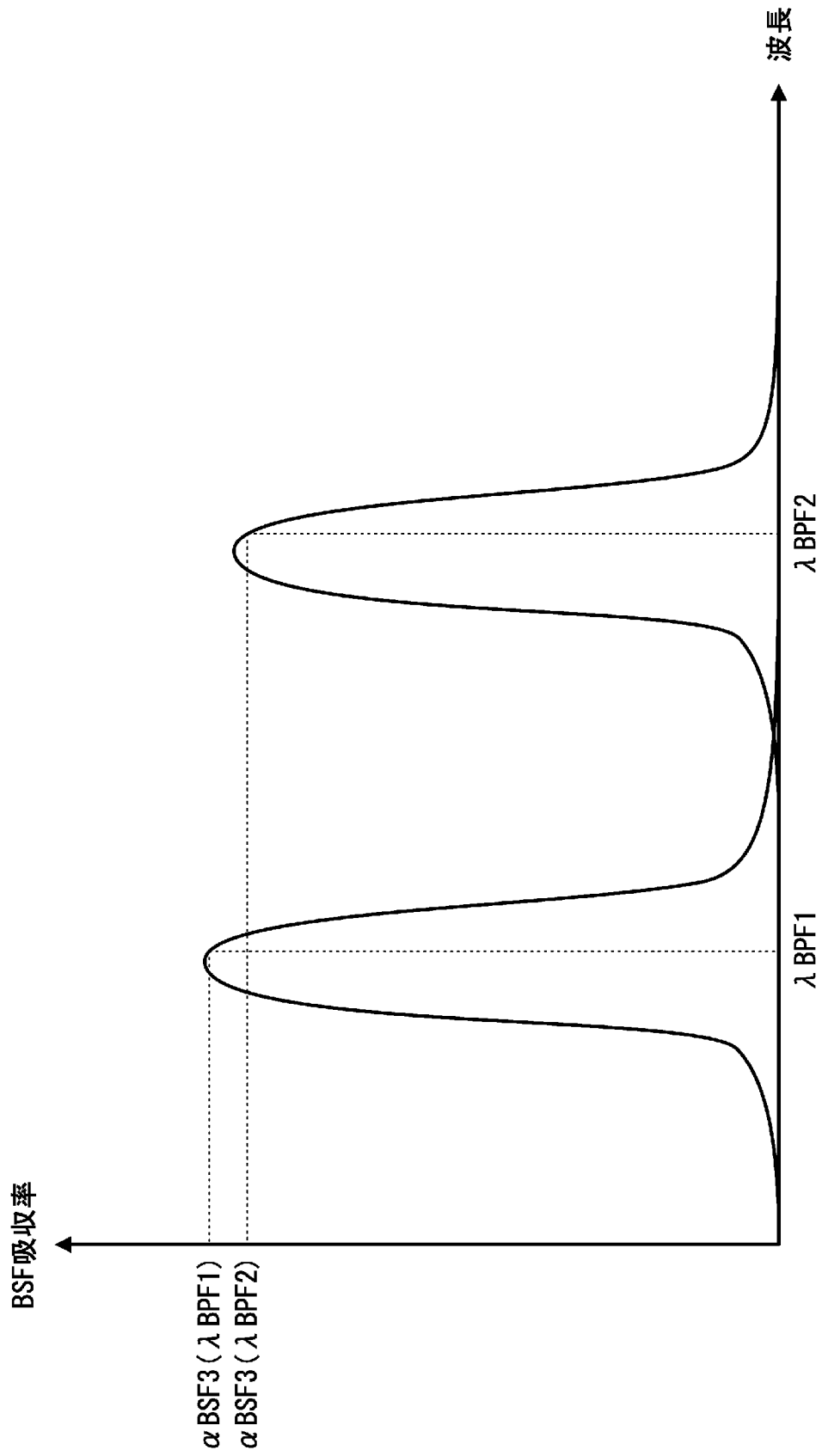
[図19]



