

(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
2022年9月1日(01.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/181536 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01)

神奈川県厚木市旭町四丁目14番
1号 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/006922

(22) 国際出願日: 2022年2月21日(21.02.2022)

(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 2021-028237 2021年2月25日(25.02.2021) JP

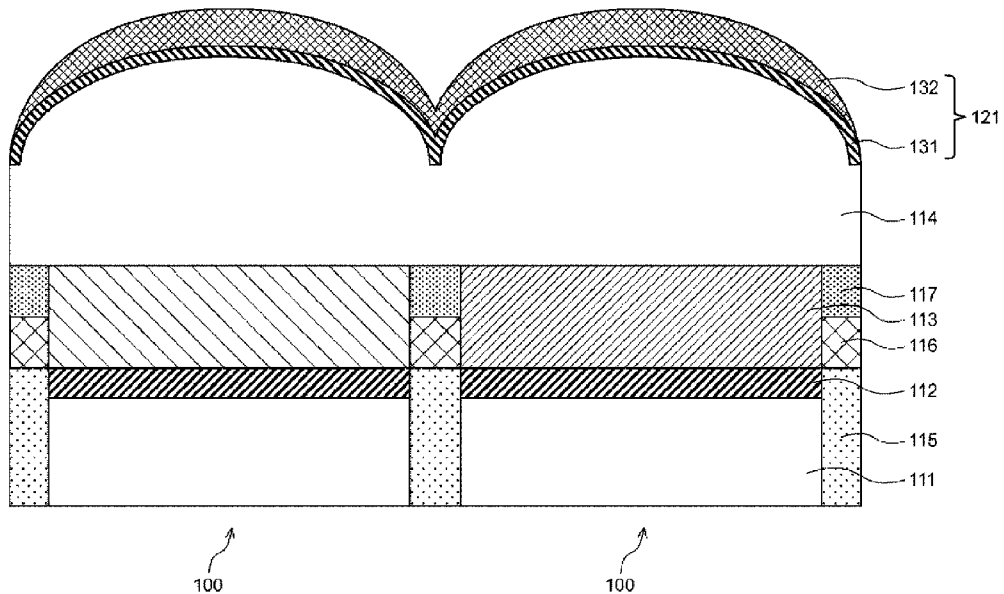
(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

(72) 発明者: 守屋 雄介 (**MORIYA Yusuke**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 山本 篤志(**YAMAMOTO Atsushi**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 湯川 富之(**YUKAWA Tomiyuki**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 西村 光太郎(**NISHIMURA Kotaro**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式

(54) Title: PHOTODETECTOR AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 光検出装置及び電子機器

FIG.2



(57) Abstract: The present disclosure pertains to a photodetector and an electronic apparatus that enable the reduction of surface reflection of an on-chip microlens and the suppression of image quality degradation. Provided is a photodetector that has a plurality of pixels having a photoelectric conversion part, an on-chip microlens formed corresponding to each pixel, and an antireflection film formed on the surface of the on-chip microlens, the antireflection film being configured by stacking a first inorganic film formed of a metal oxide film and a second inorganic film formed on the surface of the

会社内 Kanagawa (JP). 池原 成拓(IKEHARA Shigehiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 大谷 翔吾(OTANI Shogo); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤 寛(KATO Hiroshi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 3 丁目 9 番 1 0 号 池袋 F N ビル 4 階 Tokyo (JP).

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

first inorganic film and having a refractive index lower than that of the first inorganic film. The present disclosure can be applied, for example, to a CMOS-type solid-state imaging device.

(57) 要約: 本開示は、オンチップマイクロレンズの表面反射を低減し、画質の劣化を抑制することができるようにする光検出装置及び電子機器に関する。光電変換部を有する複数の画素と、各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜とを有し、反射防止膜は、金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、第1の無機膜の表面上に形成され、第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜とを積層して構成される光検出装置が提供される。本開示は、例えば、CMOS型の固体撮像装置に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：光検出装置及び電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、光検出装置及び電子機器に関し、特に、オンチップマイクロレンズの表面反射を低減し、画質の劣化を抑制することができるようにした光検出装置及び電子機器に関する。

背景技術

[0002] 固体撮像装置では、感度特性を向上させるために、各画素に対応してカラーフィルタ上にオンチップマイクロレンズ（オンチップレンズ）を形成し、入射した光をオンチップマイクロレンズによりフォトダイオードに集光させるようにしている。

[0003] オンチップマイクロレンズの表面上に、反射防止膜を形成する技術が知られている。この反射防止膜により、反射に起因するフレアなどを抑制して、感度特性を向上させることができる。

[0004] 特許文献1には、オンチップマイクロレンズの表面上に、シリコン窒化膜（SiN膜）又はシリコン酸化窒化膜（SiON膜）で形成された屈折率の高い層と、シリコン酸化膜（SiO膜）又はシリコン酸化炭化膜（SiOC膜）で形成された屈折率の低い層とを積層して、さらに反射率を低減する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-84608号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1では、反射防止膜における屈折率の高い層として、シリコン窒化膜を用いた構成が開示されているが、オンチップマイクロレンズとシリコン窒化膜との界面にてシリコン窒化膜が酸化され、特性に影響を及ぼす可能

性があることが確認されている。

[0007] そのため、より高い信頼性を有する反射防止膜によって、オンチップマイクロレンズの表面反射を低減して、画質の劣化を抑制することが求められていた。

[0008] 本開示はこのような状況に鑑みてなされたものであり、オンチップマイクロレンズの表面反射を低減し、画質の劣化を抑制することができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の一側面の光検出装置は、光電変換部を有する複数の画素と、各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜とを有し、前記反射防止膜は、金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜とを積層して構成される光検出装置である。

[0010] 本開示の一側面の光検出装置においては、光電変換部を有する複数の画素の各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜が、金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜とが積層されて構成される。

[0011] 本開示の一側面の光検出装置は、光電変換部を有する複数の画素と、各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜とを有し、前記反射防止膜は、第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され、所定の屈折率を有する被加工膜の表面に微細な凹凸形状を加工することで形成された構造膜である第2の無機膜とを積層して構成される光検出装置である。

[0012] 本開示の一側面の光検出装置においては、光電変換部を有する複数の画素の各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜が、第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され

、所定の屈折率を有する被加工膜の表面に微細な凹凸形状を加工することで形成された構造膜である第2の無機膜とが積層して構成される。

[0013] 本開示の一側面の電子機器は、光電変換部を有する複数の画素と、各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜とを有し、前記反射防止膜は、金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜とを積層して構成される光検出装置を搭載した電子機器である。

[0014] 本開示の一側面の電子機器においては、当該電子機器に搭載された光検出装置で、光電変換部を有する複数の画素の各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜が、金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜とが積層されて構成される。

[0015] なお、本開示の一側面の光検出装置及び電子機器は、独立した装置であってもよいし、1つの装置を構成している内部ブロックであってもよい。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本開示を適用した光検出装置の構成例を示す図である。

[図2]画素を含む要部の断面構造例を示す図である。

[図3]高屈折率層の屈折率と最適設計時のトータル膜厚との関係を示した図である。

[図4]反射防止膜の層数を4層とした場合における画素の要部の断面構造例を示す図である。

[図5]反射防止膜の層数と反射率との関係を示した図である。

[図6]オンチップマイクロレンズの表面の曲率を示す円の中心と、反射防止膜の表面の曲率を示す円の中心との関係を示した図である。

[図7]オンチップマイクロレンズ間が平坦となる場合における平面レイアウト例を示す図である。

[図8]オンチップマイクロレンズ間が平坦となる場合における画素の要部の断

面構造例を示す図である。

[図9]本開示を適用した光検出装置の製造方法の例を示す図である。

[図10]画素を含む要部の断面構造の他の例を示す図である。

[図11]反射防止膜の層数と反射率との関係を示した図である。

[図12]反射防止膜の層数と反射率との関係を示した図である。

[図13]本開示を適用した光検出装置の製造方法の他の例を示す図である。

[図14]本開示を適用した光検出装置の製造方法の他の例を示す図である。

[図15]本開示を適用した光検出装置を搭載した電子機器の構成例を示すブロック図である。

[図16]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図17]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] <1. 第1の実施の形態>

[0018] (光検出装置の構成)

図1は、本開示を適用した光検出装置の構成例を示す図である。

[0019] 図1において、固体撮像装置10は、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)型の固体撮像装置であり、本開示を適用した光検出装置の一例である。固体撮像装置10は、画素アレイ部21、垂直駆動部22、カラム信号処理部23、水平駆動部24、出力部25、及び制御部26から構成される。

[0020] 画素アレイ部21は、シリコン(Si)からなる基板上行列状に2次元配列された複数の画素100を有する。画素100は、フォトダイオードからなる光電変換部と、複数の画素トランジスタを有する。画素トランジスタは、転送トランジスタ、リセットトランジスタ、選択トランジスタ、及び増幅トランジスタから構成される。

[0021] 画素アレイ部21には、行列状に2次元配列された複数の画素100に対し、行ごとに画素駆動線41が形成されて垂直駆動部22に接続され、列ごとに垂直信号線42が形成されてカラム信号処理部23に接続される。

[0022] 垂直駆動部 22 は、シフトレジスタやアドレスデコーダ等により構成され、画素アレイ部 21 に配列された各画素 100 を駆動する。垂直駆動部 22 によって選択走査された画素 100 から出力される画素信号は、垂直信号線 42 を通じてカラム信号処理部 23 に供給される。

[0023] カラム信号処理部 23 は、画素アレイ部 21 の画素列ごとに、選択行の各画素 100 から垂直信号線 42 を通じて出力される画素信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。具体的には、カラム信号処理部 23 は、信号処理として少なくとも、ノイズ除去処理、相関二重サンプリング (CDS : Correlated Double Sampling) 処理を行う。

[0024] この相関二重サンプリングにより、リセットノイズや増幅トランジスタの閾値ばらつき等の画素固有の固定パターンノイズが除去される。なお、カラム信号処理部 23 に、ノイズ除去処理以外に、例えば、AD変換 (Analog/Digital Conversion) 機能を持たせて、信号レベルをデジタル信号で出力することも可能である。

[0025] 水平駆動部 24 は、シフトレジスタやアドレスデコーダ等により構成され、カラム信号処理部 23 の画素列に対応する単位回路を順番に選択する。水平駆動部 24 による選択走査により、カラム信号処理部 23 で信号処理された画素信号が水平信号線 51 を通じて出力部 25 に出力される。

[0026] 出力部 25 は、カラム信号処理部 23 の各々から水平信号線 51 を通じて順次入力される画素信号に対して所定の信号処理を行い、その結果得られる信号を出力する。

[0027] 制御部 26 は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ等によって構成され、タイミングジェネレータで生成された各種のタイミング信号に基づき、垂直駆動部 22、カラム信号処理部 23、及び水平駆動部 24 などの駆動制御を行う。

[0028] (画素の構成)

次に、固体撮像装置 10 において、画素アレイ部 21 に 2 次元状に配列さ

れる画素１００の構成を説明する。

[0029] 図２は、画素１００を含む要部の断面構造例を示す図である。図２では、画素アレイ部２１に配列された複数の画素１００のうち、隣接する２つの画素の断面構造を示している。なお、図２では、フォトダイオードの一部とそれよりも下層に形成される構造体を省略している。

[0030] 図２において、画素１００は、光電変換部としてのフォトダイオード１１１を有する。フォトダイオード１１１は、例えば、シリコン基板などの半導体基板に形成した第１導電型のウェル領域に、第１導電型及び第２導電型の半導体領域を含んで形成される。ここで、例えば、第１導電型はｐ型であり、第２導電型はｎ型である。

[0031] フォトダイオード１１１の上面上には、絶縁膜１１２が形成され、絶縁膜１１２の平坦面上に、カラーフィルタ１１３と、各画素１００に対応するオンチップマイクロレンズ１１４とが積層して形成される。

[0032] カラーフィルタ１１３としては、例えば、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）、及び青色（Ｂ）の波長に対応したカラーフィルタを用いることができる。また、画素アレイ部２１で２次元状に配列された複数の画素１００に形成されるカラーフィルタ１１３として、ベイヤー配列に対応したカラーフィルタを用いることができる。オンチップマイクロレンズ１１４は、例えば、有機膜で形成される。

[0033] オンチップマイクロレンズ１１４の表面上には、無機膜１３１と無機膜１３２とを積層した反射防止膜１２１が形成されている。無機膜１３１は、オンチップマイクロレンズ１１４よりも屈折率の高い材料で形成される。無機膜１３２は、オンチップマイクロレンズ１１４及び無機膜１３１よりも屈折率の低い材料で形成される。

[0034] 無機膜１３１は、その屈折率を $N1$ としたとき、 $N1 \geq 1.8$ とされ、膜種として高い信頼性を有する金属酸化膜が用いられる。例えば、無機膜１３１の膜種としては、タンタル酸化膜（ Ta_2O_5 膜）、ニオブ酸化膜（ Nb_2O_5 膜）、チタン酸化膜（ TiO_2 膜）、又はハフニウム酸化膜（ HfO_2 膜）などの金属酸化膜が用い

られる。

[0035] 無機膜 1 3 2 は、その屈折率を N_2 としたとき、 $N_2 \leq 1.55$ とされる。無機膜 1 3 2 の膜種としては、例えば、シリコン酸化膜 (SiO_2 膜)、又はシリコン酸化炭化膜 (SiOC 膜) などが用いられる。

[0036] 反射防止膜 1 2 1 において、無機膜 1 3 1 は、無機膜 1 3 2 よりも屈折率が高いことから、高屈折率層であるとも言える。また、反射防止膜 1 2 1 において、無機膜 1 3 2 は、無機膜 1 3 1 よりも屈折率が低いことから、低屈折率層であるとも言える。すなわち、図 2 において、反射防止膜 1 2 1 は、無機膜 1 3 1 である高屈折率層と、無機膜 1 3 2 である低屈折率層との 2 層が積層された構成とされる。

[0037] なお、図 2 において、各画素 1 0 0 のフォトダイオード 1 1 1 の間には、ウェル領域 1 1 5 上に遮光膜 1 1 6 と絶縁膜 1 1 7 とが積層されている。

[0038] (信頼性改善と薄膜化)

上述した特許文献 1 において、反射防止膜における高屈折率層として、シリコン窒化膜 (SiN 膜) を用いた構成が開示されているのは、先に述べた通りである。本開示の発明者は、恒温恒湿試験で、反射防止膜における高屈折率層にシリコン窒化膜を用いた場合に、オンチップマイクロレンズとシリコン窒化膜との界面にてシリコン窒化膜が酸化され、感度特性等の特性に影響を及ぼす可能性があることを確認している。

[0039] このような信頼性不良の発生は、シリコン窒化膜が酸化されることで、屈折率の変動(低下)したことに起因している。その対策として、透湿性の高いシリコン窒化膜を用いることが想定されるが、量産性に乏しく、反射防止膜における高屈折率層として、シリコン窒化膜を用いることは困難であった。また、反射防止膜の膜厚の設計の観点からすれば、高屈折率層の膜厚が最大で 450nm となる場合、特に微細画素では、オンチップマイクロレンズの高層化により、量子効率 (QE) が低下する懸念がある。

