

(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
2021年1月28日(28.01.2021)



(10) 国際公開番号
WO 2021/015106 A1

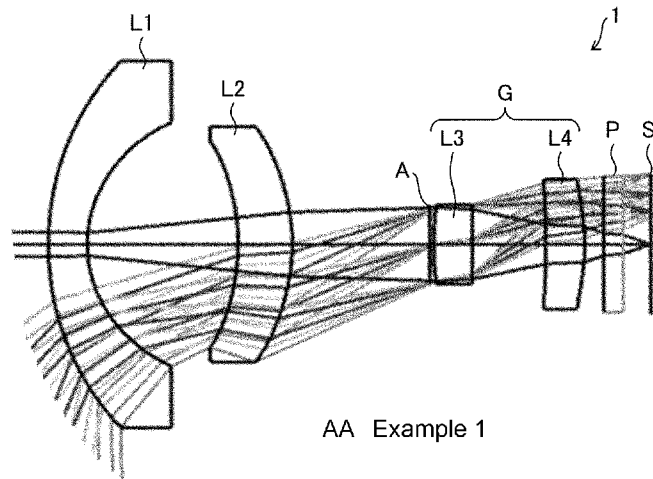
- (51) 国際特許分類:
G02B 13/14 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027759
- (22) 国際出願日: 2020年7月17日(17.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-136421 2019年7月24日(24.07.2019) JP
- (71) 出願人: 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 松下 佳雅(MATSUSHITA, Yoshimasa); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 佐藤 史雄(SATO, Fumio); 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 堀 信男(HORI, Nobuo); 〒3550003 埼玉県東松山市殿山町7-4 1 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(54) Title: INFRARED IMAGING LENS

(54) 発明の名称: 赤外線撮像レンズ

図 1

実施例1
AA



(57) Abstract: The present invention realizes an infrared imaging lens that is for a far-infrared region and that exhibits excellent performance such as aberration despite having a wide angle of view. An infrared imaging lens (1) has disposed therein from the object side to the image surface side in the following order: a first lens (L1) with negative refractive power; a second lens (L2) that is formed into a meniscus shape and that is convex toward the image surface side; and an image-surface-side lens group (G) with positive refractive power. Each of the first lens and the second lens is made from glass having a refractive index of not less than 2.8 at a wavelength of 10 μm, and has a half angle of view of



WO 2021/015106 A1

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

not less than 60°.

(57) 要約: 広画角にも係わらず、収差等の性能に優れた遠赤外領域の赤外線撮像レンズを実現する。赤外線撮像レンズ(1)は、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力の第1レンズ(L1)と、像面側に凸のメニスカスである第2レンズ(L2)と、正の屈折力の像面側レンズ群(G)とを配置し、第1レンズ及び第2レンズの材料は、波長10 μ mにおける屈折率が2.8以上のガラスであり、半画角が60°以上である。

明 細 書

発明の名称：赤外線撮像レンズ

技術分野

[0001] 本発明は赤外線撮像レンズに関する。

背景技術

[0002] 遠赤外領域、特に生体検知に適した約8～14 μm の波長領域の赤外線で被写体を撮影する赤外線カメラが、監視カメラや防犯カメラ、車載用ナイトビジョンに応用されている。これらの赤外線カメラに適用される赤外線撮像用レンズは、8～14 μm の波長領域での透過率が比較的高い材料からなるレンズを用いて構成される。

[0003] そのような材料として、ゲルマニウム (Ge)、シリコン (Si)、硫化亜鉛 (ZnS)、セレン化亜鉛 (ZnSe)、カルコゲナイドガラスが用いられてきた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開公報「WO2017/094744A1」

特許文献2：国際公開公報「WO2018/163831A1」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] Ge、Si、ZnS、ZnSe等の材料は、結晶系とも呼称され、レンズ成形のための加工性に劣る。特に、プレス成型（モールド成形）による加工ができないため、レンズが高コストとなる他、工業的に非球面レンズを大量生産することが困難である。

[0006] その点カルコゲナイドガラスはプレス成型により非球面レンズを量産することが可能である。しかしながら、従来のカルコゲナイドガラスは、遠赤外領域における屈折率が2.8未満であり、これら結晶系の材料と比較すると小さい。

[0007] そのため、結晶系の材料、従来のカルコゲナイドガラスのいずれを適用しても、特に監視カメラや防犯カメラ等の用途において求められている広画角の赤外線撮像レンズを、低収差で、あるいは周辺光量の低下を抑制して実現することが困難であった。

[0008] 本発明の一態様は、上記課題に着目したものであり、広画角であるにも係わらず、低収差の、あるいは周辺光量の低下が抑制された、性能に優れた遠赤外領域の赤外線撮像レンズを実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る赤外線撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、像面側に凸のメニスカスである第2レンズと、正の屈折力を有する像面側レンズ群と、を配置して構成され、前記第1レンズ及び前記第2レンズの材料は、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が2.8以上のガラスであり、半画角が 60° 以上である構成を備えている。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、広画角であるにも係わらず、低収差の、あるいは周辺光量の低下が抑制された、性能に優れた遠赤外領域の赤外線撮像レンズを実現できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態について、数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

[図2]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、コマ収差を示す収差図である。

[図3]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、球面収差、非点収差、ディストーションを示す収差図である。

[図4]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、周辺光量比の入射角依存性を示すグラフである。

[図5]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、MTFの空間周波数

依存性を示すグラフである。

[図6]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、MTFの入射角依存性を示すグラフである。

[図7]本発明の数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの、MTFの焦点移動依存性を示すグラフである。

[図8]本発明の実施形態における、カルコゲナイドガラスの製造試験の結果（サンプルデータ）を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について、詳細に説明する。

[0013] [実施例1]

実施例1に係る赤外線撮像レンズ1は、少なくとも遠赤外領域の波長領域に対応した、イメージセンサ等の像面Sに被写体の像を結像するレンズ系である。図1は、赤外線撮像レンズ1の概略構成を示す、光軸に沿った断面図である。

[0014] <赤外線撮像レンズの概要>

赤外線撮像レンズ1の概要は以下の通りである。赤外線撮像レンズ1は、物体側から像面側に向かって順に、第1レンズL1、第2レンズL2、開口絞りA、像面側レンズ群Gが配置されて構成される。図1に示されるように、像面側レンズ群Gと像面Sとの間には、平行平板Pが配置されている。平行平板Pは像面側にハーメチックシーリングで装荷される光学ウィンドーであり、シリコン、低酸素シリコンまたはゲルマニウムが使用される。材質や厚みは、どのイメージセンサを採用するかで決めることができる。

[0015] 実施例1における具体例として、像面側レンズ群Gは、物体側から像面側に向かって順に、第3レンズL3と第4レンズL4とから構成される。フォーカシングの際には、第1レンズL1から第4レンズL4までが、一律に光軸方向に移動する。

[0016] 第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、平行平板Pの表面には、反射防止（AR）コーティングが施される。このよう

な遠赤外領域における反射防止コーティングには適宜の公知技術が適用され得る。

[0017] 第1レンズL1は、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を備える。第1レンズL1は非球面レンズであり、その物体側の面（第1面）は非球面であり、像面側の面（第2面）は球面である。

[0018] 第2レンズL2は、正の屈折力を有し、像面側に凸面を向けたメニスカス形状を備える。第2レンズL2は非球面レンズであり、その物体側の面（第3面）は非球面であり、像面側の面（第4面）は非球面である。なお、第2レンズL2の屈折力は、負、または0とすることもできる。