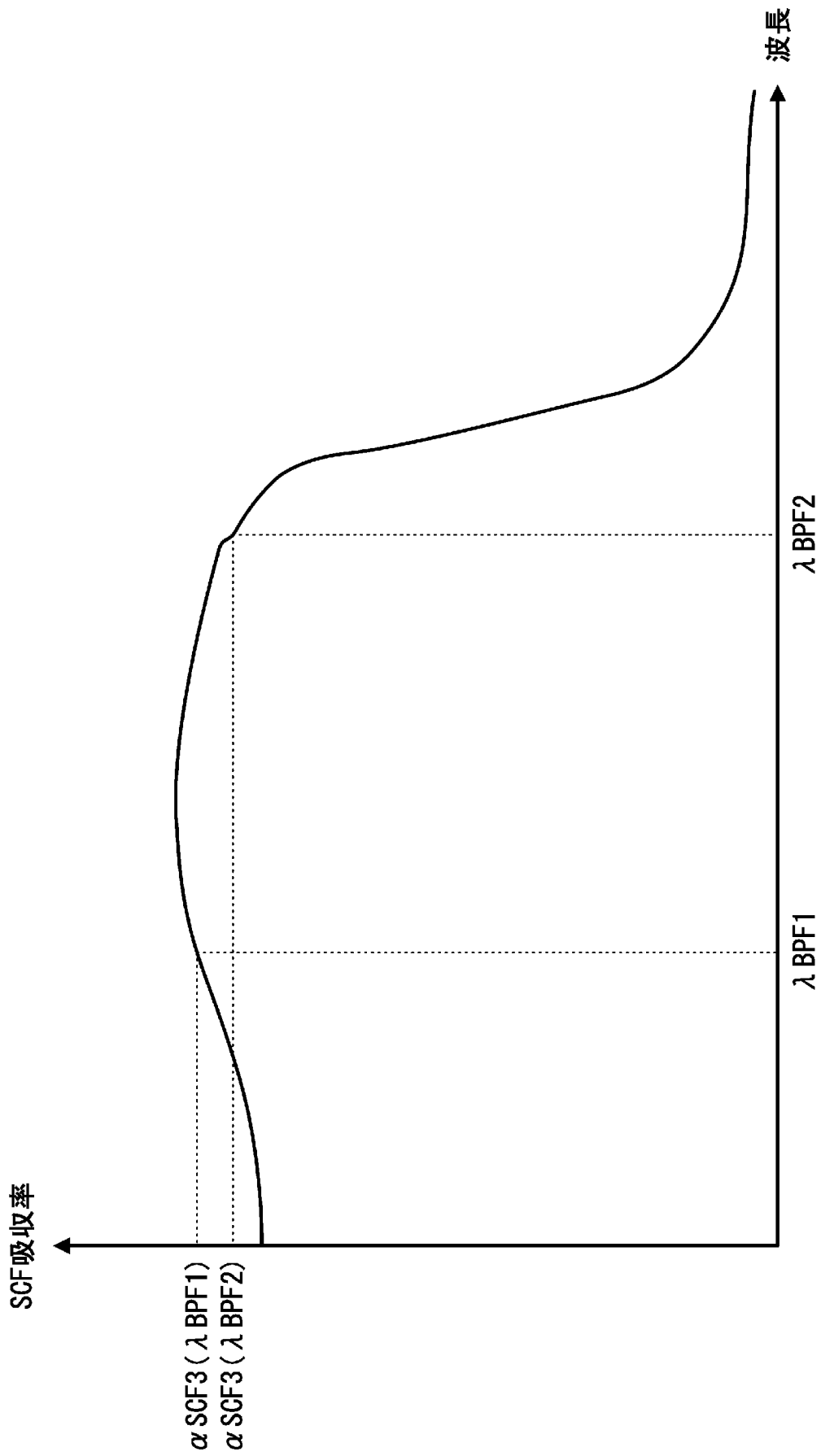
[図20]