[0040] 一方で、本開示を適用した固体撮像装置 1 0 では、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に形成される反射防止膜 1 2 1 における高屈折率層とし

て、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜、チタン酸化膜、ハフニウム酸化膜などの金属酸化膜で形成される無機膜 131 を用いている。すなわち、無機膜 131 の膜種として、元々酸化されており、膜が緻密であることから屈折率が変わり難いという特性を有する金属酸化膜（タンタル酸化膜等）を用いるため、反射防止膜 121 における高屈折率層が、高い信頼性を有している。

[0041] また、無機膜 131 で用いられる金属酸化膜（タンタル酸化膜等）は、シリコン窒化膜と比べて、屈折率が高いので、反射防止膜 121 を、より薄膜になるように設計（AR(Anti Reflection)設計）を行うことができる。例えば、シリコン窒化膜の屈折率が約1.85であるのに対し、金属酸化膜の屈折率は、約2～2.5とされる。

[0042] 図3は、横軸を高屈折率層の屈折率とし、縦軸を最適設計時の反射防止膜の膜厚（トータル膜厚）としたときに、高屈折率層の屈折率とトータル膜厚との関係を曲線Lで表している。本開示を適用した固体撮像装置10では、高屈折率層の屈折率が無機膜131の屈折率に相当し、トータル膜厚が反射防止膜121の膜厚に相当する。

[0043] 図3において、曲線Lで示すように、高屈折率層の屈折率が低いほど、最適設計時のトータル膜厚が厚くなる。ここでは、高屈折率層として、シリコン窒化膜の屈折率が約1.85であるのに対し、無機膜131を形成する金属酸化膜の屈折率は、約2～2.5となるため、反射防止膜121の膜厚を、より薄膜になるようにAR設計を行うことができる。

[0044] すなわち、本開示を適用した固体撮像装置10では、高屈折率層と低屈折率層の組み合わせとして、高屈折率層である無機膜131に金属酸化膜を用いることで、シリコン窒化膜を用いた場合と比べて屈折率を高くすることができるため、より薄膜でのAR設計を行っても、シリコン窒化膜を用いた場合と同じ光路長とすることが可能となり、薄膜化を実現することができる。

[0045] 特に微細画素では、オンチップマイクロレンズのトップ位置（中心部）と、シリコン基板との距離に応じて集光効率が大きく変化することが知られているが、反射防止膜の膜厚（トータル膜厚）が厚くなると、オンチップマイ

クロレンズのトップ位置が、シリコン基板から離れてしまう。これにより、集光効率が落ちて、その結果として量子効率（QE）の低下に繋がるため、反射防止膜の薄膜化が必要となる。本開示を適用した固体撮像装置 10 では、オンチップマイクロレンズ 114 の表面上に形成される反射防止膜 121 の薄膜化を実現できるため、微細画素における量子効率（QE）の低下を抑制することができる。

[0046] ここでは、AR設計に際して、高屈折率層としての無機膜 131 の膜厚が、低屈折率層としての無機膜 132 の膜厚以下の厚みとなるようにする。つまり、無機膜 131 の膜厚をT1とし、無機膜 132 の膜厚をT2としたとき、 $T1 \leq T2$ の関係を有するように設計する。

[0047] また、上述した微細画素での量子効率（QE）の特性への影響を考慮して、反射防止膜 121 の膜厚（トータル膜厚）が、200nm以下となるようにAR設計を行う。本開示の発明者は、詳細なるシミュレーションにより、反射防止膜における高屈折率層として、シリコン窒化膜の代わりに金属酸化膜を用いることで、トータル膜厚を100nm程度薄膜化することが可能であり、トータル膜厚として200nm以下でのAR設計が可能であることを確認している。

[0048] このように、本開示を適用した固体撮像装置 10 では、オンチップマイクロレンズ 114 の表面上に形成される反射防止膜 121 における高屈折率層として、タンタル酸化膜等の金属酸化膜を用いることで、より信頼性を改善するとともに、より薄膜でのAR設計を行うことが可能となる。

[0049] （反射防止膜の層数）

上述した説明では、反射防止膜 121 として、高屈折率層と低屈折率層とを積層した2層からなる場合を説明したが、2層に限らず、例えば、高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層した4層などの層数から形成されるようにしてもよい。

[0050] 図4は、反射防止膜 121 の層数を4層とした場合における画素 100 の要部の断面構造例を示す図である。図4においては、図2と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

- [0051] 図4において、反射防止膜121は、無機膜141と、無機膜142と、無機膜143と、無機膜144とを積層して形成される。反射防止膜121において、無機膜141、及び無機膜143が高屈折率層であり、無機膜142、及び無機膜144が低屈折率層であり、高屈折率層と低屈折率層とが交互に積層されている。
- [0052] 無機膜141、及び無機膜143は、無機膜131（図2）と同様に、その膜種として、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜、チタン酸化膜、又はハフニウム酸化膜などの金属酸化膜が用いられる。無機膜141と無機膜143とは、同一の膜種であってもよいし、異なる膜種であってもよい。無機膜141と無機膜143のそれぞれの屈折率を $N1$ としたとき、 $N1 \geq 1.8$ とされる。
- [0053] 無機膜142、及び無機膜144は、無機膜132（図2）と同様に、シリコン酸化膜、又はシリコン酸化炭化膜などが用いられる。無機膜142と無機膜144とは、同一の膜種であってもよいし、異なる膜種であってもよい。無機膜142と無機膜144のそれぞれの屈折率を $N2$ としたとき、 $N2 \leq 1.55$ とされる。
- [0054] 反射防止膜121においては、高屈折率層（無機膜141、143）と低屈折率層（無機膜142、144）とが交互に積層されるが、高屈折率層（無機膜141）は、オンチップマイクロレンズ114の表面上（直上）に形成され、低屈折率層（無機膜142、144）は、高屈折率層（無機膜141、143）の表面上に形成される。また、反射防止膜121において、低屈折率層（無機膜144）は、最表面に形成される。
- [0055] 図5は、横軸を波長とし、縦軸を反射率としたときに、反射防止膜121の層数と反射率との関係を曲線L1乃至L4で表している。図5では、反射防止膜121において、層数が1層となる場合の関係を曲線L1、層数が2層となる場合の関係を曲線L2、層数が3層となる場合の関係を曲線L3、層数が4層となる場合の関係を曲線L4でそれぞれ表している。
- [0056] 図5において、曲線L1乃至L4で示すように、反射防止膜121における層数を増やすことで、反射率をさらに低減させることができる。例えば、

反射防止膜 1 2 1 の層数を 4 層とした場合には、1 層乃至 3 層である層数とした場合と比べて、同一の波長領域であっても反射率が低下している。

[0057] このように、本開示を適用した固体撮像装置 1 0 では、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に形成される反射防止膜 1 2 1 として、高屈折率層と低屈折率層を交互に積層して 4 層などに層数を増やすことで、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面反射をさらに抑制し、フレアなどの画質劣化を抑制することができる。

[0058] なお、図 4 では、反射防止膜 1 2 1 として、高屈折率層と低屈折率層を交互に 4 層に積層した構成を示したが、上述した AR 設計の要件を満たすのであれば、4 層よりも層数が多くても構わない。例えば、6 層に積層する場合には、5 層目が高屈折率層、6 層目が低屈折率層となり、6 層目の低屈折率層が最表面となる。

[0059] (反射防止膜のカバレッジ性)

反射防止膜 1 2 1 のカバレッジ性に関しては、高屈折率層及び低屈折率層のいずれもコンフォーマルではないことが望ましい。例えば、反射防止膜 1 2 1 では、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の中心部（トップ位置）に対応した部分の膜厚よりも、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の縁端部（ボトム位置）に対応した部分の膜厚のほうが薄くなるようにする。また、反射防止膜 1 2 1 では、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の中心部に対応した部分から縁端部に対応した部分に向かうほど膜厚が薄くなるようにする。

[0060] 図 6 は、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面の曲率を示す円の中心と、反射防止膜 1 2 1 の表面の曲率を示す円の中心との関係を示した図である。図 6 においては、図 2 と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

[0061] 図 6 においては、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面の曲率を示す円 C 1 を一点鎖線で表し、反射防止膜 1 2 1 の表面の曲率を示す円 C 2 を二点鎖線で表している。また、円 C 1 の中心 O 1 と、円 C 2 の中心 O 2 との関係が表されている。

- [0062] ここで、反射防止膜 1 2 1 をコンフォーマルに成膜した場合には、円 C 1 の中心 O 1 と円 C 2 の中心 O 2 との位置は一致することになる。つまり、図示はしていないが、仮に、反射防止膜 1 2 1 をコンフォーマルに成膜した場合には、膜厚が均一となり、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の中心部に対応した部分と縁端部に対応した部分で膜厚が同じになる。
- [0063] しかしながら、特性を向上させるためには、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の縁端部付近は、反射防止膜 1 2 1 の膜厚が薄いほうが望ましいので、本開示を適用した固体撮像装置 1 0 では、図 6 に示すように、反射防止膜 1 2 1 の表面の曲率を示す円 C 2 の中心 O 2 が、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面の曲率を示す円 C 1 の中心 O 1 よりも、光が入射する側（図中の上側）に位置するようにしている。
- [0064] これにより、反射防止膜 1 2 1 （の無機膜 1 3 2）では、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の中心部に対応した部分の膜厚 a よりも、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の縁端部に対応した部分の膜厚 b のほうが薄くなる（ $a > b$ の関係となる）。
- [0065] このように、本開示を適用した固体撮像装置 1 0 では、円 C 2 の中心 O 2 が、円 C 1 の中心 O 1 よりも、光が入射する側（図中の上側）に位置しており（円 C 1 の中心 O 1 と円 C 2 の中心 O 2 との位置が不一致となり）、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に形成される反射防止膜 1 2 1 をコンフォーマルに成膜していない。
- [0066] すなわち、反射防止膜 1 2 1 では、高屈折率層としての無機膜 1 3 1 と、低屈折率層としての無機膜 1 3 2 とが積層されるが、無機膜 1 3 1 と無機膜 1 3 2 のいずれもコンフォーマルではなく、無機膜 1 3 1 と無機膜 1 3 2 のそれぞれの表面の曲率を示す円の中心が、円 C 1 の中心 O 1 よりも光が入射する側に位置している。そのため、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に形成される反射防止膜 1 2 1 では、縁端部側の膜厚が、中心部の膜厚よりも薄くなり、膜厚を均一にした場合と比べて、感度特性等の特性を向上させることができる。

- [0067] なお、上述した図4では、反射防止膜121において、高屈折率層（無機膜141，143）と低屈折率層（無機膜142，144）とを交互に積層して4層としているが、無機膜141乃至144のいずれもコンフォーマルではなく、無機膜141乃至144のそれぞれの表面の曲率を示す円の中心が、円C1の中心O1よりも光が入射する側に位置することが好ましい。
- [0068] 図6において、各画素100に対応して形成されたオンチップマイクロレンズ114の間には、V字状の窪んだ領域である凹部A1（オンチップマイクロレンズ114のギャップ部）が形成されている。凹部A1においても、反射防止膜121が形成されており、オンチップマイクロレンズ114の間で、反射防止膜121が途切れることはない。
- [0069] オンチップマイクロレンズ114の間の領域は、V字状の窪んだ領域に限らず、平坦な領域であってもよい。例えば、図7の平面レイアウトに示すように、オンチップマイクロレンズ114が所定の間隔を有して配置された場合、オンチップマイクロレンズ114の間は、平坦な領域となる。
- [0070] 図8は、図7の平面レイアウトのX1-X1'断面を示している。図8において、図2と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。
- [0071] 図8において、オンチップマイクロレンズ114の間の平坦な領域である平坦部A2と、オンチップマイクロレンズ114の中心部A3に注目すれば、反射防止膜121の膜厚は、平坦部A2に対応した部分と、中心部A3に対応した部分とで、略同一となっている。これにより、平坦部A2においては、AR設計通りの反射率の低減が可能であり、オンチップマイクロレンズ114の間に入射した光に対しても有効に機能する。その結果として、フレアなどの画質劣化を抑制することが可能となる。
- [0072] なお、図8は、図7の平面レイアウトのX2-X2'断面にも対応しており、左右方向や上下方向に隣接する画素100だけでなく、斜め方向に隣接する画素100についても、反射防止膜121の膜厚が、オンチップマイクロレンズ114の間の平坦部A2に対応した部分と、オンチップマイクロ

ンズ 1 1 4 の中心部 A 3 に対応した部分とで、略同一となり、同様の効果が得られる。

[0073] (製造方法の例)

図 9 は、本開示を適用した光検出装置の製造方法の例を示す図である。

[0074] 図 9 においては、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 を形成した後の工程を示している。すなわち、図示はしていないが、シリコン基板に、フォトダイオード 1 1 1 等を形成して複数の画素 1 0 0 が 2 次元状に配列された撮像領域が形成される。また、フォトダイオード 1 1 1 の上面に絶縁膜 1 1 2 を形成してその表面を平坦化し、その上に赤色、緑色、又は青色の波長に対応したカラーフィルタ 1 1 3 が形成される。

[0075] そして、図 9 の A に示すように、カラーフィルタ 1 1 3 上に、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 が形成される。

[0076] 次に、図 9 の B に示すように、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に無機膜 1 3 1 を成膜する。無機膜 1 3 1 は、化学気相成長 (CVD : Chemical Vapor Deposition) 法、物理気相成長 (PVD : Physical Vapor Deposition) 法、又は原子層堆積 (ALD : Atomic Layer Deposition) 法などを用いて成膜することができる。無機膜 1 3 1 としては、例えば、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜、チタン酸化膜、又はハフニウム酸化膜などの金属酸化膜が成膜される。

[0077] 次に、図 9 の C に示すように、無機膜 1 3 1 の表面上に無機膜 1 3 2 を成膜する。無機膜 1 3 2 は、化学気相成長法、物理気相成長法、又は原子層堆積法などを用いて成膜することができる。無機膜 1 3 2 としては、例えば、シリコン酸化膜、又はシリコン酸化炭化膜などが成膜される。

[0078] ここでは、無機膜 1 3 1 と無機膜 1 3 2 を積層した反射防止膜 1 2 1 がコンフォーマルではなく、無機膜 1 3 1 と無機膜 1 3 2 のそれぞれの表面の曲率を示す円の中心が、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面の曲率を示す円の中心よりも、光が入射する側 (図中の上側) に位置するように成膜される。

[0079] このようにして、オンチップマイクロレンズ 114 の表面上に、無機膜 131 と無機膜 132 の 2 層（高屈折率層と低屈折率層の 2 層）からなる反射防止膜 121（図 2）が形成された固体撮像装置 10 が得られる。

[0080] なお、図 9 では、反射防止膜 121 が 2 層となる場合の製造方法を示したが、反射防止膜 121 が 4 層などとなる場合にも同様の製造方法を用いることができる。すなわち、図 9 の B、C に示した工程を繰り返すことで、化学気相成長法、物理気相成長法、又は原子層堆積法などを用いて、無機膜 141、無機膜 142、無機膜 143、及び無機膜 144 が順に成膜され、高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層した 4 層からなる反射防止膜 121（図 4）が形成されたオンチップマイクロレンズ 114 を有する固体撮像装置 10 が得られる。

