

(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
2020年3月26日(26.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/059569 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 3/00 (2006.01) **G02B 5/20** (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01) **H01L 27/146** (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01) **H04N 5/369** (2011.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/035448

(22) 国際出願日: 2019年9月10日(10.09.2019)

(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 2018-174754 2018年9月19日(19.09.2018) JP
特願 2019-148765 2019年8月14日(14.08.2019) 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 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 鹿浜 康寛(SHIKAHAMA Yasuhiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番4号

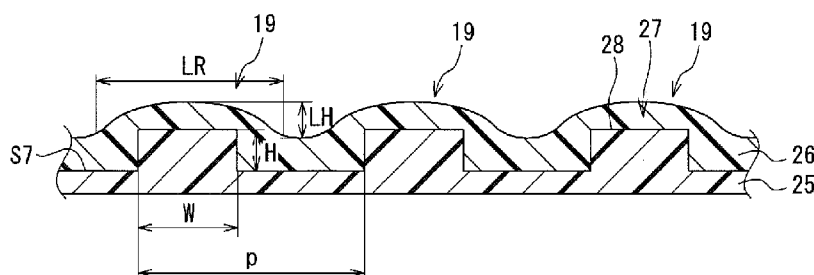
1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 竹尾 建治(TAKEO Kenji); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 田中 秀 ▲ てつ ▼, 外 (TANAKA Hidetetsu et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー3階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

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

(54) Title: OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ELEMENT ARRAY, LENS GROUP, ELECTRONIC DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子、光学素子アレイ、レンズ群、電子機器、及び光学素子の製造方法



(57) Abstract: The present invention comprises: a substrate in which a stepped structure is formed on one surface thereof, the stepped structure having stepped surfaces having a different height than the one surface; and a coating layer for continuously covering the stepped structure and the one surface on the periphery of the stepped structure, and transmitting or reflecting light.

(57) 要約: 一方の面に、その一方の面に対する高さが異なる段差面を有する段差構造が形成された基板と、段差構造及びその周囲の一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層とを備えるようにした。

[続葉有]



WO 2020/059569 A1

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, 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))

明 細 書

発明の名称：

光学素子、光学素子アレイ、レンズ群、電子機器、及び光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本技術は、光学素子、光学素子アレイ、レンズ群、電子機器、及び光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、複数の下地パターンを有する基板と、下地パターンの上面それぞれを覆い且つ光を透過する被覆層とを備えるレンズが提案されている（例えば特許文献1参照）。特許文献1に記載のレンズは、各下地パターンの上面にレンズ形成パターン層を形成した後、レンズ形成パターン層を熱リフローさせることで、各下地パターンの上面に形成される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-307090号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載のレンズでは、下地パターンの上面、つまり、平面上に表面張力を利用して曲面構造を形成するようになっているため、設計の自由度が低い。

本開示は、設計の自由度が高い光学素子、光学素子アレイ、レンズ群、電子機器、及び光学素子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

[0005] 本開示の光学素子は、（a）一方の面に、その一方の面に対する高さが異なる段差面を有する段差構造が形成された基板と、（b）段差構造及びその

周囲の一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層とを備える。

また、本開示の光学素子アレイは、（a）2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を有する基板と、（b）複数の段差構造及びそれらの周囲の前記基板の面を連続して覆い且つ各段差構造を覆っている部分それぞれが光を透過又は反射する被覆層とを備える。

また、本開示の光学素子アレイは、（a）2次元アレイ状に規則的に配列された複数の第1のレンズと、（b）一方の面に、一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する複数の段差構造が形成された基板、並びに段差構造及びその周囲の一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層を含んで構成され、第1のレンズを通過する前の光又は通過した後の光が入射され、第1のレンズに起因する収差を補正する複数の第2のレンズとを備える。

また、本開示のレンズ群は、（a）第1のレンズと、（b）第1のレンズを透過する前の光又は透過した後の光が入射され、第1のレンズに起因する収差を補正する第2のレンズとを備え、第2のレンズは、（c）一方の面に、一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する段差構造が形成された基板と、（d）段差構造及びその周囲の一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層とを備える。

[0006] また、本開示の電子機器は、（a）2次元アレイ状に規則的に配列された複数段の段差構造を複数有する基板、及び複数の段差構造及びそれらの周囲の基板の面を連続して覆い、且つ各段差構造を覆っている部分それぞれがレンズ状である被覆層を有しているマイクロレンズアレイを備える固体撮像装置と、（b）被写体からの像光を固体撮像装置の撮像面上に結像させる光学レンズと、（c）固体撮像装置から出力される信号に信号処理を行う信号処理回路とを備える。

また、本開示の光学素子の製造方法は、（a）基板に段差構造を形成する工程と、（b）段差構造が形成された基板に塗布液を塗布する工程と、（c）段差構造及びその周囲の基板の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射す

る被覆層が形成されるように、塗布液を乾燥させる工程と、を含む。

また、本開示の光学素子の製造方法は、（a）基板に2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を形成する工程と、（b）複数の段差構造が形成された基板に塗布液を塗布する工程と、（c）複数の段差構造及びその周囲の基板の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層が形成されるように、塗布液を乾燥させる工程と、を含み、（d）段差構造のそれぞれは、カラーフィルタを透過する前の光又透過した後の光が入射されるレンズを形成するための環状凹部を含み、（e）基板に複数の段差構造を形成する工程では、複数の環状凹部のそれぞれの幅及び直径を、環状凹部に対応するカラーフィルタが透過させる光の波長域に応じて調節する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の第1の実施形態に係る固体撮像装置の全体構成を示す図である。

。

[図2]図1のA₁－A₁線で破断した場合の、画素領域の断面構成を示す図である。

[図3A]ウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図3B]ウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図3C]ウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図3D]ウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図4]基板の段面構成を拡大して示す図である。

[図5A]段差構造を拡大して示す図である。

[図5B]段差構造を拡大して示す図である。

[図6A]変形例に係る固体撮像装置における段差構造を拡大して示す図である。

。

[図6B]変形例に係る固体撮像装置における段差構造を拡大して示す図である。

。

[図7A]段差構造を拡大して示す図である。

[図7B]段差構造を拡大して示す図である。

[図7C]段差構造を拡大して示す図である。

[図7D]段差構造を拡大して示す図である。

[図7E]段差構造を拡大して示す図である。

[図8A]段差構造を拡大して示す図であり、段差面が同心の円形状である段差構造の側面図である。

[図8B]段差構造を拡大して示す図であり、図8Aの段差構造の平面図である。

[図8C]段差構造を拡大して示す図であり、段差面が同心の矩形状である段差構造の側面図である。

[図8D]段差構造を拡大して示す図であり、図8Cの段差構造の平面図である。

[図9A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図9Bの A_2-A_2 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図9B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図9Aの光学素子の平面図である。

[図10A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図10Bの A_3-A_3 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図10B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図10Aの光学素子の平面図である。

[図11A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図11Bの A_4-A_4 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図11B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図11Aの光学素子の平面図である。

[図12A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図12Bの A_5-A_5 線で破断した場合の光学素子の断面図

である。

[図12B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図12Aの光学素子の平面図である。

[図13A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図13BのA₆－A₆線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図13B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図13Aの光学素子の平面図である。

[図14A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図14BのA₇－A₇線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図14B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図14Aの光学素子の平面図である。

[図15A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図15BのA₈－A₈線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図15B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図15Aの光学素子の平面図である。

[図16A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図16BのA₉－A₉線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図16B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図16Aの光学素子の平面図である。

[図17A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図17BのA₁₀－A₁₀線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図17B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図17Aの光学素子の平面図である。

[図18A]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図18Bの $A_{11}-A_{11}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図18B]第1の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図18Aの光学素子の平面図である。

[図19A]変形例に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図19Bの $A_{12}-A_{12}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図19B]変形例に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図19Aの光学素子の平面図である。

[図20]本開示の第2の実施形態に係る固体撮像装置におけるウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図21A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図21Bの $A_{13}-A_{13}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図21B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図21Aの光学素子の平面図である。

[図22A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図22Bの $A_{14}-A_{14}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図22B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図22Aの光学素子の平面図である。

[図23A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図23Bの $A_{15}-A_{15}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図23B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図23Aの光学素子の平面図である。

[図24A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流

れを示す図であり、図24Bの $A_{16}-A_{16}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図24B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図24Aの光学素子の平面図である。

[図25A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図25Bの $A_{17}-A_{17}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図25B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図25Aの光学素子の平面図である。

[図26A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図26Bの $A_{18}-A_{18}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図26B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図26Aの光学素子の平面図である。

[図27A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図27Bの $A_{19}-A_{19}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図27B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図27Aの光学素子の平面図である。

[図28A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図28Bの $A_{20}-A_{20}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図28B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図28Bの光学素子の平面図である。

[図29A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図29Bの $A_{21}-A_{21}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図29B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流

れを示す図であり、図 29 A の光学素子の平面図である。

[図30A]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図30Bの $A_{22}-A_{22}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図30B]第2の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図30Aの光学素子の平面図である。

[図31]本開示の第3の実施形態に係る固体撮像装置におけるウエハレンズの平面構成を拡大して示す図である。

[図32A]赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に配置された補正レンズによる光の集光状態を示す図である。

[図32B]緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズによる光の集光状態を示す図である。

[図32C]青色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズによる光の集光状態を示す図である。

[図33A]赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズを図33Bの $A_{23}-A_{23}$ 線で破断した場合の断面図である。

[図33B]図33Aの赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズの平面図である。

[図34A]緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズを図33Bの $A_{24}-A_{24}$ 線で破断した場合の断面図である。

[図34B]図33Aの緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズの平面図である。

[図35A]青色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズを図35Bの $A_{25}-A_{25}$ 線で破断した場合の断面図である。

[図35B]図35Aの青色の波長の光を透過させるカラーフィルタを有する画素に配置された補正レンズの平面図である。

[図36]基板の段面構成を拡大して示す図である。

[図37A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流

れを示す図であり、図37Bの $A_{26}-A_{26}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図37B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図37Aの光学素子の平面図である。

[図38A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図38Bの $A_{27}-A_{27}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図38B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図38Aの光学素子の平面図である。

[図39A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図39Bの $A_{28}-A_{28}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図39B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図39Aの光学素子の平面図である。

[図40A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図40Bの $A_{29}-A_{29}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図40B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図40Aの光学素子の平面図である。

[図41A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図41Bの $A_{30}-A_{30}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図41B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図41Aの光学素子の平面図である。

[図42A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図42Bの $A_{31}-A_{31}$ 線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図42B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流

れを示す図であり、図42Aの光学素子の平面図である。

[図43A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図43BのA₃₂－A₃₂線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図43B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図43Aの光学素子の平面図である。

[図44A]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図44BのA₃₃－A₃₃線で破断した場合の光学素子の断面図である。

[図44B]第3の実施形態に係る固体撮像装置における光学素子の製造工程の流れを示す図であり、図44Aの光学素子の平面図である。

[図45]変形例に係る固体撮像装置の画素領域の断面構成を示す図である。

[図46]変形例に係る光学素子のリフレクタの断面構成を示す図である。

[図47A]変形例に係る固体撮像装置の補正レンズを図47BのA₃₄－A₃₄線で破断した場合の断面図である。

[図47B]図47Aの補正レンズの平面図である。

[図48A]変形例に係る固体撮像装置のウエハレンズを図48BのA₃₅－A₃₅線で破断した場合の断面図である。

[図48B]図48Aの赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に配置されたレンズの平面図である。

[図49A]変形例に係る固体撮像装置のウエハレンズを図48BのA₃₆－A₃₆線で破断した場合の断面図である。

[図49B]図48Aの赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に配置されたレンズの平面図である。

[図50A]赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図50B]緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図50C]青色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図51A]赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図51B]緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図51C]青色の波長の光を透過させるカラーフィルタに対応する画素に構成されたレンズ群による光の集光状態を示す図である。

[図52]本開示の第4の実施形態に係る電子機器の概略構成図である。

[図53]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54]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。

[図55]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図56]カメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本開示の実施形態に係る光学素子、光学素子アレイ、レンズ群、電子機器、及び光学素子の製造方法の一例を、図1～図56を参照しながら説明する。本開示の実施形態は以下の順序で説明する。なお、本開示は以下の例に限定されるものではない。また、本明細書に記載された効果は例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0009] 1. 第1の実施形態：固体撮像装置

1-1 固体撮像装置の全体の構成

1-2 要部の構成

1-3 ウエハレンズの製造方法

2. 第2の実施形態：固体撮像装置

2-1 要部の構成

2-2 ウエハレンズの製造方法

3. 第3の実施形態：固体撮像装置

3-1 要部の構成

3-2 補正レンズの製造方法

3-3 変形例

4. 第4の実施形態：電子機器

5. 移動体への応用例

6. 内視鏡手術システムへの応用例

[0010] <1. 第1の実施形態>

[1-1 固体撮像装置の全体の構成]

本開示の第1の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。図1は、本開示の第1の実施形態に係る固体撮像装置の全体を示す概略構成図である。

図1の固体撮像装置1は、裏面照射型のCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサである。図52に示すように、固体撮像装置1（101）は、光学レンズ102を介して被写体からの像光（入射光106）を取り込み、撮像面上に結像された入射光106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。

図1に示すように、第1の実施形態の固体撮像装置1は、基板2と、画素領域3と、垂直駆動回路4と、カラム信号処理回路5と、水平駆動回路6と、出力回路7と、制御回路8とを備えている。

[0011] 画素領域3は、基板2上に、2次元アレイ状に規則的に配列された複数の画素9を有している。画素9は、図2に示した光電変換部23と、複数の画素トランジスタ（不図示）とを有している。複数の画素トランジスタとしては、例えば、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、アンプトランジスタの4つのトランジスタを採用できる。また、例えば、選択トランジスタを除いた3つのトランジスタを採用してもよい。