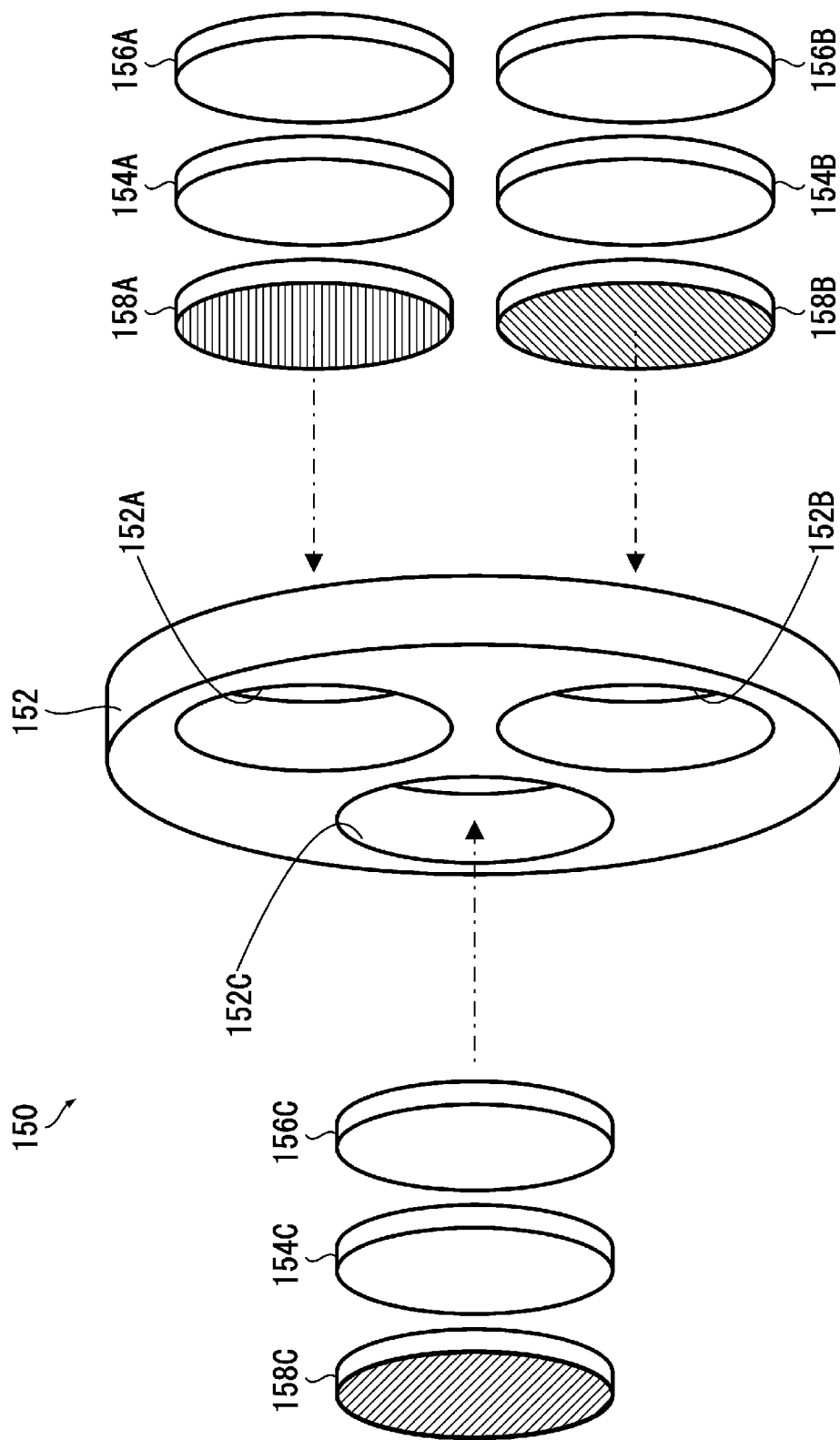
[図21]



[図22]