[0081] <2. 第 2 の実施の形態>

[0082] ところで、オンチップマイクロレンズを有する固体撮像装置において、当該オンチップマイクロレンズの表面に、使用波長領域の光の反射を低減するための微細凹凸形状からなる反射防止構造体を形成した構成が知られている（例えば、下記の文献 A 参照）。

[0083] 文献 A：特開 2006-332433 号公報

[0084] オンチップマイクロレンズの表面に微細凹凸形状からなる反射防止構造体を形成した構成の場合、反射防止構造体をオンチップマイクロレンズ上に直接形成しているため、オンチップマイクロレンズとの密着性に問題があり、反射防止構造体が剥がれてしまう可能性がある。また、密着性の改善のためにプラズマ処理を実施することが想定されるが、プラズマ処理を実施した場合には、密着性の改善は期待できるものの、光学特性が劣化するという新たな問題が生じてしまう。

[0085] これらの問題を改善するために、本開示を適用した固体撮像装置 10 は、図 10 に示すような反射防止膜の構成を採用することで、微細な凹凸形状を有する構造膜を含む反射防止膜とオンチップマイクロレンズとの密着性を改善して高信頼性を有しながら、フレアなどの画質劣化を抑制することができ

るようにする。

[0086] (反射防止膜の他の構成)

図10は、画素100を含む要部の断面構造の他の例を示す図である。図10においては、図2と対応する部分には同一の符号を付しており、その説明は適宜省略する。

[0087] 図10の断面構造は、図2の断面構造と比べて、オンチップマイクロレンズ114の表面上に、反射防止膜121の代わりに、反射防止膜221が形成されている。反射防止膜221は、無機膜231と無機膜232とを積層して形成されている。無機膜231は、オンチップマイクロレンズ114よりも屈折率の高い材料で形成される。無機膜232は、オンチップマイクロレンズ114及び無機膜231よりも屈折率の低い材料で形成される。

[0088] 無機膜231は、オンチップマイクロレンズ114と無機膜232との密着性を改善するための密着膜(密着層)である。無機膜231は、その屈折率を $N3$ としたとき、例えば、 $N3 \leq 1.55$ とされる。無機膜231の膜種としては、例えば、シリコン酸化膜(SiO_2 膜)等のLT0(Low Temperature Oxidation)膜が用いられる。

[0089] 無機膜232は、微細な凹凸形状を形成したモスアイ構造を有する構造膜である。無機膜232が微細な凹凸形状を有することで、使用波長領域の光の反射を低減することができる。無機膜232は、その屈折率を $N4$ としたとき、例えば、 $N4 \leq 1.4$ とされる。

[0090] 例えば、無機膜232の膜種として AlOx 膜を用いる場合、 AlOx 膜を成膜した後に、純水(DIW: De-Ionized Water)の高温処理(例えば 90°C 処理)等の加工処理が実施されることで、 AlOx 膜の表面に微細な凹凸形状が形成される。このとき、 AlOx 膜の屈折率は1.6程度とされるが、微細な凹凸形状により凹部に空気層が形成されているため、トータル的には屈折率が1.3程度に低下することになる。

[0091] 無機膜232の膜厚は、例えば、トップーボトムの間で270nm程度とすることができる。ここでのトップ位置は、微細な凹凸形状における凸部の最も高

い位置であり、ボトム位置は、無機膜 231 との界面の位置である。反射防止膜 221 においては、無機膜 232 が微細な凹凸形状を有する構造膜となるが、密着膜としての無機膜 231 が露出することはなく、最表面は無機膜 232 となる。

[0092] 反射防止膜 221 において、無機膜 231 は、無機膜 132 と同程度の屈折率を有することから、低屈折率層であるとも言える。また、反射防止膜 221 において、無機膜 232 は、無機膜 231 よりも屈折率が低いことから、低屈折率層よりもさらに屈折率が低い超低屈折率層であるとも言える。

[0093] すなわち、上述した説明では、反射防止膜 121 として、高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層した場合を説明したが、第 1 の層と、当該第 1 の層よりも屈折率が低い第 2 の層とが積層された構造であれば、他の層が積層されてもよく、例えば、図 10 に示すように、反射防止膜 221 を、無機膜 231 である低屈折率層と、無機膜 232 である超低屈折率層との 2 層が積層された構成とすることができる。あるいは、無機膜 232 は、所定の屈折率を有する被加工膜(例えば、1.6 である屈折率を有する AlO_x 膜)の表面に微細な凹凸形状を加工することで形成された構造膜であるとも言える。

[0094] (改善点)

図 11 と図 12 は、横軸を波長とし、縦軸を反射率としたときに、反射防止膜 221 における無機膜 231 の膜厚と波長領域での反射率との関係を曲線 L22 乃至 L29 で表している。無機膜 231 の膜厚は、オンチップマイクロレンズ 114 の中心部(トップ位置)に対応した部分の膜厚とすることができる。図 11 と図 12 では、比較のために、反射防止膜 221 として無機膜 231 が単膜で構成される場合を想定したときの波長領域での反射率を曲線 L20 で表し、反射防止膜 221 として無機膜 232 が単膜で構成される場合を想定したときの波長領域での反射率を曲線 L21 で表している。

[0095] 図 11 では、無機膜 231 と無機膜 232 を積層した反射防止膜 221 において、無機膜 231 の膜厚が 5nm となるときの関係を曲線 L22、無機膜 231 の膜厚が 10nm となるときの関係を曲線 L23、無機膜 231 の膜厚が 50nm

mとなるときの関係を曲線L 2 4、無機膜2 3 1の膜厚が110nmとなるときの関係を曲線L 2 5でそれぞれ表している。

[0096] また、図1 2では、無機膜2 3 1と無機膜2 3 2を積層した反射防止膜2 2 1において、無機膜2 3 1の膜厚が200nmとなるときの関係を曲線L 2 6、無機膜2 3 1の膜厚が300nmとなるときの関係を曲線L 2 7、無機膜2 3 1の膜厚が500nmとなるときの関係を曲線L 2 8、無機膜2 3 1の膜厚が1000nmとなるときの関係を曲線L 2 9でそれぞれ表している。

[0097] 図1 1において、曲線L 2 2を、曲線L 2 0と比べた場合には反射率が1%程度低下しており、曲線L 2 1と比べた場合には同程度の反射率となる。曲線L 2 3は、曲線L 2 2と比べて反射率が全体的に若干低下し、曲線L 2 4、L 2 5は、曲線L 2 3と比べて反射率が全体的にさらに低下しているが、曲線L 2 3乃至L 2 5の反射率は、曲線L 2 1の反射率を超えていない。このように、図1 1では、無機膜2 3 1の膜厚が、10nm、50nm、110nmのように増加しても、400～700nmの波長領域で低反射率となり、無機膜2 3 1を積層しない場合（無機膜2 3 2を単膜とした場合）と比べて反射率が悪化していないことを表している。

[0098] 図1 2において、曲線L 2 6乃至L 2 9の反射率は、全体的に下げられており、曲線L 2 1の反射率を超えていない。このように、図1 2では、無機膜2 3 1の膜厚が、200nm、300nm、500nm、1000nmのようにさらに増加しても、400～700nmの波長領域で低反射率となり、無機膜2 3 1を積層しない場合（無機膜2 3 2を単膜とした場合）と比べて反射率が悪化していないことを表している。ただし、本開示の発明者は、詳細なるシミュレーションにより、無機膜2 3 1の膜厚を500nm、1000nmとしたときには反射率は悪化しないものの、無機膜2 3 1の厚みにより干渉が生じるなどの影響があり実用的ではないため、無機膜2 3 1の膜厚は、10nm以上、かつ、300nm以下とするのが好適であることを確認している。

[0099] このように、オンチップマイクロレンズ1 1 4の表面上に形成される反射防止膜2 2 1において、オンチップマイクロレンズ1 1 4と無機膜2 3 2と

の密着膜としての無機膜 2 3 1 の膜厚を10～300nmとすることで、密着性を改善して高信頼性を有しながら、フレアなどの画質劣化を抑制することができる。

[0100] 具体的には、無機膜 2 3 1 は、シリコン酸化膜等のLT0膜が用いられ、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 との密着性に問題はなく、かつ、無機膜 2 3 2 との密着性にも問題はないため、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 と無機膜 2 3 2 との間に設けられることで、密着性を改善することができる。これにより、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 から無機膜 2 3 1 が剥がれることはなく、結果として、最表面の無機膜 2 3 2 が剥がれることを抑制することができる。

[0101] また、反射防止膜 2 2 1 では、無機膜 2 3 1 と無機膜 2 3 2 が積層され、無機膜 2 3 2 は、光の反射を低減するための微細凹凸形状を有する構造膜であることから、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面反射を低減して、反射に起因するフレアなどを抑制することができる。さらに、無機膜 2 3 1 の膜厚を10～300nmとすることで、無機膜 2 3 2 を単膜で構成した場合よりも反射率が低下するため、さらなる反射率の改善により、フレアなどを低減することができる。その結果として、より確実に、フレアなどの画質劣化を抑制することができる。

[0102] さらに、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に反射防止膜 2 2 1 を形成することで、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 へのダメージを抑制することができる。なお、画素 1 0 0 が微細画素である場合にも、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に反射防止膜 2 2 1 を形成することができる。

[0103] (製造方法の例)

図 1 3 と図 1 4 は、本開示を適用した光検出装置の製造方法の他の例を示す図である。

[0104] 図 1 3 においては、図 9 と同様に、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 を形成した後の工程を示している。すなわち、シリコン基板に、フォトダイオード 1 1 1 等を形成して複数の画素 1 0 0 が2次元状に配列された撮像領域が

形成される。また、フォトダイオード 1 1 1 の上面に絶縁膜 1 1 2 を形成してその表面を平坦化し、その上に赤色、緑色、又は青色の波長に対応したカラーフィルタ 1 1 3 が形成される。

[0105] そして、図 1 3 の A に示すように、カラーフィルタ 1 1 3 上に、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 が形成される。

[0106] 次に、図 1 3 の B に示すように、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に無機膜 2 3 1 を成膜する。無機膜 2 3 1 は、化学気相成長 (CVD) 法、物理気相成長 (PVD) 法、又は原子層堆積 (ALD) 法などを用いて成膜することができる。無機膜 2 3 1 としては、例えば、シリコン酸化膜等の LT0 膜が成膜される。

[0107] 次に、図 1 3 の C に示すように、無機膜 2 3 1 の表面上に無機膜 2 3 2 を成膜する。無機膜 2 3 2 は、原子層堆積 (ALD) 法などを用いて成膜することができる。無機膜 2 3 2 としては、例えば、AlO_x 膜が成膜される。無機膜 2 3 1 は、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 と無機膜 2 3 2 とを密着させる密着膜 (密着層) となる。

[0108] 次に、図 1 4 の D において、純水 (DIW) の高温処理 (例えば 90℃ 処理) が実施されることで、図 1 4 の E に示すように、無機膜 2 3 2 として、微細な凹凸形状を有する構造膜が形成される。つまり、無機膜 2 3 2 は、AlO_x 膜等により形成される。このようにして、オンチップマイクロレンズ 1 1 4 の表面上に、無機膜 2 3 1 と無機膜 2 3 2 の 2 層 (低屈折率層と超低屈折率層の 2 層) からなる反射防止膜 2 2 1 が形成された固体撮像装置 1 0 が得られる。

[0109] < 3. 変形例 >

[0110] (光検出装置の例)

上述した説明では、固体撮像装置 1 0 として、CMOS 型の固体撮像装置を説明したが、CMOS 型の固体撮像装置は、光電変換部としてのフォトダイオード 1 1 1 が形成されたシリコン基板から見て下層に形成される配線層側 (表面側) とは反対側の上層 (裏面側) から光を入射させる裏面照射型構造とすることができる。なお、CMOS 型の固体撮像装置は、光を入射する側を配線層側

(表面側)とした表面照射型構造としても構わない。

[0111] 固体撮像装置 10 は、本開示を適用した光検出装置の一例である。すなわち、本開示を適用した光検出装置は、固体撮像装置 10 に限らず、例えば、IRレーザを用いた測距センサなどの光を検出する装置に適用することができる。なお、本開示を適用した反射防止膜の構成は、CMOS型の固体撮像装置に限らず、CCD(Charge Coupled Device)型の固体撮像装置に適用することも可能である。

[0112] 上述した説明では、固体撮像装置 10 において、第 1 導電型を p 型、第 2 導電型を n 型として構成したが、n 型が第 1 導電型で、p 型が第 2 導電型であっても構わない。また、上述した説明では、固体撮像装置 10 において、カラーフィルタ 113 として、赤色 (R)、緑色 (G)、及び青色 (B) の波長に対応した原色系フィルタを用いた構成を示したが、シアン色 (C)、マゼンタ色 (M)、及び黄色 (Y) の波長に対応した補色系フィルタを用いても構わない。

[0113] (電子機器の構成)

本開示を適用した光検出装置は、スマートフォン、タブレット型端末、携帯電話機、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラなどの電子機器に搭載することができる。図 15 は、本開示を適用した光検出装置を搭載した電子機器の構成例を示すブロック図である。

[0114] 図 15 において、電子機器 1000 は、レンズ群を含む光学系 1011 と、図 1 の固体撮像装置 10 に対応した機能を有する光検出素子 1012 と、カメラ信号処理部である DSP(Digital Signal Processor) 1013 からなる撮像系を有する。電子機器 1000 においては、撮像系のほかに、CPU(Central Processing Unit) 1010、フレームメモリ 1014、ディスプレイ 1015、操作系 1016、補助メモリ 1017、通信 I/F 1018、及び電源系 1019 がバス 1020 を介して相互に接続された構成となる。

[0115] CPU 1010 は、電子機器 1000 の各部の動作を制御する。

[0116] 光学系 1011 は、被写体からの入射光(像光)を取り込んで、光検出素

子1012の光検出面に結像させる。光検出素子1012は、光学系1011によって光検出面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。DSP1013は、光検出素子1012から出力される信号に対し、所定の信号処理を行う。

[0117] フレームメモリ1014は、撮像系で撮像された静止画又は動画の画像データを一時的に記録する。ディスプレイ1015は、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイであり、撮像系で撮像された静止画又は動画を表示する。操作系1016は、ユーザによる操作に応じて、電子機器1000が有する様々な機能についての操作指令を発する。

[0118] 補助メモリ1017は、フラッシュメモリ等の半導体メモリを含む記憶媒体であり、撮像系で撮像された静止画又は動画の画像データを記録する。通信I/F1018は、所定の通信方式に対応した通信モジュールを有し、撮像系で撮像された静止画又は動画の画像データを、ネットワークを介して他の機器に送信する。

[0119] 電源系1019は、CPU1010、DSP1013、フレームメモリ1014、ディスプレイ1015、操作系1016、補助メモリ1017、及び通信I/F1018を供給対象として、動作電源となる各種の電源を適宜供給する。