[0019] 像面側レンズ群Gは、正の屈折力を有している。実施例1における具体例として、第3レンズL3は、正の屈折力を有した両凸レンズである。第3レンズL3は非球面レンズであり、その物体側の面（第6面）は非球面であり、像面側の面（第7面）は球面である。第4レンズL4は、正の屈折力を有し、像面側に凸面を向けたメニスカス形状を備える。第4レンズL4は非球面レンズであり、その物体側の面（第8面）は球面であり、像面側の面（第9面）は非球面である。

[0020] <第1レンズ及び第2レンズ>

赤外線撮像レンズ1は、特に第1レンズL1及び第2レンズL2において以下の特徴的な構成を備えている。そのような特徴的な構成によって、遠赤外領域の波長帯において、半画角 ω が 60° よりも大きいにも係わらず、収差の発生と周辺光量の低下が抑制された良好な結像特性が実現される。好ましくは、半画角 ω は 80° 以上にもなる。

[0021] 第1レンズL1及び第2レンズL2は、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が2.8以上の、少なくとも $8\sim 14\mu\text{m}$ の遠赤外領域の波長帯において光透過性を有するガラスからなる材料で構成される。好ましくは、第1レンズL1及び第2レンズL2は、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が3以上である。より好ましくは、第1レンズL1及び第2レンズL2は、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が3.3以上である。屈折率の上限に関しては特に制限は無いが、現

実的には4以下である。このように、第1レンズL1及び第2レンズL2の材料には、遠赤外領域の波長帯において良好な光透過性を有して、屈折率が大きい、新規のガラス、具体的にはカルコゲナイドガラスが適用される。

[0022] このような特徴を有するカルコゲナイドガラスは本出願人らにより新規に開発された。当該カルコゲナイドガラスを製造する方法等については後述する。

[0023] カルコゲナイドガラスにおいて、遠赤外領域で光透過性が優れていることを示す指標として、「赤外吸収端波長」と「内部透過率」を用いることができる。ここで赤外吸収端波長とは、波長 $8\mu\text{m}$ 以上の遠赤外領域における吸収端波長をいい、材料の厚み 2mm における光透過率が 20% となる波長で定義される。なお、内部透過率とは材料内部での透過率をいい、材料表面での反射損失は含まない。

[0024] 第1レンズL1及び第2レンズL2を構成する材料としてのカルコゲナイドガラスは、赤外吸収端波長が $20\mu\text{m}$ 以上である。従って、当該カルコゲナイドガラスは、波長 $12\mu\text{m}$ を超えるような赤外線をも透過し、少なくとも波長 $8\sim 14\mu\text{m}$ の範囲に亘って透過率が良好である。また当該カルコゲナイドガラスの厚さ 2mm での内部透過率は、波長 $12\mu\text{m}$ において 90% 以上である。

[0025] 当該カルコゲナイドガラスのアッペ数は $180\sim 300$ である。好ましくは、当該カルコゲナイドガラスのアッペ数は $200\sim 290$ である。このように、第1レンズL1及び第2レンズL2には、アッペ数が比較的大きく色収差を低減しやすい特徴的な材料が適用される。なお、本明細書におけるアッペ数については、後述の数値実施例にその定義が記載されている。

[0026] 第1レンズL1は屈折率が 2.8 以上と大きく、また物体側に凸面を向けた負メニスカス形状を備えるため、物体側から広い入射角までの光線を集めることができ、半画角 ω が 60° 以上の広画角の赤外線撮像レンズを実現できる。好ましくは半画角 ω が 80° 以上の構成とすることができる。

[0027] また、第2レンズL2は屈折率が 2.8 以上と大きく、また像面側に凸面

を向けた正メニスカス形状を備える。従って、入射角の大きい光線（像面周辺部）を外向きに広げることができ（第3面の有効径よりも第4面の有効径が大きい）、周辺像高における光束のケラレが減少し、周辺光量の低下を抑制することができる。

[0028] 第1レンズL1及び第2レンズL2が、このような条件の基に構成されることにより、半画角 ω が 60° よりも大きいにも係わらず、第3レンズL3に入射する光線の光軸からの角度が標準玉の範囲程度にまで狭められている。例えば半画角 ω が 90° 程度であれば、第3レンズL3に入射する光線の光軸からの角度は最大 40° 程度とでき、極力収差の発生を抑制させることができる。好ましくは、第1レンズL1及び第2レンズL2の合成の屈折力は負または0であるように構成される。

[0029] 遠赤外領域を透過する材料として用いられている、シリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）、硫化亜鉛（ZnS）、セレン化亜鉛（ZnSe）のような結晶系の材料では、プレス成型が不可能である。そのため、複雑な形状を有する非球面レンズを大量生産することが困難である。よって民生用の低コストの非球面レンズをこれら結晶系の材料で実現することは困難である。

[0030] また、従来のカルコゲナイドガラスでは、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が2.8未満であり小さい。よってこれらの材料では、十分に収差を抑制し、あるいは周辺光量の低下を抑制した広画角の赤外線撮像レンズを実現することは困難であった。

[0031] 一方、第1レンズL1及び第2レンズL2は、プレス成型が可能なカルコゲナイドガラスを材料としているため、非球面レンズを量産性良く生産することができる。好ましくは、第1レンズL1及び第2レンズL2のガラス転移温度が 200°C 以下と低く、プレス成型がより容易であるとよい。なお、好ましくは、ガラス転移温度は 180°C 以下にもなる。第1レンズL1及び第2レンズL2を非球面レンズとすることにより、収差が抑制される。これらのレンズに非球面が適用し得ない場合、収差を抑制するためのレンズの構成は、レンズ枚数が増加したものになってしまう。

[0032] <像面側レンズ群>

第2レンズL2と像面側レンズ群Gとの間には、第5面としての開口絞りAが設けられる。そのため像面側レンズ群Gに入射する光線の高さを低くすることができ、コマ収差を抑制することができる。

[0033] 像面側レンズ群Gの実施例1における具体例としての第3レンズL3と第4レンズL4もまた第1レンズL1及び第2レンズL2と同様のカルコゲナイトガラスを材料として成形されている。この場合、第3レンズL3と第4レンズL4についても、非球面レンズとできるため、収差が有効に抑制される。

[0034] なお、像面側レンズ群は、例えばGeを材料として構成することも可能である。その場合、非球面レンズを実現することが困難なため、像面側レンズ群Gを2枚の球面レンズで構成すると収差が数値実施例1のものよりも大きくなる。数値実施例1が対象とするよりも画素ピッチの大きいイメージセンサに対応する赤外線撮像レンズであれば、このような構成でもよい。あるいは像面側レンズ群Gを3枚以上のレンズで構成すれば収差の改善は可能であるが、構成が複雑となり高コストとなる。

[0035] また像面側レンズ群は、1枚のレンズで構成してもよい。その場合、収差が数値実施例1のものよりも大きくなる。数値実施例1が対象とするよりも画素ピッチの大きいイメージセンサに対応した赤外線撮像レンズであれば、このような構成でもよい。

[0036] <数値実施例1>

次に、実施例1における赤外線撮像レンズ1の数値実施例を示す。数値実施例1に係る赤外線撮像レンズの断面図は、図1に示された通りである。数値実施例1において、 r は曲率半径、 d は光軸上の面間の距離、 ED は有効径（直径）を表す。長さの単位は（mm）である。面番号の数字の後の*（アスタリスク）は非球面であることを表す。以下に、面データ、非球面データ、各種データを示す。

[表1]