[0012] 垂直駆動回路4は、例えば、シフトレジスタによって構成され、所望の画素駆動配線10を選択し、選択した画素駆動配線10に画素9を駆動するためのパルスを供給し、各画素9を行単位で駆動する。即ち、垂直駆動回路4は、画素領域3の各画素9を行単位で順次垂直方向に選択走査し、各画素9

の光電変換部 2 3 において受光量に応じて生成した信号電荷に基づく画素信号を、垂直信号線 1 1 を通してカラム信号処理回路 5 に供給する。

[0013] カラム信号処理回路 5 は、例えば、画素 9 の列毎に配置されており、1 行分の画素 9 から出力される信号に対して画素列毎にノイズ除去等の信号処理を行う。例えばカラム信号処理回路 5 は画素固有の固定パターンノイズを除去するための C D S (Correlated Double Sampling : 相関 2 重サンプリング) 及び A D (Analog Digital) 変換等の信号処理を行う。

水平駆動回路 6 は、例えば、シフトレジスタによって構成され、水平走査パルスをカラム信号処理回路 5 に順次出して、カラム信号処理回路 5 の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路 5 の各々から、信号処理が行われた画素信号を水平信号線 1 2 に出力させる。

[0014] 出力回路 7 は、カラム信号処理回路 5 の各々から水平信号線 1 2 を通して、順次に供給される画素信号に対し信号処理を行って出力する。信号処理としては、例えば、バッファリング、黒レベル調整、列ばらつき補正、各種デジタル信号処理等を用いることができる。

制御回路 8 は、垂直同期信号、水平同期信号、及びマスタクロック信号に基づいて、垂直駆動回路 4、カラム信号処理回路 5、及び水平駆動回路 6 等の動作の基準となるクロック信号や制御信号を生成する。そして、制御回路 8 は、生成したクロック信号や制御信号を、垂直駆動回路 4、カラム信号処理回路 5、及び水平駆動回路 6 等に出力する。

[0015] [1 - 2 要部の構成]

次に、図 1 の固体撮像装置 1 の詳細構造について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態の固体撮像装置 1 の画素領域 3 の断面構成を示す図である。図 2 では、固体撮像装置 1 として、裏面照射型の CMOS イメージセンサ (CMOS 型固体撮像装置) を用いている。

[0016] 図 2 に示すように、第 1 の実施形態の固体撮像装置 1 は、基板 2、固定電荷膜 1 3、絶縁膜 1 4、遮光膜 1 5 及び平坦化膜 1 6 がこの順に積層される受光層 1 7 を備えている。また、受光層 1 7 の平坦化膜 1 6 側の面 (以

下、「裏面S 1」とも呼ぶ)には、カラーフィルタ1 8及びウエハレンズ1 9(光学素子)がこの順に積層されてなる集光層2 0が形成されている。ここで、ウエハレンズ1 9は、オンチップレンズ、マイクロレンズとも呼ばれるものである。さらに、受光層1 7の基板2側の面(以下「表面S 2」とも呼ぶ)には、配線層2 1及び支持基板2 2がこの順に積層されている。なお、受光層1 7の裏面S 1と平坦化膜1 6の裏面とは同一の面であるため、以下の記載では、平坦化膜1 6の裏面についても「裏面S 1」と表す。また、受光層1 7の表面S 2と基板2の表面とは同一の面であるため、以下の記載では、基板2の表面についても「表面S 2」と表す。

[0017] 基板2は、例えば、シリコン(Si)からなる半導体基板によって構成され、図1に示すように、画素領域3を形成している。画素領域3には、図2に示すように基板2に形成された複数の光電変換部2 3、つまり、基板2に埋設された複数の光電変換部2 3を含んで構成される複数の画素9が、二次元アレイ状に配置されている。光電変換部2 3では、入射された光の光量に応じた信号電荷が生成され、生成された信号電荷が蓄積される。

[0018] 固定電荷膜1 3は、基板2の裏面S 3側全体(受光面側全体)を連続的に被覆している。また、絶縁膜1 4は、固定電荷膜1 3の裏面S 4側全体(受光面側全体)を連続的に被覆している。また、遮光膜1 5は、絶縁膜1 4の裏面S 5側の一部(受光面側の一部)に、複数の光電変換部2 3のそれぞれの受光面を開口するように、格子状に形成されている。さらに、平坦化膜1 6は、受光層1 7の裏面S 1が凹凸がない平坦面となるように、遮光膜1 5を含む絶縁膜1 4の裏面S 5側全体(受光面側全体)を連続的に被覆している。

カラーフィルタ1 8は、平坦化膜1 6の裏面S 1側(受光面側)に、各画素9に対応して形成されている。これにより、カラーフィルタ1 8は、二次元アレイ状に規則的に配列されてなるカラーフィルタアレイを形成している。カラーフィルタ1 8のそれぞれは、赤、緑、青等の特定の波長を透過するように形成されている。そして、カラーフィルタ1 8は、特定の波長の光を

透過させ、透過させた光を基板 2 の光電変換部 23 に入射させる。

[0019] ウエハレンズ 19 は、カラーフィルタ 18 の裏面 S6 側（受光面側）に、各画素 9 に対応して形成されている。これにより、ウエハレンズ 19 は、2 次元アレイ状に規則的に配列されてなるマイクロレンズアレイ 24（光学素子アレイ）を形成している。ウエハレンズ 19 は、図 52 に示した被写体からの像光（入射光 106）を集光し、集光した入射光 106 を、カラーフィルタ 18 を透過させてから、光電変換部 23 に入射させる。

なお、第 1 の実施形態では、図 3A に示すように、一つのウエハレンズ 19 を一つの画素 9 に対応させて形成する例を示したが、他の構成を採用することもできる。例えば、図 3B、図 3C、図 3D に示すように、一つのウエハレンズ 19 を 2×1 画素、1×2 画素、2×2 画素等の、複数画素 9 に対応させて形成する構成としてもよい。

[0020] 図 4 に示すように、ウエハレンズ 19 は、基板 25 と、被覆層 26 とを備えている。

基板 25 は、カラーフィルタ 18 の裏面 S6 側（受光面側）に形成されており、基板 25 の裏面 S7 側（受光面側）に形成された凸状部である複数の段差構造 27 を含んで構成されている。段差構造 27 のそれぞれは、各画素 9 に対応して形成され、一段以上の段差面 28 を有している。段差面 28 としては、例えば、基板 25 の裏面 S7 に対し、高さが異なる面を用いることができる。例えば、基板 25 の裏面 S7 と平行な面を採用できる。図 4 では、段差構造 27 の段差面 28 の段数が、一段である場合を例示している。

[0021] 段差構造 27 の段差面 28 の段数としては、図 5A 及び図 5B に示すように、二段以上としてもよい。二段以上の段差面 28 を有する場合、段差構造 27 としては、側面 29、30 として、基板 25 の裏面 S7（受光面側の面）に対して垂直な垂直面、並びに裏面 S7 の法線方向に対して傾斜した傾斜面及び曲面の少なくとも何れかを用いることができる。側面 29 は、基板 25 の裏面 S7 と段差面 28 とを連続させる面である。また、側面 30 は、2 つの段差面 28、28 を連続させる面である。図 5A では、段差構造 27 の

段差面 28 の段数が二段、側面 29 が垂直面、側面 30 が曲面である場合を例示している。また、図 5 B では、段差構造 27 の段差面 28 の段数が四段、側面 29 が垂直面、最下部の側面 30 が垂直面、中間部の側面 30 が曲面、最上部の側面 30 が曲面である場合を例示している。段差面 28 の段数を二段以上とすることで、被覆層 26 の上面を滑らかな曲面状に形成することができ、大きな曲率を持ったウエハレンズ 19 を容易に形成できる。

[0022] なお、段差構造 27 の段差面 28 の段数が一段であったとしても、図 6 A 及び図 6 B に示すように、段差構造 27 の側面 29 として、基板 25 の裏面 S7（受光面側の面）の法線方向に対して傾斜した傾斜面や曲面を用いることで、被覆層 26 の上面を滑らかな曲面状に形成することができ、大きな曲率を持ったウエハレンズ 19 を形成することができる。図 6 A では、段差面 28 の段数が一段、側面 29 が傾斜面である場合を例示している。また図 6 B では、段差面 28 の段数が一段、側面 29 が曲面である場合を例示している。

傾斜面の傾斜角は、基板 25 の裏面 S7（受光面側の面）の法線方向に対して、0 度以上 60 度以下の範囲が好ましい。特に 15 度以上 60 度以下の範囲がより好ましい。また、図 4 に示した段差構造 27 の幅 W と高さ H の比率は 1 : 10 ~ 10 : 1 の範囲が好ましい。特に 1 : 5 ~ 5 : 1 の範囲がより好ましい。幅 W としては、例えば、平面視において、段差構造 27 が円形状である場合には、段差構造 27 の底面の直径を採用できる。また、段差構造 27 が矩形状である場合には、段差構造 27 の底面の短辺幅を採用できる。また段差構造 27 の幅 W は、段差構造 27 のピッチ p 以下（例えば 50 μ m 以下）とする。

[0023] また、段差構造 27 の平面形状は、図 7 A、図 7 B、図 7 C、図 7 D 及び図 7 E に示すように、各画素 9 の形状や、1 つのウエハレンズ 19 を複数画素 9 に対応させた場合における複数画素 9 のレイアウト等に応じて、円形状、多角形状、楕円形状等を用いることができる。多角形状としては、例えば、角部が角ばっているものだけでなく、角部が丸まっているものであっても

よい。図 7 A では、段差構造 2 7 の平面形状が円形状である場合を例示している。また、図 7 B では、段差構造 2 7 の平面形状が三角形である場合を例示している。さらに、図 7 C では、段差構造 2 7 の平面形状が矩形である場合を例示している。また、図 7 D では、段差構造 2 7 の平面形状が六角形状である場合を例示している。さらに、図 7 E では、段差構造 2 7 の平面形状が楕円形状である場合を例示している。ここで、段差構造 2 7 の平面形状として、楕円形状を用いる場合、図 3 B に示した楕円形状の長辺 L と短辺 S との比率（アスペクト比）は、1 以上 5 以下とすることが好ましい。

[0024] また、図 8 A 及び図 8 C に示すように、段差構造 2 7 の段差面 2 8 の段数が二段以上である場合には、図 8 B 及び図 8 D に示すように、平面視において、各段差面 2 8 の外周が互いに離間するように各段差面 2 8 を配置するのが好ましい。図 8 A 及び図 8 B では、平面視において、各段差面 2 8 の外周が複数の同心円を形成するように各段差面 2 8 を配置した場合を例示している。また図 8 C 及び図 8 D では、平面視において、各段差面 2 8 の外周が複数の同心の矩形を形成するように各段差面 2 8 を配置した場合を例示している。

なお、図 8 A ～図 8 D では、平面視において、各段差面 2 8 の外周が同心となるように各段差面 2 8 を配置する例を示したが、各段差面 2 8 の外周が互いに離間するように各段差面 2 8 が配置されていれば、他の構成を採用してもよい。例えば、平面視において、各段差面 2 8 の外周の中心点がずれるように各段差面 2 8 を配置する構成としてもよい。

[0025] また、基板 2 5 の材料としては、例えば、光を透過するとともに、屈折率が 1.5 程度のものを用いることができる。例えば、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂等の樹脂製レンズの材料として用いられる樹脂や、シリコン酸化物 (SiO_2)、シリコン窒化物 (Si_3N_4) 等の屈折率が 1.5 に近い無機材料を採用できる。スチレン系樹脂としては、例えば、ポリスチレン、AS 樹脂、ABS 樹脂を採用できる。また、アクリル系樹脂としては、例えば、ポリ（メタ）アクリロニトリル、ポリメチル（メタ）アクリレート、ポリエチル（メタ）

）アクリレート、ポリブチル（メタ）アクリレート、ポリアクリルアミドを採用できる。

[0026] 被覆層 2 6 は、基板 2 5 の裏面 S 7 側（受光面側）に形成されており、段差構造 2 7、及び段差構造 2 7 の周囲の基板 2 5 の裏面 S 7（受光面側の面）を連続して被覆している。即ち被覆層 2 6 は、裏面 S 7 全体、つまり段差構造 2 7 を有する面全体を覆うように構成されている。段差構造 2 7 を覆う部分の上面は、凸レンズの曲面状に形成されている。

このように、第 1 の実施形態では、段差構造 2 7 を有する面全体を被覆層 2 6 で覆うとともに、被覆層 2 6 のうちの、段差構造 2 7 を覆う部分がレンズ状（凸レンズ状）に形成されているため、段差構造 2 7 と被覆層 2 6 とで凸状のマイクロレンズが形成される。

[0027] また、被覆層 2 6 の材料としては、例えば、光を透過するとともに、基板 2 5 の材料の屈折率との差が、基板 2 5 の材料の屈折率の $\pm 10\%$ 以内であるものを用いることができる。特に、屈折率の差の低減を考慮すると、基板 2 5 の材料と同じものを用いるのが好適である。入射光の被覆層 2 6 の屈折率と基板 2 5 の屈折率との差を小さくすることで、被覆層 2 6 と基板 2 5 との界面における入射光の散乱や反射を抑制することができる。

[0028] 配線層 2 1 は、基板 2 の表面 S 2 側に形成されており、層間絶縁膜 3 1 を介して、複数層（図 2 では 3 層）に積層された配線 3 2 を含んで構成されている。配線層 2 1 に形成された複数層の配線 3 2 を介して、各画素 9 を構成する画素トランジスタが駆動される。

支持基板 2 2 は、配線層 2 1 の基板 2 に面する側とは反対側の面に形成されている。支持基板 2 2 は、固体撮像装置 1 の製造段階において、基板 2 の強度を確保するための基板である。支持基板 2 2 の材料としては、例えば、シリコン(Si)を用いることができる。

[0029] 以上の構成を有する固体撮像装置 1 では、基板 2 の裏面側（受光層 1 7 の裏面 S 1 側）から光が照射され、照射された光がウエハレンズ 1 9 及びカラーフィルタ 1 8 を透過し、透過した光が光電変換部 2 3 で光電変換されるこ

