

(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
2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/098093 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/00 (2006.01) *G02B 13/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083791
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 17 日(17.12.2013)
- (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 2012-279101 2012 年 12 月 21 日(21.12.2012) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 野村 琢治 (NOMURA, Takuji); 〒9630215 福島県郡山市待池台 1-8 郡山西部第二工業団地 A G C エレクトロニクス株式会社内 Fukushima (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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).

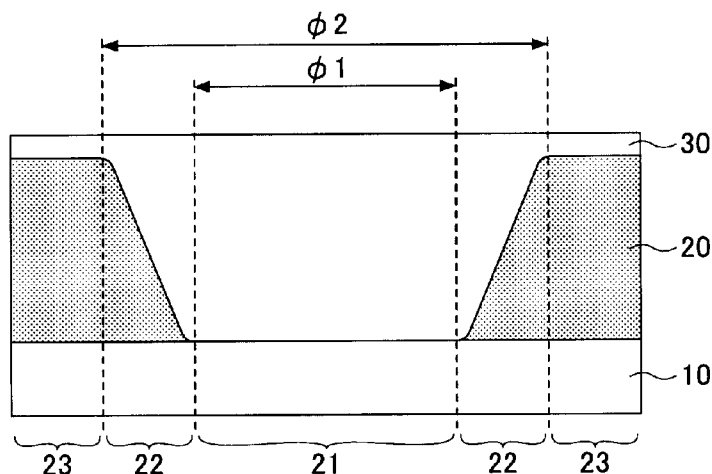
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MANUFACTURING METHOD FOR OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ELEMENT, OPTICAL SYSTEM, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 光学素子の製造方法、光学素子、光学系及び撮像装置

[図3]



(57) Abstract: Provided is a manufacturing method for an optical element, the element comprising a light-absorbing section that is formed from a material that absorbs either part of or all of light, and a light-penetrating section that is formed on the light-absorbing section from a material through which light penetrates, a central region, an intermediate region and a peripheral region being formed in order from the centre to the periphery, the light-absorbing section being essentially not formed in the central region, and, in the intermediate region, the thickness of the light-absorbing section gradually increasing from the central region side to the peripheral region side. The manufacturing method for an optical element comprises: a step for applying, on a transparent substrate, a light-absorbent resin material for forming a light-absorbing section; a step for pressing a shaping die having a recessed and protruding shape that corresponds to the shape of the light-absorbing section into the applied light-absorbent resin material; a step, when the shaping die is pressed into the light-absorbent

ent resin material, for hardening the light-absorbent resin material by means of the irradiation of ultraviolet rays, thus forming a light-absorbent section; and a step, after the irradiation of ultraviolet rays, for removing the shaping die. Therein, within the shaping die, the portion corresponding to the central region that will form the top surface of a protruding section is formed so as to be flat.

(57) 要約:

[続葉有]



光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子の製造方法において、透明基板の上に光吸収部を形成するための光吸収性樹脂材料を塗布する工程と、前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成型型を塗布された前記光吸収性樹脂材料に押しあてる工程と、前記成型型が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外線を照射することにより、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収部を形成する工程と、前記紫外線を照射した後、前記成型型を剥離する工程と、を有し、前記成型型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されているものであることを特徴とする光学素子の製造方法を提供することにより上記課題を解決する。

明 細 書

発明の名称：

光学素子の製造方法、光学素子、光学系及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子の製造方法、光学素子、光学系及び撮像装置に関する。

背景技術

[0002] カメラ等の光学機器においては、レンズ等に入射する入射光の光量を調節するため、光学絞りや減光（ND：Neutral Density）フィルタ等が用いられている。携帯電話や携帯端末などにもカメラの搭載が進み、このようなカメラにも光学絞りが使用されている（例えば、特許文献１）。通常の光学絞りを図１に示す。絞り９１０は、遮光材料により板状に形成されたものの中心部分に開口部９１１を形成したものであり、周辺部分の光は遮光され、開口部９１１の形成されている中心部分において光が透過するものである。図１（a）は、絞り９１０の上面図であり、図１（b）は、図１（a）の一点鎖線１Ａ－１Ｂにおける光の透過率分布を示す。最近では携帯電話や携帯端末の小型化や薄型化によりカメラも小型化している。そのため、使われる光学絞りも小型化しているが、小型の光学絞り９１０では、開口部９１１の周囲において光の回折の発生が無視できなくなっており、解像度を高めることが困難となっている。すなわち、カメラの高画素化が進む一方で、解像度を劣化させない小型の光学絞りが求められていた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平１１－２３１２０９号公報

特許文献２：特開２０１１－２２１１２０号公報

特許文献３：特許第４４２８９６１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような光学絞りとなる光学素子としては、図2に示されるように、中心部分の光の透過率が高く、中心部分から周辺部分に向かって光の透過率が減少している構造のアポダイズドフィルタが開示されている。なお、図2（a）は、中心部分に開口部921を有する絞り920の上面図であり、図2（b）は、図2（a）の一点鎖線2A-2Bにおける光の透過率分布を示す。

[0005] ところで、このようなアポダイズドフィルタは理想的には透過率分布が正規分布になるように設計されるが、中心の透過すべき領域が小さいため作製が難しく、バラツキなく均一に作製することは困難であった。また、透過率分布が正規分布の場合、実質的な光の透過光量が大きく減少するため、光学系が暗くなる問題がある。

[0006] 本発明は、上述のような課題を鑑みてなされたものであり、中心領域より周辺領域に向かって光の透過率が単調に減少する光学素子であって、中心領域の透過率を高く、かつ、均一な光学素子とその製造方法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] 本実施の形態の一観点によれば、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子の製造方法において、透明基板の上に光吸収部を形成するための光吸収性樹脂材料を塗布する工程と、前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成型型を塗布された前記光吸収性樹脂材料に押しあてる工程と、前記成型型が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外線を照射することにより、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収部を形成する工程と、前記紫外線を照

射した後、前記成型型を剥離する工程と、を有し、前記成型型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されているものであることを特徴とする。

[0008] また、本実施の形態の他の一観点によれば、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子の製造方法において、前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成型型に、光吸収性樹脂材料を塗布する工程と、塗布された前記光吸収性樹脂材料に透明基板を押しあてる工程と、前記透明基板が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外線を照射することにより、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収部を形成する工程と、前記紫外線を照射した後、前記成型型を剥離する工程と、を有し、前記成型型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されているものであることを特徴とする。

[0009] また、本実施の形態の他の一観点によれば、基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、 $0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$ を満たす光学素子の製造方法において、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、前記中心領域は凹凸の高さが最も高く、かつ、平坦であり、前記中間領域は、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、凹凸の高さが徐々に低くなる凹凸面を有

する成形型を用いて、前記光吸収部を形成する工程と、前記光吸収部の上に、表面が平坦になるように光透明材料を積層する工程と、を含むことを特徴とする。

[0010] また、本実施の形態の他の一観点によれば、基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、 $0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$ を満たすことを特徴とする。

[0011] また、本実施の形態の他の一観点によれば、基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、 $0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.9$ を満たすことを特徴とする。

[0012] また、本実施の形態の他の一観点によれば、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子において、前記光吸収部は、塗布された光吸収性樹脂材料に前記光吸収部の

形状に対応した凹凸形状を有する成型型をあて、紫外線を照射することにより形成されるものであって、前記成型型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されていることを特徴とする。

[0013] また、本実施の形態の他の一観点によれば、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子において、前記中心領域における最も透過率の高い点に対する最も透過率が低い点の透過率の比が0.95以上であること、または、前記中心領域における最も透過率の低い点の光吸収部の厚みが0.2 μm 以下であることを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明により、中心領域より周辺領域に向かって光の透過率が単調に減少する光学素子であって、中心領域の透過率を高く、かつ、均一な光学素子とその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]絞りの説明図

[図2]アポダイズドフィルタの説明図

[図3]第1の実施の形態における光学素子の構造図

[図4]第1の実施の形態における光学素子の説明図

[図5]光学素子における $\phi 1 / \phi 2$ とMTF及び透過率の相関図

[図6]第2の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図(1)

[図7]第2の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図(2)

[図8]第2の実施の形態における光学素子の製造方法に用いられる成型型の説明図

[図9]第3の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図(1)

[図10]第3の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図(2)

[図11]第4の実施の形態における撮像装置が搭載されるスマートフォンの説明図

[図12]第4の実施の形態における撮像装置の説明図

[図13]第4の実施の形態における撮像装置の光学系の説明図

発明を実施するための形態

[0016] [第1の実施の形態]

実施するための形態について、以下に説明する。なお、同じ部材等については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0017] (光学素子)

第1の実施の形態における光学素子について説明する。本実施の形態における光学素子は、いわゆるアポダイズドフィルタと呼ばれるものであり、図3及び図4に示されるように、透明な樹脂材料またはガラス等により形成された透明基材10、透明基材10の上に形成された可視光を吸収する材料により形成された光吸収部20及び可視光を透過する材料(光透明材料)により形成された光透過部30とを有している。なお、図4(a)は、本実施の形態における光学素子の上面図であり、図4(b)は、図4(a)の一点鎖線4A-4Bにおける光の透過率分布を示す。

[0018] 本実施の形態における光学素子は、光学素子の中心部分における中心領域21と、中心領域21の周囲に形成される中間領域22と、中間領域22の周囲に形成される周辺領域23とを有している。

[0019] 光吸収部20は、中心領域21においては殆ど形成されておらず、周辺領域23において厚く形成されており、中心領域21と周辺領域23との間の中間領域22においては、中心領域21の側から周辺領域23の側に向かって、徐々に厚さが厚くなるように形成されている。