面番号:	r	d	n10	ν 10	ED
(物面)	∞	∞			
1*	18.96710	2.000	3.46501	253.0	21.365
2	7.99533	7.794			14.242
3*	-13.38789	2.800	3.46501	253.0	12.039
4*	-12.46638	7.111			13.708
5(絞り)	∞	0.200			4.597
6*	21.17965	2.000	3.46501	253.0	4.286
7	-264.2289	3.785			4.655
8	-54.37844	2.000	3.46501	253.0	7.107
9*	-13.83381	1.917(※)			7.587
10	∞	1.000	3.41874	3129.0	7.859
11	∞	0.500			7.915
(像面)					

※フォーカシングで可変

屈折率及びアッペ数の定義は以下の通りである：

屈折率 n 8 : 波長 8 μ m における屈折率

屈折率 n 1 0 : 波長 1 0 μ m における屈折率

屈折率 n 1 2 : 波長 1 2 μ m における屈折率

アッペ数 ν 1 0 : ν 1 0 = (n 1 0 - 1) / (n 8 - n 1 2)

[表2]

第1面
k=0.0000000E+00, A4=6.9160609E-05, A6=-7.1679573E-07, A8=4.0501325E-09, A10=-3.8071869E-12
第3面
k=0.0000000E+00, A4=1.2464676E-04, A6=2.4769910E-06, A8=-1.7261253E-07, A10=-1.2804751E-10
第4面
k=0.0000000E+00, A4=1.8247568E-04, A6=6.4464704E-07, A8=-9.6695897E-08, A10=7.1230986E-10
第6面
k=0.0000000E+00, A4=-6.0286659E-05, A6=-2.4163289E-06, A8=4.0733517E-07, A10=-2.4238062E-08
第9面
k=0.0000000E+00, A4=7.9338681E-04, A6=-2.3392709E-05, A8=1.7281532E-06, A10=-5.5921931E-08

非球面形状の定義は以下の通りである：

[数1]

$$Z = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/R)^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10}$$

h：光軸からの高さ

R：頂点曲率半径

k：円錐定数

An：n次の非曲面係数（n：4以上の偶数）

Z：hにおける非球面上の点から非球面頂点の接平面までの距離

[表3]

Fナンバー:	1.4
最大半画角:	91°
最大像高:	4.08mm
全系焦点距離:	2.04mm
バックフォーカス:	3.417mm (d(9)+d(10)+d(11))
レンズ全長:	31.107mm

次に、数値実施例1の赤外線撮像レンズの諸性能を示す。図2は、最大半画角である入射角 91° までの、各入射角におけるコマ収差を、タンジェンシャル（メリジオナル）方向とサジタル（ラジカル）方向に分けて示す収差図である。図3は、球面収差、非点収差、ディストーションを示す収差図である。図2及び図3に示されるように、数値実施例1に係る赤外線撮像レンズによれば、諸収差が良好に補正されている。

[0037] 図4は、数値実施例1の赤外線撮像レンズの、入射角に対する周辺光量比の関係を示したグラフである。ここで周辺光量比とは、像面において光軸上領域（像面中央領域）に対する、ある領域での照度の比をいう。図4に示されるように、最大半画角 91° にもなる赤外線撮像レンズであるにもかかわらず、入射角 91° （最大画角領域）での周辺光量比が約41%と、十分な周辺光量が得られている。なお、一般的な縦横比3：4の赤外線用イメージセンサを用いると、撮像面左右端中央に相当する入射角は約 76° である。そこでの周辺光量比は約52%となる。

[0038] 図5は、MTF（Modulation Transfer function）の空間周波数依存性を示したグラフである。また図6は、MTFの入射角依存性を示したグラフである。なお、図5から図7においては、各入射角に関するタンジェンシャル方向についての結果が実線で、サジタル方向の結果が破線で示されている。遠赤外領域用として一般的な画素ピッチ $17\mu\text{m}$ のイメージセンサのナイキスト周波数は 29.4 cycle/mm に対応する。空間周波数 29.4 cycle/mm の時に、撮像面中央（入射角 0° ）でのMTFが48%となった。

[0039] 最大半画角 91° にもなる赤外線撮像レンズであるにもかかわらず、入射角 91° でのMTFがサジタル方向とタンジェンシャル方向の平均として23%となった。撮像面左右端中央（入射角は約 76° ）において空間周波数 29.4 cycle/mm でのMTFがサジタル方向とタンジェンシャル方向の平均として29%となった。このように最大半画角 91° にもなる広画角の赤外線撮像レンズにも係わらず、良好なMTFが得られている。図7は

、焦点移動に対するMTFの変化を示したグラフである。

[0040] <カルコゲナイドガラス>

次に、本実施形態の赤外線撮像レンズ1に適用されるカルコゲナイドガラスについて説明する。

[0041] 当該カルコゲナイドガラスは、必須成分として、カルコゲン元素であるテルル (Te) を含有する。Teはガラス骨格を形成し、赤外線透過率を高める成分である。Teの含有量 (モル分率) は20~90%である。好ましくは、30~88%、40~84%、50~82%であり、特に60~80%であることが好ましい。

[0042] Teの含有量が少なすぎると、ガラス化しにくくなり、赤外線透過率が低下しやすくなる。一方、Teの含有量が多すぎるとガラスの熱的安定性 (ガラス化の安定性) が低下しやすく、またTe系の結晶が析出しやすくなる。なお、他のカルコゲン元素であるセレン (Se) や硫黄 (S) は、Teより赤外線透過率を向上させにくく、赤外吸収端波長が短くなりやすい。

[0043] そのため、Seの含有量は0~40%、0~20%、0~10%、0~5%であることが好ましく、実質的に含有しないことが特に好ましい。また、Sの含有量は0~40%、0~20%、0~10%、0~5%であることが好ましく、実質的に含有しないことが特に好ましい。なお、本明細書において、「実質的に含有しない」とは、意図的に原料中に含有させないという意味であり、不純物レベルの混入を排除するものではない。客観的には、各成分の含有量が0.1%未満であることが好ましい。

[0044] 上記必須成分以外の含有成分は、以下に示す元素の中から選択され、当該カルコゲナイドガラスの全成分の含有量 (モル分率) が100%になるように構成される。

[0045] ゲルマニウム (Ge) は赤外線透過率を低下させることなく、ガラス化範囲を広げ、ガラスの熱的安定性を高める成分である。Geの含有量は0~50%である。好ましくは、1~40%、3~35%、5~30%、7~25%であり、特に10~20%であることが好ましい。Geの含有量が多すぎ

ると、Ge系の結晶が析出しやすくなるとともに、原料コストが高くなる傾向がある。

[0046] ガリウム (Ga) は赤外線透過率を低下させることなく、ガラス化範囲を広げ、ガラスの熱的安定性を高める成分である。Gaの含有量は0~50%である。好ましくは、1~30%、2~20%、3~15%、特に4~10%であることが好ましい。Gaの含有量が多すぎると、Ga系の結晶が析出しやすくなるとともに、原料コストが高くなる傾向がある。

[0047] 銀 (Ag) は、ガラスの熱的安定性を高める成分である。Agの含有量は0~50%である。好ましくは、0超~50%、1~45%、2~40%、3~35%、4~30%、5~25%、特に5~20%であることが好ましい。Agの含有量が多すぎると、ガラス化しにくくなる。

[0048] アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、銅 (Cu)、インジウム (In)、錫 (Sn)、ビスマス (Bi)、クロム (Cr)、アンチモン (Sb)、亜鉛 (Zn)、マンガン (Mn) は赤外線透過特性を低下させることなく、ガラスの熱的安定性を高める成分である。Al+Ti+Cu+In+Sn+Bi+Cr+Sb+Zn+Mnの含有量 (Al、Ti、Cu、In、Sn、Bi、Cr、Sb、Zn及びMnの合量) は0~40%である。好ましくは、2~35%、4~30%であり、特に5~25%であることが好ましい。