とで、信号電荷が生成される。そして、生成された信号電荷が、基板 2 の表面 S 2 側に形成された画素トランジスタを介して、配線 3 2 で形成された図 1 に示した垂直信号線 1 1 で画素信号として出力される。

[0030] [1-3 ウエハレンズの製造方法]

次に、第 1 の実施形態の固体撮像装置 1 のウエハレンズ 1 9（第 1 の実施形態の光学素子）の製造方法について説明する。図 9 A、図 9 B、図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 1 A、図 1 1 B、図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 5 A、図 1 5 B、図 1 6 A、図 1 6 B、図 1 7 A、図 1 7 B、図 1 8 A、及び図 1 8 B は、第 1 の実施形態の光学素子の製造工程を示す平面図及び断面図である。図 9 A～図 1 8 B では、基板 2 5 の段差構造 2 7 の段差面 2 8 の段数が三段である場合を例示している。

まず、図 9 A 及び図 9 B に示すように、基板 2 5 の裏面 S 8 全体に、フォトレジスト膜 3 3 を塗布する。続いて、図 1 0 A 及び図 1 0 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 を露光し、図 1 1 A 及び図 1 1 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 を現像する。

続いて、図 1 2 A 及び図 1 2 B に示すように、現像されたフォトレジスト膜 3 3 をエッチングマスクとして用いて、基板 2 5 の裏面 S 8 をエッチングし、段差構造 2 7 の三段目（最上部）の段差面 2 8 c を形成する。続いて、図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 をスリミングし、図 1 4 A 及び図 1 4 B に示すように、スリミングされたフォトレジスト膜 3 3 をエッチングマスクとして用いて、三段目の段差面 2 8 c をエッチングし、段差構造 2 7 の一段目（最下部）の段差面 2 8 a を形成する。続いて、スリミングとエッチングとを繰り返し、段差構造 2 7 の二段目（中間部）の段差面 2 8 b を形成し、三段の段差面 2 8 a、2 8 b 及び 2 8 c を有する段差構造 2 7 を形成する。

続いて、図 1 5 A 及び図 1 5 B に示すように、基板 2 5 の裏面 S 8 からフォトレジスト膜 3 3 を除去する。この結果、基板 2 5 の裏面 S 7 に、2 次元アレイ状に規則的に配列された三段の段差面 2 8 a、2 8 b、2 8 c を有す

る段差構造 27 が複数形成される。

[0031] 続いて、図 16A 及び図 16B に示すように、基板 25 の裏面 S7 全体、つまり段差構造 27 を有する面全体を覆うとともに、液面が水平となるように、被覆層 26 形成用の塗布液 34 を塗布する。塗布液 34 からなる層の厚さは、段差構造 27 が形成されていない部分に対応する箇所が最も厚く、段差構造 27 の一段目の段差面 28a に対応する箇所が二番目に厚く、段差構造 27 の二段目の段差面 28b に対応する箇所が三番目に厚く、段差構造 27 の三段目の段差面 28c に対応する箇所が最も薄くなる。塗布液 34 としては、例えば、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂等の溶質を溶媒に溶解してなる塗工液を採用できる。塗布液 34 の塗布方法としては、例えば、スピンコート法を採用できる。

[0032] 続いて、図 17A 及び図 17B に示すように、塗布した塗布液 34 を乾燥させる。その際、溶媒が揮発し、塗布液 34 からなる層の厚さが減少する。具体的には、塗布液 34 の乾燥の初期段階では、塗布液 34 の表面は、平坦で膜厚が均一に減少する。しかしながら、塗布液 34 の乾燥が進行すると、基板 25 の段差構造 27 により、凸部の塗布液 34 は、局所的に溶質濃度が高くなる。その結果、凸部では塗布液 34 の溶媒の蒸発速度が遅くなり、凹部の塗布液 34 の表面が凹む。この現象によって、層の厚さの減少量は、層の厚さが厚い箇所ほど大きくなる。即ち、段差構造 27 が形成されていない部分に対応する箇所が最も減少量が大きく、段差構造 27 の一段目の段差面 28a に対応する箇所が二番目に減少量が大きく、段差構造 27 の二段目の段差面 28b に対応する箇所が三番目に減少量が大きく、段差構造 27 の三段目の段差面 28c に対応する箇所が最も減少量が小さい。この結果、段差構造 27 を覆う部分に凸レンズ状の被覆層 26 が形成される。

続いて、図 18A 及び図 18B に示すように、形成された被覆層 26（塗布膜）が永久膜となるように、凸レンズ状の被覆層 26 に UV キュアやベークを行う。この結果、被覆層 26 が硬化され、図 4 に示したウエハレンズ 19 が完成される。完成したウエハレンズ 19 では、図 4 に示したレンズ高さ

L Hが段差構造27の高さH以下となる。また、レンズ直径L Rが段差構造27の幅W以上で且つ段差構造27のピッチp以下となる。

[0033] なお、側面29、30を傾斜面とする場合には、例えば、レジスト後退法を用いることができる。レジスト後退法では、図19A及び図19Bに示すように、基板25をエッチングする際に、O₂ガス等を混入したエッチングガスを用いてフォトリジスト膜33も徐々にエッチングする。そして、フォトリジスト膜33を徐々に小さくし、基板25におけるエッチングされる領域を徐々に広げる。この結果、基板25に、エッチングを受ける時間が連続的に変化する部分を形成でき、側面29、30に傾斜面を形成できる。

[0034] 以上説明したように、第1の実施形態のウエハレンズ19（光学素子）では、一方の面（裏面S7）に、裏面S7に対する高さが異なる段差面28を有する段差構造27が形成された基板25を備えるようにした。また、段差構造27及びその周囲の裏面S7を連続して覆い且つ光を透過する被覆層26を備えるようにした。それゆえ、段差構造27の形状によって多様な形状を実現でき、設計の自由度が高いウエハレンズ19を提供できる。

また、第1の実施形態のウエハレンズ19（光学素子）では、段差面28の段数を二段以上とした。または、段差面28の段数が一段である場合には、段差構造27の側面29として、基板25の裏面S7（受光面側の面）の法線方向に対して傾斜した傾斜面又は曲面を有するようにした。それゆえ、被覆層26の上面を滑らかな曲面状に形成することができ、大きな曲率を持ったウエハレンズ19を形成することができる。それゆえ、CMOSイメージセンサのさらなる微細画素化を進めるために好適なものとすることができる。

なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0035] また、第1の実施形態の光学素子の製造方法では、基板25に段差構造27を形成する工程と、段差構造27が形成された基板25に塗布液34を塗布する工程と、段差構造27及びその周囲の基板25の面（裏面S7）を連

続して覆い、且つ光を透過する被覆層 26 が形成されるように、塗布液 34 を乾燥させる工程と、を含むようにした。それゆえ、塗布する操作のみで曲面を形成できるので、既存の設備を用いることができ、コストを抑制できる。そのため、製造コストを低減可能な光学素子の製造方法を提供できる。

また、第 1 の実施形態の光学素子の製造方法では、段差構造 27 の形状に応じて、被覆層 26 の表面に緩やかな曲率部分を持たせることができ、被覆層 26 の表面を制御性高く変化させることができる。また、塗布液 34 の塗布・乾燥のシミュレーションを用いることで、所望のウエハレンズ 19 の形状が実現されるように、段差構造 27 を設計できる。

[0036] ちなみに、例えば、特許文献 1 に記載されているように、各段差構造の上面のそれぞれにレンズ形成パターン層を形成した後、レンズ形成パターン層を熱リフローさせることで、レンズを形成する熱リフロー法では、表面張力を利用して曲面構造を形成するため、凸形状しか形成できず、凹形状を形成できないため、設計の自由度が低くなる。

これに対し、第 1 の実施形態の光学素子の製造方法では、段差構造 27 の形状によって、凸形状及び凹形状の何れも形成できるので、設計の自由度を向上できる。光学素子の形状は、段差の構造（形状・高さ）、乾燥速度の乾燥プロセスの制御、ピッチ・幅・段数・傾斜角・曲率・塗布液の乾燥速度・拡散係数・濃度等の塗布材料の物性値を調節することで制御できる。そのため、所望の曲率分布を持った曲面を形成できる。また、例えば、画素 9 毎に段差の構造等を作り分けることで、画素 9 毎に曲面を作り分けることができる。

[0037] また、例えば、熱リフロー法では、レンズ形成パターン層の材料には、感光性に加え、パターンを形成可能とする解像性や熱リフロー性が必要になるため、材料の制約が多い。

これに対し、第 1 の実施形態の光学素子の製造方法では、フォトリジスト膜 33 に解像性や熱リフロー性が必要なく、フォトリジスト膜 33 の材料への制約が少なくて済む。

[0038] また、例えば、熱リフロー法では、レンズ形成パターン層を加熱するため、基板に耐熱性が必要であった。さらに、例えば、特開2005-349708号公報に記載されているように、基板上に開口領域を有する撥水性膜を形成した後、開口領域にレンズ形状に応じた液状部材を滴下させて、レンズを形成する方法では、基板に親水性が必要であった。

これに対し、第1の実施形態の光学素子の製造方法では、基板25に耐熱性や親水性が必要なく、ウエハレンズ19（光学素子）の基板25の材料への制約が少なく済む。

[0039] 〈2. 第2の実施形態：固体撮像装置〉

[2-1 要部の構成]

次に、本開示の第2の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。第2の実施形態の固体撮像装置の全体構成及び画素領域3の断面構成は、図1、図2と同様であるから図示を省略する。図20は、第2の実施形態の固体撮像装置1の要部の断面構成図である。図20において、図4に対応する部分には、同一符号を付し重複説明を省略する。

[0040] 第2の実施形態の固体撮像装置1は、ウエハレンズ19の構成が第1の実施形態と異なっている。第2の実施形態では、図20に示すように、段差構造27が基板25の裏面S7側から深さ方向に形成された凹状部となっている。また、被覆層26は、凹状部の底面及び内壁面、及び凹状部の周囲の基板25の裏面S7を連続して覆うように構成されている。凹状部の底面及び内壁面を覆う部分の上面は、凹レンズの曲面状に形成されている。

[0041] [2-2 ウエハレンズの製造方法]

次に、第2の実施形態の固体撮像装置1のウエハレンズ19（第2の実施形態の光学素子）の製造方法について説明する。図21A、図21B、図22A、図22B、図23A、図23B、図24A、図24B、図25A、図25B、図26A、図26B、図27A、図27B、図28A、図28B、図29A、図29B、図30A、及び図30Bは、第2の実施形態の光学素子の製造工程を示す平面図及び断面図である。図21A～図30Bでは、基

板 2 5 の段差構造 2 7 の段差面 2 8 の段数が三段である場合を例示している。

まず、図 2 1 A 及び図 2 1 B に示すように、基板 2 5 の裏面 S 7 全体に、フォトレジスト膜 3 3 を塗布する。続いて、図 2 2 A 及び図 2 2 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 を露光し、図 2 3 A 及び図 2 3 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 を現像する。

続いて、図 2 4 A 及び図 2 4 B に示すように、現像されたフォトレジスト膜 3 3 をエッチングマスクとして用いて、基板 2 5 の裏面 S 7 をエッチングし、段差構造 2 7 の三段目（最下部）の段差面 2 8 f を形成する。続いて、図 2 5 A 及び図 2 5 B に示すように、フォトレジスト膜 3 3 をスリミングし、図 2 6 A 及び図 2 6 B に示すように、スリミングされたフォトレジスト膜 3 3 をエッチングマスクとして用いて、基板 2 5 の裏面 S 7 をエッチングし、段差構造 2 7 の二段目（中間部）の段差面 2 8 e を形成する。続いて、スリミングとエッチングとを繰り返し、段差構造 2 7 の一段目（最上部）の段差面 2 8 d を形成し、三段の段差面 2 8 d、2 8 e 及び 2 8 f を有する段差構造 2 7 を形成する。

続いて、図 2 7 A 及び図 2 7 B に示すように、基板 2 5 の裏面 S 7 からフォトレジスト膜 3 3 を除去する。この結果、基板 2 5 の裏面 S 7 に、2 次元アレイ状に規則的に配列された三段の段差面 2 8 d、2 8 e、2 8 f を有する段差構造 2 7 が複数形成される。

[0042] 続いて、図 2 8 A 及び図 2 8 B に示すように、基板 2 5 の裏面 S 7 全体、つまり段差構造 2 7 を有する面全体を覆うとともに、液面が水平となるように、被覆層 2 6 形成用の塗布液 3 4 を塗布する。塗布液 3 4 からなる層の厚さは、段差構造 2 7 の三段目の段差面 2 8 f に対応する箇所が最も厚く、段差構造 2 7 の二段目の段差面 2 8 e に対応する箇所が二番目に厚く、段差構造 2 7 の一段目の段差面 2 8 d に対応する箇所が三番目に厚く、段差構造 2 7 が形成されていない部分に対応する箇所が最も薄くなる。塗布液 3 4 としては、例えば、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂を適当な溶媒中に溶解して

なる塗工液を採用できる。塗布液 34 の塗布方法としては、例えば、スピンコート法を採用できる。

[0043] 続いて、図 29 A 及び図 29 B に示すように、塗布した塗布液 34 を乾燥させる。その際、溶媒が揮発し、塗布液 34 からなる層の厚さが減少する。具体的には、塗布液 34 の乾燥の初期段階では、塗布液 34 の表面は、平坦で膜厚が均一に減少する。しかしながら、塗布液 34 の乾燥が進行すると、基板 25 の段差構造 27 により、凹部の塗布液 34 は、局所的に溶質濃度が低くなる。その結果、凹部では塗布液 34 の溶媒の蒸発速度が速くなり、凹部の塗布液 34 の表面が凹む。この現象によって、層の厚さの減少量は、層の厚さが厚い箇所ほど大きくなる。即ち、段差構造 27 の三段目の段差面 28 f に対応する箇所が最も減少量が大きく、段差構造 27 の二段目の段差面 28 e に対応する箇所が二番目に減少量が大きく、段差構造 27 の一段目の段差面 28 d に対応する箇所が三番目に減少量が大きく、段差構造 27 が形成されていない部分に対応する箇所が最も減少量が小さい。この結果、段差構造 27 を覆う部分に凹レンズ状の被覆層 26 が形成される。