[0020] ここで光吸収部を構成する光吸収材料の光学濃度をODとし、光吸収部の厚みをtとすると、透過率T(%)は、下記の(1)に示す式で表わされる。

$$T = 100 \times 10^{(-OD \times t)} \% \dots \dots \dots (1)$$

である。ここで光学濃度ODは、単位厚みあたりの透過率T0(%)から、下記の(2)に示す式で表わされる。

$$OD = -\log(T0/100) \dots \dots \dots (2)$$

従って、本実施の形態における光学素子においては、中心領域21における透過率は光吸収材料の厚みがほぼゼロなので、100%に近い値であり、入射光の略すべてを透過する。また、周辺領域23における透過率は、(1)に示される式で規定され、例えば0.1%にする場合は、 $OD \times t = 3$ を満たすように、光学濃度ODと周辺領域の厚みtを決める必要がある。ODを大きく、つまり吸収能の高い吸収材料の場合は、厚みを薄くできるが、中心領域に残膜が生じた場合には、残膜による透過率低下が著しくなり、製造が困難になる。一方、ODを小さくすると周辺領域の厚みが厚くなるため、薄型化を求める撮像系には不向きである。従って、周辺領域の厚み、すなわち光吸収部20の中心領域と周辺領域の高低差は、 $5 \mu m \sim 100 \mu m$ 程度が良く、更には、 $10 \sim 30 \mu m$ 程度が、光学素子を薄くでき、かつ、安定して製造できるため好ましい。中間領域22における透過率は、中心領域21の側から周辺領域23の側に向かって、透過率が徐々に減少するように形成されており、このため、中心領域21の側から周辺領域23の側に向かって、透過する光の光量は徐々に減少する。

[0021] 本実施の形態における光学素子では、光吸収材料の厚みに応じて透過率が変わるため、例えば成形型などを用いて光吸収材料の厚みを精密に制御できれば、再現性良く高精度な透過率分布を得やすい点で優れている。比較例として、特許文献3の図4に示されているような、インクジェット記録装置により同様な透過率分布を作製することもできる。この方式は、インク受容層

の厚みは一定であることから、インクジェット記録装置によって微小液滴の吐出量を場所に応じて精密に制御することで、所望の透過率分布に応じた光学濃度ODを分布するものであり、インク受容層の厚みが薄い場合、光学素子の厚みを薄くできるメリットはあるものの、微小液滴の大きさや、吐出量のバラツキに敏感であるため、再現性良く高精度な透過率分布を得難い課題がある。

[0022] なお、本実施の形態においては、中心領域21、中間領域22及び周辺領域23は、同心円状で形成されており、中心領域21と中間領域22との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域22と周辺領域23との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、下記の(3)に示される式を満たすように形成されている。

$$0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7 \dots \dots \dots (3)$$

例えば、図3に示される光学素子においては、 $\phi 1$ が1.8mmとなり、 $\phi 2$ が3.0mmとなるように形成されており、 $\phi 1 / \phi 2 = 0.6$ であるため、上記の(3)に示される式を満たしている。

[0023] このような、本実施の形態における光学素子では、所定の空間周波数におけるMTF (Modulation Transfer Function) の値を高くすることができるため、カメラ等の撮像装置に用いた場合に、よりよい画質の画像を撮像することができる。しかし、MTFが最適となる理想的なアポダイズドフィルタの透過率分布は正規分布になり、光を遮光する部分が多くなるため透過光量が大きく減少することがデメリットになる場合がある。図5は、前記 $\phi 1$ と $\phi 2$ の比率に応じたMTFと透過率の変化を示すものである。 $\phi 1 / \phi 2 = 1$ は図1に示す従来の開口絞りに相当しこの透過率を100とする。 $\phi 1 / \phi 2 = 0$ では透過率分布が正規分布となる理想的なアポダイズドフィルタであり、MTFは最も良いが透過率は40%程度に減少する。本実施の形態における光学素子では、 $\phi 1 / \phi 2$ が、(3)に示される式になるように形成されているため、理想的なアポダイズドフィルタに比べMTFの劣化が小さく

、より光量の取れる明るい光学素子を提供することができる。

[0024] また、(3)に示される式になるように形成された光学素子と比較して、更に、光量の取れる明るい光学素子を提供するためには、下記の(4)に示される式を満たすように形成することが好ましい。

$$0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.9 \dots \dots \dots (4)$$

図5に基づくならば、 $\phi 1 / \phi 2$ が0.74の場合では透過率は80%以上、 $\phi 1 / \phi 2$ が0.9の場合では透過率は90%以上になり、より光量を必要とする用途には好適である。なお、 $\phi 1 / \phi 2 = 0.7 \sim 0.9$ の場合であっても、MTFは従来のバイナリー絞りである $\phi 1 / \phi 2 = 1.0$ に比べ良いので、よりよい画質の画像を撮影することができる。

[0025] また、光透過部30は、光吸収部20が形成されていない部分に埋め込まれるように形成されており、光透過部30の表面は略平坦となっている。このため、光透過部30の厚さは、中心領域21において最も厚く、周辺領域23において最も薄くなっており、中心領域21から周辺領域23に向かって、徐々に薄くなるように形成されている。なお、本実施の形態においては、可視光とは、420nm以上、780nm以下の波長の光を意味するものとする。

[0026] また、透明基材10は、ガラスや樹脂など透明であればよく、特に携帯電話用カメラなど薄型化が求められる用途には、透明基材10の厚みを薄くすることが好ましく、更には、0.1mm以下であることが好ましい。また、図3に示される本実施の形態においては、透明基材10は平板としたが、レンズであってもよく、特に低背化を特徴としたスマートフォン用カメラモジュールでは、スペースが限られるため、カメラモジュールを構成するレンズの一部に形成し光学素子とすることが好適である。

[0027] (光吸収部20)

本実施の形態における光学素子において、光吸収部20は、光を透過する

透明樹脂材料に光を吸収する吸収材料が添加されているものにより形成される。なお、光吸収部20を形成するために用いられる後述する液体状の光吸収性樹脂材料20aには、透明樹脂材料に吸収材料が添加されているものが含まれている。

[0028] (吸収材料)

吸収材料としては、アントラキノン系、フタロシアニン系、ベンゾイミダゾロン系、キナクリドン系、アゾキレート系、アゾ系、イソインドリノン系、ピランスロン系、インダンスロン系、アンスラピリミジン系、ジプロモアンザンスロン系、フラバンスロン系、ペリレン系、ペリノン系、キノフタロン系、チオインジゴ系、ジオキサジン系、アニリンブラック、ニグロシンブラック等の有機色素や有機顔料、金、銀、銅、スズ、ニッケル、パラジウムやそれらの合金を用いた金属ナノ粒子、さらに、硫酸バリウム、亜鉛華、硫酸鉛、黄色鉛、ベンガラ、群青、紺青、酸化クロム、鉄黒、鉛丹、硫化亜鉛、カドミウムエロー、カドミウムレッド、亜鉛、マンガン紫、コバルト、マグネタイト、カーボンブラック、カーボンナノチューブ、グラフェン、チタンブラック等の無機顔料を用いることができる。特に、チタンブラックは分散性に優れていることや吸収係数が高いことから好ましい。後述する透明樹脂材料に添加して成型する際に、チタンブラックの添加濃度を低くすることができるため、粘度を低く保つことができる。

[0029] チタンブラックとは、 TiN_xO_y ($0 \leq x < 1.5$ および $0.16 < y < 2$)、または ($1.0 \leq x + y < 2.0$ および $2x < y$) で表される低次酸化チタンの化合物であり、容易にその粒子を得ることができる。光学素子として用いる場合に、ヘイズは小さいことが好ましいことから、本実施の形態において用いられるチタンブラック粒子の平均粒径は100nm以下が好ましく、30nm以下がより好ましい。ここで、被分散体の粒径とは、有機溶媒中に含まれるチタンブラック粒子の10万倍拡大画像を透過型電子顕微鏡(TEM)にて撮影したTEM写真における粒子100個における数平均粒子径を意味する。

[0030] 本実施の形態において、粒子を用いる場合には、分散剤を用いてもよく、チタンブラックについても同様である。分散剤は樹脂中に均一分散に分散させるために用いる。分散剤としては、高分子分散剤（アルキルアンモニウムとその塩、酸基を有する共重合物のアルキロールアンモニウム塩、水酸基含有カルボン酸エステル、カルボン酸含有共重合物、アミド基含有共重合物、顔料誘導体やシランカップリング剤等を挙げることができる。また、分散剤の分子中に樹脂と相互作用する官能基や重合性官能基が存在してもよい。また、これらを単独で使用してもよく、2種類以上組み合わせて使用してもよい。

[0031] 透明樹脂材料に添加されるチタンブラックの割合は、0.3質量%以上15質量%以下であることが好ましく、より好ましくは0.5質量%から13質量%である。なお、これは10 μ mにおける光学濃度が、0.2以上、4.0以下に相当する。添加されるチタンブラックの割合が0.3質量%より小さいと所望の透過率を発現させるために100 μ m以上の膜厚が必要となり、成形が非常に困難となる場合がある。一方、添加されるチタンブラックの割合が15質量%より大きいと、単位膜厚当たりの透過率減が大きくなるため、中心部分において残膜がほぼゼロとなることが求められることから、光学素子の製造が困難なものとなる。

[0032] また、チタンブラック以外にも他の材料を加えて用いても構わない。特にカーボンブラックは800nmから380nmに向かい透過率が単調に減少し、チタンブラックとは逆の特性を示すため、この両者を組み合わせることにより、透過率の波長依存性を小さくすることができる。

[0033] (透明樹脂材料)

透明樹脂材料としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリカーボネート（PC）、シクロオレフィン（COP）などの熱可塑性樹脂や、ポリイミド（PI）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアミド（PA）、ポリアミドイミド（PAI）等の熱硬化性樹脂、アクリルやエポキ

シなどのエネルギー線硬化性樹脂を用いることができる。熱硬化性樹脂やエネルギー線硬化性樹脂を用いる場合にはオリゴマーやモノマーなどの重合前駆体化合物（以下、重合性化合物とも呼ぶ）の段階で、吸収材料を添加し、その後硬化すればよい。これらの中でも、エネルギー線硬化性樹脂が好ましく用いられる。このような重合性化合物としては、重合反応により硬化して硬化物となるような成分であれば、特に制限なく使用可能である。例えば、ラジカル重合型の硬化性樹脂、カチオン重合型の硬化性樹脂、ラジカル重合型の硬化性化合物（モノマー）が特に制限なく使用可能である。これらの中でも、重合速度や後述する成形性の観点から、ラジカル重合型の硬化性化合物（モノマー）が好ましい。ラジカル重合型の硬化性樹脂としては、（メタ）アクリロイルオキシ基、（メタ）アクリロイルアミノ基、（メタ）アクリロイル基、アリルオキシ基、アリル基、ビニル基、ビニルオキシ基等の炭素－炭素不飽和二重結合を有する基を有する樹脂等が挙げられる。