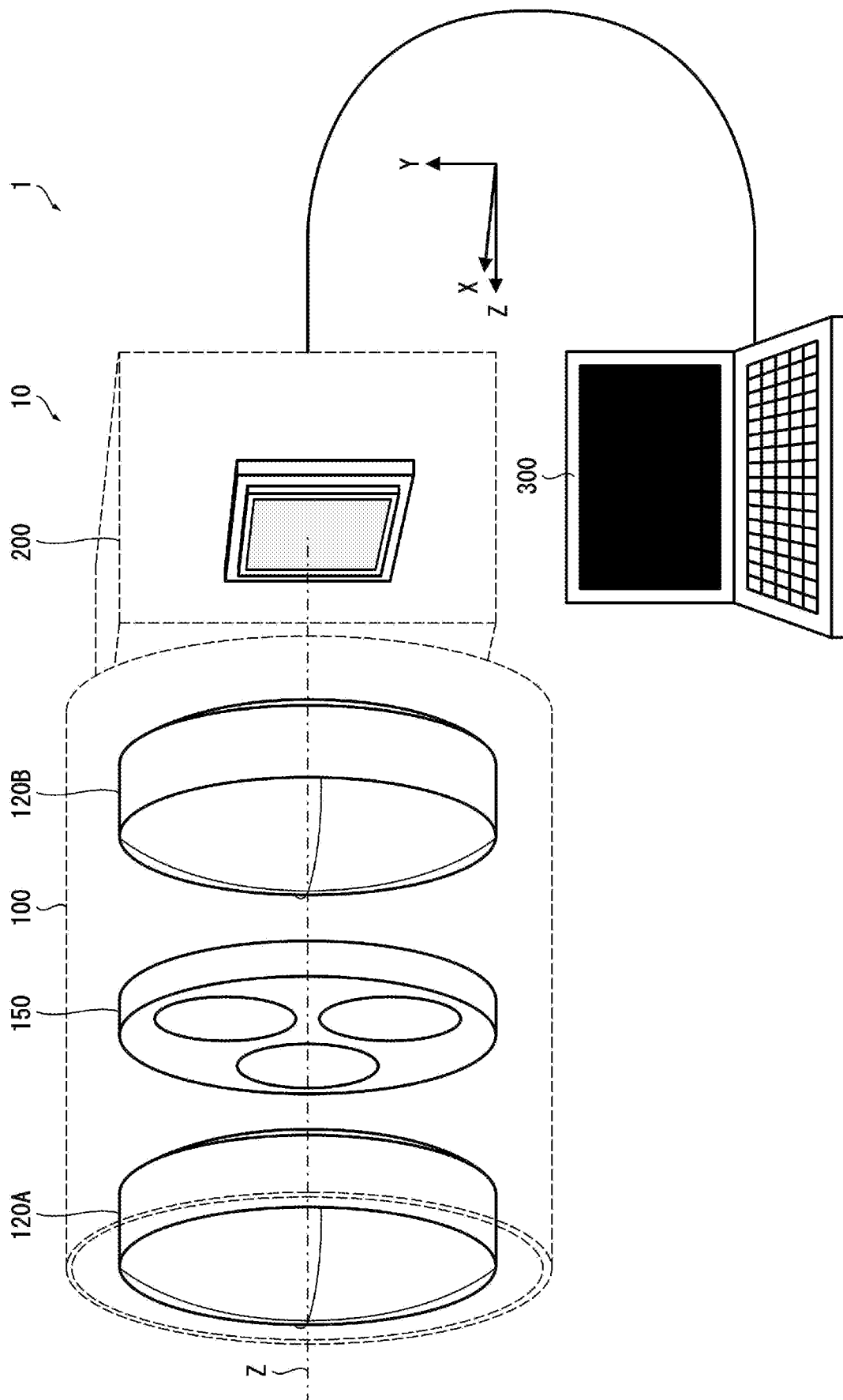


[23]