続いて、図 30 A 及び図 30 B に示すように、形成された被覆層 26（塗布膜）が永久膜となるように、凹レンズ状の被覆層 26 に UV キュアやベークを行う。この結果、被覆層 26 が硬化され、図 20 に示したウエハレンズ 19 が完成される。完成したウエハレンズ 19 では、図 20 に示したレンズ高さ LH が段差構造 27 の高さ以下となる。またレンズ直径 LR が段差構造 27 の幅 W 以上で且つ段差構造 27 のピッチ p 以下となる。

[0044] 以上説明したように、第 2 の実施形態のウエハレンズ 19（光学素子）では、一方の面（裏面 S7）に、裏面 S7 に対する高さが異なる段差面 28 を有する段差構造 27 が形成された基板 25 を備えるようにした。また、段差構造 27 及びその周囲の裏面 S7 を連続して覆い且つ光を透過する被覆層 26 を備えるようにした。それゆえ、段差構造 27 の形状によって多様な形状を実現でき、設計の自由度が高いウエハレンズ 19 を提供できる。

[0045] 〈3. 第 3 の実施形態：固体撮像装置〉

[3 - 1 要部の構成]

次に、本開示の第3の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。第3の実施形態の固体撮像装置の全体構成は、図1と同様であるから図示を省略する。図31は、第3の実施形態の画素領域3の断面構成を示す図である。図31において、図2に対応する部分には、同一符号を付し重複説明を省略する。

[0046] 第3の実施形態の固体撮像装置1は、図31に示すように、中心部分に大きな曲率を持つ球面レンズ状のウエハレンズ19と、外周部に緩やかな曲率を持った補正レンズ35とを組み合わせたレンズ群とすることで、中心部に大きな曲率を持ち外周部に緩やかな曲率を持った複雑な非球面レンズを実現する点が、第1の実施形態と異なっている。即ち、補正レンズ35は、ウエハレンズ19を透過した後の光が入射される構成となっている。

補正レンズ35は、絶縁膜14とカラーフィルタ18との間の平坦化膜16内に、各画素9に対応して形成されている。これにより、補正レンズ35は、2次元アレイ状に規則的に配列されてなる補正レンズアレイ（光学素子アレイ）を形成している。補正レンズ35は、ウエハレンズ19に起因する収差を補正するように光学設計される。ウエハレンズ19に起因する収差としては、例えば、ザイデル五収差（球面収差、非点収差、コマ収差、像面湾曲収差、歪曲収差）、色収差（倍率色収差、軸上色収差）等が挙げられる。

[0047] ここで、ウエハレンズ19が倍率色収差を生じるレンズである場合、ウエハレンズ19に光軸と斜めに光が入射すると、入射した光に含まれる色（波長域）毎に、ウエハレンズ19による光の結像位置が、光軸と直交する面内の異なる位置となる。また、ウエハレンズ19が軸上色収差を生じるレンズである場合、ウエハレンズ19に光軸と平行に光が入射すると、入射した光に含まれる色（波長域）毎に、ウエハレンズ19による光の結像位置が、光軸上の異なる位置となる。それゆえ、ウエハレンズ19に対応するカラーフィルタ18が透過させる光の波長域（色）によっては、ウエハレンズ19による光の一部が、ウエハレンズ19に対応する光電変換部23から外れ、そ

の光電変換部 23 周囲の遮光膜 15 や他の光電変換部 23 に入射する可能性がある。そして、光の一部が遮光膜 15 に入射すると、ウエハレンズ 19 に対応する光電変換部 23 の感度が低下する可能性がある。また、光の一部が他の光電変換部 23 に入射すると、ウエハレンズ 19 に対応する光電変換部 23 の感度の低下に加え、他の光電変換部 23 で混色が発生する可能性がある。

[0048] したがって、補正レンズ 35 を色収差の補正用のレンズとする場合、図 3 2 A、図 3 2 B 及び図 3 2 C に示すようにウエハレンズ 19 に入射した光のほぼ全てが、そのウエハレンズ 19 に対応する光電変換部 23 に入射するように、補正レンズ 35 を設計する。即ち、補正レンズ 35 は、ウエハレンズ 19 と補正レンズ 35 とを組み合わせることで実現される非球面レンズの集光率や結像点の精度が上がるように構成する。図 3 2 A は、赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタ 18 を有する画素 9 に配置された補正レンズ 35（以下「赤色補正レンズ」とも呼ぶ）による光 53 の集光状態を例示している。図 3 2 B は、緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタ 18 を有する画素 9 に配置された補正レンズ 35（以下「緑色補正レンズ」とも呼ぶ）による光 53 の集光状態を例示している。図 3 2 C は、青色の波長の光を透過させるカラーフィルタ 18 を有する画素 9 に配置された補正レンズ 35（以下「青色補正レンズ」とも呼ぶ）による光 53 の集光状態を例示している。

ウエハレンズ 19 に起因する色収差を補正することで、光電変換部 23 の感度の低下を防止でき、また混色の発生を防止できる。また、ウエハレンズ 19 に入射した光のほぼ全てが光電変換部 23 に入射するため、光電変換部 23 間の画素間遮光領域を縮小でき、光電変換部 23 を大型化することができ、光電変換部 23 の感度を向上することもできる。

[0049] また、倍率色収差や軸上色収差等の色収差を補正する補正レンズ 35 としては、例えば、図 3 3 A、図 3 3 B、図 3 4 A、図 3 4 B、図 3 5 A 及び図 3 5 B に示すように、平面視において、補正レンズ 35 の外周部に沿う円環状の環状凹部 36 を有するレンズを用いることができる。図 3 3 A 及び図 3

3 Bは赤色補正レンズを例示し、図3 4 A及び図3 4 Bは緑色補正レンズを例示し、図3 5 A及び図3 5 Bは青色補正レンズを例示している。

また、環状凹部3 6の幅は、例えば、赤色補正レンズの環状凹部3 6の幅<緑色補正レンズの環状凹部3 6の幅<青色補正レンズの環状凹部3 6の幅、の順とする。また、環状凹部3 6の直径は、例えば、青色補正レンズの環状凹部3 6の直径<緑色補正レンズの環状凹部3 6の直径<青色補正レンズの環状凹部3 6の直径、の順とする。環状凹部3 6の直径としては、例えば、環状凹部3 6の内径と外径との平均値を用いることができる。

[0050] なお、第3の実施形態では、ウエハレンズ1 9の形成方法としては、熱リフロー法を採用することもできる。熱リフロー法を採用することで、ウエハレンズ1 9を球面レンズとする際に、ウエハレンズ1 9の段差構造2 7の形状が比較的簡単な形状で済むため、段差構造2 7の形成にかかる手間を軽減でき、ウエハレンズ1 9の製造コストを低減できる。

[0051] 次に、図3 1の補正レンズ3 5の詳細構造について説明する。図3 6は、補正レンズ3 5の断面構成を示す図である。

図3 6に示すように、補正レンズ3 5は、基板3 7と、被覆層3 8とを備えている。

基板3 7は、平坦化膜1 6の絶縁膜1 4側の部分1 6 aの裏面S 1 0側（カラーフィルタ1 8側の面）に形成されており、第2の実施形態の基板2 5と同様に、基板3 7の裏面S 1 1（カラーフィルタ1 8側の面）側から深さ方向に形成された凹状部である複数の段差構造3 9を含んで構成されている。段差構造3 9のそれぞれは、各画素9に対応して形成され、一段以上の段差面4 0を有している。段差面4 0としては、例えば、基板3 7の裏面S 1 1に対し、高さが異なる面を用いることができる。例えば、基板3 7の裏面S 1 1と平行な面を用いることができる。図3 6では、段差構造2 7の段差面4 0の段数が、一段である場合を例示している。また、基板3 7のその他の構造や材料としては、例えば、第1及び第2の実施形態の基板2 5の構造や材料と同様のものを採用できる。

[0052] なお、補正レンズ35を図33A、図33B、図34A、図34B、図35A及び図35Bに示した環状凹部36を有するレンズとする場合、基板37の段差構造39としては、例えば、平面視において、補正レンズ35の外周部に沿う円環状の環状凹部を用いることができる。即ち、基板37の裏面S11には、裏面S11に対する高さが異なる環状の段差面40を有する複数の段差構造39を形成するようにしてもよい。以下の記載では、段差構造39が有する円環状の環状凹部についても符号「39」を付す。また、例えば、図33A、図33B、図34A、図34B、図35A及び図35Bに示した順番となるように補正レンズ35の環状凹部36の幅を調整する場合、基板37の環状凹部39の幅は、赤色補正レンズに対応する環状凹部39の幅<緑色補正レンズに対応する環状凹部39の幅<青色補正レンズに対応する環状凹部39の幅、の順とするのが好ましい。

また、このようなレンズとする場合、基板37の環状凹部39の直径は、例えば、青色補正レンズに対応する環状凹部39の直径<緑色補正レンズに対応する環状凹部39の直径<青色補正レンズに対応する環状凹部39の直径、の順とするのが好ましい。環状凹部39の直径としては、例えば、環状凹部39の内径と外径との平均値を採用できる。また、基板37の環状凹部39の深さは、すべての環状凹部39で同一とするのが好ましい。

[0053] 被覆層38は、基板37の裏面S11側（平坦化膜16のカラーフィルタ18側の部分16b側）に形成され、第1及び第2の実施形態の被覆層26と同様に、段差構造39及び段差構造39の周囲の基板37の裏面S11を連続して被覆している。即ち、被覆層38は、裏面S11全体、つまり段差構造39を有する面全体を覆うように構成されている。段差構造39を覆う部分の上面は、非球面レンズの外周部の曲面状に形成されている。

また、被覆層38の材料としては、例えば、光を透過するとともに、基板37の材料の屈折率との差が、基板37の材料の屈折率の±10%以内であるものを用いることができる。特に、屈折率の差の低減を考慮すると、基板37の材料と同じものを用いるのが好適である。入射光の被覆層38の屈折

率と基板 37 の屈折率との差を小さくすることで、被覆層 38 と基板 37 との界面における入射光の散乱や反射を抑制することができる。

[0054] [3-2 補正レンズの製造方法]

次に、第 2 の実施形態の固体撮像装置 1 の補正レンズ 35（第 3 の実施形態の光学素子）の製造方法について説明する。図 37 A、図 37 B、図 38 A、図 38 B、図 39 A、図 39 B、図 40 A、図 40 B、図 41 A、図 41 B、図 42 A、図 42 B、図 43 A、図 43 B、図 44 A、及び図 44 B は、第 2 の実施形態の光学素子の製造工程を示す平面図及び断面図である。図 37 A～図 44 B では、補正レンズ 35 を図 33 A 及び図 33 B に示した環状凹部 36 を有するレンズとする場合を例示している。

まず、図 37 A 及び図 37 B に示すように、基板 37 の裏面 S11 全体に、フォトリソ膜 41 を塗布する。続いて、図 38 A 及び図 38 B に示すように、フォトリソ膜 41 を露光し、図 39 A 及び図 39 B に示すように、フォトリソ膜 41 を現像する。

[0055] 続いて、図 40 A 及び図 40 B に示すように、現像されたフォトリソ膜 41 をエッチングマスクとして用いて、基板 37 の裏面 S11 をエッチングし、カラーフィルタ 18 を透過した後の光が入射される環状凹部状の段差構造 39 を複数形成する。続いて、図 41 A 及び図 41 B に示すように、基板 37 の裏面 S11 からフォトリソ膜 41、つまり、裏面 S11 のエッチングマスクを除去する。この結果、基板 37 の裏面 S11 に 2 次元アレイ状に規則的に配列された環状凹部状の段差構造 39 が複数形成される。

[0056] 続いて、図 42 A 及び図 42 B に示すように、基板 37 の裏面 S11 全体、つまり、段差構造 39 を有する面全体を覆うとともに、液面が水平となるように、被覆層 38 形成用の塗布液 42 を塗布する。塗布液 42 からなる層の厚さは、段差構造 39 の段差面 40（環状凹部の底面）に対応する箇所が最も厚く、段差構造 39 が形成されていない部分に対応する箇所が最も薄くなる。塗布液 42 としては、例えば、第 1 及び第 2 の実施形態の塗布液 34 と同様に、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂を適当な溶媒中に溶解してなる

塗工液を採用できる。塗布液 4 2 の塗布方法としては、例えばスピンコート法を採用できる。

[0057] 続いて、図 4 3 A 及び図 4 3 B に示すように、塗布した塗布液 4 2 を乾燥させる。その際、溶媒が揮発し、塗布液 4 2 からなる層の厚さが減少する。具体的には、塗布液 4 2 の乾燥の初期段階では、塗布液 4 2 の表面は、平坦で膜厚が均一に減少する。しかし、塗布液 4 2 の乾燥が進行すると、基板 3 7 の段差構造 3 9 により、凹部の塗布液 4 2 は、局所的に溶質濃度が低くなる。その結果、凹部では塗布液 4 2 の溶媒の蒸発速度が速くなり、凹部の塗布液 4 2 の表面が凹む。この現象によって、層の厚さの減少量は層の厚さが厚い箇所ほど大きくなる。即ち、段差構造 3 9 の段差面 4 0（環状凹部の底面）に対応する箇所が最も減少量が大きく、段差構造 3 9 が形成されていない部分に対応する箇所が最も減少量が小さい。この結果、段差構造 3 9 を覆う部分に環状凹部を有するレンズ状の被覆層 3 8 が形成される。続いて、図 4 4 A 及び図 4 4 B に示すように、形成された被覆層 3 8 が永久膜となるように、凹レンズ状の被覆層 3 8 に UV キュアやベークを行う。この結果、被覆層 3 8 が硬化され、図 3 3 A 及び図 3 3 B に示した補正レンズ 3 5 が完成される。