[0049] Al+Ti+Cu+In+Sn+Bi+Cr+Sb+Zn+Mnの含有量が多すぎると、ガラス化しにくくなる。なかでもガラスの熱的安定性を高める効果が特に大きいという点でAl、Cu、及び/またはSnを使用することが好ましい。

[0050] フッ素 (F)、塩素 (Cl)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I) もガラスの熱的安定性を高める成分である。F+Cl+Br+Iの含有量 (F、Cl、Br及びIの合量) は0~40%である。好ましくは、1~40%、1~30%、1~25%であり、特に1~20%であることが好ましい。

[0051] F+Cl+Br+Iの含有量が多すぎると、ガラス化しにくくなることも

に、耐候性が低下しやすくなる。なかでもIは、元素原料を使用可能であり、ガラスの熱的安定性を高める効果が特に大きいという点で好ましい。

[0052] シリコン (Si) は、ガラスの熱的安定性を高める成分である。Siの含有量は0~50%である。好ましくは0超~50%、1~45%、2~40%、3~35%、4~30%、5~25%、特に5~20%であることが好ましい。Siの含有量が多すぎると、Si起因の赤外吸収が発生しやすくなり、赤外線が透過しにくくなる。

[0053] また、当該カルコゲナイドガラスは、カドミウム (Cd)、タリウム (Tl) 及び鉛 (Pb) を実質的に含有しないことが好ましい。

[0054] 本実施形態の赤外線撮像レンズ1に適用されるカルコゲナイドガラスは以下のように作製される。はじめに、上記のガラス組成となるように、原料を混合し、原料バッチを得る。次に、石英ガラスアンプルを加熱しながら真空排気した後、原料バッチを入れ、酸素バーナーで石英ガラスアンプルを封管する。石英ガラスアンプル中には酸素ガス (O₂) が存在しなければよく、例えば、不活性ガスに置き換えてもよい。不活性ガスとしては、安価で安全性が高いという理由から、窒素ガス (N₂) を用いることが好ましい。

[0055] 次に、封管された石英ガラスアンプルを溶融炉内で10~40℃/時間の速度で650~1000℃まで昇温後、6~12時間保持する。保持時間中、必要に応じて、石英ガラスアンプルの上下を反転し、溶融物を攪拌する。

[0056] このように、石英ガラスアンプル中には酸素ガス (O₂) が存在しない状態で溶融することで、遠赤外領域に吸収ピークを持つGe-O結合 (13.0 μm)、Se-O結合 (11.0 μm)、As-O結合 (12.7 μm)、Si-O結合 (8.9 μm、14.2 μm)、Ga-O結合 (17.5 μm) 等が生じにくいため、赤外線透過率の低下を抑制しやすい。

[0057] また、カルコゲナイドガラス中に酸素 (O) が取り込まれると、脈理やGa酸化物等の酸化物のブツが生成しやすくなる。このような脈理やブツも赤外線透過特性の低下を引き起こす。しかし、本実施形態の赤外線撮像レンズ1に適用されるカルコゲナイドガラスは、これらの現象が抑止されて生成さ

れることで赤外線透過特性が良好である。また、本実施形態の赤外線撮像レンズ1に適用されるカルコゲナイドガラスでは、特定の組成で均一に構成されていることと相まって、2.8以上の高い屈折率を実現される。

[0058] 続いて、石英ガラスアンプルを溶融炉から取り出し、室温まで急冷することによりカルコゲナイドガラスを作製する。

[0059] なお、溶融炉内を不活性ガス雰囲気にするれば、石英ガラスアンプルを封管せずに溶融することができ、カルコゲナイドガラスを連続溶融することが可能になる。また、溶融ガラス中に不活性ガスをバブリングしても構わない。バブリングすることによりガラスを攪拌できるため、ガラスの均質化を促進できる。その結果、脈理等の発生を抑制できる。

[0060] 次に、精密加工を施した金型中にカルコゲナイドガラスを投入して軟化状態となるまで加熱しながらプレス成型し、金型の表面形状をカルコゲナイドガラスに転写させる。このようにして、赤外線撮像レンズ1に適用される所要の形状のカルコゲナイドガラスレンズを作製することが可能である。

[0061] 図8は、種々の原料比率で上記製造工程により製造された、カルコゲナイドガラス（サンプル番号1～24）の評価結果を示す。図8には、屈折率 n 10、アッペ数 ν 10、赤外吸収端波長が併せて示されている。

[0062] これらのカルコゲナイドガラスは、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が2.8以上である。これらによって、3.24～3.92の範囲の屈折率と、230～285の範囲のアッペ数を有するカルコゲナイドガラスの実現が現に実証された。

[0063] 当該カルコゲナイドガラスの赤外吸収端波長は $24.1\mu\text{m}$ 以上であり、少なくとも波長 $8\sim 14\mu\text{m}$ の範囲に亘っては透過率が良好であった。また当該カルコゲナイドガラスの厚さ 2mm での内部透過率は、波長 $12\mu\text{m}$ において90%以上であった。当該カルコゲナイドガラスのガラス転移点は 200°C 以下であり小さく、プレス加工によるレンズ成形が容易であった。

[0064] また、本実施形態の赤外線撮像レンズ1に、より好ましく適用されるカルコゲナイドガラスは、屈折率が3.3以上である。図8におけるサンプル番

号1～24のサンプルのうち、サンプル番号23を除いて、波長10 μ mにおける屈折率 n_{10} として3.3以上が得られた。

[0065] サンプル番号23を除く各サンプルは、それぞれが本実施形態の赤外線撮像レンズ1に、より好ましく適用されるカルコゲナイドガラスの一例である。これらによって、3.32～3.92の範囲の屈折率と、243～285の範囲のアッペ数を有するカルコゲナイドガラスの実現が現に実証された。この場合には、少なくともGeの含有量が3～45%の範囲、少なくともGaの含有量が2～17.5%の範囲、少なくともIの含有量が0～5%の範囲で、所要の特性（屈折率3.3以上）が得られることが実証された。

[0066] 特許文献2の赤外線撮像レンズに適用される従来技術のカルコゲナイドガラスでは、波長10 μ mにおける屈折率 n_{10} が2.585と2.8未満であった。このように本発明に適用される新規のカルコゲナイドガラスは、従来のカルコゲナイドガラスと比較すると、その屈折率が非常に大きい。またアッペ数も適当である。そのため、図2～7に示される良好な性能を有する広画角の赤外線撮像レンズ1が実現された。

[0067] [まとめ]

本発明の態様1に係る赤外線撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、像面側に凸のメニスカスである第2レンズと、正の屈折力を有する像面側レンズ群と、を配置して構成され、前記第1レンズ及び前記第2レンズの材料は、波長10 μ mにおける屈折率が2.8以上のガラスであり、半画角が60°以上である、構成を備えている。

[0068] 上記の構成によれば、半画角60°以上の広画角にも係わらず、収差が抑制され、または周辺光量の低下が抑制された良好な結像特性が実現された遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。

[0069] 本発明の態様2に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1において、前記ガラスが、カルコゲナイドガラスである構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、少なくとも8～14 μ mの波長帯で光透過性の良好な赤外線撮像