[0034] 本実施の形態においては、重合性化合物は、特に限定されるものではないが、エトキシ化 α -フェニルフェノールアクリレート、メタクリル酸2-(パーフルオロヘキシル)エチル、シクロヘキシル（メタ）アクリレート、イソボニル（メタ）アクリレート、トリシクロデカン（メタ）アクリレート、トリシクロデカンメタノール（メタ）アクリレート、トリシクロデカンエタノール（メタ）アクリレート、1-アダマンチルアクリレート、1-アダマンチルメタノールアクリレート、1-アダマンチルエタノールアクリレート、2-メチル-2-アダマンチルアクリレート、2-エチル-2-アダマンチルアクリレート、2-プロピル-2-アダマンチルアクリレートなどの単官能化合物や、9,9-ビス[4-(2-アクリロイルオキシエトキシ)フェニル]フルオレン、ジエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、1,3-ブタンジオールジ（メタ）アクリレート、1,4-ブタンジオールジ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、イソボニルジ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジメタノールジ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジエタノールジ（

メタ) アクリレート、アダマンタンジアクリレート、アダマンタンジメタノールジアクリレートなどの二官能化合物や、トリメチロールプロパントリ(メタ) アクリレートなどの三官能化合物、ペンタエリスツールテトラ(メタ) アクリレートなどの四官能化合物、ジペンタエリスツールヘキサ(メタ) アクリレートなどの六官能化合物等が挙げられる。また、重合性化合物は1種類または2種類以上を含んでいても構わない。単官能化合物のみを用いる場合は、成型後の離型時に凝集破壊を起こす場合があるので、二官能以上の多官能化合物を含むことが好ましい。重合性化合物組中における多官能化合物は1質量%以上90質量%以下であることが好ましく、さらに10質量%以上80質量%以下であることが好ましい。多官能化合物の量が1質量%未満の場合は、凝集破壊を改善できる効果が不十分であり、90質量%を超える場合には、重合後の収縮が大きく問題になる場合がある。

[0035] また、上記の炭素-炭素不飽和二重結合を有する官能基以外にエポキシ基のような開環反応を起こす重合性化合物も用いることができる。特に例示はしないが、この場合にも、単官能化合物のみでは、成型後の離型時に凝集破壊を起こす場合があるので、二官能以上の多官能化合物を含むことが好ましい。重合性化合物組中における多官能化合物は1質量%以上90質量%以下であることが好ましく、さらに10質量%以上80質量%以下であることが好ましい。これらの光硬化性吸収材料は基材との屈折率差を小さくし界面反射を軽減したり、粘度を調整したりする目的で、単独で用いてもよく、複数組み合わせて用いてもよい。

[0036] (光透過部30)

本実施の形態における光学素子において、光透過部30は、上述した透明樹脂材料により形成されている。なお、光透過部30を形成するために用いられる後述する液体状の光透過性樹脂材料30aには、上述した透明樹脂材料が含まれている。

[0037] 本実施の形態における光学素子は、透明基材10と光透過部30との間に、光吸収部20を形成している吸収材料が殆ど存在していないため、この領

域における透過率をたかくすることができ、また、均一にすることができる。

[0038] 〔第２の実施の形態〕

次に、第２の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第１の実施の形態における光学素子の製造方法である。本実施の形態における製造方法について、図６及び図７に基づき説明する。本実施の形態は、第１の実施の形態における光学素子を複数同時に作製する方法である。

[0039] 最初に、図６（ａ）に示されるように、透明基材１０の上に、光吸収部２０を形成するための光吸収性樹脂材料２０ａを適量滴下する。光吸収性樹脂材料２０ａは、透明樹脂材料に吸収材料が添加された液体であり、本実施の形態において用いられているものは、紫外線を照射することにより硬化するものである。

[0040] 次に、図６（ｂ）に示されるように、形成される光吸収部２０の形状に対応した凹凸を表面に有する成形型１３０を凹凸が形成されている面が、光吸収性樹脂材料２０ａの滴下される側となるように押しあて、紫外線を照射する。これにより、光吸収性樹脂材料２０ａが硬化し、光吸収部２０が形成される。この際用いられる成形型１３０の表面形状を図８に示す。この成形型１３０は、表面に凸部１３１と凹部１３２とが形成されており、凹部１３２により、本実施の形態における光学素子の光吸収部２０が形成される。この成形型１３０は、凸部１３１の上面となる中心領域１４１、凹部１３２の底面となる周辺領域１４３、凸部１３１の上面と凹部１３２の底面との間、即ち、中心領域１４１と周辺領域１４３との間の中間領域１４２を有している。

[0041] 成形型１３０は、凸部１３１の上面となる中心領域１４１及び凹部１３２の底面となる周辺領域１４３においては、表面が平坦に形成されており、中間領域１４２においては、中心領域１４１から周辺領域１４３に向かって、徐々に高さが低くなるように形成されている。

[0042] 図２に示される従来のアポダイズドフィルタを同様な方法で製造する場合

、光吸収性樹脂材料を押しあてる成形型の中心領域は略点状になる。中心の透過率を高くするためには、中心領域から光吸収性樹脂材料を排除する必要があるため、光吸収性樹脂材料 20a が滴下されている側に、成形型を強く押しあてる必要がある。しかし、前述のとおり、成形型の先端は略点状であるため、加圧により成形型が透明基板にめりこんだり、或いは透明基板を損傷したりする問題が生じるため、加圧力を高い精度で制御する必要がある。仮に、成形型の先端と透明基板との間に隙間ができ光吸収性樹脂材料が残ったり、或いは成形型の先端が透明基板にめりこんだ場合では、図 2 に示される透過率分布に誤差が生じるため、そのような光学素子の製造バラツキは、それを組み込んだ撮像系の取り込み光量バラツキの原因となるため好ましくない。

[0043] 一方、本実施の形態においては、成形型 130 の凸部 131 の上面における中心領域 141 では、表面が平坦に形成されているため、光吸収性樹脂材料 20a が滴下されている側に、成形型 130 を強く押しあてても、直径 $\phi 1$ の面積で加圧することができるため実質的に基材にめり込むことがなく、成形型 130 の凸部 131 の上面と透明基材 10 との間における光吸収性樹脂材料 20a を押し出すことができる。

[0044] よって、成形型 130 の凸部 131 の上面と透明基材 10 との間には、光吸収性樹脂材料 20a が略存在していない状態にすることができ、この状態で紫外線を照射する。これにより、成形型 130 の凸部 131 に対応する部分には、吸収材料が含まれている光吸収部 20 が形成されない、または、殆ど形成されない光学素子を安定に作製することができ、この領域における透過率を常に高く均一にすることができる。

[0045] 例えば、中心領域 21 と中間領域 22 との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域 22 と周辺領域 23 との境界の直径を $\phi 2$ とし、 $\phi 1 / \phi 2 = 0.1$ と $\phi 1 / \phi 2 = 0.3$ を同じ $\phi 2$ のもとで比較すると、 $\phi 1 / \phi 2 = 0.3$ の方が $\phi 1 / \phi 2 = 0.1$ に比べ中心領域の面積比が 9 倍であるため、成形型 130 の凸部 131 の上面と透明基材 10 との間における光吸収性樹脂材料 2

0 a を押し出すのに必要な圧力も 9 倍必要になる。しかし、所望の圧力からの誤差に対する影響感度を考えると、圧力誤差は単位面積あたりで 9 分の 1 になるため、圧力誤差により成形型 130 がフィルムなどの樹脂基材にめり込むことを防ぐことができる。

[0046] また、透過率を高くするためには、成形型 130 の凸部 131 の上面と透明基材 10 との間に残存する光吸収性樹脂材料 20 a が全く存在しないことが好ましい。しかし、成形型 130 を強く押し当てても、光吸収性樹脂材料 20 a を完全には排除しきれない場合や、成形型 130 の凸部 131 の上面に微小かつ局所的な凹凸があったり、同心円状に微小な高さ分布がある場合などでは、中心領域の面積の一部に光吸収性樹脂材料 20 a が残存する。そのような場合では、部分的な透過率のバラツキ、つまり中心領域における最も透過率の高い点に対する最も透過率が低い点の透過率の比が 0.95 以上であれば、光学的な影響が小さいので好ましい。式 (1) 及び式 (2) から、周辺領域における光吸収部の厚みが $30\ \mu\text{m}$ で透過率が 0.1%、つまり OD 値 3 とすると、中心領域に残存する光吸収性樹脂材料の膜厚バラツキを $0.2\ \mu\text{m}$ 以下に抑えれば、中心領域における透過率バラツキを 5% 以下にすることができるため好ましい。

[0047] 次に、図 6 (c) に示されるように、透明基材 10 より成形型 130 を剥離する。これにより、透明基材 10 の表面には光吸収部 20 が形成される。

[0048] 次に、図 7 (a) に示されるように、光吸収部 20 が形成されている面に、光透過部 30 を形成するための光透過性樹脂材料 30 a を滴下し、滴下された光透過性樹脂材料 30 a の上に透明平板 151 を載置して紫外線を照射する。光透過性樹脂材料 30 a は紫外線を照射することにより硬化するものにより形成されているため、紫外線を照射することにより、光透過性樹脂材料 30 a が硬化し、光透過部 30 が形成される。

[0049] 次に、図 7 (b) に示されるように、透明平板 151 を剥離する。

[0050] 次に、図 7 (c) に示されるように、光学素子ごとに切断する。具体的には、光透過部 30 が厚い領域が中心となるように、透明基材 10 がガラスの

場合にはダイシングソー等により、透明基材 10 がフィルムの場合には打ち抜き等により、各々の光学素子ごとに切断する。

[0051] 以上における製造方法により、本実施の形態における光学素子を作製することができる。このように作製された光学素子においては、光透過部 30 が形成されている中心領域 21 には、光を吸収する吸収材料が含まれている光吸収部 20 が形成されていない、または、殆ど形成されていないため、この領域における透過率を高く、均一にすることができる。

[0052] また、本実施の形態においては、透明基材 10 側に光吸収性樹脂材料 20a を滴下する場合について説明したが、成型型 130 の側に光吸収性樹脂材料 20a を滴下しても、同様の光学素子を作製することができる。

[0053] この場合、図 8 に示される成型型 130 の凸部 131 の上面である中心領域 141 の表面を撥液処理、例えば、成型型 130 の凸部 131 の上面である中心領域 141 の表面に撥液材料を塗布等してもよい。これにより、中心領域 141 に塗布等により供給された光吸収性樹脂材料 20a ははじかれ、成型型 130 の凸部 131 の上面である中心領域 141 に対応する中心領域 21 には、光吸収部 20 が形成されていない光学素子を作製することができる。