[0058] なお、補正レンズ 3 5 を色収差を補正するレンズとする場合、つまり、補正レンズ 3 5 を図 3 3 A、図 3 3 B、図 3 4 A、図 3 4 B、図 3 5 A 及び図 3 5 B に示した環状凹部 3 6 を有するレンズとする場合、環状凹部 3 6 の形状に応じて、基板 3 7 の環状凹部 3 9 の幅及び直径を設計するのが好ましい。即ち、上記した、基板 3 7 に複数の段差構造 3 9（環状凹部 3 9）を形成する工程において、図 3 3 A、図 3 4 A 及び図 3 5 A に示すように、環状凹部 3 9 に対応するカラーフィルタ 1 8 が透過させる光の波長域（色）に応じて環状凹部 3 9 の幅及び直径を調節する。具体的には、まず、ウエハレンズ 1 9 に起因する色収差を補正するように、補正レンズ 3 5 の環状凹部 3 6 によって曲率を付ける位置やその曲率の大きさを設計する。続いて、塗布液 4 2 の塗布・乾燥のシミュレーションを用いて、設計した曲率を有する補正レ

レンズ35の形状が実現されるように、環状凹部39の幅及び直径（位置）をパラメータとして最適化を行う。その際、基板37の環状凹部39の深さは、すべての環状凹部39で同一とするのが好ましい。これにより、カラーフィルタ18が透過させる光の波長域（色）毎に補正レンズ35の形状が異なったものとしつつ、基板37のすべての環状凹部39を一回のプロセスフローで同時に形成することができる。

[0059] 以上説明したように、第3の実施形態の補正レンズ35（光学素子）では、一方の面（裏面S11）に、裏面S11に対する高さが異なる段差面40を有する段差構造39が形成された基板37を備えるようにした。また、段差構造39及びその周囲の裏面S11を連続して覆い且つ光を透過する被覆層38を備えるようにした。それゆえ、段差構造39の形状によって多様な形状を実現でき設計の自由度が高い補正レンズ35を提供できる。

[0060] また、第3の実施形態のレンズ群では、ウエハレンズ19（広義には「第1のレンズ」）と、ウエハレンズ19を透過した後の光が入射され、ウエハレンズ19に起因する収差を補正する補正レンズ35（広義には「第2のレンズ」）とを備えるようにした。そして、補正レンズ35が、一方の面（裏面S11）に、裏面S11に対する高さが異なる環状の段差面40を有する段差構造39が形成された基板37と、段差構造39及びその周囲の裏面S11を連続して覆い且つ光を透過する被覆層38とを備えるようにした。それゆえ、複雑な非球面レンズと同等の光学性能を持ったレンズを比較的容易に実現できる。

[0061] また、第3の実施形態のレンズ群では、補正レンズ35（第2のレンズ）を、ウエハレンズ19（第1のレンズ）に起因する色収差を補正するレンズとした。それゆえ、ウエハレンズ19に対応する光電変換部23の感度の低下を防止することができ、また、その光電変換部23の周囲の光電変換部23における混色の発生を防止することができる。

[0062] また、第3の実施形態の光学素子の製造方法では、基板37に2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造39を形成する工程と、複数の段

差構造 39 が形成された基板 37 に塗布液 42 を塗布する工程と、複数の段差構造 39 及びその周囲の基板 37 の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層 38 が形成されるように、塗布液 42 を乾燥させる工程と、を含むようにした。そして、段差構造 39 のそれぞれは、カラーフィルタ 18 を透過した後の光が入射されるレンズを形成するための環状凹部 39 を含むようにした。また、基板 37 に複数の段差構造 39 を形成する工程では、複数の環状凹部 39 のそれぞれの幅及び直径を、環状凹部 39 に対応するカラーフィルタ 18 が透過させる光の波長域（色）に応じて調節するようにした。それゆえ、基板 37 の環状凹部 39 の深さを同一とすることができ、すべての環状凹部 39 を一回のプロセスフローで同時に形成できる。

[0063] ちなみに、例えば、特許文献 1 に記載されているように、各段差構造の上面のそれぞれにレンズ形成パターン層を形成した後、レンズ形成パターン層を熱リフローさせることで、レンズを形成する熱リフロー法では、表面張力を利用して曲面構造を形成するため、レンズに緩やかな曲率部分を持たせることが難しく、収差補正レンズを形成できない。

これに対し、第 3 の実施形態の光学素子の製造方法では、段差構造 39 の形状に応じて、被覆層 38 の表面に緩やかな曲率部分を持たせることができ、被覆層 38 の表面を制御性高く変化させることができる。また塗布液 42 の塗布・乾燥のシミュレーションを用いることで、所望の補正レンズ 35 の形状が実現されるように段差構造 39 を設計できる。

[0064] [3-3 変形例]

(1) 第 1 及び第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 1 では、本開示の光学素子を、ウエハレンズ 19 に用いる場合を例に説明したが、例えば、図 45 に示すように、平坦化膜 16 に形成されるインナーレンズ 43 に適用することもできる。また、例えば、図 46 に示すように、ディスプレイデバイス等に用いられるリフレクタ 44 に適用することもできる。図 46 では、凹レンズ状の被覆層 26 の表面 S9 に、光を反射するリフレクタ層 45（反射層）、光を発する発光層 46、凹凸がない平坦面を形成する層間膜 47、及び表示

させたい光の波長に対応して形成されたカラーフィルタ 48 がこの順に積層された場合を例示している。図 46 では、リフレクタ 44 で反射された反射光 49 を矢印で示している。

[0065] (2) また、本開示は、第 1 及び第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 1 のように、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置に限られるものではない。例えば、赤外線や X 線、粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置にも適用可能である。また、圧力や静電容量等、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般にも適用可能である。

[0066] (3) また、本開示は、第 1 及び第 2 の実施形態に係る固体撮像装置 1 のように、画素領域 3 の各画素 9 を行単位で順に走査して各画素 9 から画素信号を読み出す固体撮像装置に限られるものではない。例えば、画素単位で任意の画素 9 を選択し、選択した画素 9 から画素単位で信号を読み出す X-Y アドレス型の固体撮像装置に対しても適用可能である。

[0067] (4) また、第 3 の実施形態に係る固体撮像装置 1 では、補正レンズ 35 を、平坦化膜 16 内に配置する場合を例に説明したが、例えば、ウエハレンズ 19 の受光面側に配置し、ウエハレンズ 19 を透過する前の光が補正レンズ 35 に入射される構成としてもよい。

(5) また、第 3 の実施形態に係る固体撮像装置 1 では、補正レンズ 35 を構成する基板 37 の段差構造 39 として、円環状の環状凹部を形成する場合を例に説明したが、例えば、図 47A 及び図 47B に示すように、円環状の環状凸部を形成するようにしてもよい。

[0068] (6) また、第 3 の実施形態に係る固体撮像装置 1 では、ウエハレンズ 19 と補正レンズ 35 とを組み合わせたレンズ群とすることで、非球面レンズを実現する場合を例に説明したが、例えば図 48A、図 48B、図 49A 及び図 49B に示すように、第 1、第 2 及び第 3 の実施形態の光学素子の製造方法を組み合わせて、非球面レンズ状のウエハレンズ 19 を形成してもよい。図 48A 及び図 48B では、ウエハレンズ 19 を構成する基板 25 の裏面 S

7に、凹状部である段差構造27（広義には「第1の段差構造」）と、段差構造27の周囲を囲む環状の段差面40を有する環状凹部である段差構造39（広義には「第2の段差構造」）とを形成した場合を例示している。また、図49A及び図49Bでは、ウエハレンズ19を構成する基板25の裏面S7に、凸状部である段差構造27（第1の段差構造）と、段差構造27の周囲を囲む環状の段差面40を有する環状凸部である段差構造39（第2の段差面）とを形成した場合を例示している。その際被覆層26は、段差構造27、段差構造39及びそれらの周囲の裏面S7を連続して覆い且つ光を透過する。

[0069]（7）また、第3の実施形態に係る固体撮像装置1では、ウエハレンズ19と補正レンズ35とを組み合わせるレンズ群を構成する例を示したが、例えば、ウエハレンズ19と補正レンズ35とに加えて、インナーレンズも組み合わせるレンズ群を構成するようにしてもよい。具体的には、図50A、図50B及び図50Cに示すように、補正レンズ35と光電変換部23との間にインナーレンズ50を備えるようにし、ウエハレンズ19と補正レンズ35とインナーレンズ50とを組み合わせるレンズ群を構成してもよい。図50Aは、赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。また、図50Bは、緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。また、図50Cは、青色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。

また、例えば、図51A、図51B及び図51Cに示すように、ウエハレンズ19と補正レンズ35との間にインナーレンズ51を備え、ウエハレンズ19とインナーレンズ51と補正レンズ35とを組み合わせるレンズ群を構成してもよい。図51Aは、赤色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。また、図51Bは、緑色の波長の光を透過させるカラーフィルタ

18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。また、図51Cは、青色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応する画素9に構成されたレンズ群による光53の集光状態を例示している。このようなレンズ群とした場合、レンズ群を介することで、ウエハレンズ19に入射した光のほぼ全てが、レンズ群に対応する光電変換部23に入射するように補正レンズ35を設計する。

[0070] (8) また、第3の実施形態に係る固体撮像装置1では、図31、図32A、図32B及び図32Cに示すように、ウエハレンズ19に起因する色収差を補正するための補正レンズ35を、すべてのウエハレンズ19それぞれに対応させて形成する例を示したが、例えば、一部のウエハレンズ19にのみ対応させて形成する構成としてもよい。例えば、青色の波長の光を透過させるカラーフィルタ18に対応するウエハレンズ19による光の結像位置が、ウエハレンズ19に対応する光電変換部23の中央部から最も外れる場合には、補正レンズ35を、そのウエハレンズ19にのみ対応させて形成してもよい。

[0071] (9) また、第3の実施形態に係る固体撮像装置1では、補正レンズ35を、ウエハレンズ19と補正レンズ35とを組み合わせることで実現される非球面レンズの集光率が上がるように構成する場合を例に説明したが、例えば、非球面レンズの集光率が下がるように構成してもよい。例えば、複数の画素9のそれぞれに対応させて、赤外光を遮光するフィルタを設けた場合、フィルタの遮光性能のばらつきによって、他の光電変換部23に比べ、赤外光の受光量が多い画素9を生じる可能性がある。これに対し、非球面レンズにおける赤外光の集光率が下がるように補正レンズ35を構成することで、赤外光の受光量が多い画素9を生じても、その画素9に対応する光電変換部23への赤外光の入射量を低減できる。

[0072] 〈4. 第4の実施形態：電子機器〉

次に、本開示の第4の実施形態に係る電子機器について説明する。図52は、本開示の第4の実施形態に係る電子機器100の概略構成図である。

[0073] 第4の実施形態に係る電子機器100は、固体撮像装置101と、光学レンズ102と、シャッタ装置103と、駆動回路104と、信号処理回路105とを備えている。第4の実施形態の電子機器100は、固体撮像装置101として、本開示の第1の実施形態に係る固体撮像装置1を電子機器（例えば、カメラ）に用いた場合の実施形態を示す。

[0074] 光学レンズ102は、被写体からの像光（入射光106）を固体撮像装置101の撮像面上に結像させる。これにより、固体撮像装置101内に一定期間にわたって信号電荷が蓄積される。シャッタ装置103は、固体撮像装置101への光照射期間及び遮光期間を制御する。駆動回路104は、固体撮像装置101の転送動作及びシャッタ装置103のシャッタ動作を制御する駆動信号を供給する。駆動回路104から供給される駆動信号（タイミング信号）により、固体撮像装置101の信号転送を行なう。信号処理回路105は、固体撮像装置101から出力される信号（画素信号）に各種信号処理を行う。信号処理が行われた映像信号は、メモリ等の記憶媒体に記憶され、或いはモニタに出力される。

[0075] なお、固体撮像装置1を適用できる電子機器100としては、カメラに限られるものではなく、他の電子機器にも適用することができる。例えば、携帯電話機やタブレット端末等のモバイル機器向けカメラモジュール等の撮像装置に適用してもよい。

また、第4の実施形態では、固体撮像装置101として、第1の実施形態に係る固体撮像装置1を電子機器に用いる構成としたが、他の構成としてもよい。例えば、第2の実施形態に係る固体撮像装置1や、第3の実施形態に係る固体撮像装置1、変形例に係る固体撮像装置1を電子機器に用いてもよい。

[0076] 〈5. 移動体への応用例〉

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。

[0077] 図53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。

[0078] 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53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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット120

30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。

[0086] 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。

[0087] 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53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。

[0088] 図54は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0089] 図54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。

[0090] 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。

[0091] なお、図 54 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 12104 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 12101 ないし 12104 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 12100 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0092] 撮像部 12101 ないし 12104 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 12101 ないし 12104 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。

[0093] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 12111 ないし 12114 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両 12100 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 12100 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 12100 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/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 12051 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。

[0094] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 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12051は、車両12100の周辺の障害物を、車両12100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12051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12061や表示部12062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12010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。

[0095] 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。

[0096] 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等に適用され得る。具体的には、図1の固体撮像装置1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、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。

[0097] 〈6. 内視鏡手術システムへの応用例〉

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、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0098] 図55は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0099] 図55では、術者（医師）11131が、内視鏡手術システム11000を用いて、患者ベッド11133上の患者11132に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム11000は、内視鏡11100と、気腹チューブ11111やエネルギー処置具11112等の、その他の術具11110と、内視鏡11100を支持する支持アーム装置11120と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート11200と、から構成される。

[0100] 内視鏡11100は、先端から所定の長さの領域が患者11132の体腔内に挿入される鏡筒11101と、鏡筒11101の基端に接続されるカメラヘッド11102と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒11101を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡11100を図示しているが、内視鏡11100は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0101] 鏡筒11101の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡11100には光源装置11203が接続されており、当該光源装置11203によって生成された光が、鏡筒11101の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者11132の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡11100は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0102] カメラヘッド11102の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する