[0120] <4. 移動体への応用例>

[0121] 本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0122] 図16は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0123] 車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図16に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユ

ユニット１２０２０、車外情報検出ユニット１２０３０、車内情報検出ユニット１２０４０、及び統合制御ユニット１２０５０を備える。また、統合制御ユニット１２０５０の機能構成として、マイクロコンピュータ１２０５１、音声画像出力部１２０５２、及び車載ネットワークＩ／Ｆ（interface）１２０５３が図示されている。

[0124] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0125] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0126] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0127] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出

力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0128] 車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0129] マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0130] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0131] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット12020に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で検知した先行車又は対向

車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0132] 音声画像出力部 12052 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 16 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0133] 図 17 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0134] 図 17 では、車両 12100 は、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0135] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 12101 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102、12103 は、主として車両 12100 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。撮像部 12101 及び 12105 で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0136] なお、図 17 には、撮像部 12101 ないし 12104 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 12111 は、フロントノーズに設けられた撮像部 12101 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12112、12113 は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 12102、12103 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12114 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像

部 1 2 1 0 4 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 1 2 1 0 0 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0137] 撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の少なくとも 1 つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の少なくとも 1 つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0138] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 1 2 1 1 1 ないし 1 2 1 1 4 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両 1 2 1 0 0 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 1 2 1 0 0 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 1 2 1 0 0 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 k m / h 以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0139] 例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2 輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、車両 1 2 1 0 0 の周辺の障害物を、車両 1 2 1 0 0 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 1 2 0 6 1 や表示部 1 2 0 6 2 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0 を介して強制減速や回

避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0140] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0141] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 12031 に適用され得る。具体的には、図 1 の固体撮像装置 10 は、撮像部 12031 に適用することができる。撮像部 12031 に本開示に係る技術を適用することにより、フレアなどの画質劣化を抑制して、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0142] なお、本開示の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0143] また、本開示は、以下のような構成をとることができる。

[0144] (1)

光電変換部を有する複数の画素と、

各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、

前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜と
を有し、

前記反射防止膜は、

金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、

前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率
が低い第2の無機膜と

を積層して構成される

光検出装置。

(2)

前記第1の無機膜は、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜、チタン酸化膜、又
はハフニウム酸化膜である

前記(1)に記載の光検出装置。

(3)

前記第2の無機膜は、シリコン酸化膜、又はシリコン酸化炭化膜である

前記(1)又は(2)に記載の光検出装置。

(4)

前記第1の無機膜の屈折率は、1.8以上であり、

前記第2の無機膜の屈折率は、1.55以下である

前記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光検出装置。

(5)

前記第1の無機膜の膜厚は、前記第2の無機膜の膜厚以下の厚みである

前記(1)乃至(4)のいずれかに記載の光検出装置。

(6)

前記反射防止膜の膜厚は、200nm以下である

前記(5)に記載の光検出装置。

(7)

前記第1の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成され

、

前記第2の無機膜は、最表面に形成される

前記(1)乃至(6)のいずれかに記載の光検出装置。

(8)

前記第1の無機膜と前記第2の無機膜とが交互に積層される

前記(1)乃至(7)のいずれかに記載の光検出装置。

(9)

前記第1の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成され、前記オンチップマイクロレンズと前記第2の無機膜とを密着させる密着膜であり、

前記第2の無機膜は、最表面に形成され、微細な凹凸形状を有する構造膜である

前記(1)に記載の光検出装置。

(10)

前記第1の無機膜は、LT0膜であり、

前記第2の無機膜は、AlO_x膜により形成される

前記(9)に記載の光検出装置。

(11)

前記第1の無機膜の膜厚は、10nm以上、かつ、300nm以下である

前記(9)又は(10)に記載の光検出装置。

(12)

前記反射防止膜は、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分の膜厚よりも、前記オンチップマイクロレンズの縁端部に対応した部分の膜厚のほうが薄くなる

前記(1)乃至(8)のいずれかに記載の光検出装置。

(13)

前記反射防止膜は、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分から縁端部に対応した部分に向かうほど膜厚が薄くなる

前記(12)に記載の光検出装置。

(14)

前記オンチップマイクロレンズの表面の曲率を示す円の第1の中心と、前記反射防止膜の表面の曲率を示す円の第2の中心との位置が不一致となる

前記(12)又は(13)のいずれかに記載の光検出装置。

(15)

前記第2の中心は、前記第1の中心よりも、光が入射する側に位置する

前記(14)に記載の光検出装置。

(16)

前記第2の中心は、前記第1の無機膜と前記第2の無機膜のそれぞれの表面の曲率を示す円の中心を含む

前記(14)又は(15)に記載の光検出装置。

(17)

前記オンチップマイクロレンズの間に、前記反射防止膜が形成される

前記(1)乃至(8)、(12)乃至(16)のいずれかに記載の光検出装置。

(18)

前記オンチップマイクロレンズの間には、平坦部が形成され、

前記反射防止膜の膜厚は、前記平坦部に対応した部分と、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分とで、略同一とされる

前記(17)に記載の光検出装置。

(19)

光電変換部を有する複数の画素と、

各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、

前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜と

を有し、

前記反射防止膜は、

第1の無機膜と、

前記第1の無機膜の表面上に形成され、所定の屈折率を有する被加工膜

の表面に微細な凹凸形状を加工することで形成された構造膜である第2の無機膜と

を積層して構成される

光検出装置。

(20)

前記第1の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成され、前記オンチップマイクロレンズと前記第2の無機膜とを密着させる密着膜であり、

前記第2の無機膜は、最表面に形成される構造膜である

前記(19)に記載の光検出装置。

(21)

前記第1の無機膜は、LT0膜であり、

前記被加工膜は、AlO_x膜である

前記(19)又は(20)に記載の光検出装置。

(22)

前記第1の無機膜の膜厚は、10nm以上、かつ、300nm以下である

前記(19)乃至(21)のいずれかに記載の光検出装置。

(23)

光電変換部を有する複数の画素と、

各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、

前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜と

を有し、

前記反射防止膜は、

金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、

前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも屈折率が低い第2の無機膜と

を積層して構成される光検出装置を搭載した電子機器。

符号の説明

[0145] 10 固体撮像装置, 21 画素アレイ部, 22 垂直駆動部, 23 カラム信号処理部, 24 水平駆動部, 25 出力部, 26 制御部, 100 画素, 111 フォトダイオード, 114 オンチップマイクロレンズ, 121 反射防止膜, 131 無機膜, 132 無機膜, 141 無機膜, 142 無機膜, 143 無機膜, 144 無機膜, 221 反射防止膜, 231 無機膜, 232 無機膜, 1000 電子機器, 1012 光検出素子

請求の範囲

- [請求項1] 光電変換部を有する複数の画素と、
各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、
前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜と
を有し、
前記反射防止膜は、
金属酸化膜で形成される第1の無機膜と、
前記第1の無機膜の表面上に形成され、前記第1の無機膜よりも
屈折率が低い第2の無機膜と
を積層して構成される
光検出装置。
- [請求項2] 前記第1の無機膜は、タンタル酸化膜、ニオブ酸化膜、チタン酸化
膜、又はハフニウム酸化膜である
請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3] 前記第2の無機膜は、シリコン酸化膜、又はシリコン酸化炭化膜で
ある
請求項2に記載の光検出装置。
- [請求項4] 前記第1の無機膜の屈折率は、1.8以上であり、
前記第2の無機膜の屈折率は、1.55以下である
請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項5] 前記第1の無機膜の膜厚は、前記第2の無機膜の膜厚以下の厚みで
ある
請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項6] 前記反射防止膜の膜厚は、200nm以下である
請求項5に記載の光検出装置。
- [請求項7] 前記第1の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形
成され、
前記第2の無機膜は、最表面に形成される

請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項8] 前記第 1 の無機膜と前記第 2 の無機膜とが交互に積層される
請求項 7 に記載の光検出装置。

[請求項9] 前記第 1 の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成され、前記オンチップマイクロレンズと前記第 2 の無機膜とを密着させる密着膜であり、

前記第 2 の無機膜は、最表面に形成され、微細な凹凸形状を有する構造膜である

請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項10] 前記第 1 の無機膜は、LT0膜であり、
前記第 2 の無機膜は、AlO_x膜により形成される
請求項 9 に記載の光検出装置。

[請求項11] 前記第 1 の無機膜の膜厚は、10nm以上、かつ、300nm以下である
請求項 9 に記載の光検出装置。

[請求項12] 前記反射防止膜は、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分の膜厚よりも、前記オンチップマイクロレンズの縁端部に対応した部分の膜厚のほうが薄くなる

請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項13] 前記反射防止膜は、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分から縁端部に対応した部分に向かうほど膜厚が薄くなる
請求項 1 2 に記載の光検出装置。

[請求項14] 前記オンチップマイクロレンズの表面の曲率を示す円の第 1 の中心と、前記反射防止膜の表面の曲率を示す円の第 2 の中心との位置が不一致となる

請求項 1 2 に記載の光検出装置。

[請求項15] 前記第 2 の中心は、前記第 1 の中心よりも、光が入射する側に位置する

請求項 1 4 に記載の光検出装置。

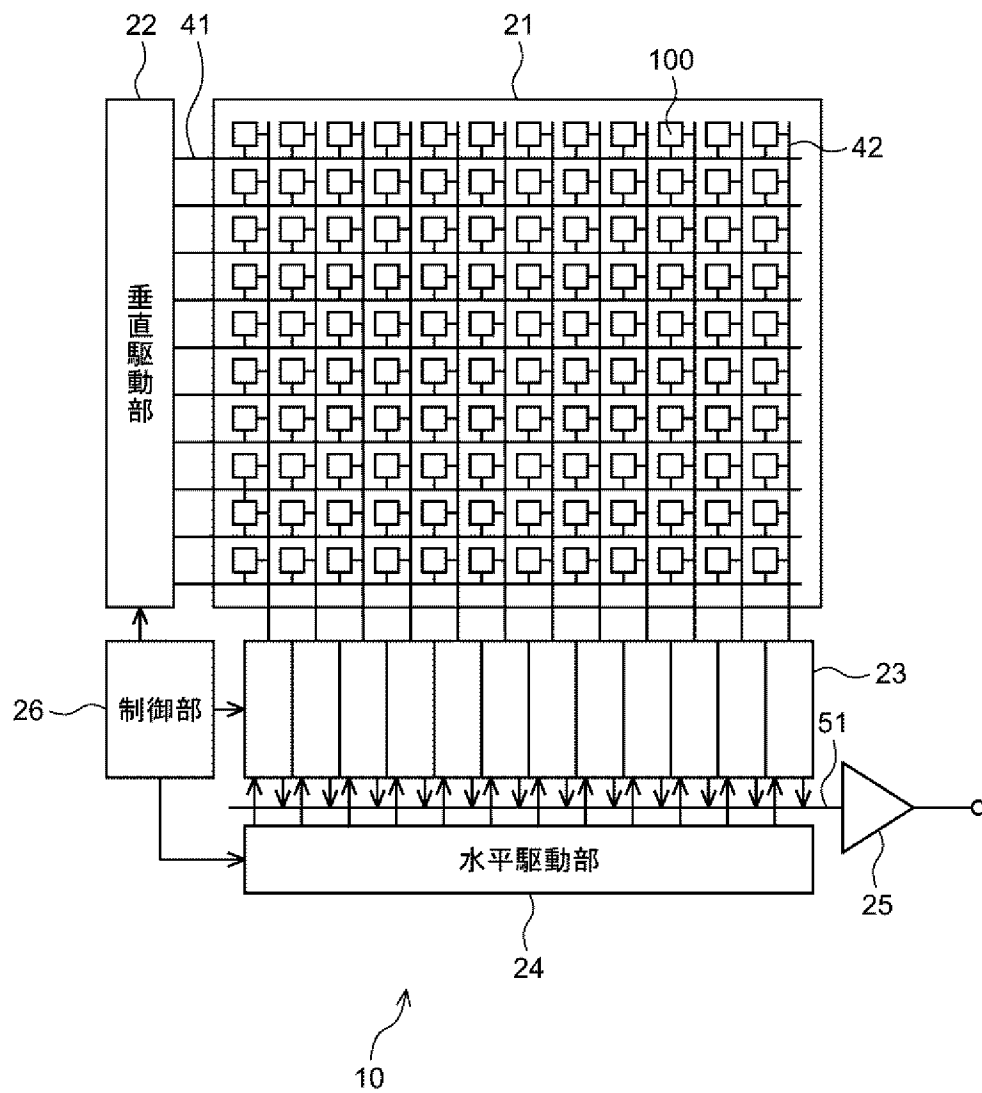
- [請求項16] 前記第2の中心は、前記第1の無機膜と前記第2の無機膜のそれぞれの表面の曲率を示す円の中心を含む
請求項15に記載の光検出装置。
- [請求項17] 前記オンチップマイクロレンズの間に、前記反射防止膜が形成される
請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項18] 前記オンチップマイクロレンズの間には、平坦部が形成され、
前記反射防止膜の膜厚は、前記平坦部に対応した部分と、前記オンチップマイクロレンズの中心部に対応した部分とで、略同一とされる
請求項17に記載の光検出装置。
- [請求項19] 光電変換部を有する複数の画素と、
各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、
前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜とを有し、
前記反射防止膜は、
第1の無機膜と、
前記第1の無機膜の表面上に形成され、所定の屈折率を有する被加工膜の表面に微細な凹凸形状を加工することで形成された構造膜である第2の無機膜と
を積層して構成される
光検出装置。
- [請求項20] 前記第1の無機膜は、前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成され、前記オンチップマイクロレンズと前記第2の無機膜とを密着させる密着膜であり、
前記第2の無機膜は、最表面に形成される構造膜である
請求項19に記載の光検出装置。
- [請求項21] 前記第1の無機膜は、LT0膜であり、
前記被加工膜は、AlO_x膜である