[0054] 更に、本実施の形態においては、成型型側より紫外線を照射するため、ガラス、石英、樹脂など紫外線に対して透明な材料であればよい。また、透明基材 10 側から紫外線を照射する場合では、ニッケルや銅、ステンレスやステンレスの表面にニッケルを含む金属がメッキされたもの等紫外線を透過しない材料を用いてもよく、また、石英などのガラス型や前記金属からなる成型型から一旦樹脂に転写したものを成型型としてもよい。

[0055] 〔第 3 の実施の形態〕

次に、第 3 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第 1 の実施の形態における光学素子の製造方法である。本実施の形態における製造方法について、図 9 及び図 10 に基づき説明する。本実施の形態は、複数の第 1 の実施の形態における光学素子を同時に作製する方法である。

- [0056] 最初に、図9（a）に示されるように、透明基材10の上に、光吸収部20を形成するための光吸収性樹脂材料20aを適量滴下する。光吸収性樹脂材料20aは、透明樹脂材料に吸収材料が添加された液体であり、紫外線を照射することにより硬化するものである。
- [0057] 次に、図9（b）に示されるように、光吸収性樹脂材料20aに紫外線を照射する。これにより、光吸収性樹脂材料20aが硬化し、硬化した光吸収材料部20bが形成される。
- [0058] 次に、図9（c）に示されるように、硬化した光吸収材料部20bの上に、マスク160を形成し、エッチングを行う。このマスク160は、光透過部30が形成される領域に対応した開口部161を有するものである。このマスク160は、フォトマスクであってもよく、メタルマスクであってもよい。例えば、フォトマスクの場合には、硬化した光吸収材料部20bの上に、フォトレジストを塗布し、露光装置による露光、現像を行うことにより、開口部161を有するフォトマスクからなるマスク160を形成することができる。また、この際行われるエッチング方法としては、RIE（Reactive Ion Etching）等のドライエッチングが挙げられる。
- [0059] 次に、図9（d）に示されるように、マスク160の開口部161における硬化した光吸収材料部20bをドライエッチングにより略完全に除去した後、マスク160を取り除く。これにより、透明基材10の上に光吸収部20を形成することができる。
- [0060] 図2に示す従来のアポダイズドフィルタを同様な方法で製造する場合、図3に示される光学素子における中心領域21に対応する光吸収材料部20bを完全に除去すべき領域は点状になり、それに応じて吸収材料部の膜厚が変化する中間領域22の範囲が増える。そのような形状をドライエッチング法により形成することは困難であり、エンチング量のバラツキにより、中心の吸収材料の膜厚や形状が変化するため、そのような光学素子の製造バラツキは、それを組み込んだ撮像系の取り込み光量バラツキの原因となるため好ましくない。

[0061] 一方、本実施の形態においては、図3に示される光学素子における中心領域21に示す光吸収材料部20bを完全に除去すべき領域は $\phi 1$ の面積であるためエッチングバラツキによる許容度が増し、マスク160の開口部161にいては、硬化した光吸収材料部20bは略完全に除去されるため、この領域における光の透過率を高くすることができ、また、均一にすることができる。

[0062] 次に、図10(a)に示されるように、光吸収部20が形成されている面に、光透過部30を形成するための光透過性樹脂材料30aを滴下し、滴下された光透過性樹脂材料30aの上に透明平板151を載置し紫外線を照射する。これにより、光透過性樹脂材料30aは硬化し、光透過部30が形成される。

[0063] 次に、図10(b)に示されるように、透明平板151を剥離する。

[0064] 次に、図10(c)に示されるように、光学素子ごとに切断する。具体的には、光透過部30の厚い領域が中心となるように、透明基材10がガラスの場合にはダイシングソー等により、透明基材10がフィルムの場合には打ち抜き等により、各々の光学素子ごとに切断する。

[0065] 以上における製造方法により、本実施の形態における光学素子を作製することができる。このように作製された光学素子においては、光透過部30が形成されている中心領域21には、光を吸収する吸収材料が含まれている光吸収部20が形成されていない、または、殆ど形成されていないため、この領域における透過率を高く、均一にすることができる。

〔第4の実施の形態〕

次に、第4の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第1から第3の実施の形態における光学素子を用いた撮像装置である。具体的には、本実施の形態における撮像装置は、スマートフォンや携帯電話等の携帯可能な通信機能を有する電子機器に搭載される撮像装置である。

[0066] 具体的には、図11に示されるように、本実施の形態における撮像装置は、スマートフォン210において、メインカメラ211やサブカメラ212

として搭載されるものである。本実施の形態においては、スマートフォン 210 における表示画面 213 が設けられている面とは反対側の面にメインカメラ 211 が搭載され、表示画面 213 が設けられている面にサブカメラ 212 が搭載されている。なお、図 11 (a) は、スマートフォン 210 の背面側の斜視図であり、図 11 (b) は、スマートフォン 210 の表示画面 213 側の斜視図である。

[0067] 本実施の形態における撮像装置であるメインカメラ 211 やサブカメラ 212 は、図 12 に示されるように、光学系 220、オートフォーカスユニット 231、撮像素子であるイメージセンサ 232、基板 233、フレキシブル基板 234 等を有している。光学系 220 はオートフォーカスユニット 231 に搭載されており、オートフォーカスユニット 231 により光学系 220 の動きが制御され、オートフォーカス動作がなされる。撮像素子であるイメージセンサ 232 は、CMOS センサ等により形成されており、イメージセンサ 232 において、光学系 220 を介して入射した光による画像が検出される。

[0068] 光学系 220 は、図 13 に示されるように、第 1 の実施の形態における光学素子 200、第 1 のレンズ 221、第 2 のレンズ 222、第 3 のレンズ 223、第 4 のレンズ 224、赤外線カットフィルタ 225 を有している。

[0069] この光学系 220 では、光学素子 200 より入射した光は、第 1 のレンズ 221、第 2 のレンズ 222、第 3 のレンズ 223、第 4 のレンズ 224、赤外線カットフィルタ 225 を介し、イメージセンサ 232 に入射する。

[0070] 以上、実施の形態について詳述したが、特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。

[0071] 本国際出願は、2012 年 12 月 21 日に出願された日本国特許出願 2012-279101 号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願 2012-279101 号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0072]	1 0	透明基材
	2 0	光吸収部
	2 0 a	光吸収性樹脂材料
	2 0 b	光吸収材料部（硬化した光吸収性樹脂材料）
	2 1	中心領域
	2 2	中間領域
	2 3	周辺領域
	3 0	光透過部
	3 0 a	光透過性樹脂材料
	1 3 0	成形型
	1 3 1	凸部
	1 3 2	凹部
	1 4 1	中心領域
	1 4 2	中間領域
	1 4 3	周辺領域
	1 5 1	透明平板
	1 6 0	マスク
	1 6 1	開口部
	2 0 0	光学素子
	2 1 0	スマートフォン
	2 1 1	メインカメラ
	2 1 2	サブカメラ
	2 1 3	表示画面
	2 2 0	光学系
	2 2 1	第1のレンズ
	2 2 2	第2のレンズ
	2 2 3	第3のレンズ
	2 2 4	第4のレンズ

- 2 2 5 赤外線カットフィルタ
- 2 3 1 オートフォーカスユニット
- 2 3 2 イメージセンサ
- 2 3 3 基板
- 2 3 4 フレキシブル基板

請求の範囲

[請求項1]

光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、
前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部
と、

を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域
が形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって
、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子の製造方法に
おいて、

透明基板の上に光吸収部を形成するための光吸収性樹脂材料を塗布
する工程と、

前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成形型を塗布され
た前記光吸収性樹脂材料に押しあてる工程と、

前記成形型が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外
線を照射することにより、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収
部を形成する工程と、

前記紫外線を照射した後、前記成形型を剥離する工程と、

を有し、前記成形型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分
が平坦に形成されているものであることを特徴とする光学素子の製造
方法。

[請求項2]

光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、
前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部
と、

を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域
が形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって

、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子の製造方法において、

前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成形型に、光吸収性樹脂材料を塗布する工程と、

塗布された前記光吸収性樹脂材料に透明基板を押しあてる工程と、

前記透明基板が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外線を照射することにより、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収部を形成する工程と、

前記紫外線を照射した後、前記成形型を剥離する工程と、

を有し、前記成形型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されているものであることを特徴とする光学素子の製造方法。

[請求項3]

基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、

前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、

を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、

中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、

$$0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$$

を満たす光学素子の製造方法において、

中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、

前記中心領域は凹凸の高さが最も高く、かつ、平坦であり、

前記中間領域は、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、凹凸の高さが徐々に低くなる凹凸面を有する成形型を用いて、前記光吸収部を形成する工程と、

前記光吸収部の上に、表面が平坦になるように光透明材料を積層する工程と、

を含むことを特徴とする光学素子の製造方法。

[請求項4] 前記成形型は、金属またはガラスまたは樹脂からなり、前記光吸収部に接する面には、

撥液処理がなされていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

[請求項5] 前記光吸収部の形成されていない領域に、光透過性樹脂材料を塗布する工程と、

塗布された前記光透過性樹脂材料に紫外線を照射し硬化させて光透過部を形成する工程と、

を有することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

[請求項6] 基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、

前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、

を有し、

中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、

中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、

$$0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$$

を満たすことを特徴とする光学素子。

[請求項7] 基材の上に、光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、

前記光吸収部の上に、光を透過する光透明材料により形成された光透過部と、

を有し、

中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が同心円状に形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっており、

中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$ とした場合、

$$0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.9$$

を満たすことを特徴とする光学素子。

[請求項8] 前記基材はガラスまたは樹脂からなる透明基板か、レンズであることを特徴とする請求項6または7に記載の光学素子。

[請求項9] 光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、
前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、

を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子において、

前記光吸収部は、塗布された光吸収性樹脂材料に前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成形型をあて、紫外線を照射すること

により形成されるものであって、

前記成形型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されていることを特徴とする光学素子。

[請求項10]

光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、
前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、

を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、

前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、

前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが徐々に厚くなっている光学素子において、

前記中心領域における最も透過率の高い点に対する最も透過率が低い点の透過率の比が0.95以上であること、または、前記中心領域における最も透過率の低い点の光吸収部の厚みが0.2 μm 以下であることを特徴とする光学素子。