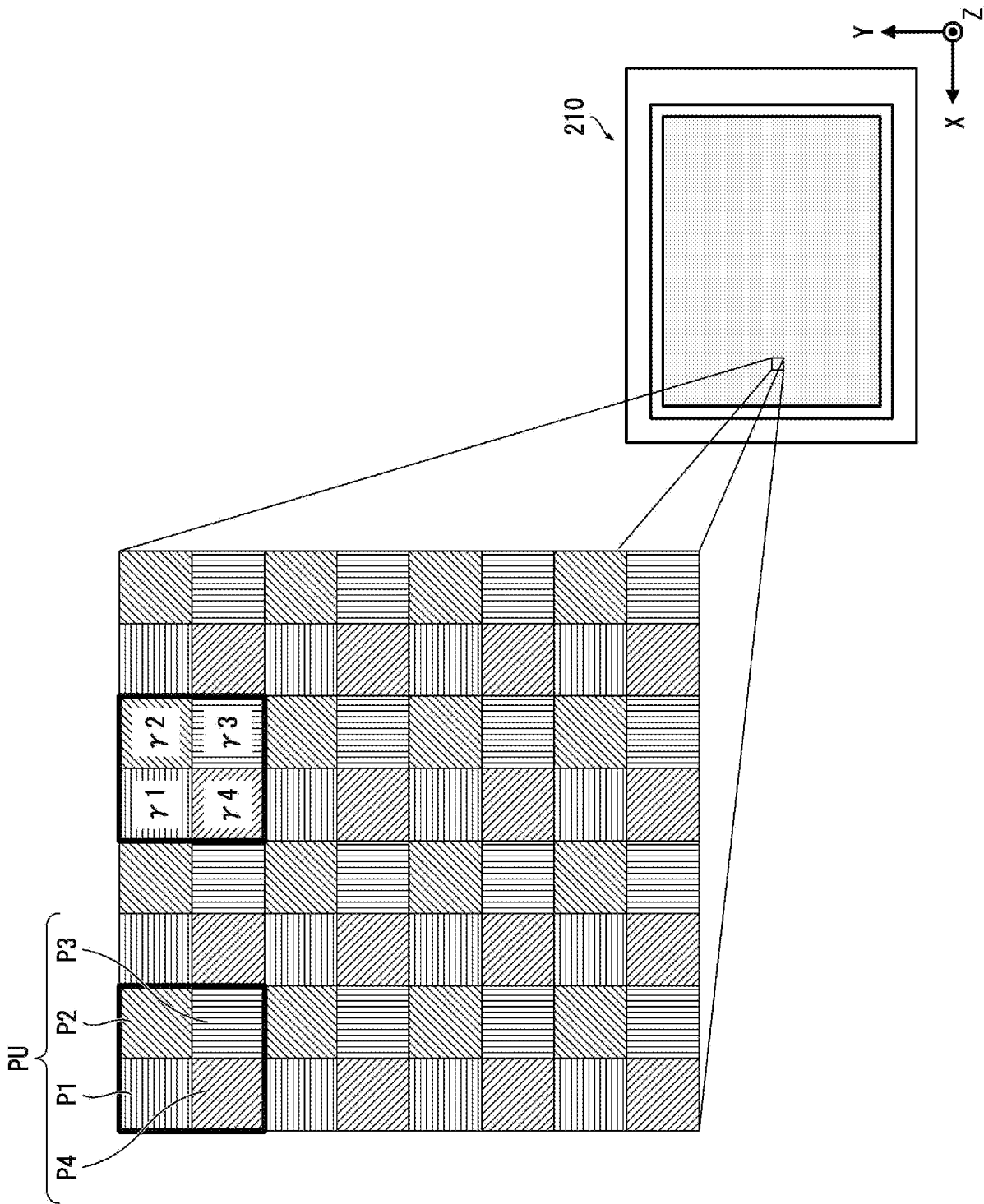




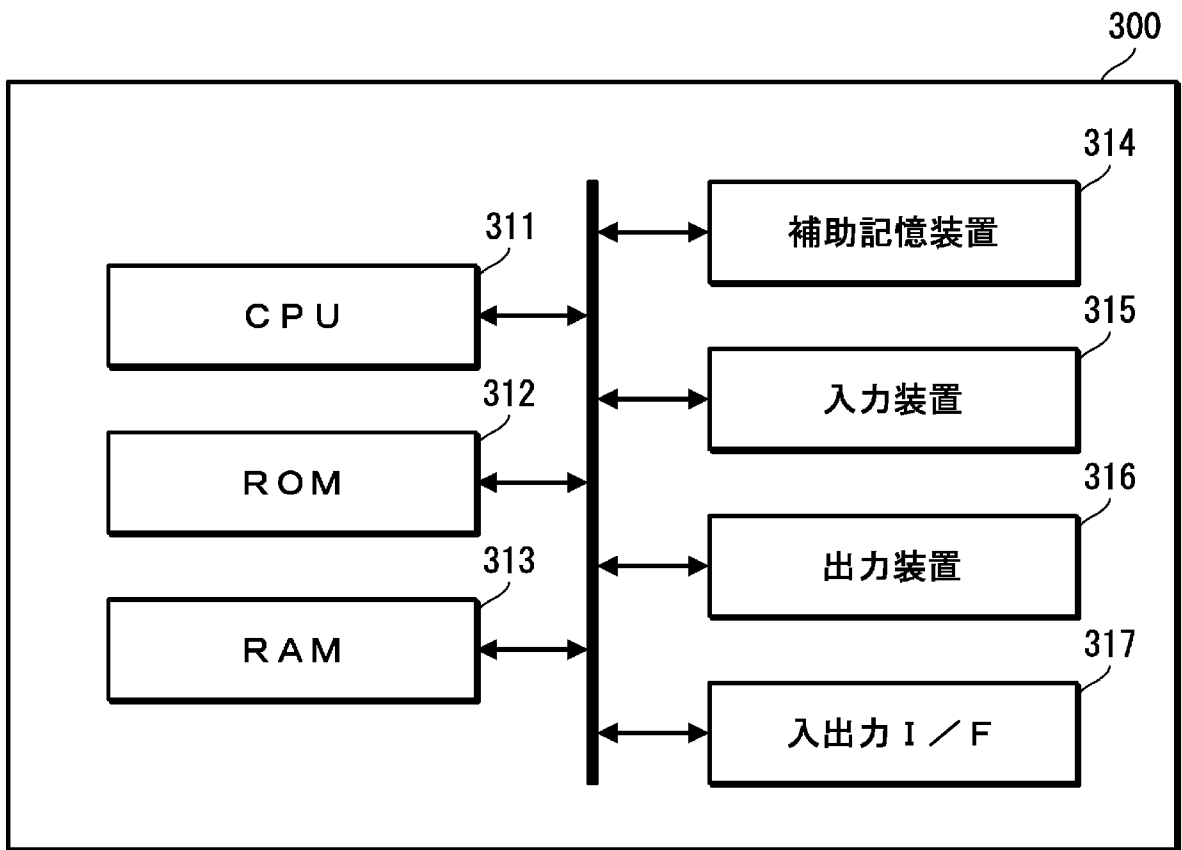