請求項 19 に記載の光検出装置。

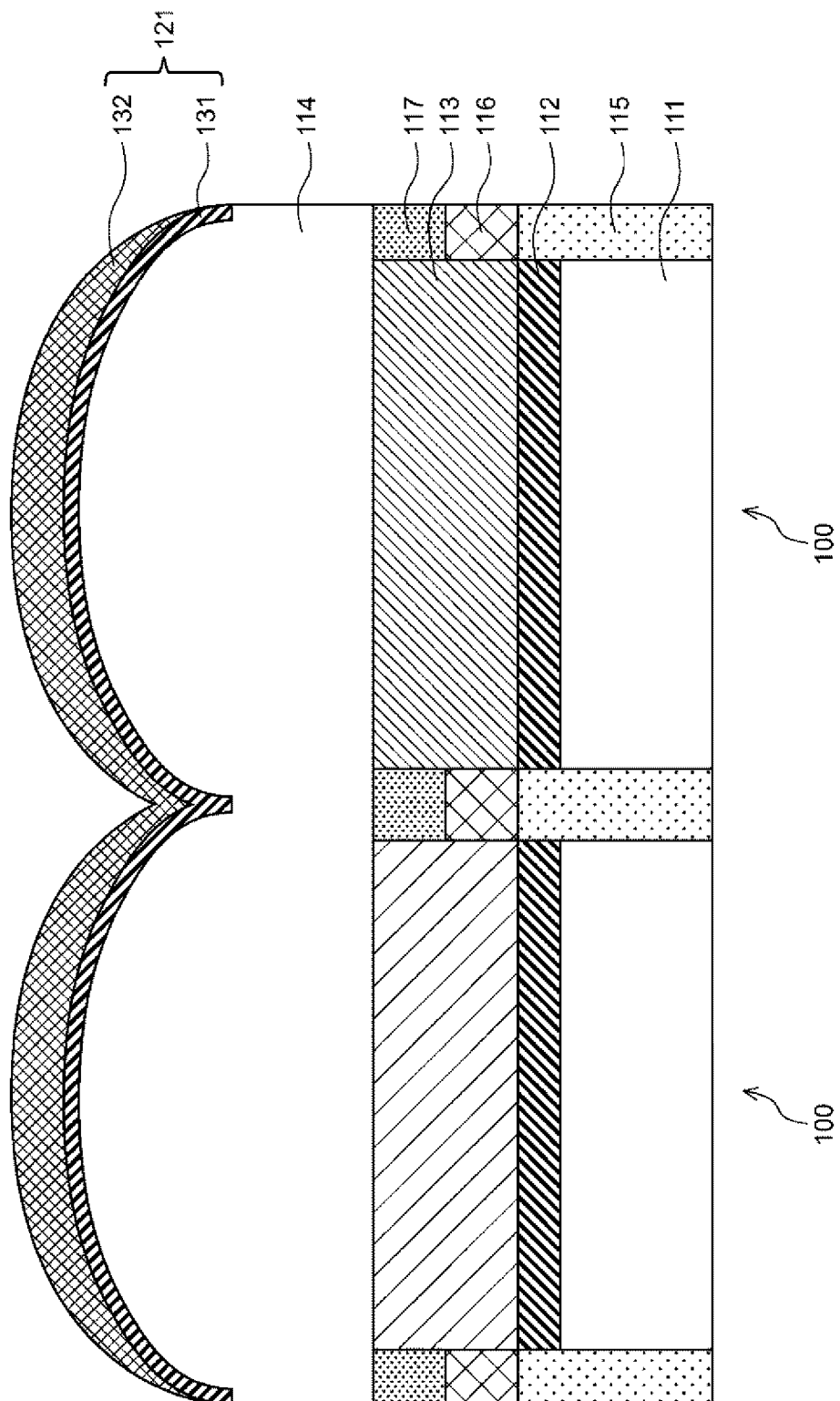
[請求項22] 前記第 1 の無機膜の膜厚は、10nm以上、かつ、300nm以下である
請求項 19 に記載の光検出装置。

[請求項23] 光電変換部を有する複数の画素と、
各画素に対応して形成されたオンチップマイクロレンズと、
前記オンチップマイクロレンズの表面上に形成された反射防止膜と
を有し、
前記反射防止膜は、
金属酸化膜で形成される第 1 の無機膜と、
前記第 1 の無機膜の表面上に形成され、前記第 1 の無機膜よりも
屈折率が低い第 2 の無機膜と
を積層して構成される光検出装置を搭載した電子機器。