[請求項11]

請求項7から10のいずれかに記載の光学素子と、
レンズと、

を有することを特徴とする光学系。

[請求項12]

請求項7から10のいずれかに記載の光学素子と、
レンズと、

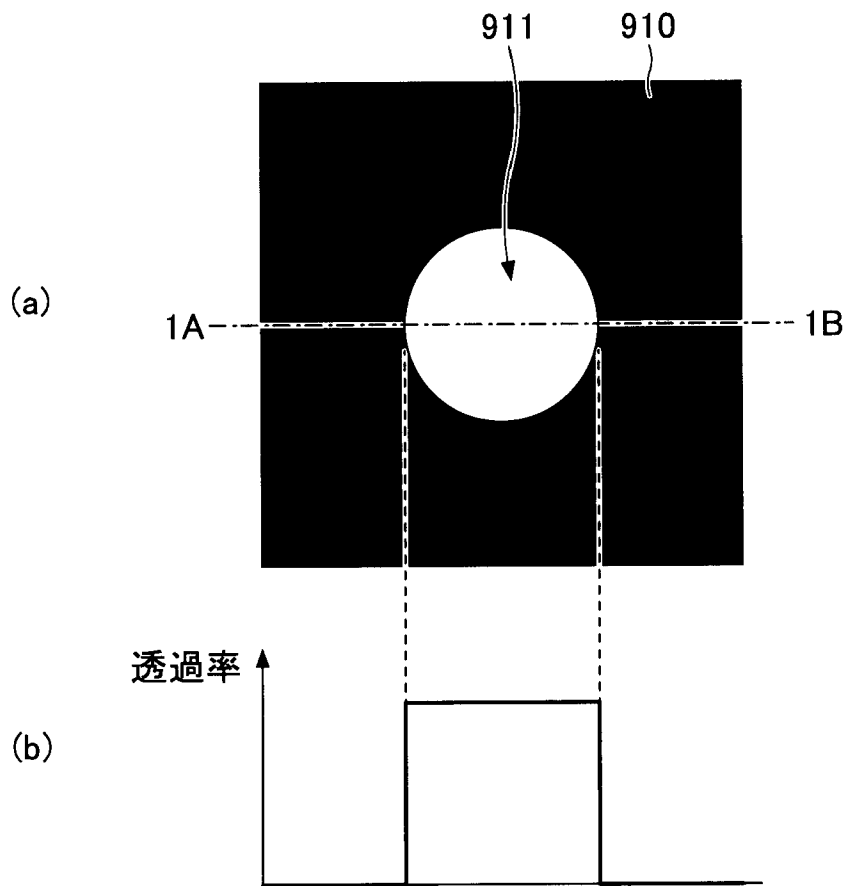
撮像素子と、

を有することを特徴とする撮像装置。

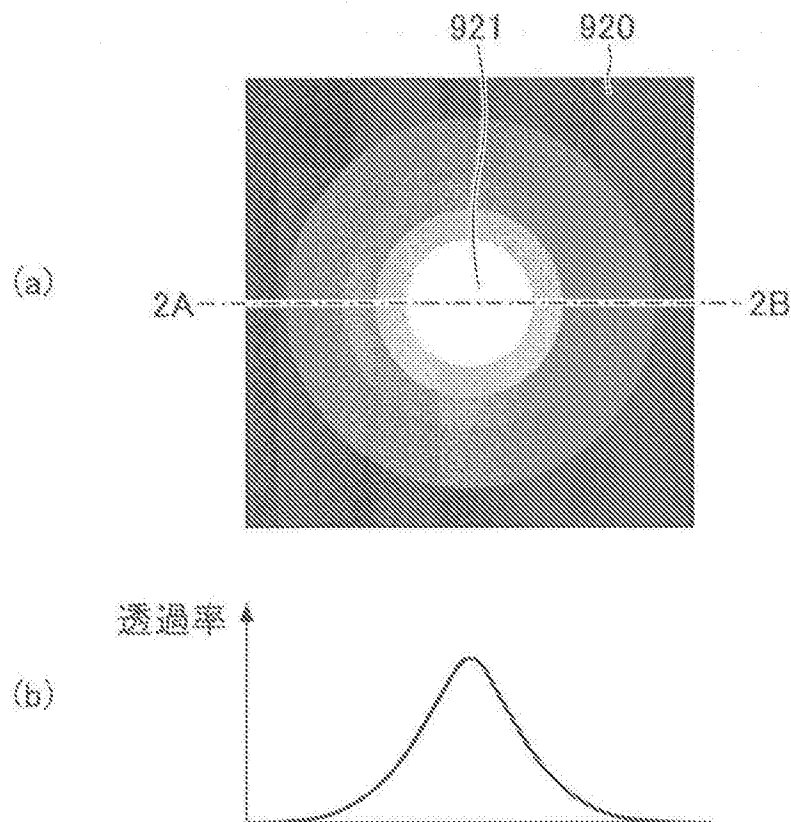
[請求項13]

携帯可能な通信機能を有する電子機器に搭載されるものであることを特徴とする請求項12に記載の撮像装置。

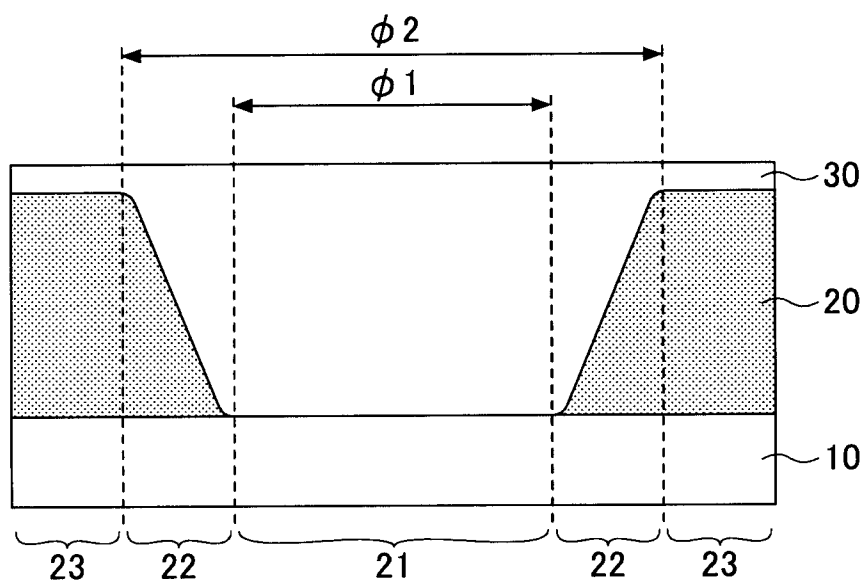
[図1]



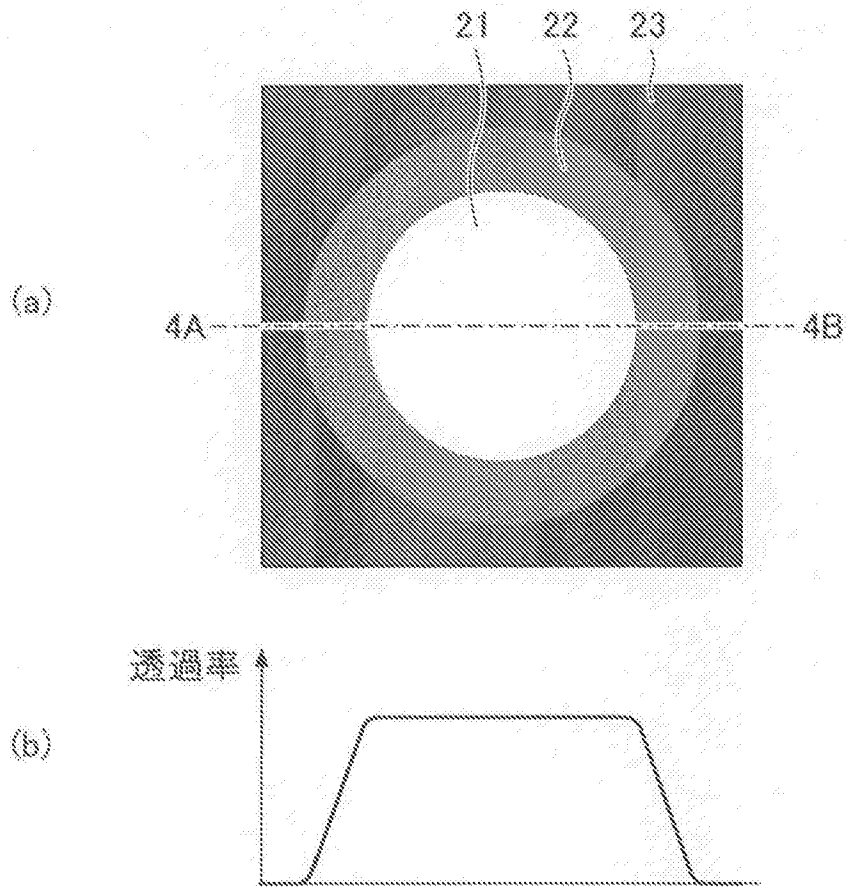
[図2]