[図25]



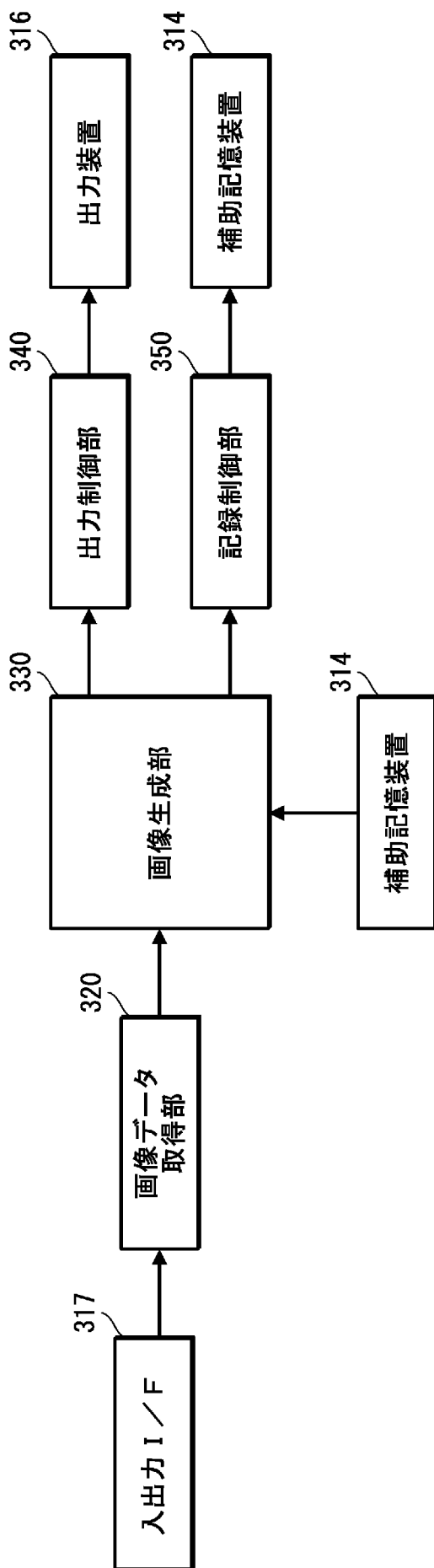
[図26]