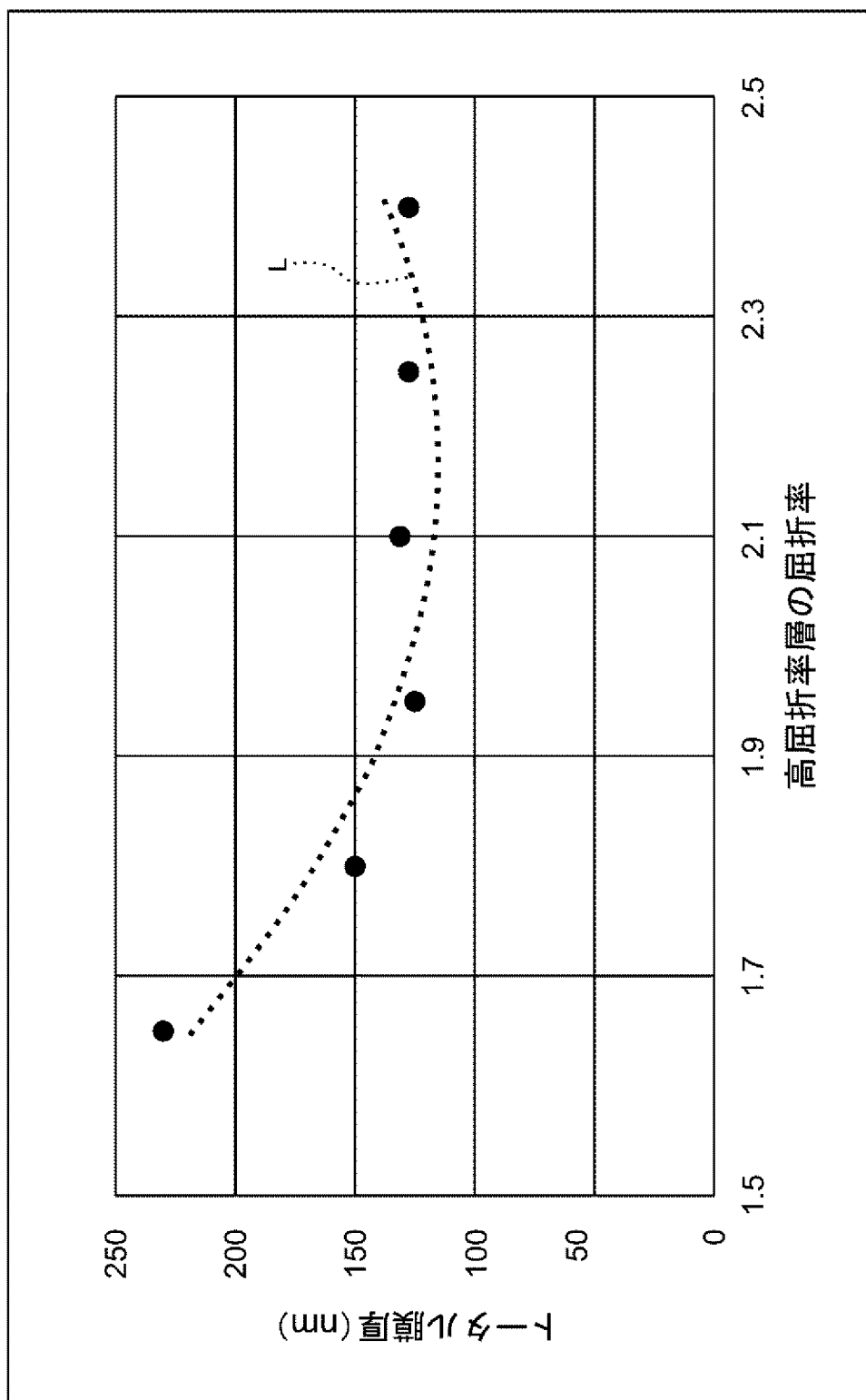
[図1]
FIG.1

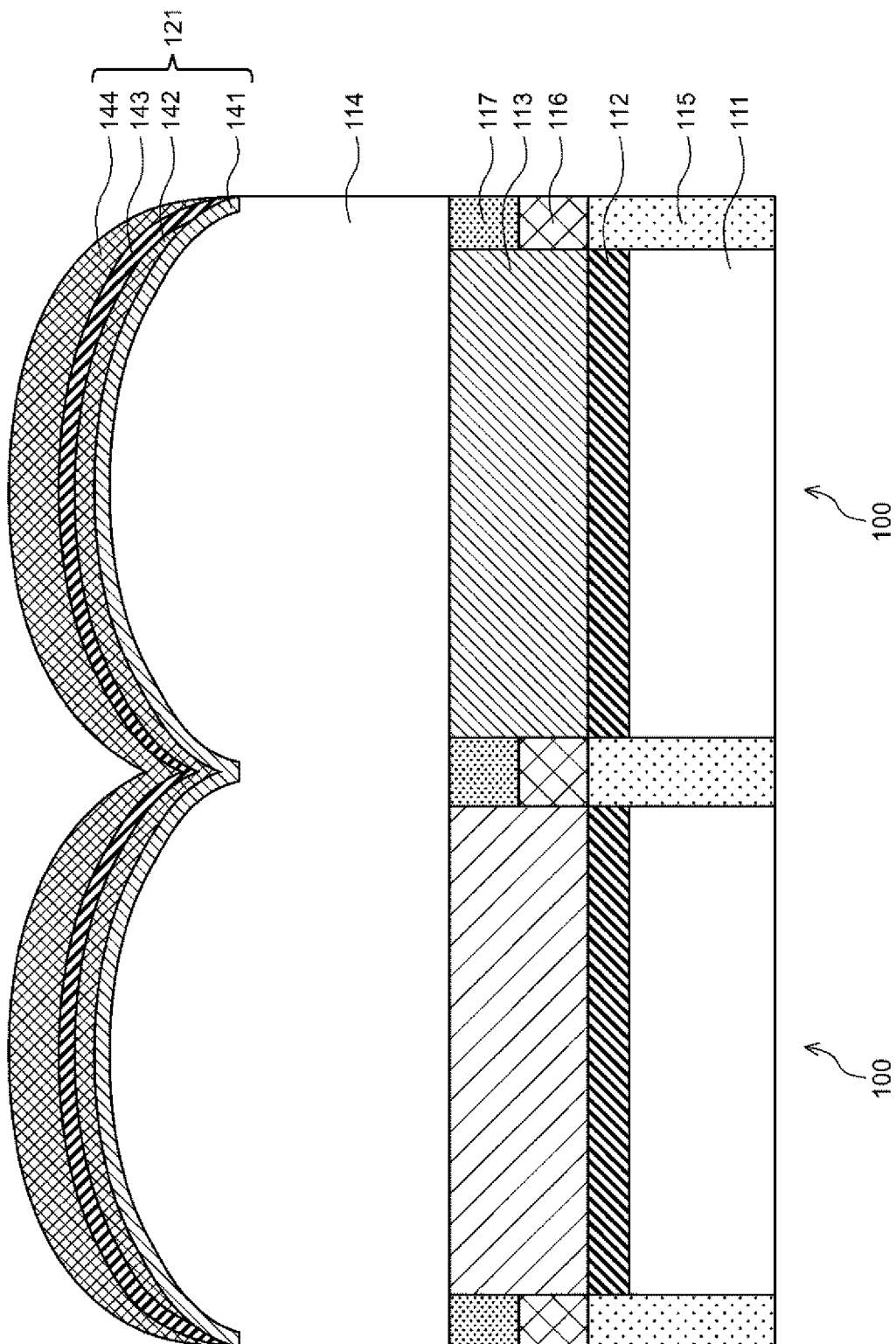


[図2]
FIG. 2

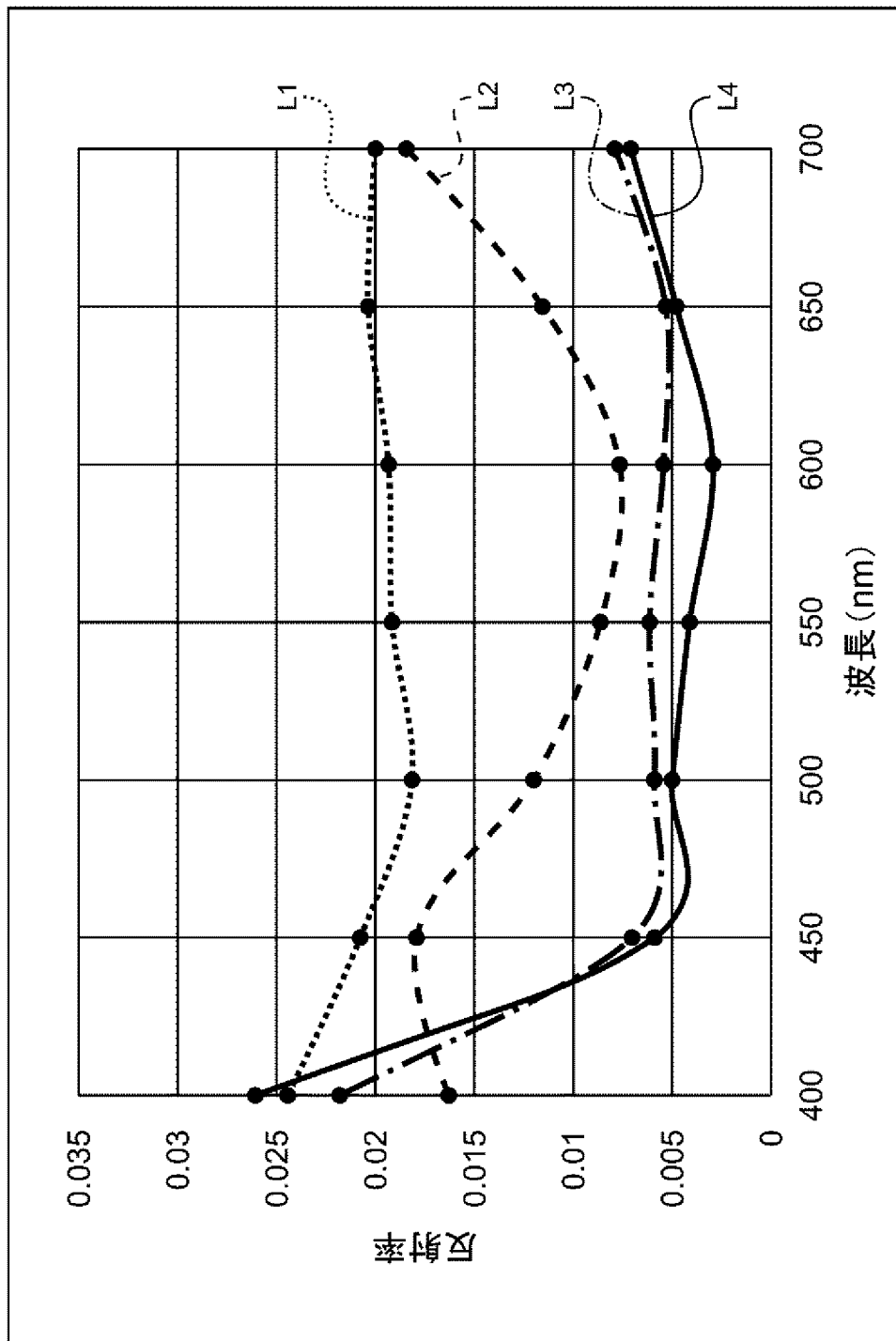


[図3]
FIG.3

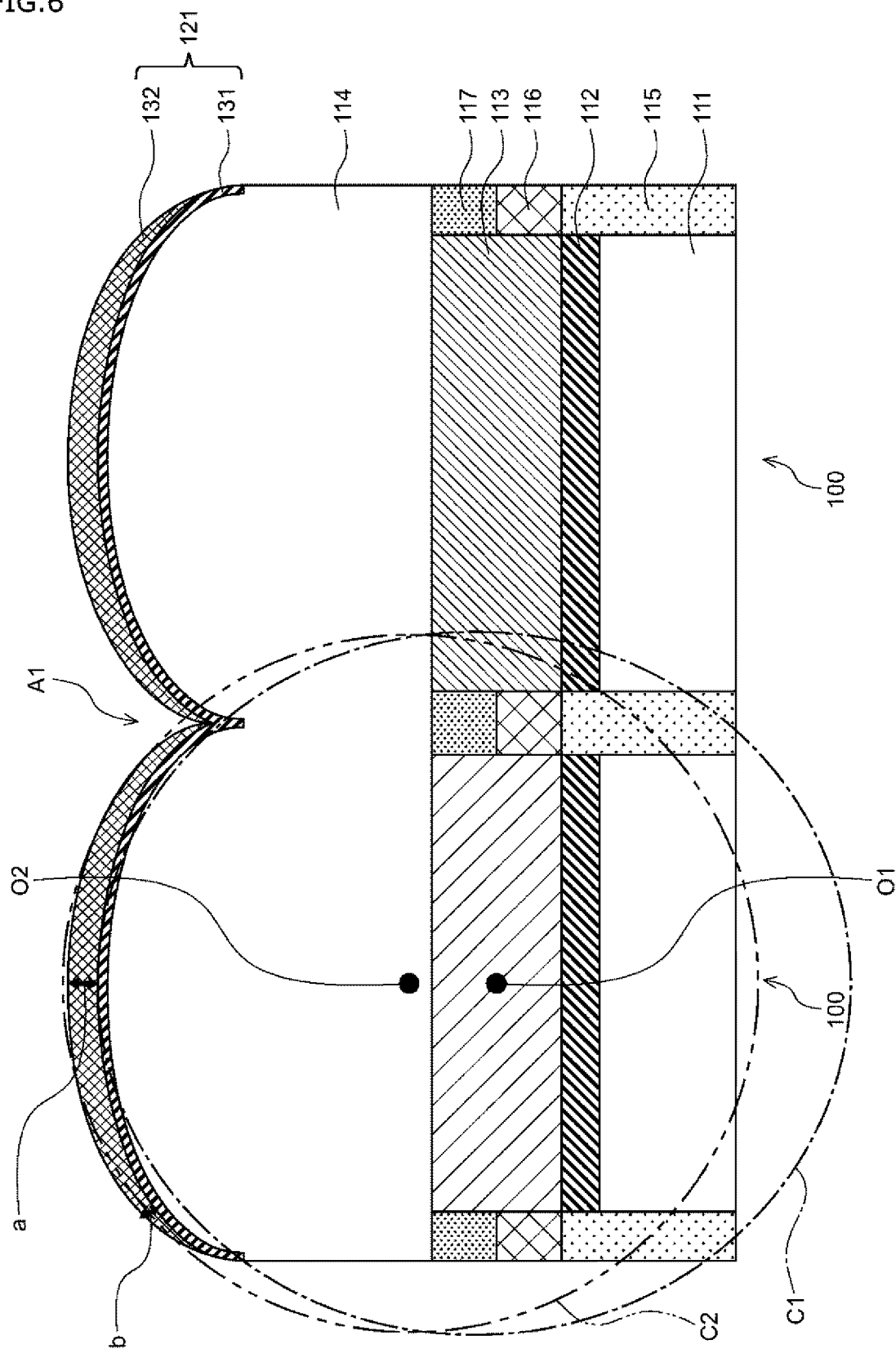


[図4]
FIG.4

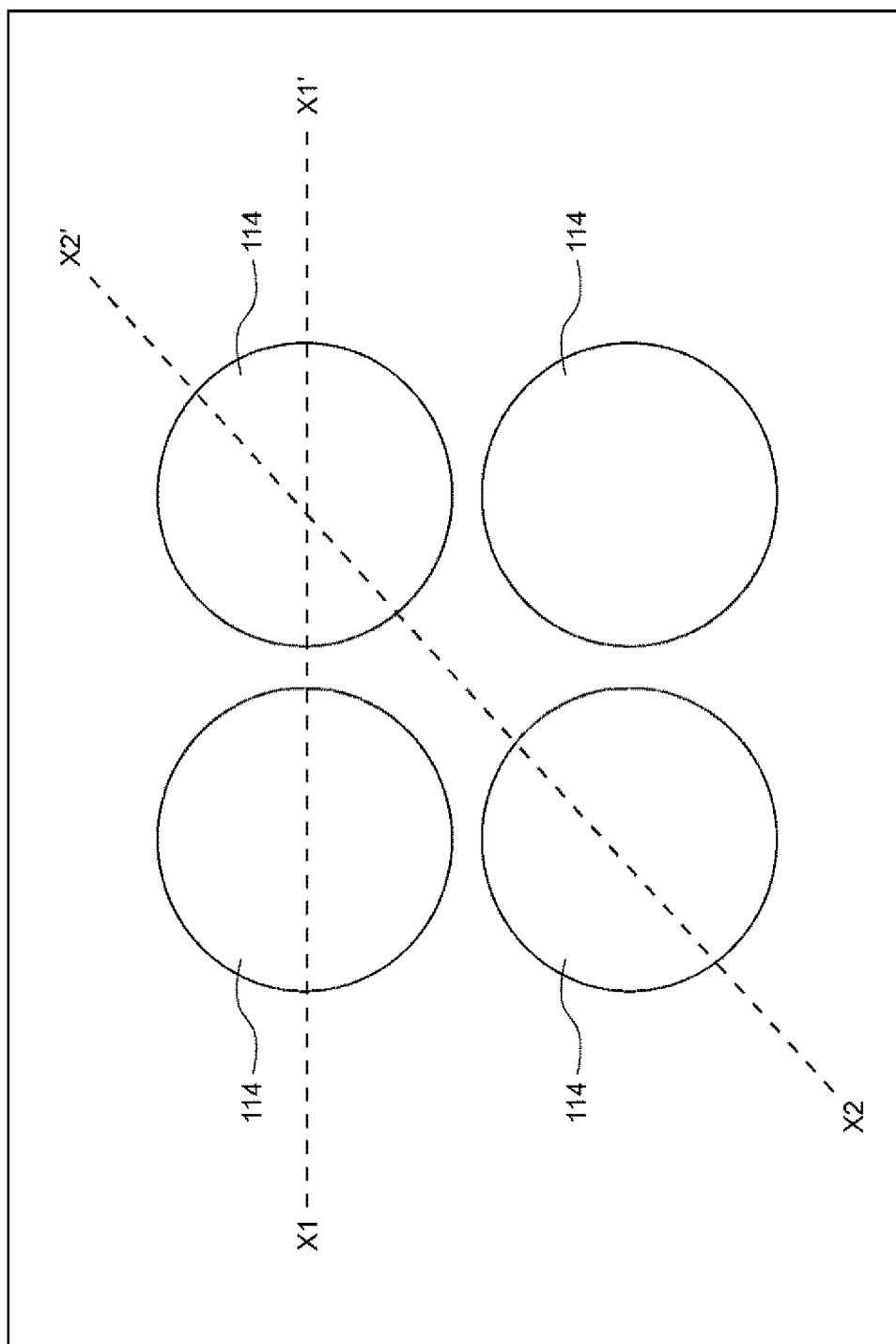
[図5]
FIG.5



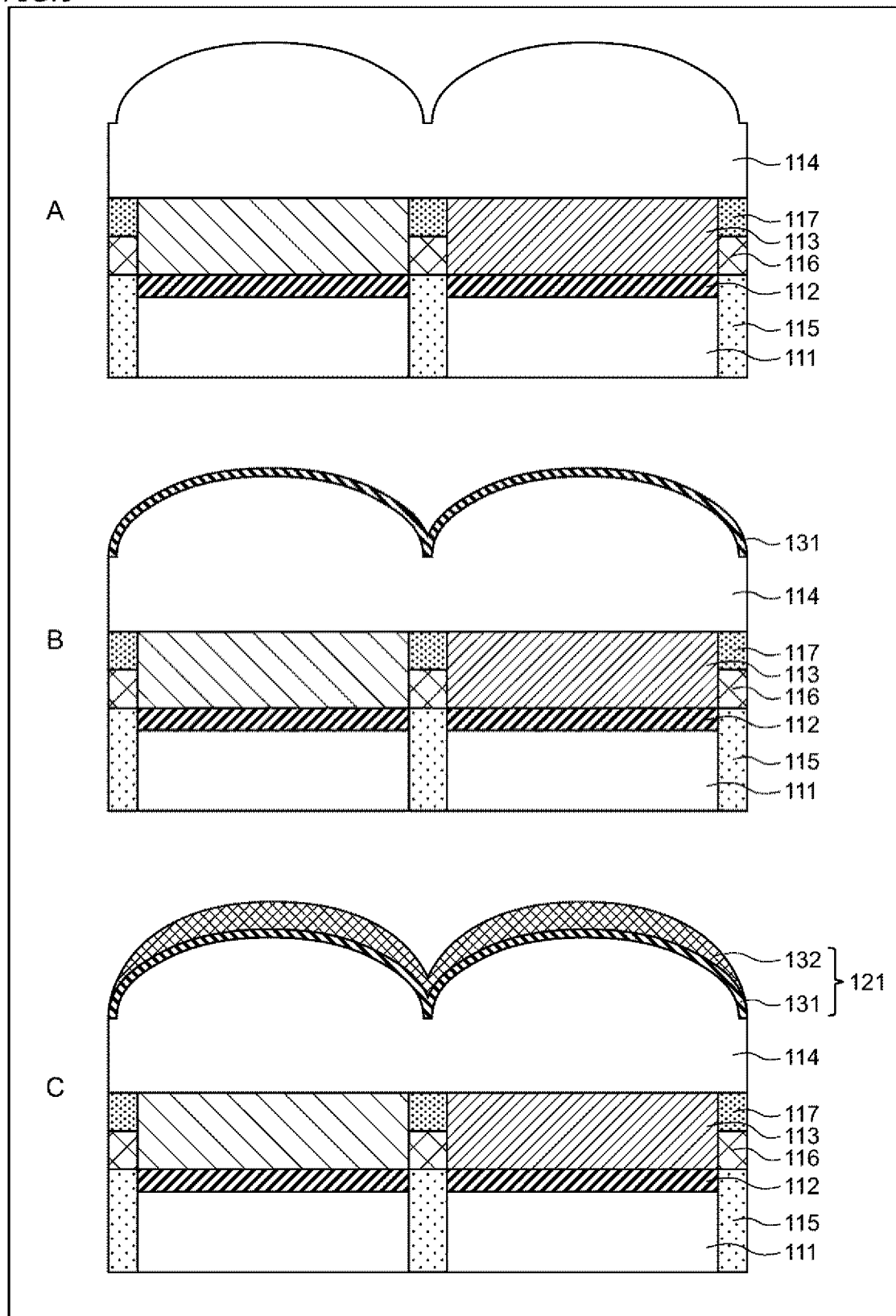
[図6]
FIG. 6



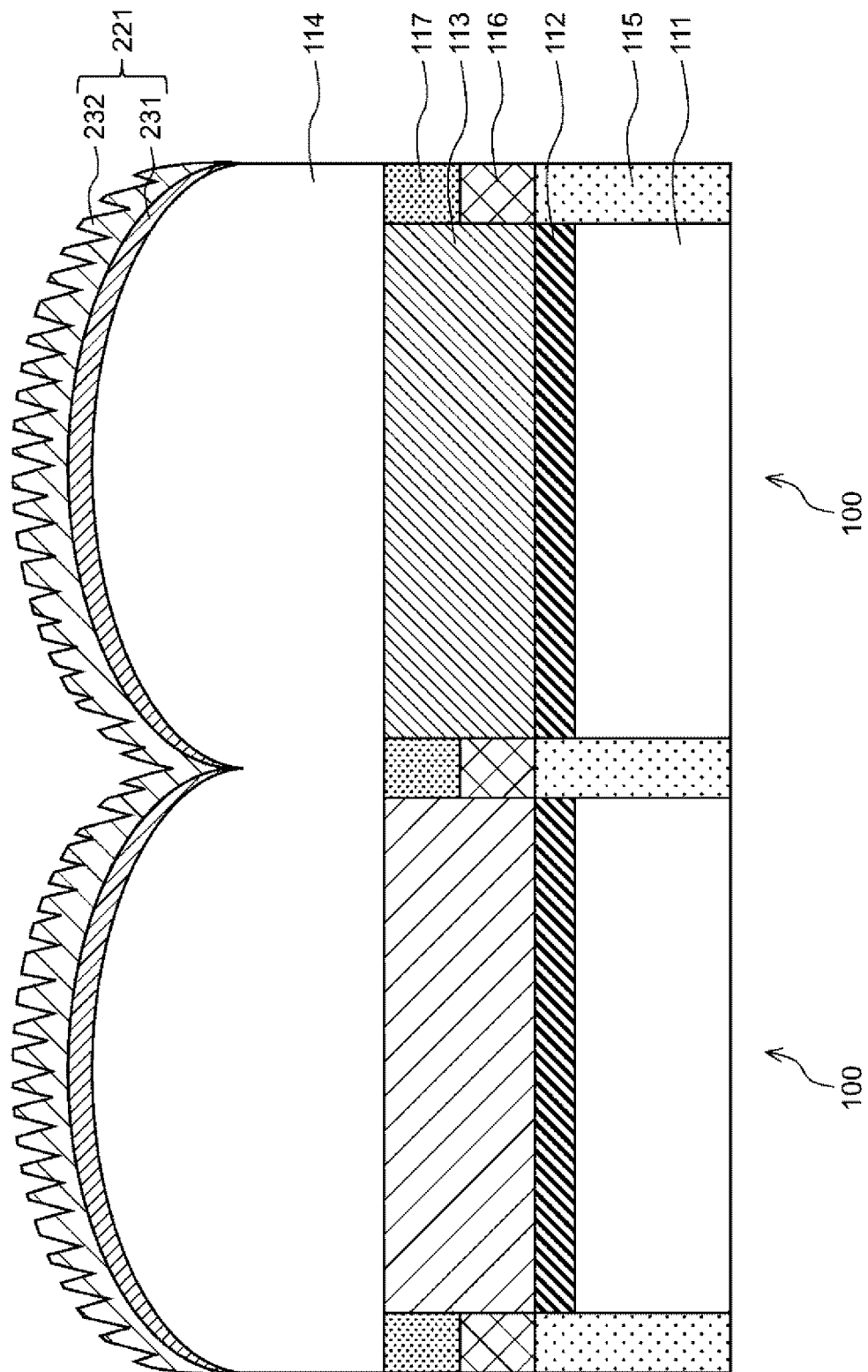
[図7]
FIG.7



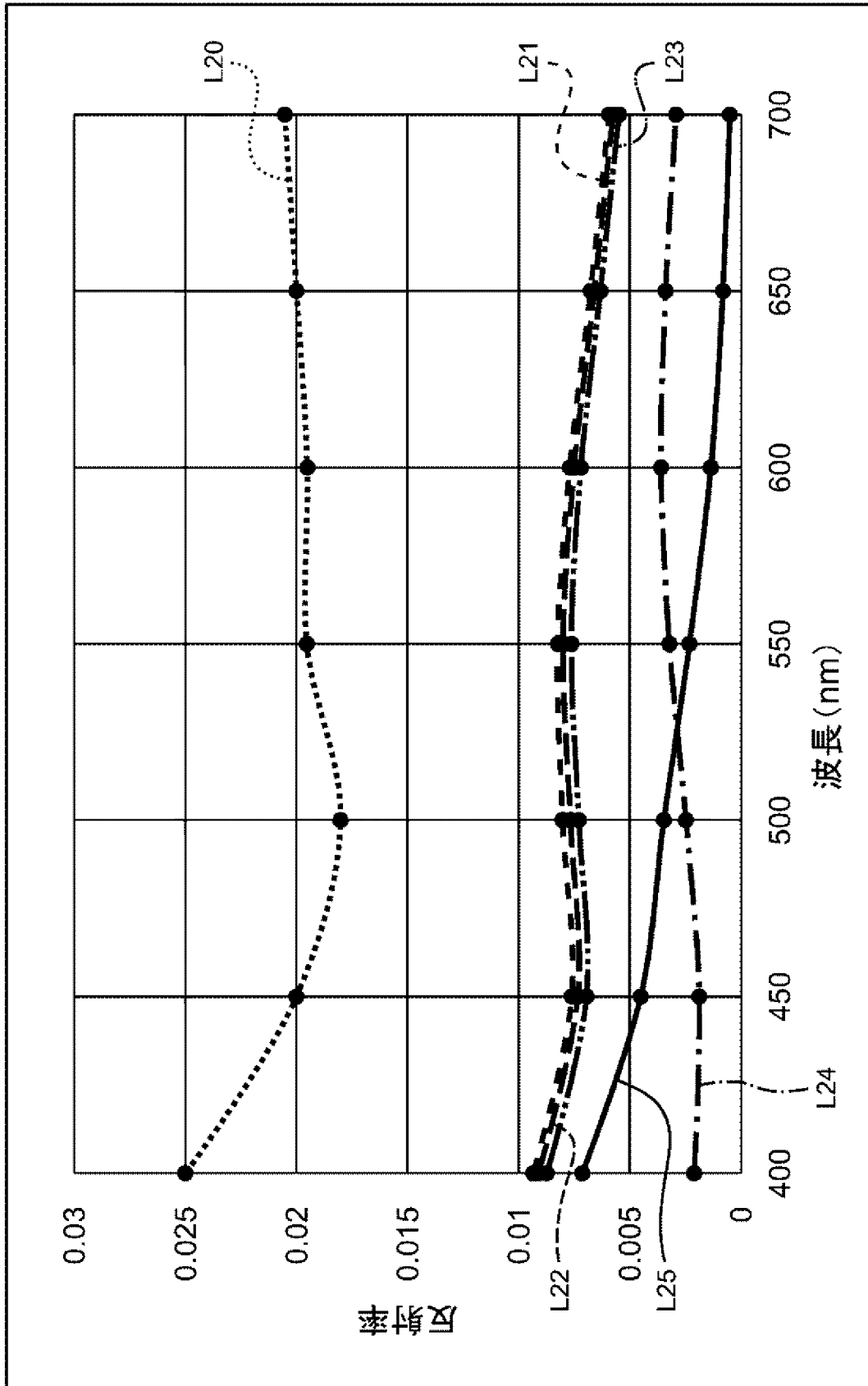
[図9]
FIG.9



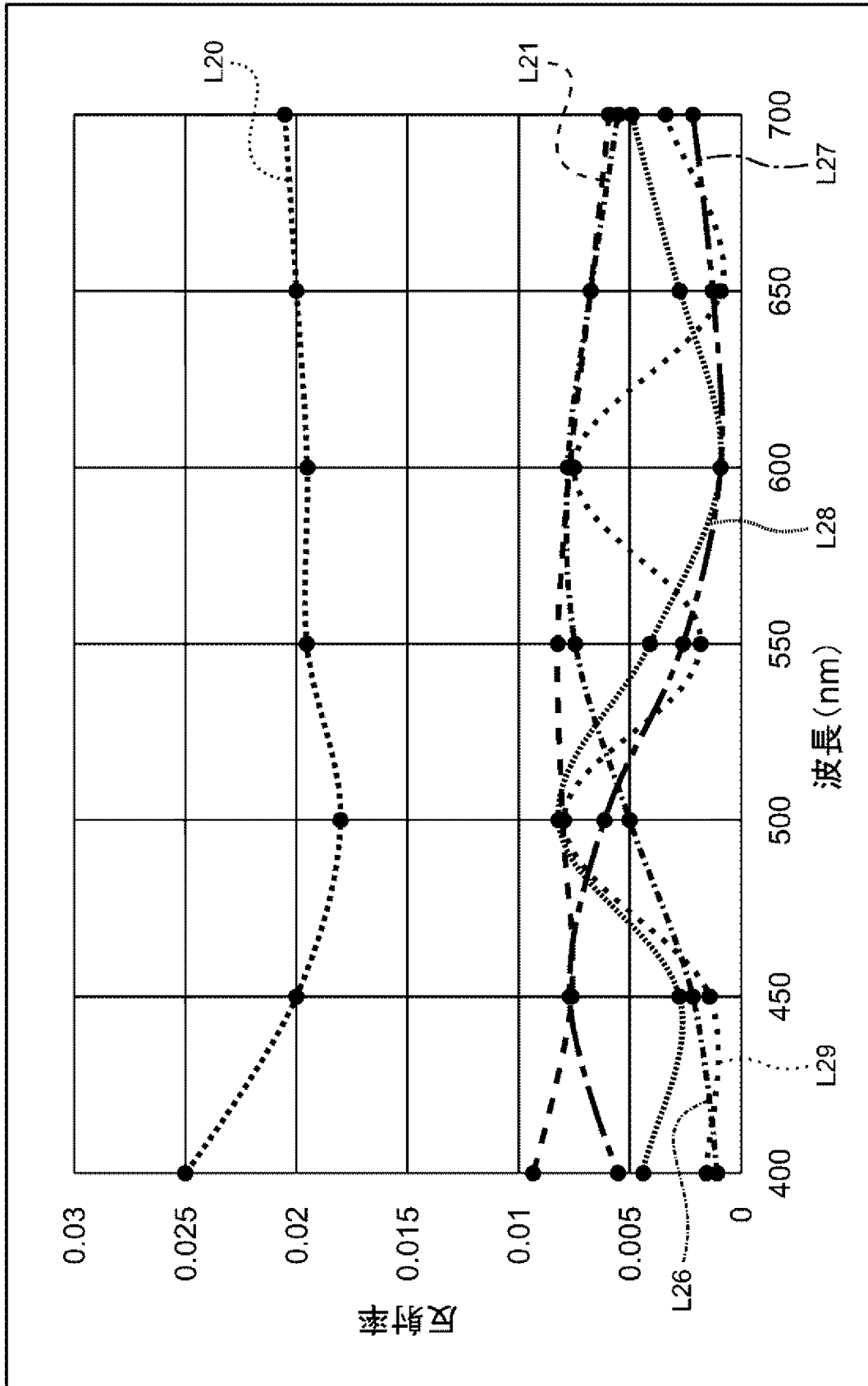
[図10]
FIG.10



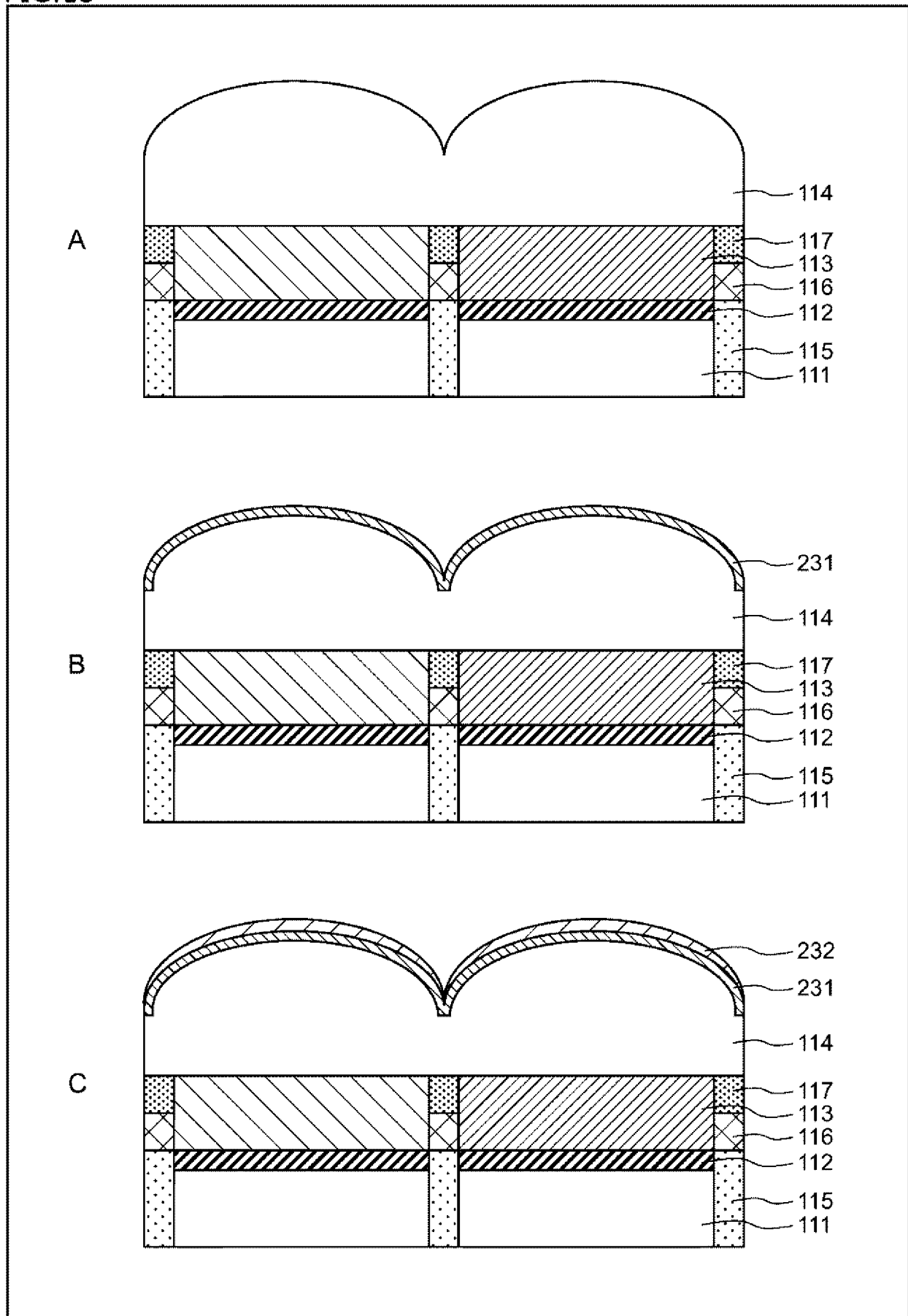
[図11]
FIG.11



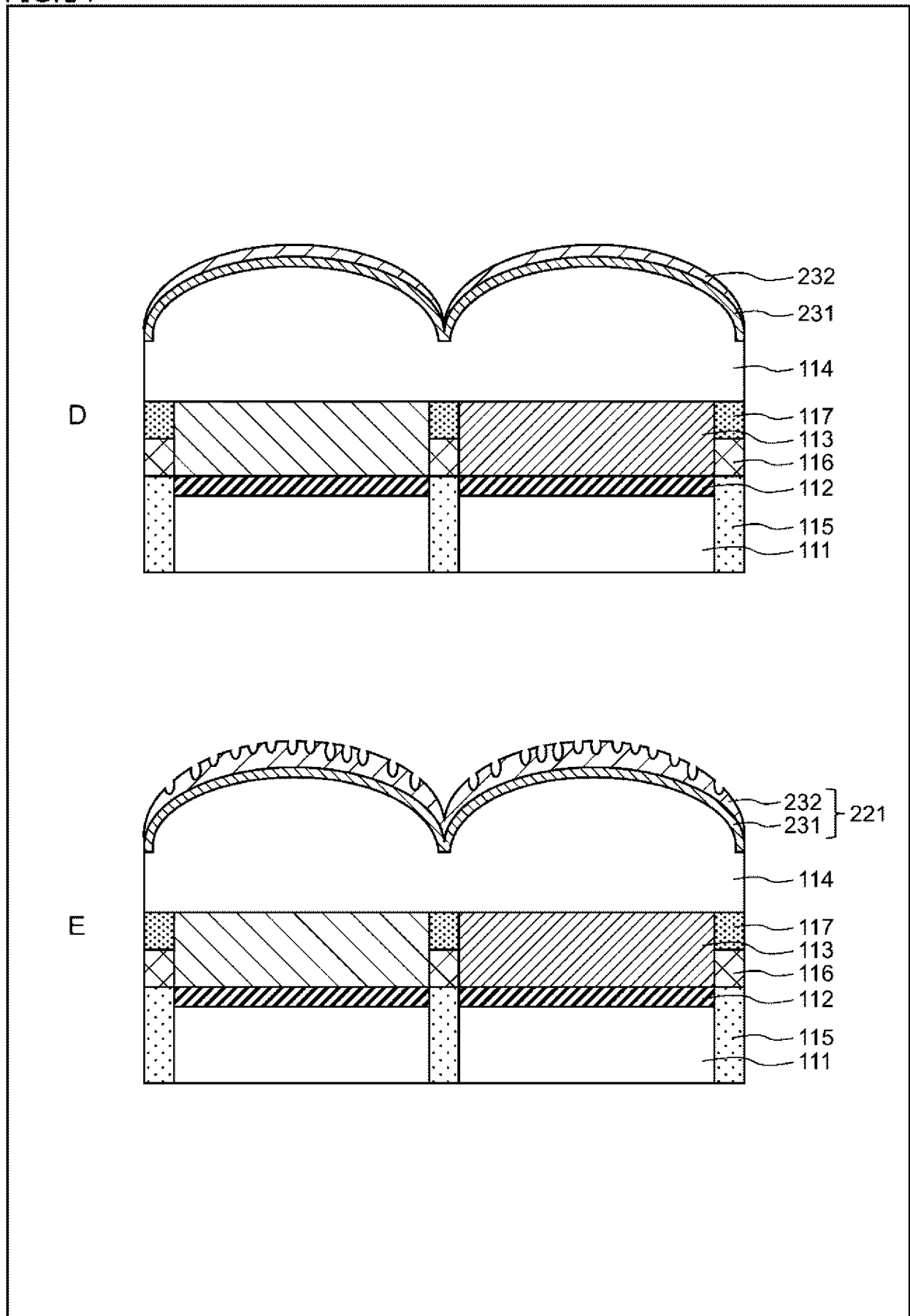
[図12]
FIG.12



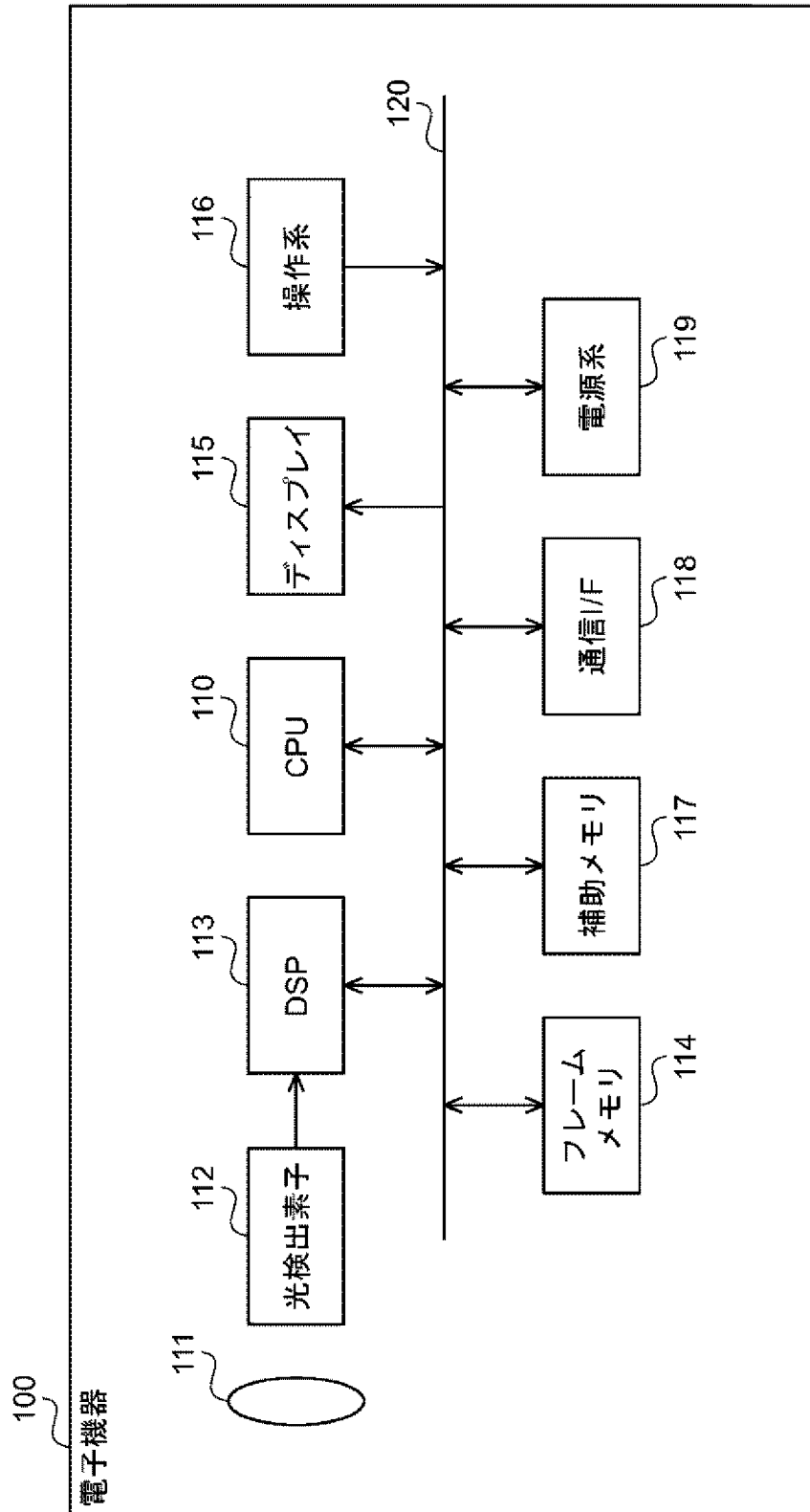
[図13]
FIG.13



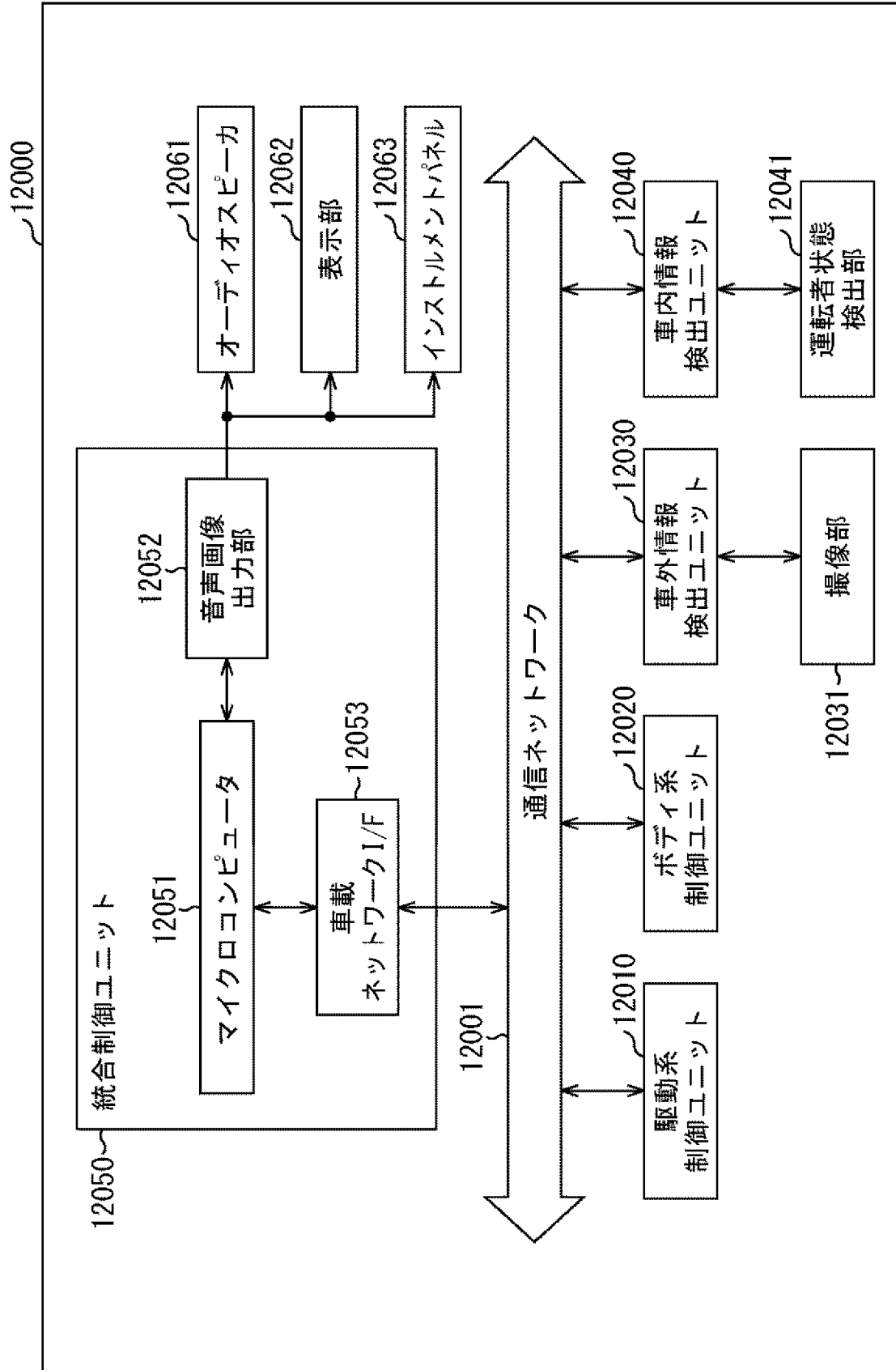
[図14]
FIG.14



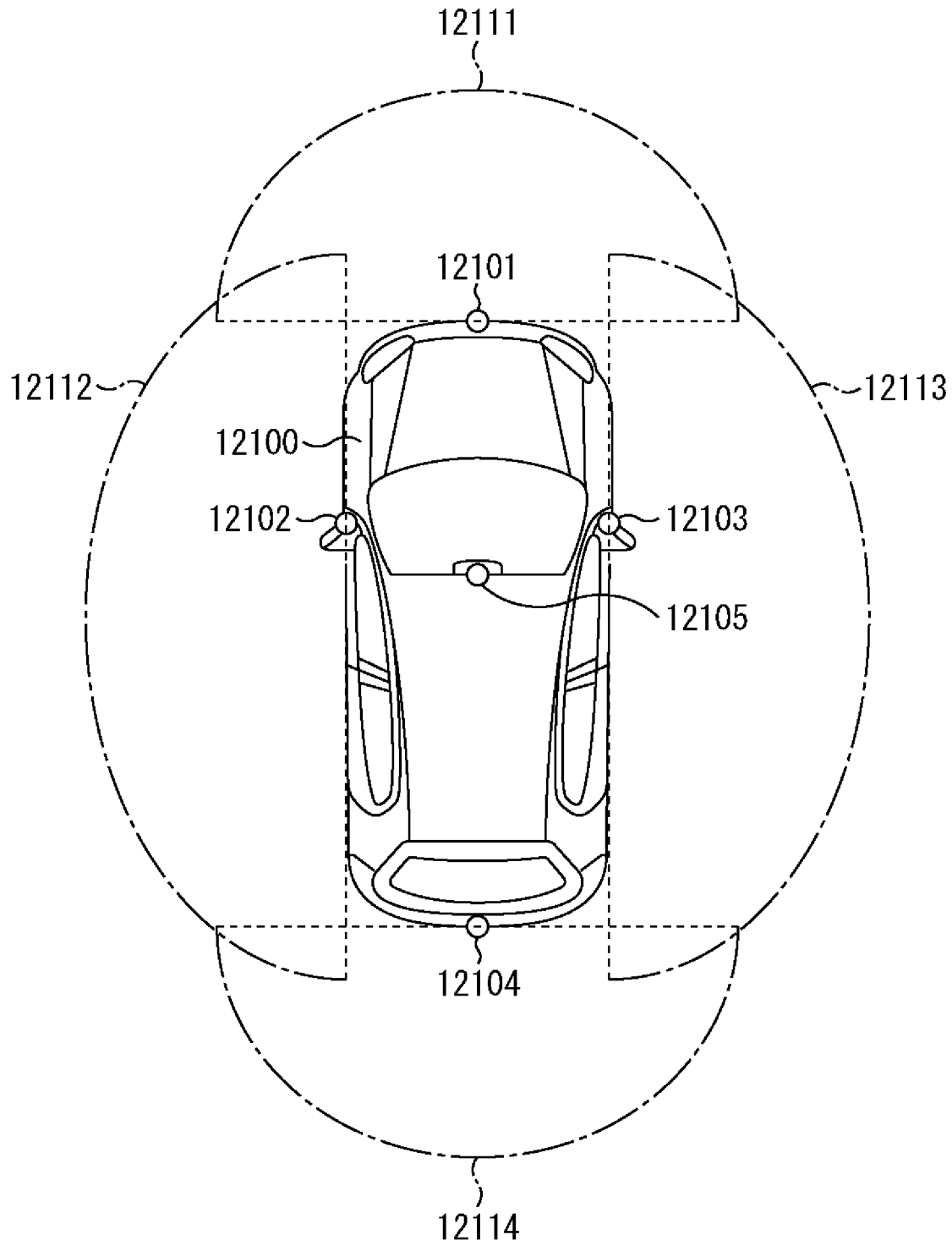
[図15]
FIG.15



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/006922

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/146**(2006.01)i

FI: H01L27/146 D

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)

H01L27/146

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-76738 A (TOSHIBA CORP) 20 April 2017 (2017-04-20) paragraphs [0009], [0018], [0039], [0041], [0043], [0046], fig. 1-8	1-4, 7, 17, 23
Y		8, 9, 11-16, 18-20, 22
A		5, 6, 10, 21
X	WO 2013/179972 A1 (SONY CORPORATION) 05 December 2013 (2013-12-05) paragraphs [0084], [0107], [0110], [0111], [0219], fig. 1-35	1-7, 17, 23
Y		8, 9, 11-16, 18-20, 22