レンズが実現できる。

- [0070] 本発明の態様3に係る赤外線撮像レンズは、上記態様2において、前記カルコゲナイドガラスは、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が3.3以上である構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、より良好に収差が抑制され、または周辺光量の低下がより抑制され得る。
- [0071] 本発明の態様4に係る赤外線撮像レンズは、上記態様2または3において、前記カルコゲナイドガラスは、厚み 2mm での光透過率が20%となる赤外吸収端波長が $20\mu\text{m}$ 以上である構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、少なくとも $8\sim 14\mu\text{m}$ の波長帯域で光透過性の良好な、明るい赤外線撮像レンズが実現できる。
- [0072] 本発明の態様5に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から4のいずれかにおいて、像面において光軸上領域に対する最大画角領域での周辺光量比が40%以上である構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、周辺光量の低下が抑制され、良好な結像特性が実現された遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。
- [0073] 本発明の態様6に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から5のいずれかにおいて、前記第1レンズは物体側に凸のメニスカスレンズである構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、広画角にもかかわらず、良好に収差が抑制された遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。
- [0074] 本発明の態様7に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から6のいずれかにおいて、前記第1レンズは非球面レンズである構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、良好に収差が抑制された赤外線撮像レンズが、生産性良く実現できる。
- [0075] 本発明の態様8に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から7のいずれかにおいて、前記第2レンズは非球面レンズである構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、良好に収差が抑制された赤外線撮像レンズが、生産性良く実現できる。
- [0076] 本発明の態様9に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から8のいずれか

において、前記第2レンズと前記像面側レンズ群との間に開口絞りが配置される構成を備えていてもよい。上記の構成によれば、像面側レンズ群に入射する光線の高さを低くすることができ、コマ収差を抑制することができる。

[0077] 本発明の態様10に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から9のいずれかにおいて、前記像面側レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズとを備えていてもよい。上記の構成によれば、像面側レンズ群がより具体的に実現される。

[0078] 本発明の態様11に係る赤外線撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、像面側に凸のメニスカスである第2レンズと、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、を配置して構成され、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズ及び前記第4レンズの材料は、波長10 μm における屈折率が2.8以上のガラスであり、半画角が60°以上である構成を備えている。

[0079] 上記の構成によれば、像面側レンズ群がより具体的に実現されており、半画角60°以上の広画角にも係わらず、収差が抑制され、良好な結像特性が実現された遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。

[0080] 本発明の態様12に係る赤外線撮像レンズは、物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、像面側に凸のメニスカスである第2レンズと、正の屈折力を有する像面側レンズ群と、を配置して構成され、前記第1レンズ及び前記第2レンズの材料は、波長10 μm における屈折率が2.8以上のガラスであり、前記第1レンズは物体側に凸のメニスカスレンズである構成を備えている。

[0081] 上記の構成によれば、良好に収差が抑制され、周辺光量の低下が抑制された良好な結像特性が実現された遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。

[0082] 本発明の態様13に係る赤外線撮像レンズは、上記態様1から12のいずれかにおいて、前記ガラスは、ガラス転移温度が200℃以下である構成を

備えていてもよい。上記の構成によれば、容易にプレス加工によりレンズ成形が可能であり、量産性に優れ、また非球面化による収差の抑制が可能な遠赤外領域の赤外線撮像レンズが実現できる。

[0083] 本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、明細書中にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、明細書中にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

符号の説明

- [0084] 1 赤外線撮像レンズ
- L 1 第1レンズ
 - L 2 第2レンズ
 - A 開口絞り
 - G 像面側レンズ群
 - L 3 第3レンズ
 - L 4 第4レンズ
 - P 平行平板
 - S 像面

請求の範囲

- [請求項1] 物体側から像面側に向かって順に、負の屈折力を有する第1レンズと、像面側に凸のメニスカスである第2レンズと、正の屈折力を有する像面側レンズ群と、を配置して構成され、前記第1レンズ及び前記第2レンズの材料は、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が2.8以上のガラスであり、半画角が 60° 以上である、赤外線撮像レンズ。
- [請求項2] 前記ガラスが、カルコゲナイドガラスである、請求項1に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項3] 前記カルコゲナイドガラスは、波長 $10\mu\text{m}$ における屈折率が3.3以上である、請求項2に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項4] 前記カルコゲナイドガラスは、厚み 2mm での光透過率が20%となる赤外吸収端波長が $20\mu\text{m}$ 以上である、請求項2または3に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項5] 像面において光軸上領域に対する最大画角領域での周辺光量比が40%以上である、請求項1から4のいずれか1項に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項6] 前記第1レンズは物体側に凸のメニスカスレンズである、請求項1から5のいずれか1項に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項7] 前記第1レンズは非球面レンズである、請求項1から6のいずれか1項に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項8] 前記第2レンズは非球面レンズである、請求項1から7のいずれか1項に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項9] 前記第2レンズと前記像面側レンズ群との間に開口絞りが配置される、請求項1から8のいずれか1項に記載の赤外線撮像レンズ。
- [請求項10] 前記像面側レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第3レンズと、正の屈折力を有する第4レンズと、を備

える請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の赤外線撮像レンズ。

[請求項11]

物体側から像面側に向かって順に、
負の屈折力を有する第 1 レンズと、
像面側に凸のメニスカスである第 2 レンズと、
正の屈折力を有する第 3 レンズと、
正の屈折力を有する第 4 レンズと、を配置して構成され、
前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズ及び前記第 4 レンズの材料は、波長 $10\ \mu\text{m}$ における屈折率が 2.8 以上のガラスであり、

半画角が 60° 以上である、赤外線撮像レンズ。

[請求項12]

物体側から像面側に向かって順に、
負の屈折力を有する第 1 レンズと、
像面側に凸のメニスカスである第 2 レンズと、
正の屈折力を有する像面側レンズ群と、を配置して構成され、
前記第 1 レンズ及び前記第 2 レンズの材料は、波長 $10\ \mu\text{m}$ における屈折率が 2.8 以上のガラスであり、

前記第 1 レンズは物体側に凸のメニスカスレンズである、赤外線撮像レンズ。

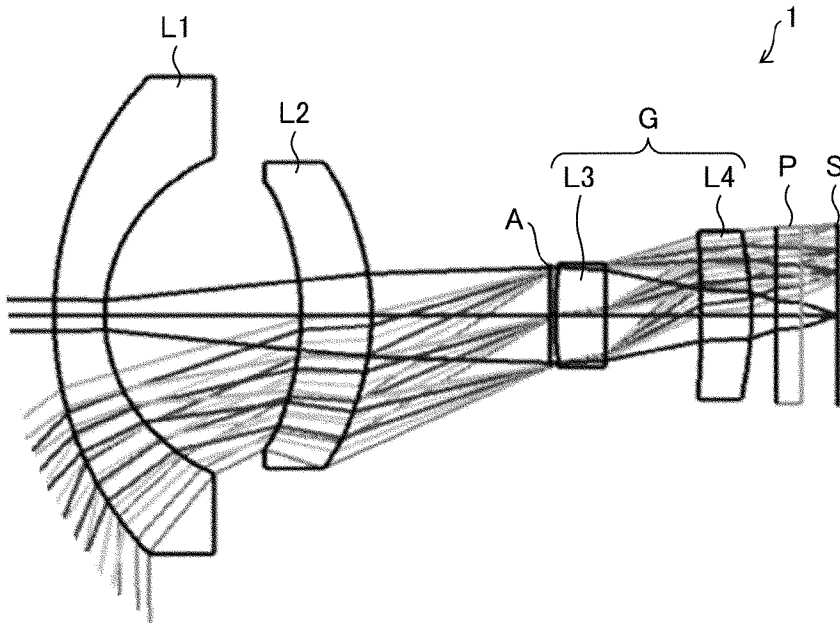
[請求項13]