[図27]



[図28]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/023586

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G03B 11/00</i> (2021.01)i; <i>H04N 5/225</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/20</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/22</i> (2006.01)i FI: G03B11/00; G02B5/20; G02B5/22; H04N5/225 400; H04N5/225 300		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03B11/00; H04N5/225; G02B5/20; G02B5/22		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-216678 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORP.) 07 December 2017 (2017-12-07) paragraphs [0037]-[0047], [0054]-[0056], fig. 1, 2, 4	1-2, 8-14
A		3-7, 15-22
X	JP 2016-36127 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORP.) 17 March 2016 (2016-03-17) paragraphs [0013], [0016], [0064]-[0078], [0092], fig. 1, 2	1-2
A		3-22
X	WO 2011/125457 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 13 October 2011 (2011-10-13) paragraphs [0014]-[0038], fig. 1-6	1-14, 19-21
Y		15
A		16-18, 22
Y	JP 2004-24611 A (OLYMPUS CORP.) 29 January 2004 (2004-01-29) paragraph [0037], fig. 1, 3(B)	15
A		1-14, 16-22
<input checked="" 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 "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 <b>09 August 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>23 August 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2022/023586**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-258647 A (CANON INC.) 26 December 2013 (2013-12-26) paragraphs [0011]-[0013], fig. 1, 2	16
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/023586**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-216678	A	07 December 2017	US 2017/0347086 A1 paragraphs [0067]-[0077], [0084]-[0086], fig. 1, 2, 4 CN 107438148 A	
JP	2016-36127	A	17 March 2016	US 2016/0037022 A1 paragraphs [0039], [0042], [0092]-[0106], [0120], fig. 1, 2	
WO	2011/125457	A1	13 October 2011	US 2012/0130175 A1 paragraphs [0040]-[0064], fig. 1-6 EP 2433552 A1 CN 102469932 A	
JP	2004-24611	A	29 January 2004	US 2004/0037454 A1 paragraph [0087], fig. 1, 3B EP 1374755 A1	
JP	2013-258647	A	26 December 2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03B 11/00(2021.01)i; H04N 5/225(2006.01)i; G02B 5/20(2006.01)i; G02B 5/22(2006.01)i FI: G03B11/00; G02B5/20; G02B5/22; H04N5/225 400; H04N5/225 300		
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）） G03B11/00; H04N5/225; G02B5/20; G02B5/22 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 A	JP 2017-216678 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 07.12.2017 (2017-12-07) 【0037】-【0047】，【0054】-【0056】，図1-2及び図4	1-2, 8-14 3-7, 15-22
X A	JP 2016-36127 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 17.03.2016 (2016-03-17) 【0013】，【0016】，【0064】-【0078】，【0092】及び 図1-2	1-2 3-22
X Y A	WO 2011/125457 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 13.10.2011 (2011-10-13) [0014]-[0038]及び図1-6	1-14, 19-21 15 16-18, 22
<input checked="" 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 “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 09.08.2022	国際調査報告の発送日 23.08.2022	
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） 藏田 敦之 2V 9510 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

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	JP 2004-24611 A (オリンパス株式会社) 29.01.2004 (2004 - 01 - 29) 【0037】、図1及び図3 (B)	15
A		1-14, 16-22
A	JP 2013-258647 A (キヤノン株式会社) 26.12.2013 (2013 - 12 - 26) 【0011】 - 【0013】及び図1-2	16

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/JP2022/023586

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-216678 A	07.12.2017	US 2017/0347086 A1 [0067]-[0077], [0084]- [0086], 図1-2及び図4 CN 107438148 A	
JP 2016-36127 A	17.03.2016	US 2016/0037022 A1 [0039], [0042], [0092]- [0106], [0120]及び図1- 2	
WO 2011/125457 A1	13.10.2011	US 2012/0130175 A1 [0040]-[0064]及び図1-6 EP 2433552 A1 CN 102469932 A	
JP 2004-24611 A	29.01.2004	US 2004/0037454 A1 [0087], 図1及び図3B EP 1374755 A1	
JP 2013-258647 A	26.12.2013	(ファミリーなし)	