A		10, 21
Y	JP 2013-12518 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 17 January 2013 (2013-01-17) paragraph [0032], fig. 1-4	8
Y	JP 2016-57335 A (SONY CORPORATION) 21 April 2016 (2016-04-21) paragraphs [0013], [0018], [0019], [0027], fig. 1-16	9, 11, 19, 20, 22
Y	JP 2012-84608 A (SONY CORPORATION) 26 April 2012 (2012-04-26) paragraphs [0149]-[0154], [0157], fig. 1-20	12-16

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 May 2022

Date of mailing of the international search report

24 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/006922

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-146481 A (SHARP CORP) 28 July 2011 (2011-07-28) paragraph [0022], fig. 1-10	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/006922

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-76738	A	20 April 2017	(Family: none)	
WO	2013/179972	A1	05 December 2013	US 2015/0123227 A1 paragraphs [0127], [0150], [0153], [0154], [0286], fig. 1- 35	
JP	2013-12518	A	17 January 2013	(Family: none)	
JP	2016-57335	A	21 April 2016	WO 2016/035245 A1 paragraphs [0013], [0018], [0019], [0027], fig. 1-16	
JP	2012-84608	A	26 April 2012	US 2012/0086093 A1 paragraphs [0181]-[0187], [0190], fig. 1-20	
JP	2011-146481	A	28 July 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/146(2006.01)i FI: H01L27/146 D		
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）） H01L27/146		