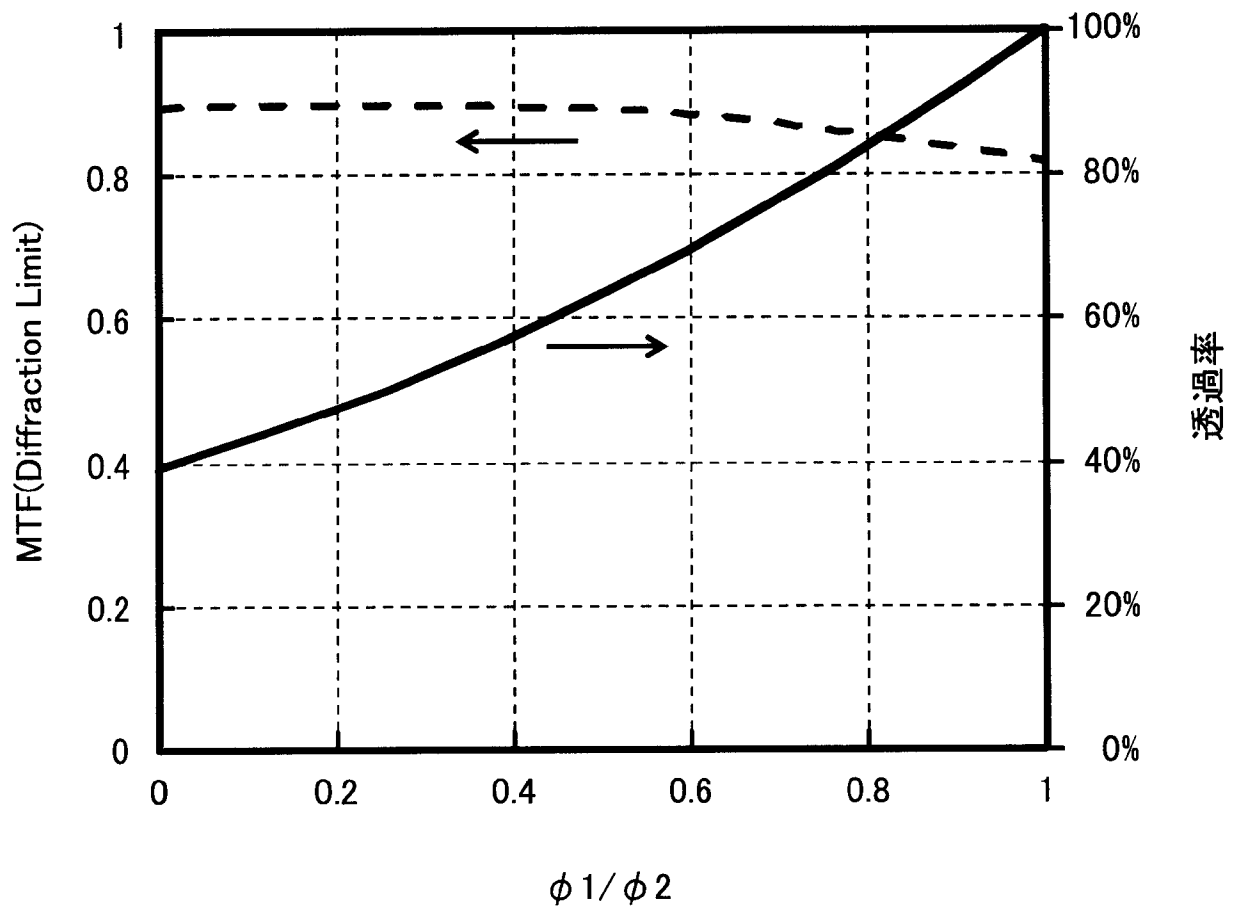
[図3]



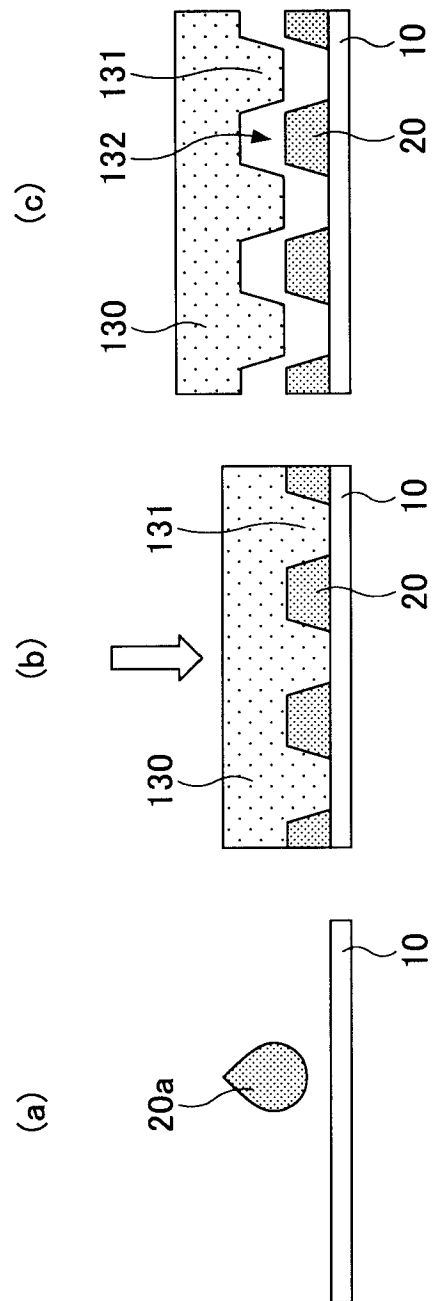
[図4]



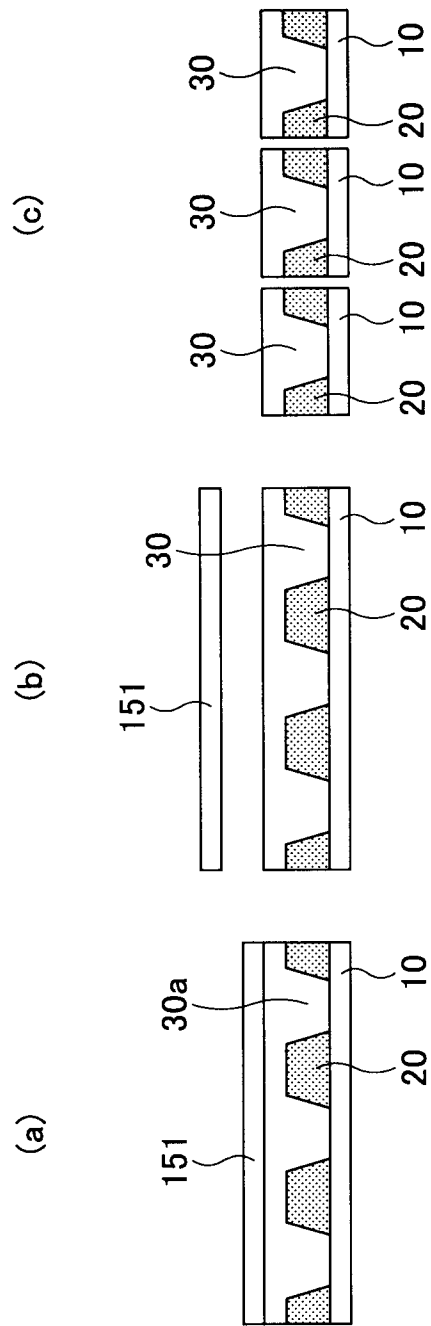
[図5]



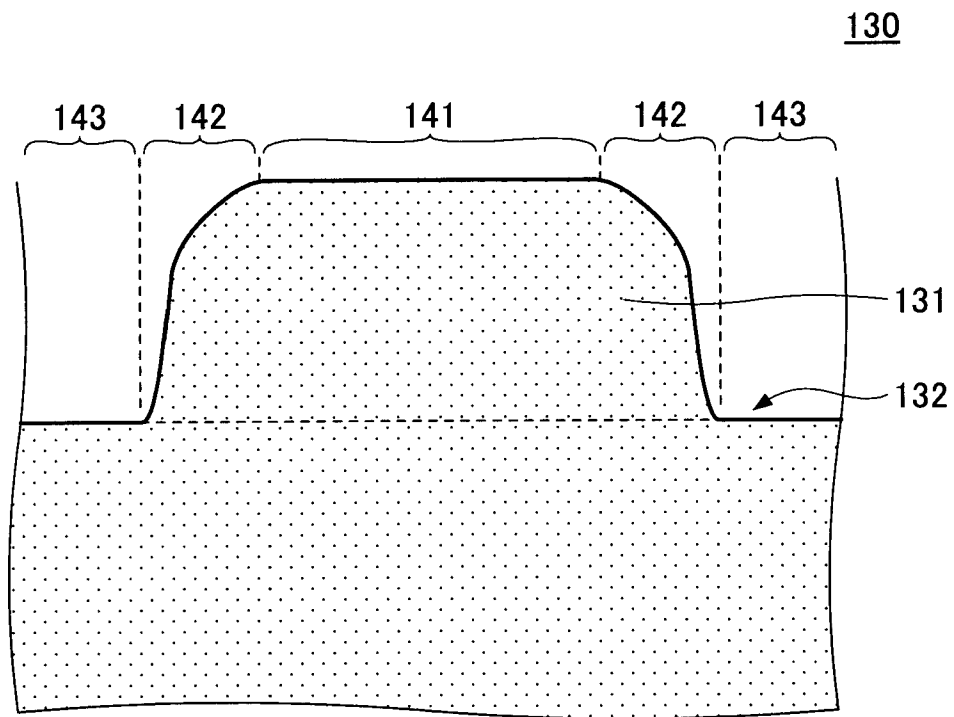
[図6]



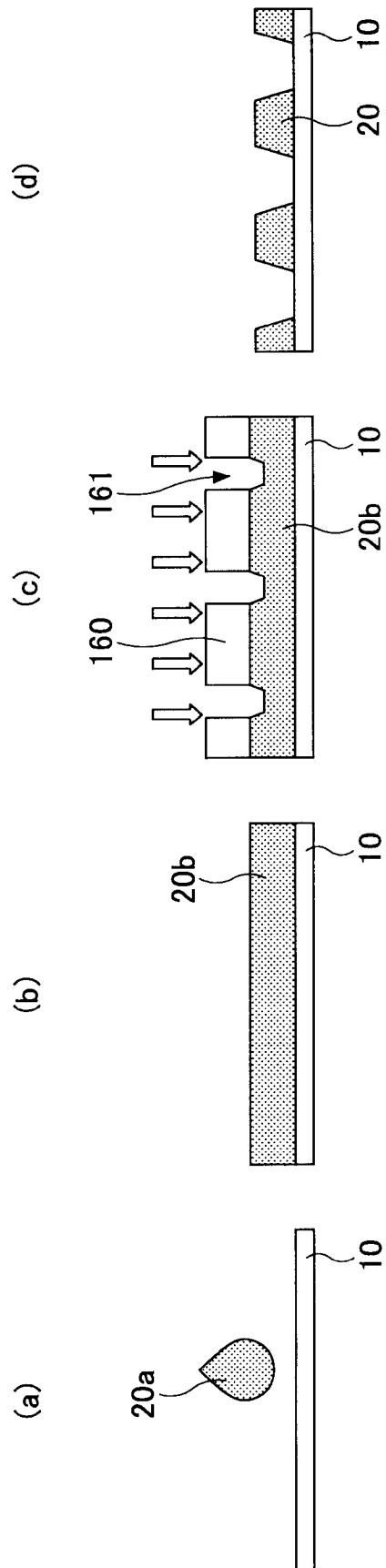
[図7]