前記ガラスは、ガラス転移温度が 200°C 以下である、請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の赤外線撮像レンズ。

[図1]

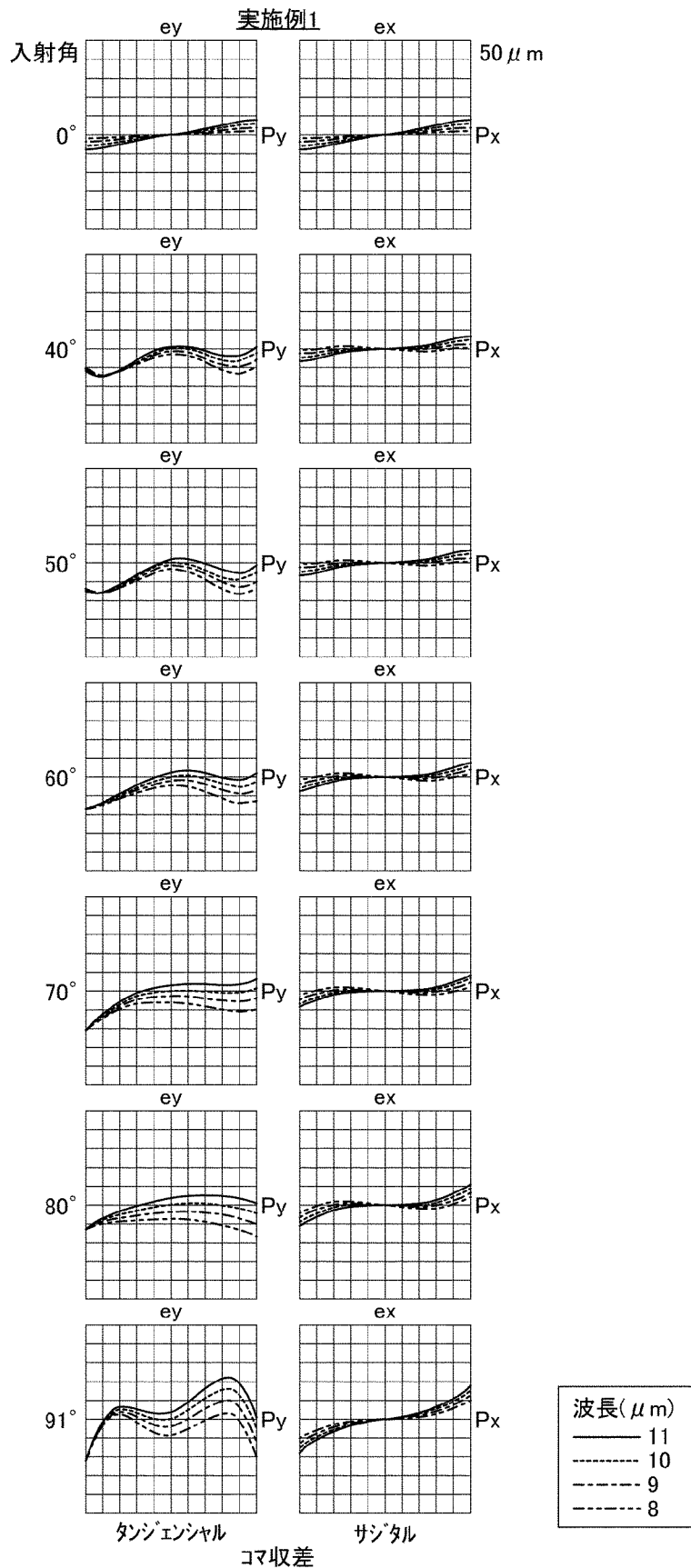
図 1

実施例1



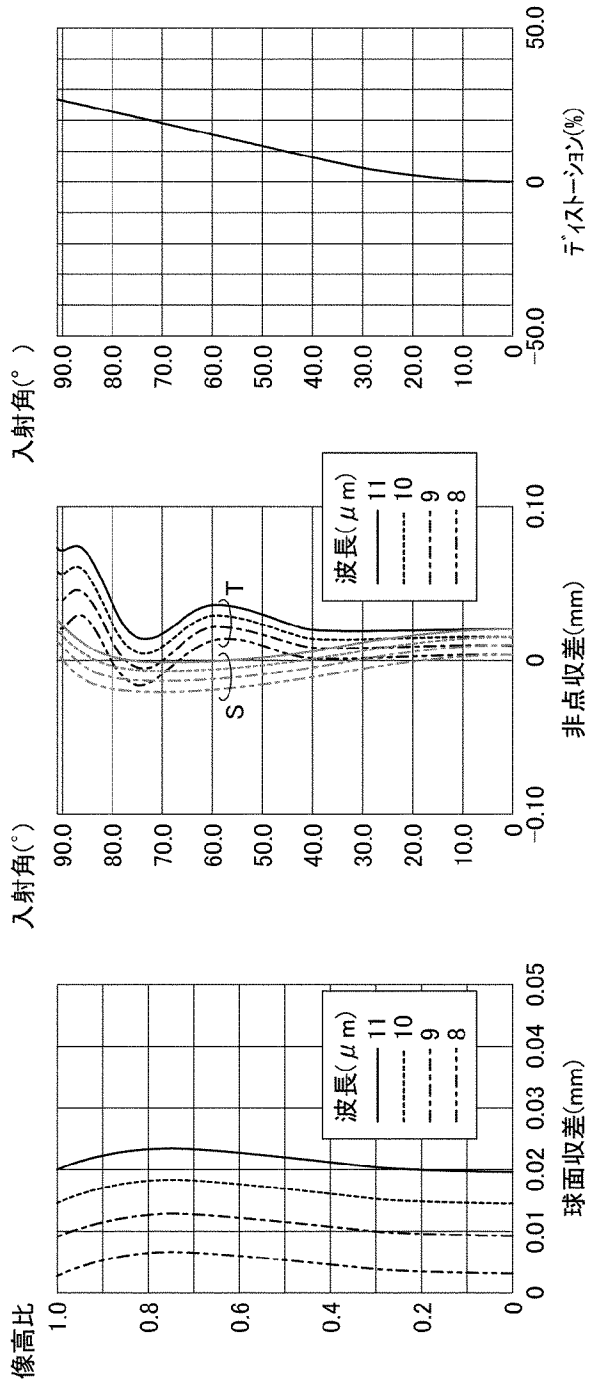
[図2]

図 2



[図3]