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 Y A	JP 2017-76738 A（株式会社東芝）20.04.2017（2017-04-20） 段落0009, 0018, 0039, 0041, 0043, 0046, 図1-8	1-4, 7, 17, 23 8, 9, 11-16, 18-20, 22 5, 6, 10, 21
X Y A	WO 2013/179972 A1（ソニー株式会社）05.12.2013（2013-12-05） 段落0084, 0107, 0110, 0111, 0219, 図1-35	1-7, 17, 23 8, 9, 11-16, 18-20, 22 10, 21
Y	JP 2013-12518 A（凸版印刷株式会社）17.01.2013（2013-01-17） 段落0032, 図1-4	8
Y	JP 2016-57335 A（ソニー株式会社）21.04.2016（2016-04-21） 段落0013, 0018, 0019, 0027, 図1-16	9, 11, 19, 20, 22
Y	JP 2012-84608 A（ソニー株式会社）26.04.2012（2012-04-26） 段落0149-0154, 0157, 図1-20	12-16
☒ 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 12.05.2022		国際調査報告の発送日 24.05.2022
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） 小山 満 5F 9458 電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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 2011-146481 A (シャープ株式会社) 28.07.2011 (2011 - 07 - 28) 段落0022, 図1-10	18

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/JP2022/006922

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-76738	A	20.04.2017	(ファミリーなし)	
WO	2013/179972	A1	05.12.2013	US 2015/0123227 A1	
				段落0127, 0150, 0153, 0154, 0286, 図1-35	
JP	2013-12518	A	17.01.2013	(ファミリーなし)	
JP	2016-57335	A	21.04.2016	WO 2016/035245 A1	
				段落0013, 0018, 0019, 0027, 図1-16	
JP	2012-84608	A	26.04.2012	US 2012/0086093 A1	
				段落0181-0187, 0190, 図1-20	
JP	2011-146481	A	28.07.2011	(ファミリーなし)	