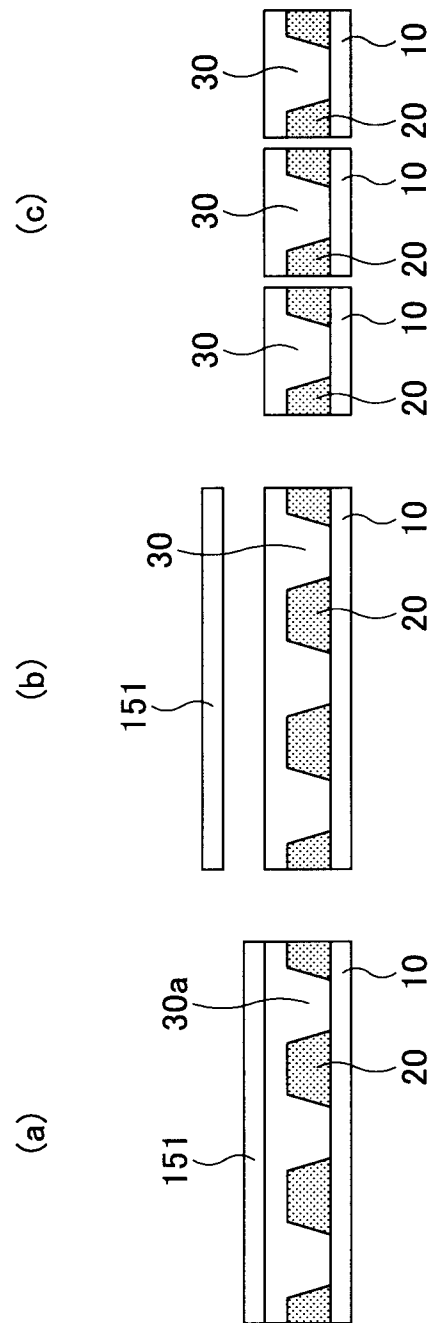
[図8]



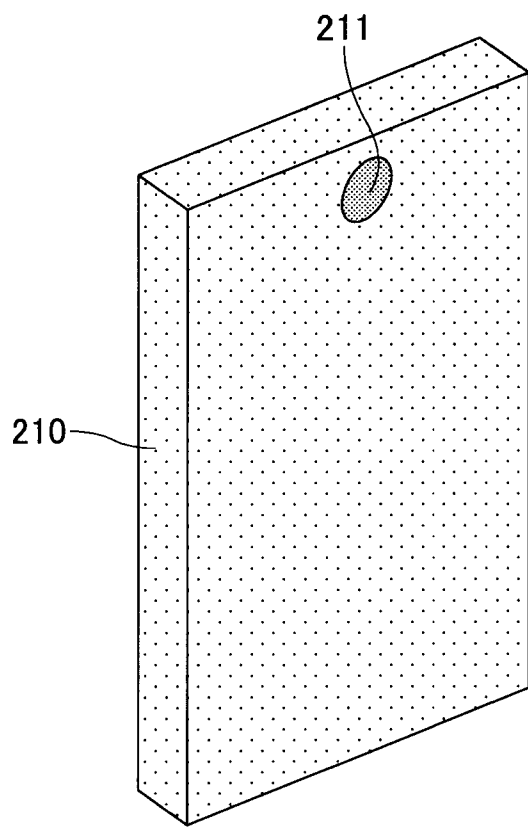
[図9]



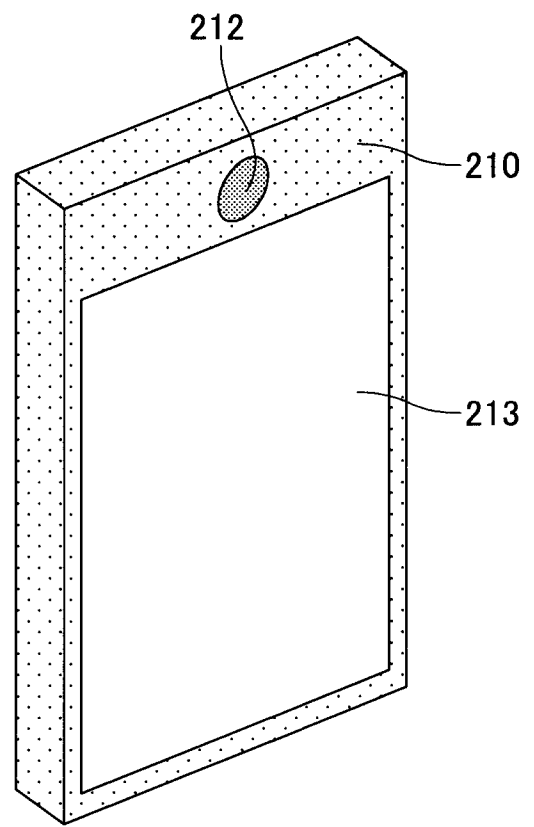
[図10]



[図11]

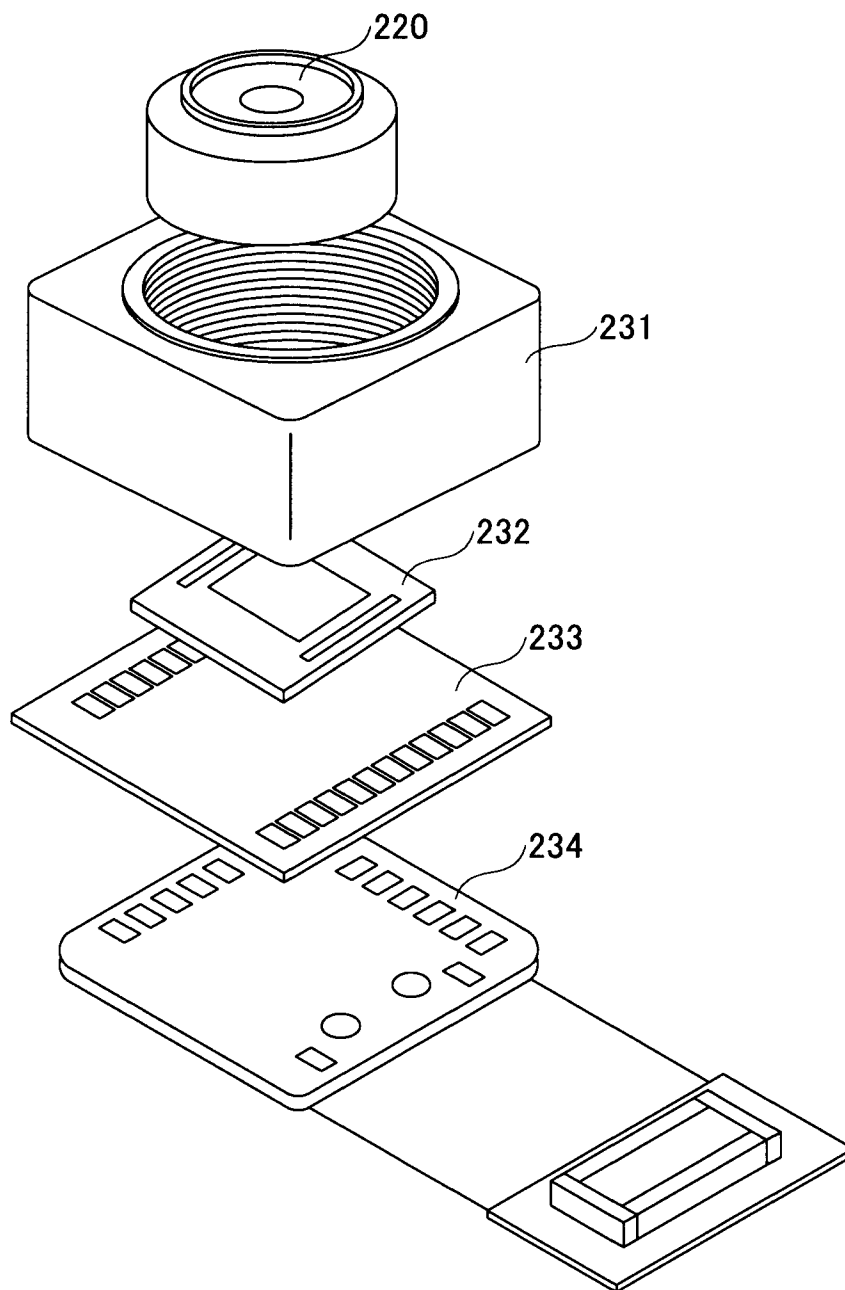


(a)

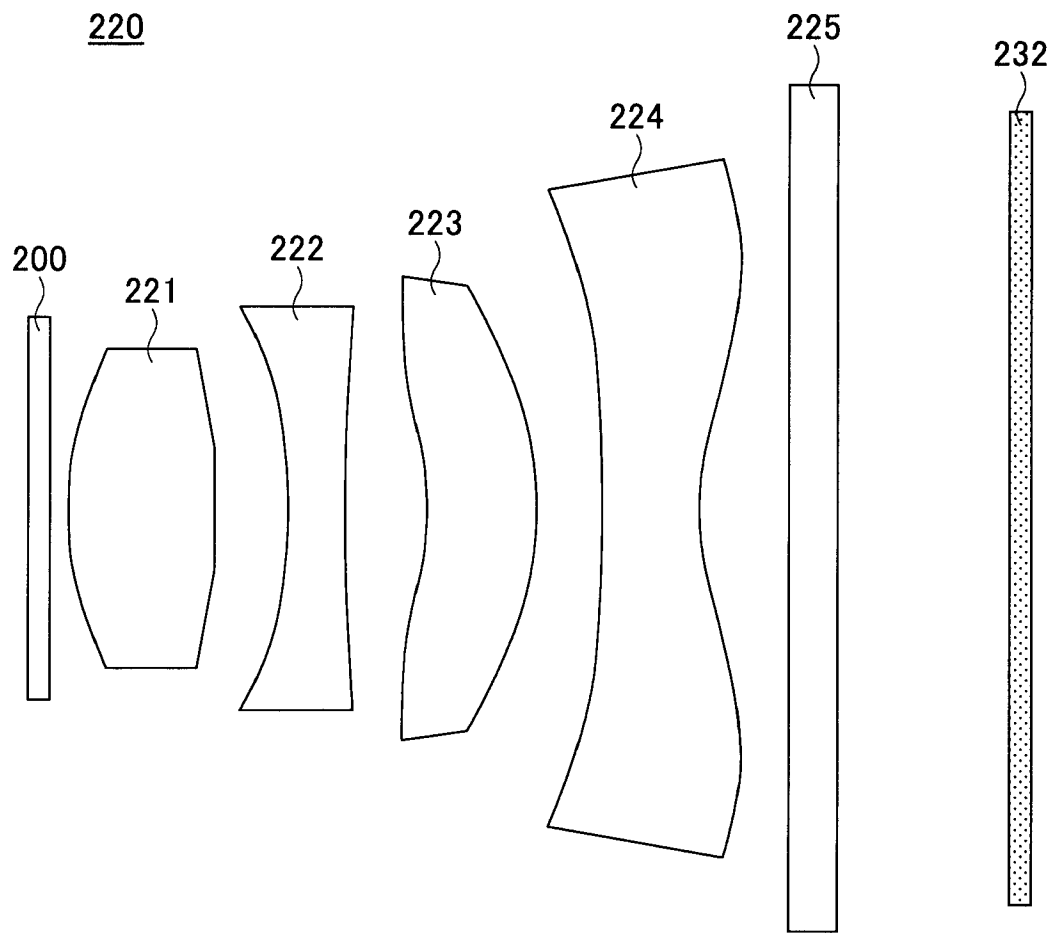


(b)