図3
実施例1

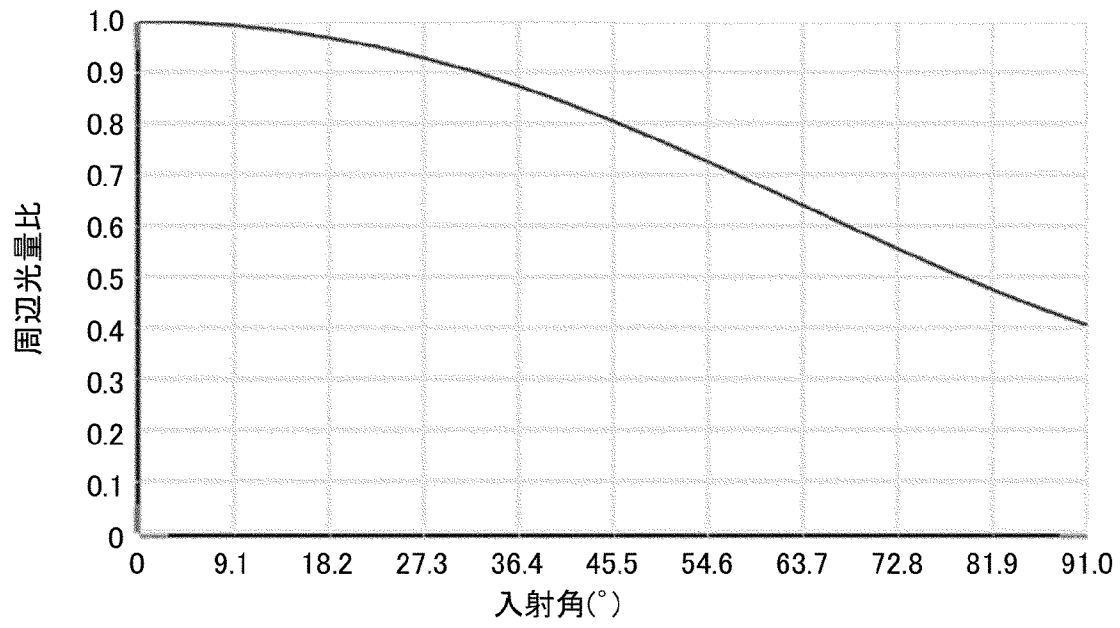


S: サジタル
T: タンジェンシャル

[図4]

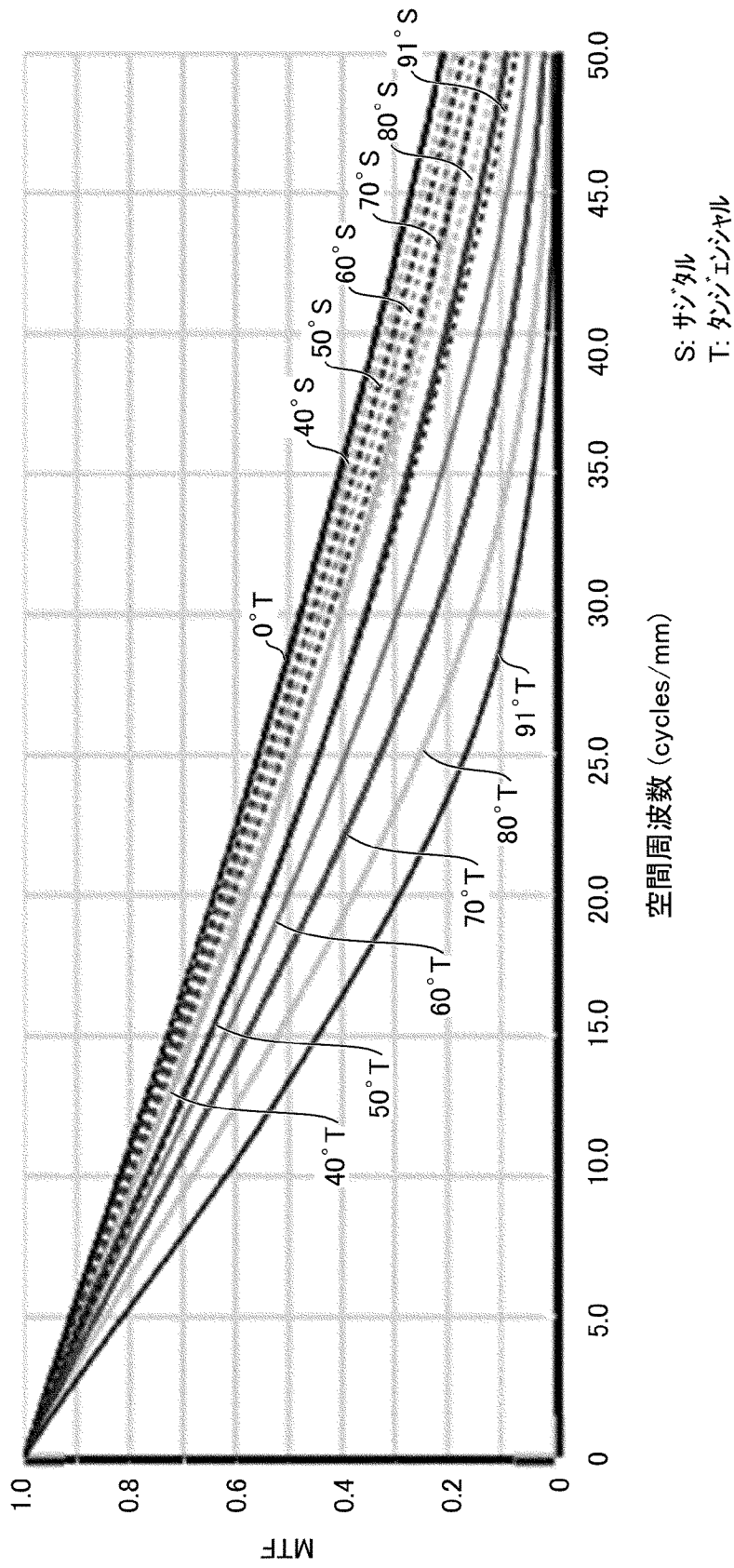
図 4

実施例1



[図5]

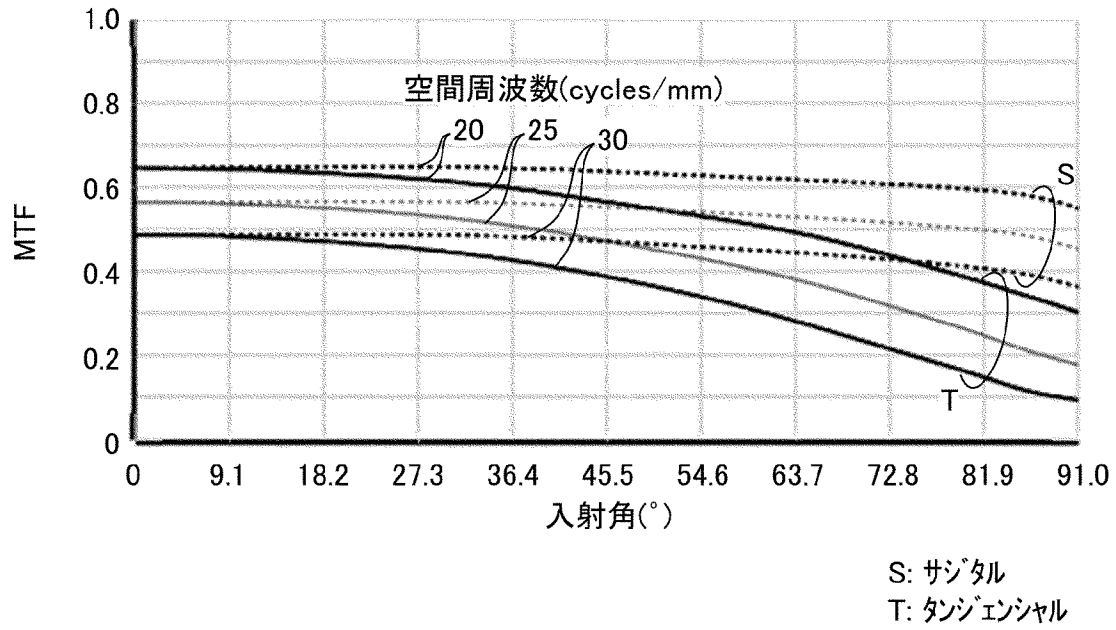
図 5
実施例1



[図6]