電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU： Camera Control Unit）11201に送信される。

[0103] CCU11201は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡11100及び表示装置11202の動作を統括的に制御する。さらに、CCU11201は、カメラヘッド11102から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0104] 表示装置11202は、CCU11201からの制御により、当該CCU11201によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0105] 光源装置11203は、例えばLED（Light Emitting Diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡11100に供給する。

[0106] 入力装置11204は、内視鏡手術システム11000に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置11204を介して、内視鏡手術システム11000に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡11100による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0107] 処置具制御装置11205は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具11112の駆動を制御する。気腹装置11206は、内視鏡11100による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者11132の体腔を膨らめるために、気腹チューブ11111を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ11207は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ11208は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0108] なお、内視鏡11100に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置

11203は、例えばLED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。RGBレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置11203において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGBレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド11102の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0109] また、光源装置11203は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド11102の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0110] また、光源装置11203は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置11203は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

- [0111] 図56は、図55に示すカメラヘッド11102及びCCU11201の機能構成の一例を示すブロック図である。
- [0112] カメラヘッド11102は、レンズユニット11401と、撮像部11402と、駆動部11403と、通信部11404と、カメラヘッド制御部11405と、を有する。CCU11201は、通信部11411と、画像処理部11412と、制御部11413と、を有する。カメラヘッド11102とCCU11201とは、伝送ケーブル11400によって互いに通信可能に接続されている。
- [0113] レンズユニット11401は、鏡筒11101との接続部に設けられる光学系である。鏡筒11101の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド11102まで導光され、当該レンズユニット11401に入射する。レンズユニット11401は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。
- [0114] 撮像部11402は、撮像素子で構成される。撮像部11402を構成する撮像素子は、1つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部11402が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってRGBそれぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部11402は、3D（Dimensional）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成されてもよい。3D表示が行われることにより、術者11131は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部11402が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット11401も複数系統設けられ得る。
- [0115] また、撮像部11402は、必ずしもカメラヘッド11102に設けられなくてもよい。例えば、撮像部11402は、鏡筒11101の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。
- [0116] 駆動部11403は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制

御部 1 1 4 0 5 からの制御により、レンズユニット 1 1 4 0 1 のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部 1 1 4 0 2 による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0117] 通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 0 4 は、撮像部 1 1 4 0 2 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して CCU 1 1 2 0 1 に送信する。

[0118] また、通信部 1 1 4 0 4 は、CCU 1 1 2 0 1 から、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0119] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいて CCU 1 1 2 0 1 の制御部 1 1 4 1 3 によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆる AE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及び AWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

[0120] カメラヘッド制御部 1 1 4 0 5 は、通信部 1 1 4 0 4 を介して受信した CCU 1 1 2 0 1 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 1 1 1 0 2 の駆動を制御する。

[0121] 通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して送信される画像信号を受信する。

[0122] また、通信部 1 1 4 1 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 に対して、カメラヘ

ッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。

[0123] 画像処理部１１４１２は、カメラヘッド１１１０２から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0124] 制御部１１４１３は、内視鏡１１１００による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部１１４１３は、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0125] また、制御部１１４１３は、画像処理部１１４１２によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置１１２０２に表示させる。この際、制御部１１４１３は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部１１４１３は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具１１１１２の使用時のミスト等を認識することができる。制御部１１４１３は、表示装置１１２０２に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者１１１３１に提示されることにより、術者１１１３１の負担を軽減することや、術者１１１３１が確実に手術を進めることが可能になる。

[0126] カメラヘッド１１１０２及びCCU１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0127] ここで、図示する例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とCCU１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0128] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術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、例えば、内視鏡１１１００や、カメラヘッド１１１０２の撮像部１１４０２等に適用され

得る。具体的には、図１の固体撮像装置１は、撮像部１０４０２に適用することができる。撮像部１１４０２に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0129] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0130] なお、本技術は、以下のような構成を取ることができる。

(１)

一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる段差面を有する段差構造が形成された基板と、

前記段差構造及びその周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層とを備える

光学素子。

(２)

前記段差構造は、前記一方の面と前記段差面とを連続させる側面として、前記一方の面の法線方向に対して傾斜した傾斜面又は曲面を有する

前記（１）に記載の光学素子。

(３)

前記段差構造は、二段以上の前記段差面を有する

前記（１）に記載の光学素子。

(４)

前記段差構造は、前記一方の面と前記段差面とを連続させる側面、及び前記二段の関係にある二つの前記段差面を連続させる側面として、前記一方の面の法線方向に対して平行な垂直面、並びに前記一方の面の法線方向に対して傾斜した傾斜面及び曲面の少なくとも何れかを有する

前記（３）に記載の光学素子。

(５)

前記傾斜面の傾斜角は、前記一方の面の法線方向に対して0度以上60度以下である

前記(2)または(4)に記載の光学素子。

(6)

前記段差構造の幅と前記段差構造の高さとの比率は1:10~10:1である

前記(1)から(5)の何れかに記載の光学素子。

(7)

前記段差構造は、平面視において、円形状、多角形状、及び楕円形状の少なくとも何れかである

前記(1)から(6)の何れかに記載の光学素子。

(8)

前記楕円形状のアスペクト比は、1以上5以下である

前記(7)に記載の光学素子。

(9)

前記段差構造の各段差面の外周は、平面視において、互いに離間している

前記(3)に記載の光学素子。

(10)

前記基板の材料の屈折率と前記被覆層の材料の屈折率との差は、前記基板の材料の屈折率の±10%以内である

前記(1)から(9)の何れかに記載の光学素子。

(11)

前記段差構造は、凸状部を形成しており、

前記被覆層は、前記凸状部の上面及び側壁面、並びに前記凸状部の周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する

前記(1)から(10)の何れかに記載の光学素子。

(12)

前記段差構造は、凹状部を形成しており、

前記被覆層は、前記凹状部の底面及び内側壁面、並びに前記凹状部の周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する

前記（１）から（１０）の何れかに記載の光学素子。

（１３）

前記段差構造は、第１の段差構造と、前記第１の段差構造の周囲を囲む環状の段差面を有する第２の段差構造とを備え、

前記被覆層は、前記第１の段差構造、前記第２の段差構造及びそれらの周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する

前記（１）から（５）及び（１０）の何れかに記載の光学素子。

（１４）

２次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を有する基板と、

前記複数の段差構造及びそれらの周囲の前記基板の面を連続して覆い、且つ各段差構造を覆っている部分それぞれが光を透過又は反射する被覆層とを備える

光学素子アレイ。

（１５）

２次元アレイ状に規則的に配列された複数の第１のレンズと、

一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する複数の段差構造が形成された基板、並びに前記段差構造及びその周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層を含んで構成され、前記第１のレンズを通過する前の光又は通過した後の光が入射され、前記第１のレンズに起因する収差を補正する複数の第２のレンズとを備える

光学素子アレイ。

（１６）

前記第２のレンズは、前記第１のレンズに起因する色収差を補正するレンズである

前記（１５）に記載の光学素子アレイ。

（１７）

第1のレンズと、

前記第1のレンズを透過する前の光又は透過した後の光が入射され、前記第1のレンズに起因する収差を補正する第2のレンズとを備え、

前記第2のレンズは、

一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する段差構造が形成された基板と、

前記段差構造及びその周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層とを備える

レンズ群。

(18)

前記第2のレンズは、前記第1のレンズに起因する色収差を補正するレンズである

前記(17)に記載のレンズ群。

(19)

2次元アレイ状に規則的に配列された複数段の段差構造を複数有する基板、及び前記複数段の段差構造及びそれらの周囲の前記基板の面を連続して覆い、且つ各段差構造を覆っている部分それぞれがレンズ状である被覆層を有しているマイクロレンズアレイを備える固体撮像装置と、

被写体からの像光を前記固体撮像装置の撮像面上に結像させる光学レンズと、

前記固体撮像装置から出力される信号に信号処理を行う信号処理回路とを備える

電子機器。

(20)

基板に段差構造を形成する工程と、

前記段差構造が形成された前記基板に塗布液を塗布する工程と、

前記段差構造及びその周囲の前記基板の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層が形成されるように、前記塗布液を乾燥させる工程と、を

含む

光学素子の製造方法。

(21)

基板に2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を形成する工程と、

複数の前記段差構造が形成された前記基板に塗布液を塗布する工程と、

複数の前記段差構造及びその周囲の前記基板の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層が形成されるように、前記塗布液を乾燥させる工程と、を含み、

前記段差構造のそれぞれは、カラーフィルタを透過する前の光又透過した後の光が入射されるレンズを形成するための環状凹部を含み、

前記基板に複数の前記段差構造を形成する工程では、複数の前記環状凹部のそれぞれの幅及び直径を、前記環状凹部に対応するカラーフィルタが透過させる光の波長域に応じて調節する

光学素子の製造方法。

符号の説明

[0131] 1…固体撮像装置、2…基板、3…画素領域、4…垂直駆動回路、5…コラム信号処理回路、6…水平駆動回路、7…出力回路、8…制御回路、9…画素、10…画素駆動配線、11…垂直信号線、12…水平信号線、13…固定電荷膜、14…絶縁膜、15…遮光膜、16…平坦化膜、17…受光層、18…カラーフィルタ、19…ウエハレンズ、20…集光層、21…配線層、22…支持基板、23…光電変換部、24…マイクロレンズアレイ、25…基板、26…被覆層、27…段差構造、28、28a、28b、28c、28d、28e、28f…段差面、29…側面、30…側面、31…層間絶縁膜、32…配線、33…フォトリソ膜、34…塗布液、35…補正レンズ、36…環状凹部、37…基板、38…被覆層、39…環状凹部（段差構造）、40…段差面、41…フォトリソ膜、42…塗布液、43…インナーレンズ、44…リフレクタ、45…リフレクタ層、46…発光層、

４７…層間膜、４８…カラーフィルタ、４９…反射光、５０、５１…インナーレンズ、１００…電子機器、１０１…固体撮像装置、１０２…光学レンズ、１０３…シャッタ装置、１０４…駆動回路、１０５…信号処理回路、１０６…入射光

請求の範囲

- [請求項1] 一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる段差面を有する段差構造が形成された基板と、
前記段差構造及びその周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層とを備える
光学素子。
- [請求項2] 前記段差構造は、前記一方の面と前記段差面とを連続させる側面として、前記一方の面の法線方向に対して傾斜した傾斜面又は曲面を有する
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項3] 前記段差構造は、二段以上の前記段差面を有する
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項4] 前記段差構造は、前記一方の面と前記段差面とを連続させる側面、及び前記二段の関係にある二つの前記段差面を連続させる側面として、前記一方の面の法線方向に対して平行な垂直面、並びに前記一方の面の法線方向に対して傾斜した傾斜面及び曲面の少なくとも何れかを有する
請求項3に記載の光学素子。
- [請求項5] 前記傾斜面の傾斜角は、前記一方の面の法線方向に対して0度以上60度以下である
請求項4に記載の光学素子。
- [請求項6] 前記段差構造の幅と高さとの比率は1:10～10:1である
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項7] 前記段差構造は、平面視において、円形状、多角形状、及び楕円形状の少なくとも何れかである
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項8] 前記楕円形状のアスペクト比は、1以上5以下である
請求項7に記載の光学素子。

- [請求項9] 前記段差構造の各段差面の外周は、平面視において、互いに離間している
請求項3に記載の光学素子。
- [請求項10] 前記基板の材料の屈折率と前記被覆層の材料の屈折率との差は、前記基板の材料の屈折率の±10%以内である
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項11] 前記段差構造は、凸状部を形成しており、
前記被覆層は、前記凸状部の上面及び側壁面、並びに前記凸状部の周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項12] 前記段差構造は、凹状部を形成しており、
前記被覆層は、前記凹状部の底面及び内側壁面、並びに前記凹状部の周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項13] 前記段差構造は、第1の段差構造と、前記第1の段差構造の周囲を囲む環状の段差面を有する第2の段差構造とを備え、
前記被覆層は、前記第1の段差構造、前記第2の段差構造及びそれらの周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する
請求項1に記載の光学素子。
- [請求項14] 2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を有する基板と、
前記複数の段差構造及びそれらの周囲の前記基板の面を連続して覆い、且つ各段差構造を覆っている部分それぞれが光を透過又は反射する被覆層とを備える
光学素子アレイ。
- [請求項15] 2次元アレイ状に規則的に配列された複数の第1のレンズと、
一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する複数の段差構造が形成された基板、並びに前記段差構造及びその

周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層を含んで構成され、前記第1のレンズを通過する前の光又は通過した後の光が入射され、前記第1のレンズに起因する収差を補正する複数の第2のレンズとを備える

光学素子アレイ。

[請求項16] 前記第2のレンズは、前記第1のレンズに起因する色収差を補正するレンズである

請求項15に記載の光学素子アレイ。

[請求項17] 第1のレンズと、

前記第1のレンズを透過する前の光又は透過した後の光が入射され、前記第1のレンズに起因する収差を補正する第2のレンズとを備え、

前記第2のレンズは、

一方の面に、当該一方の面に対する高さが異なる環状の段差面を有する段差構造が形成された基板と、

前記段差構造及びその周囲の前記一方の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層とを備える

レンズ群。

[請求項18] 前記第2のレンズは、前記第1のレンズに起因する色収差を補正するレンズである

請求項17に記載のレンズ群。

[請求項19] 2次元アレイ状に規則的に配列された複数段の段差構造を複数有する基板、及び前記複数段の段差構造及びそれらの周囲の前記基板の面を連続して覆い、且つ各段差構造を覆っている部分それぞれがレンズ状である被覆層を有しているマイクロレンズアレイを備える固体撮像装置と、

被写体からの像光を前記固体撮像装置の撮像面上に結像させる光学レンズと、

前記固体撮像装置から出力される信号に信号処理を行う信号処理回路とを備える

電子機器。

[請求項20]