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B5/00, G02B13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
P, X	US 2013/0329303 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 12 December 2013 (12.12.2013), paragraphs [0002], [0025] to [0037]; fig. 1 to 4G & JP 2013-254154 A & CN 103487854 A	1-5, 9, 11-13
A	JP 2009-521722 A (Michel Sayag), 04 June 2009 (04.06.2009), paragraphs [0025] to [0034]; fig. 2c & US 2007/0139792 A1 & EP 1969411 A & WO 2007/075826 A2 & KR 10-2008-0087005 A	1-5, 9, 11-13
A	JP 2004-536341 A (Michel Sayag), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0033] to [0045]; fig. 3, 22 & US 2003/0016452 A1 & WO 03/009040 A1	1-5, 9, 11-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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
19 March, 2014 (19.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083791

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-317815 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 15 November 1994 (15.11.1994), paragraphs [0001] to [0006], [0015] to [0016]; fig. 6, 9 (Family: none)	1-5, 9, 11-13
A	JP 52-76944 A (Canon Inc.), 28 June 1977 (28.06.1977), page 2, lower right column, line 14 to page 3, upper right column, line 2; fig. 3 (Family: none)	1-5, 9, 11-13
A	JP 2009-526268 A (Micron Technology, Inc.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 4 & US 7215479 B1 & EP 1987379 B1 & WO 2007/094956 A2 & KR 10-2008-0094105 A & CN 101379417 A & AT 508380 T	1-5, 9, 11-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083791

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
claims 1-5 and 9, and claims 11-13 referring to claim 9

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083791

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claims 1-3, and 9, claims 6-7, and claim 10 have a common technical feature of "an optical element, which has a light absorbing section formed of a material that absorbs a part of or whole light, and a light transmitting section formed on the light absorbing section, said light transmitting section being formed of a material that transmits light, and in which a center region, an intermediate region, and a peripheral region are formed toward the periphery from the center, almost no light absorbing section is formed in the center region, and in the intermediate region, the thickness of the light absorbing section is gradually increased toward the peripheral region side from the center region side" (hereinafter, the optical element is referred to as "the optical element (A)").

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in JP 2009-521722 A (Michel Sayag), JP 2004-536341 A (Michel Sayag) and JP 6-317815 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature among these inventions.

Accordingly, claims are classified into three inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-5 and 9, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 9

An optical element (A) manufacturing method characterized in that: the method has a step for applying, onto a transparent substrate, a light absorbing resin material for forming a light absorbing section, a step for pressing, to the light absorbing resin material thus applied, a molding die having a recessed and projected shape corresponding to the shape of the light absorbing section, a step for forming the light absorbing section by curing the light absorbing resin material by radiating ultraviolet in a state wherein the molding die is pressed to the light absorbing resin material, and a step for peeling the molding die after the ultraviolet is radiated; and the molding die has a portion, i.e., the upper surface of a protruding portion, formed flat, said portion corresponding to the center region.

(Invention 2) claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8

An optical element (A) characterized in satisfying formula of $0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$, where $\phi 1$ represents the diameter of the boundary between a center region and an intermediate region, and $\phi 2$ represents the diameter of the boundary between the intermediate region and a peripheral region.

Claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1, and which have a same category.

(Continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083791

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8 together with claims 1-5 and 9, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 9, and consequently, it is impossible to classify claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8 into Invention 1.

(Invention 3) claim 10, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 10

An optical element (A) characterized in that the rate of transmissivity at a point having the lowest transmissivity in a center region with respect to a point having the highest transmissivity in the center region is 0.95 or more, or a light absorbing section thickness at the point having the lowest transmissivity in the center region is 0.2 μm or less.

Claim 10, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 10 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 or 6 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1 or 2, claim 10, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 10 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claim 10, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 10 together with "claims 1-5 and 9, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 9" or "claims 6-8, and claims 11-13 in case that these claims refer to claims 6-8", and consequently, it is impossible to classify claim 10, and claims 11-13 in case that these claims refer to claim 10 into Invention 1 or 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B5/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B5/00, G02B13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
P, X	US 2013/0329303 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 2013.12.12, [0002], [0025]-[0037], FIG. 1-4G & JP 2013-254154 A & CN 103487854 A	1-5, 9, 11-13
A	JP 2009-521722 A (ミシエル・サヤグ) 2009.06.04, 【0025】 - 【0034】 , 【図 2c】 & US 2007/0139792 A1 & EP 1969411 A & WO 2007/075826 A2 & KR 10-2008-0087005 A	1-5, 9, 11-13

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大隈 俊哉

2 0

4 6 3 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

C (続き) . 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 2004-536341 A (ミシェル・サヤグ) 2004. 12. 02, 【0033】 - 【0045】 , 【図 3】 , 【図 22】 & US 2003/0016452 A1 & WO 03/009040 A1	1-5, 9, 11-13
A	JP 6-317815 A (富士写真フイルム株式会社) 1994. 11. 15, 【0001】 - 【0006】 , 【0015】 - 【0016】 , 【図 6】 , 【図 9】 (ファミリーなし)	1-5, 9, 11-13
A	JP 52-76944 A (キヤノン株式会社) 1977. 06. 28, 2 頁右下欄 14 行-3 頁右上欄 2 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-5, 9, 11-13
A	JP 2009-526268 A (マイクロン テクノロジー, インク.) 2009. 07. 16, 【0014】 - 【0019】 , 【図 4】 & US 7215479 B1 & EP 1987379 B1 & WO 2007/094956 A2 & KR 10-2008-0094105 A & CN 101379417 A & AT 508380 T	1-5, 9, 11-13

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1-5, 9、及び請求項 9 を引用する請求項 11-13

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1-3 及び 9、請求項 6-7、請求項 10 は、
「光の一部または全部を吸収する材料により形成された光吸収部と、
前記光吸収部の上に、光を透過する材料により形成された光透過部と、
を有し、中心より周辺に向かって、中心領域、中間領域、周辺領域が形成されており、
前記中心領域には、前記光吸収部が殆ど形成されておらず、
前記中間領域には、前記中心領域の側から周辺領域の側に向かって、前記光吸収部の厚さが
徐々に厚くなっている光学素子」
という共通の技術的特徴を有している（以降、上記光学素子を「光学素子 A」と呼ぶ。）。
しかしながら、当該技術的特徴は、JP 2009-521722 A（ミシェル・サヤグ）、JP 2004-536341 A
（ミシェル・サヤグ）、及び JP 6-317815 A（富士写真フイルム株式会社）の開示内容に照らして、
先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特
徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的
特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 3 の発明に
区分される。

（発明 1）請求項 1-5, 9 及び請求項 9 を引用する場合の請求項 11-13
光学素子 A の製造方法において、
透明基板の上に光吸収部を形成するための光吸収性樹脂材料を塗布する工程と、
前記光吸収部の形状に対応した凹凸形状を有する成型型を塗布された前記光吸収性樹脂材
料に押しあてて工程と、
前記成型型が前記光吸収性樹脂材料に押しあてられた状態で、紫外線を照射することによ
り、前記光吸収性樹脂材料を硬化させて光吸収部を形成する工程と、
前記紫外線を照射した後、前記成型型を剥離する工程と、
を有し、前記成型型は、凸部の上面となる中心領域に対応する部分が平坦に形成されている
ものであることを特徴とする光学素子 A の製造方法。

（発明 2）請求項 6-8 及び請求項 6-8 を引用する場合の請求項 11-13
中心領域と中間領域との境界の直径を $\phi 1$ とし、中間領域と周辺領域との境界の直径を $\phi 2$
とした場合、
 $0.3 < \phi 1 / \phi 2 < 0.7$
を満たすことを特徴とする光学素子 A。

請求項 6-8 及び請求項 6-8 を引用する場合の請求項 11-13 は、請求項 1 の発明特定事項を全
て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 6-8 及び請求項 6-8 を引用する場合の
請求項 11-13 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技
術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1-5, 9
及び請求項 9 を引用する場合の請求項 11-13 とまとめて調査を行うことが効率的であるといえ
る他の事情もないから、請求項 6-8 及び請求項 6-8 を引用する場合の請求項 11-13 を発明 1
に区分することはできない。

(発明 3) 請求項 10 及び請求項 10 を引用する場合の請求項 11-13

中心領域における最も透過率の高い点に対する最も透過率が低い点の透過率の比が 0.95 以上であること、または、中心領域における最も透過率の低い点の光吸収部の厚みが $0.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光学素子 A。

請求項 10 及び請求項 10 を引用する場合の請求項 11-13 は、請求項 1 又は 6 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 10 及び請求項 10 を引用する場合の請求項 11-13 は、発明 1 又は 2 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、「請求項 1-5, 9 及び請求項 9 を引用する場合の請求項 11-13」、又は「請求項 6-8 及び請求項 6-8 を引用する場合の請求項 11-13」とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項 10 及び請求項 10 を引用する場合の請求項 11-13 を発明 1 又は 2 に区分することはできない。