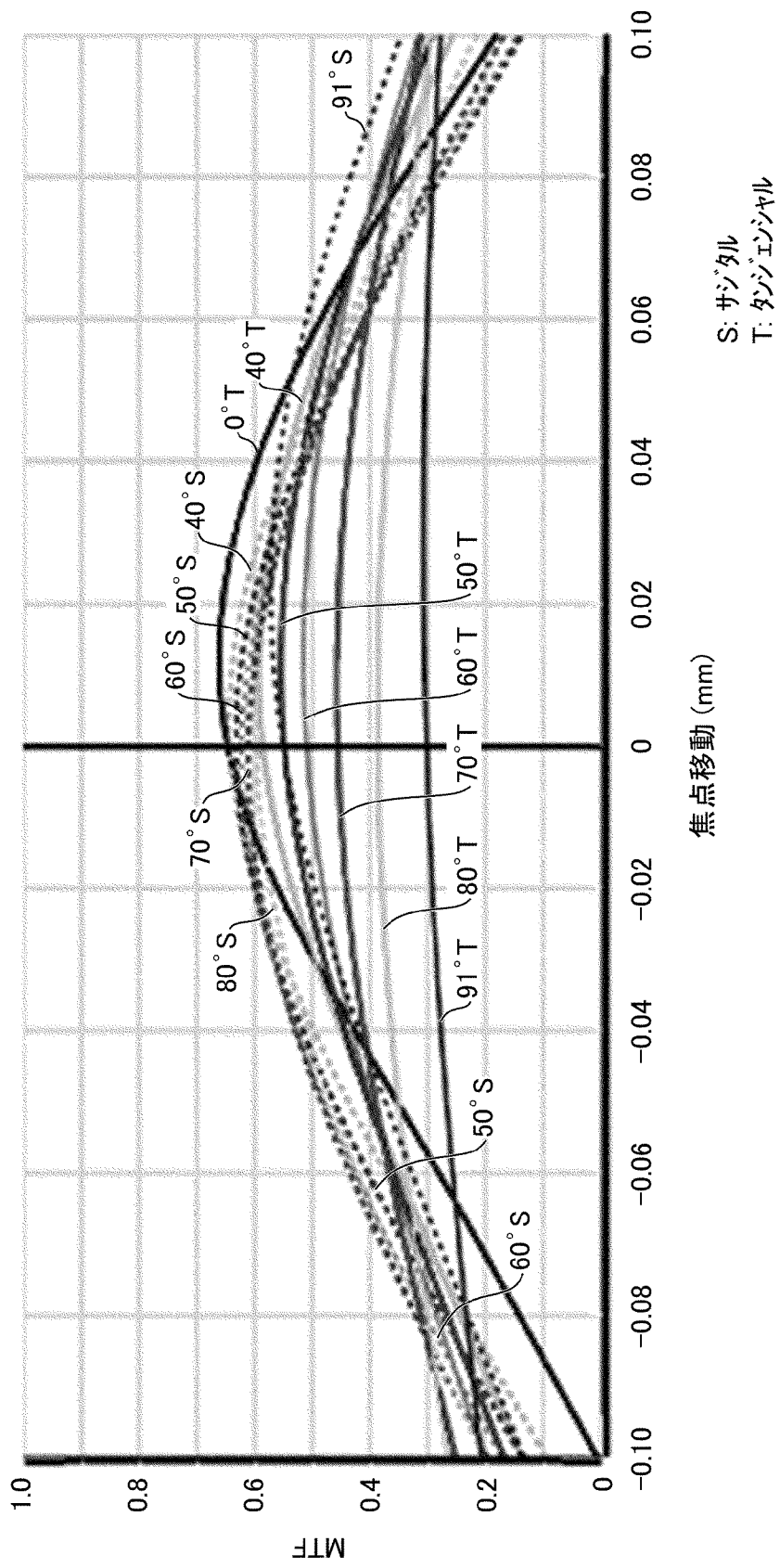
図 6

実施例1



[図7]

図 7
実施例1



[図8]

図 8

		サンプル									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ガラス組成(モル%)	Te	77.5	75	72.5	70	80	80	80	77.5	77.5	80
	Ge	15	15	15	15	15	15	17.5	17.5	15	12.5
	Ga	5	5	5	5	2.5	5	2.5	5	7.5	7.5
	Ag	2.5	5	7.5	10	2.5					
	Sn I										
屈折率(n10)		3.48	3.47	3.46	3.45	3.48	3.49	3.51	3.48	3.46	3.44
アッペ数(ν10)		257	253	251	251	258	260	258	256	255	256
赤外吸収端波長(μm)		24.3	24.2	24.2	24.3	24.3	24.3	24.1	24.3	24.2	24.1
ガラス転移温度		155	157	164	167	141	149	148	158	158	143

		サンプル									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ガラス組成(モル%)	Te	82.5	75	70	70	75	70	80	30	33	32
	Ge	12.5	15	17	19	15	17	15	45	37	33
	Ga	5	4	3	5	4	9	3	12.5	15	17.5
	Ag		3	5	3				12.5	15	17.5
	Sn I		3	5	3	6	4	2			
屈折率(n10)		3.49	3.42	3.4	3.45	3.49	3.44	3.49	3.88	3.87	3.77
アッペ数(ν10)		262	253	248	245	253	252	260	278	280	269
赤外吸収端波長(μm)		24.1	24.3	24.3	24.2	24.1	24.2	24.2	24.1	24.2	24.1
ガラス転移温度		141	154	165	166	155	167	143	187	182	180

		サンプル			
		21	22	23	24
ガラス組成(モル%)	Te	33	55	45	65
	Ge	22	3	1	28
	Ga	10	2	42	7
	Ag	35	40		
	Sn I			12	
屈折率(n10)		3.62	3.32	3.24	3.92
アッペ数(ν10)		270	243	230	285
赤外吸収端波長(μm)		24.3	24.2	24.2	24.2
ガラス転移温度		181	152	155	172

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027759

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 G02B 13/14(2006.01) i; G02B 13/18(2006.01) i
 FI: 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)
 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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-228539 A (TAMRON CO., LTD.) 07.11.2013 (2013-11-07) paragraphs [0021]-[0024], fig. 1	1-9, 12, 13 10, 11
X A	US 5446581 A (LOCKHEED MISSILES & SPACE CO., INC.,) 29.08.1995 (1995-08-29) first embodiment	1-8, 10-13 9
A	WO 2018/163831 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 13.09.2018 (2018-09-13) entire text, all drawings	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 15 September 2020 (15.09.2020)	Date of mailing of the international search report 06 October 2020 (06.10.2020)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 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/JP2020/027759
--

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-228539 A	07 Nov. 2013	(Family: none)	
US 5446581 A	29 Aug. 1995	(Family: none)	
WO 2018/163831 A1	13 Sep. 2018	US 2019/0369364 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 13/14(2006.01)i; G02B 13/18(2006.01)i FI: 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）） 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2013-228539 A (株式会社タムロン) 07.11.2013 (2013-11-07) 段落[0021]-[0024], 図1	1-9, 12, 13 10, 11
X A	US 5446581 A (Lockheed Missiles & Space Co., Inc.,) 29.08.1995 (1995-08-29) first embodiment	1-8, 10-13 9
A	WO 2018/163831 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 13.09.2018 (2018-09-13) 全文全図	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “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 15.09.2020	国際調査報告の発送日 06.10.2020	
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） 岡田 弘 2V 8361 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/027759

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2013-228539 A	07.11.2013	(ファミリーなし)	
US 5446581 A	29.08.1995	(ファミリーなし)	
WO 2018/163831 A1	13.09.2018	US 2019/0369364 A1 全文全図	