基板に段差構造を形成する工程と、

前記段差構造が形成された前記基板に塗布液を塗布する工程と、

前記段差構造及びその周囲の前記基板の面を連続して覆い且つ光を透過又は反射する被覆層が形成されるように、前記塗布液を乾燥させる工程と、を含む

光学素子の製造方法。

[請求項21]

基板に2次元アレイ状に規則的に配列された複数の段差構造を形成する工程と、

複数の前記段差構造が形成された前記基板に塗布液を塗布する工程と、

複数の前記段差構造及びその周囲の前記基板の面を連続して覆い且つ光を透過する被覆層が形成されるように、前記塗布液を乾燥させる工程と、を含み、

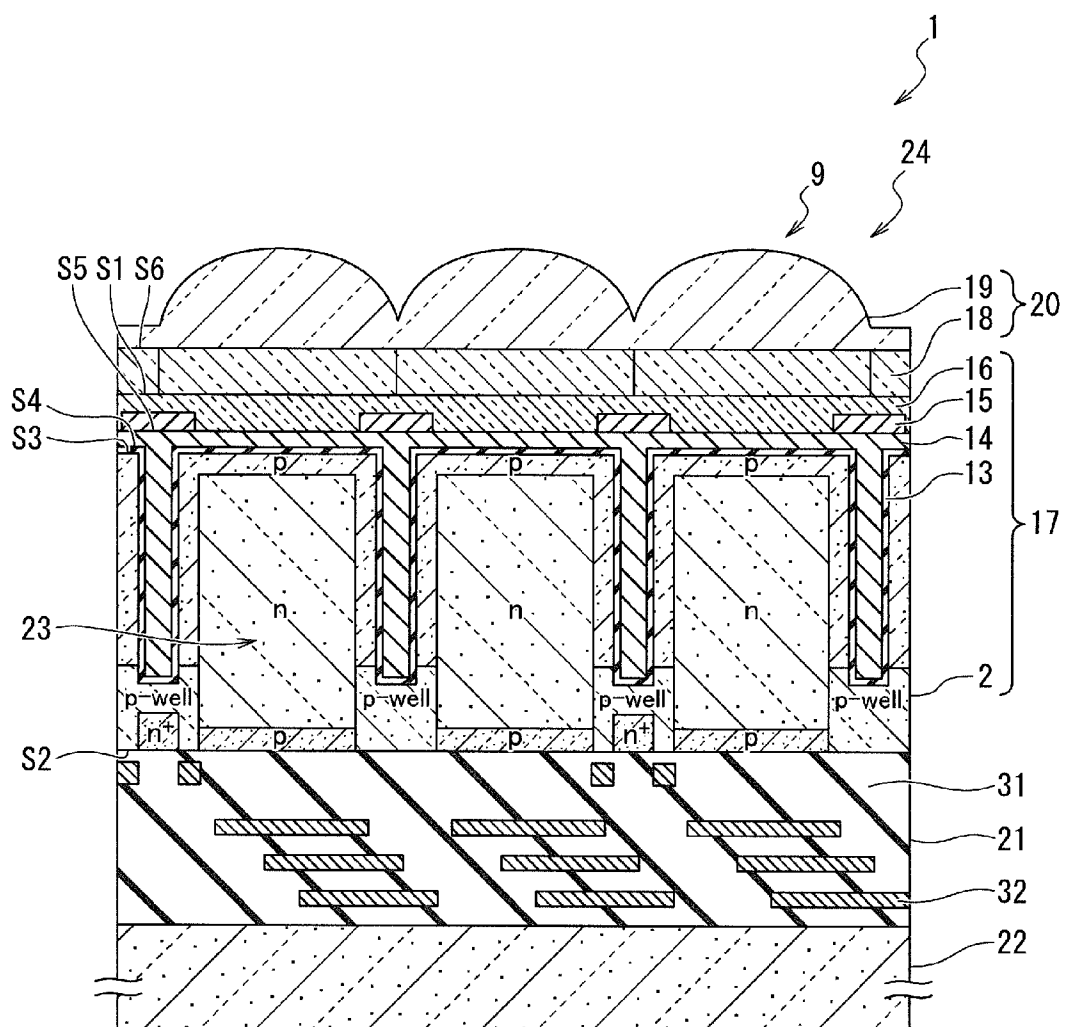
前記段差構造のそれぞれは、カラーフィルタを透過する前の光又透過した後の光が入射されるレンズを形成するための環状凹部を含み、

前記基板に複数の前記段差構造を形成する工程では、複数の前記環状凹部のそれぞれの幅及び直径を、前記環状凹部に対応するカラーフィルタが透過させる光の波長域に応じて調節する

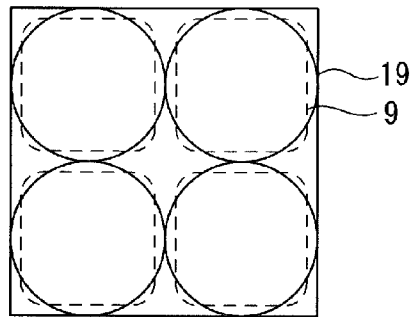
光学素子の製造方法。

[illegible]

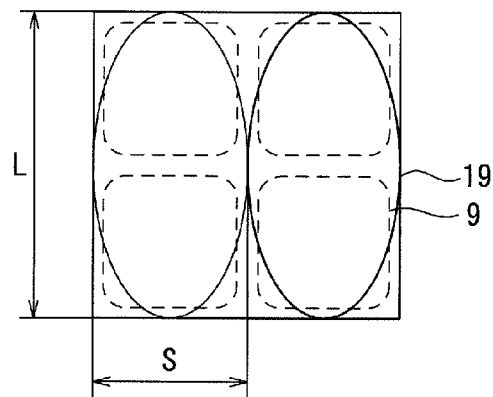
[図2]



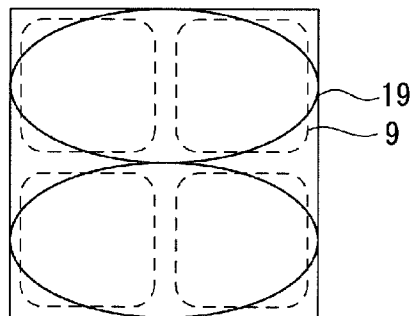
[図3A]



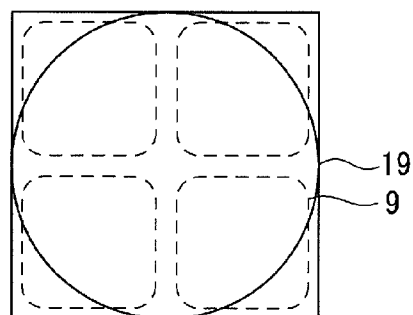
[図3B]



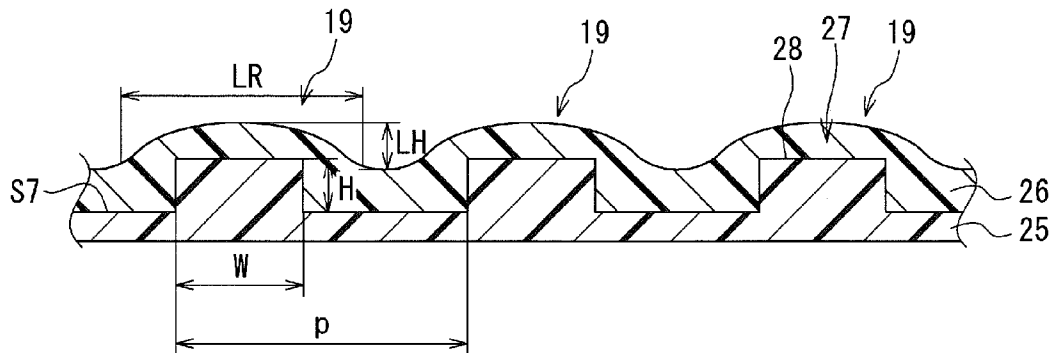
[図3C]



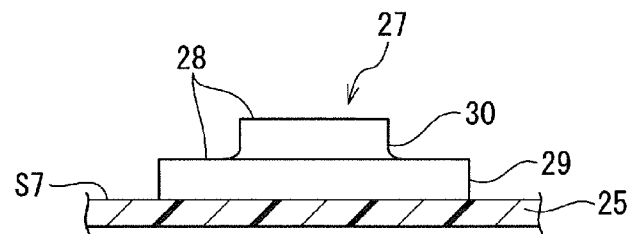
[図3D]



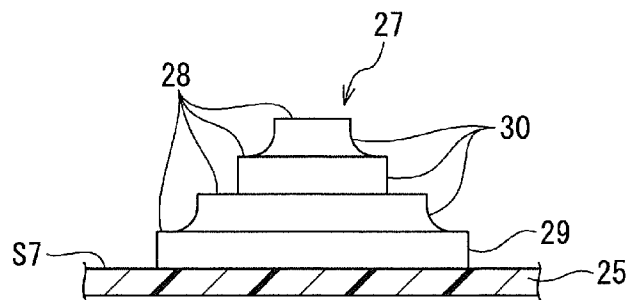
[図4]



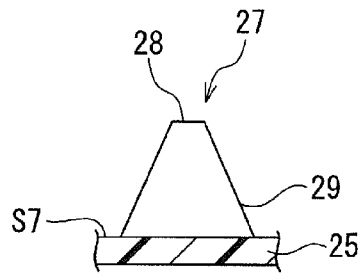
[図5A]



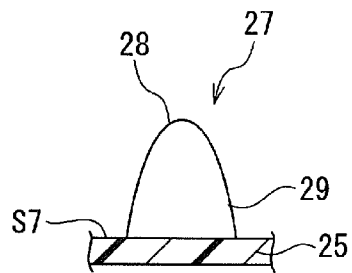
[図5B]



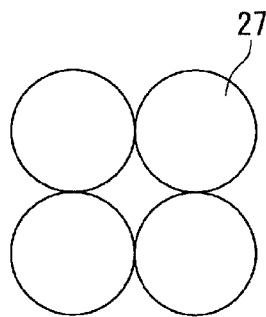
[図6A]



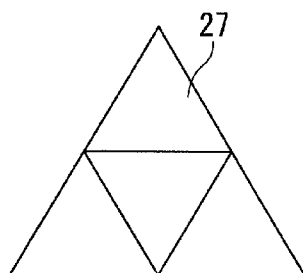
[図6B]



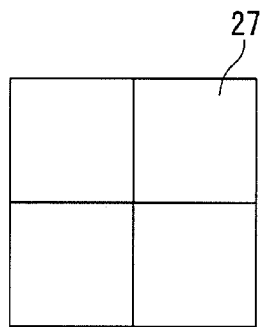
[図7A]



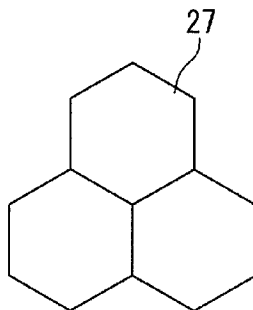
[図7B]



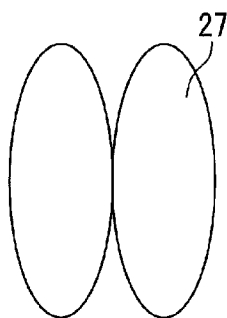
[図7C]



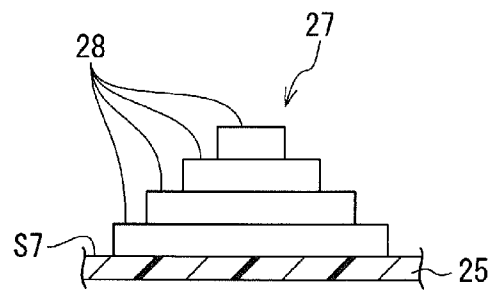
[図7D]



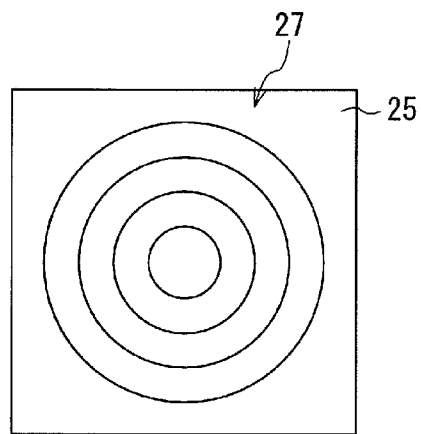
[図7E]



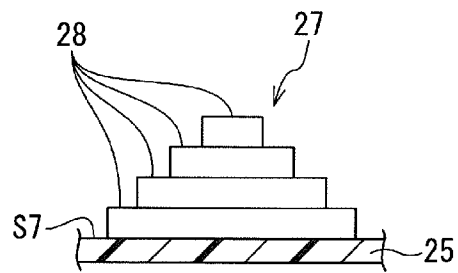
[図8A]



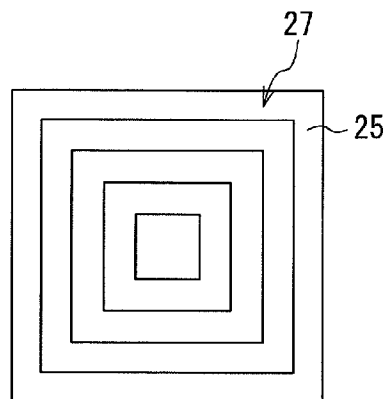
[図8B]



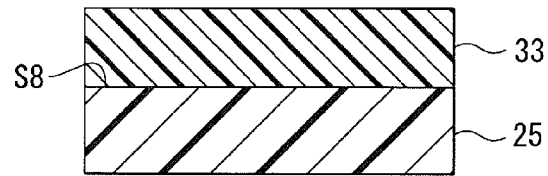
[図8C]



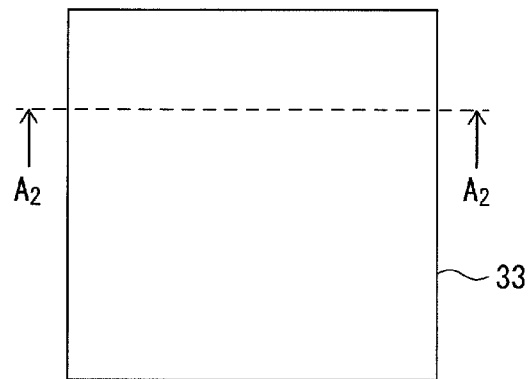
[図8D]



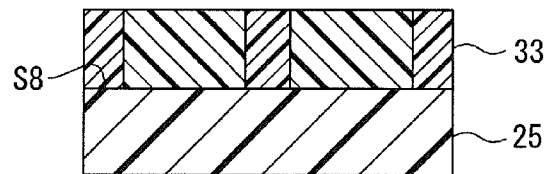
[図9A]



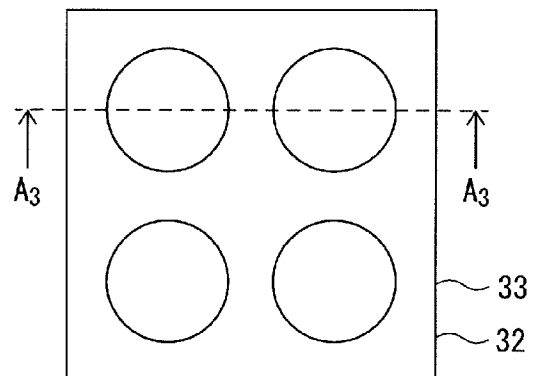
[図9B]



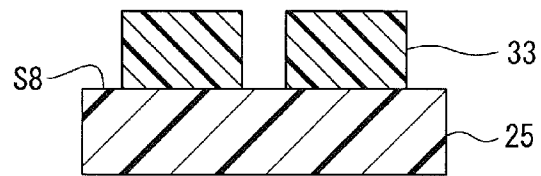
[図10A]



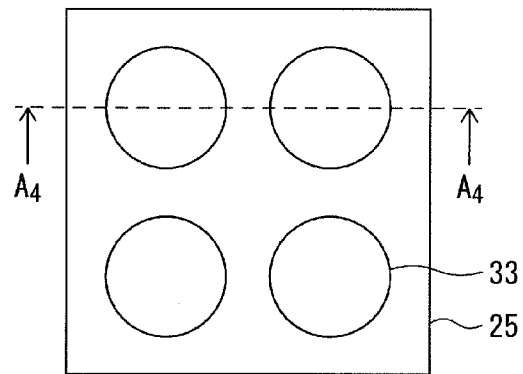
[図10B]



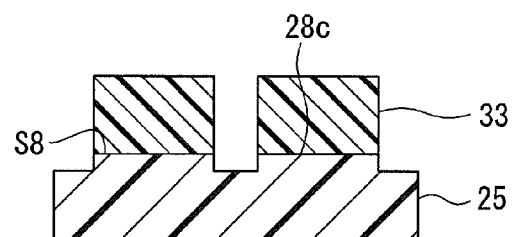
[図11A]



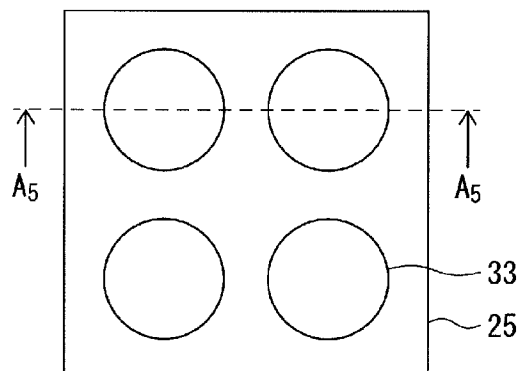
[図11B]



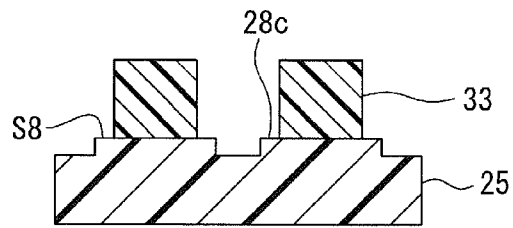
[図12A]



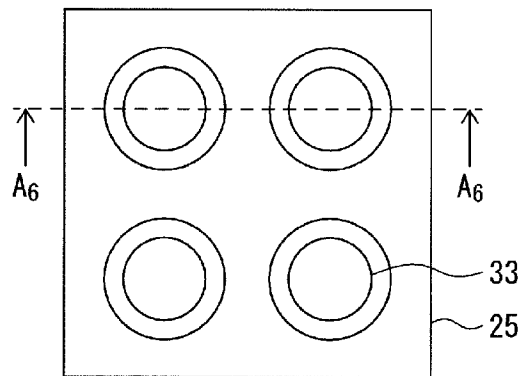
[図12B]



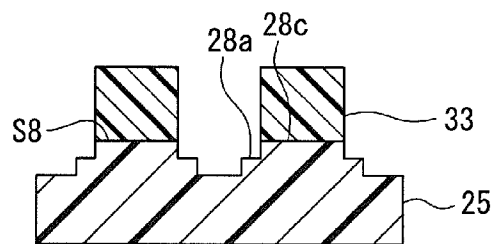
[図13A]



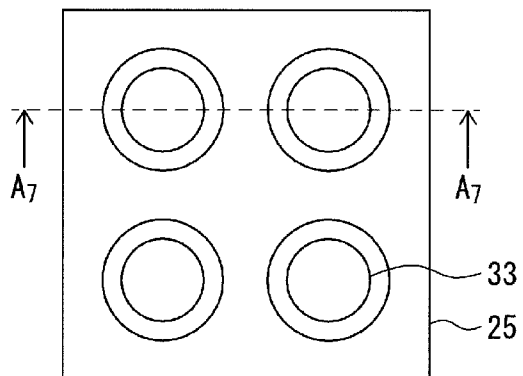
[図13B]



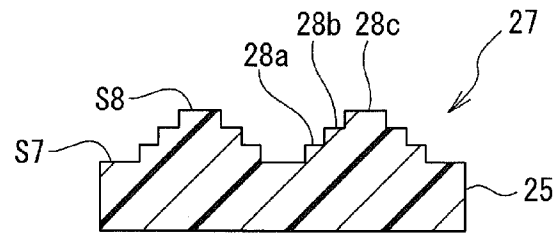
[図14A]



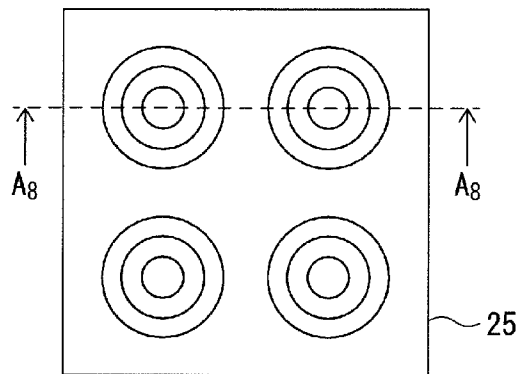
[図14B]



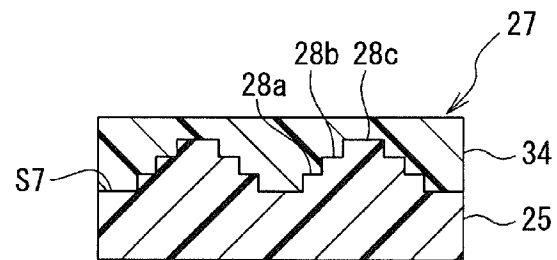
[図15A]



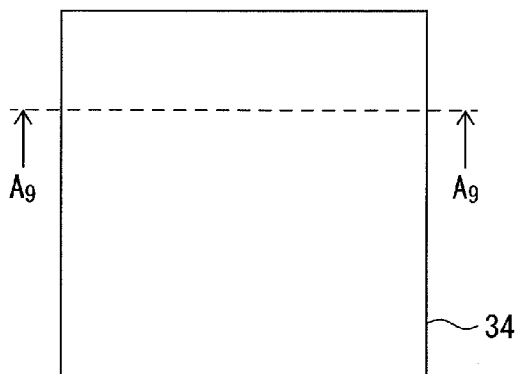
[図15B]



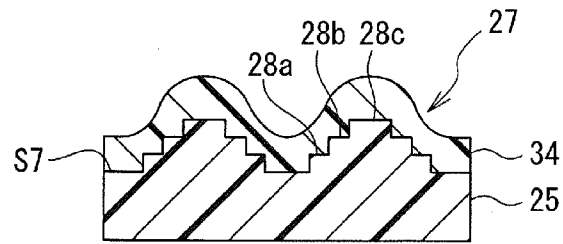
[図16A]



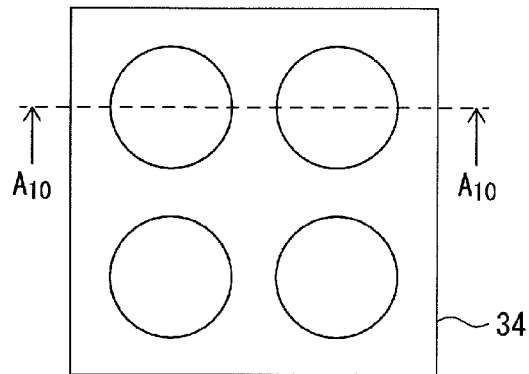
[図16B]



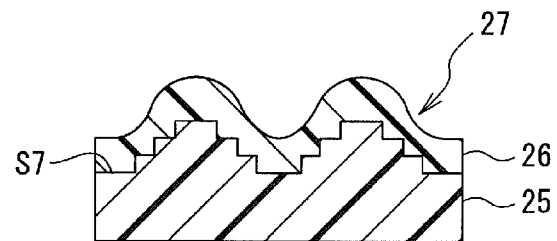
[図17A]



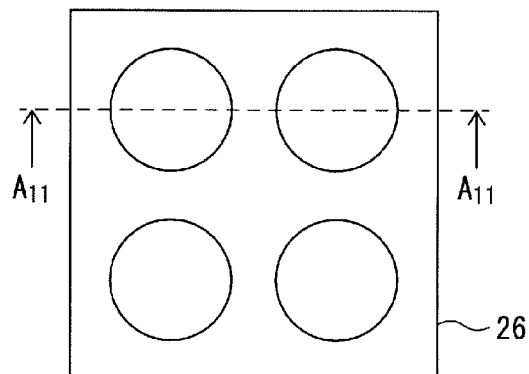
[図17B]



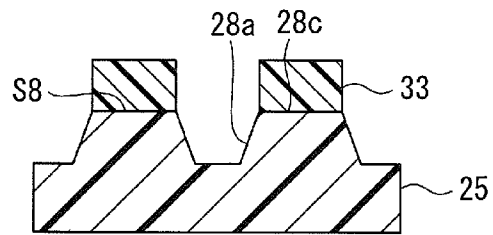
[図18A]



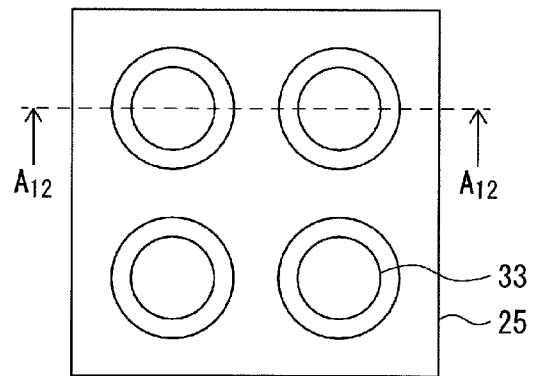
[図18B]



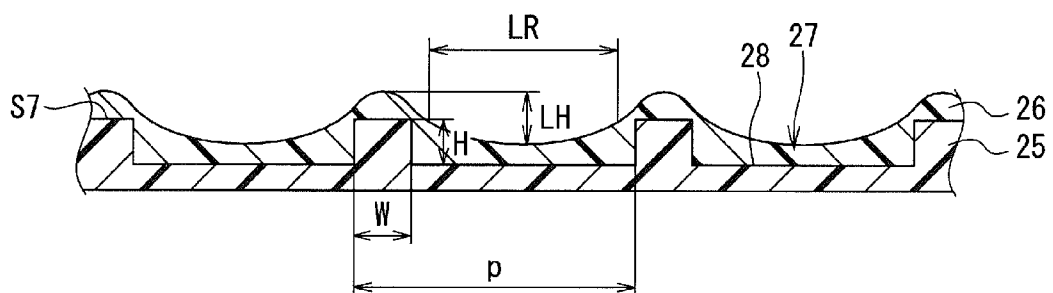
[図19A]



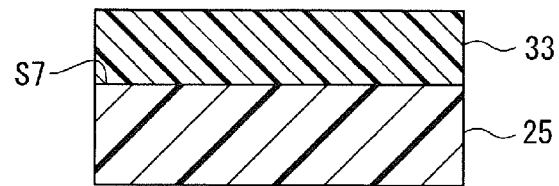
[図19B]



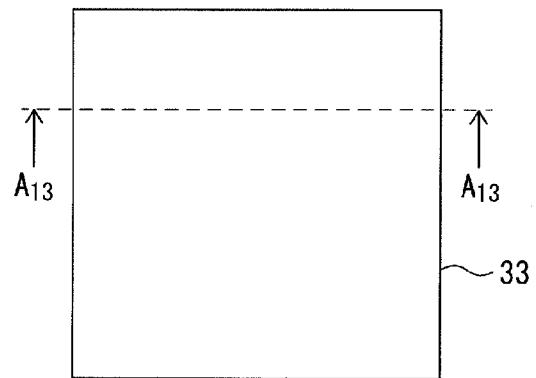
[図20]



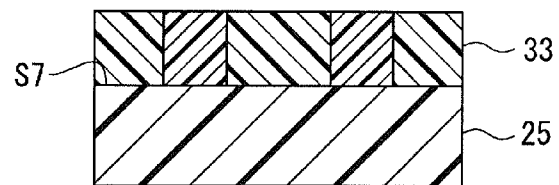
[図21A]



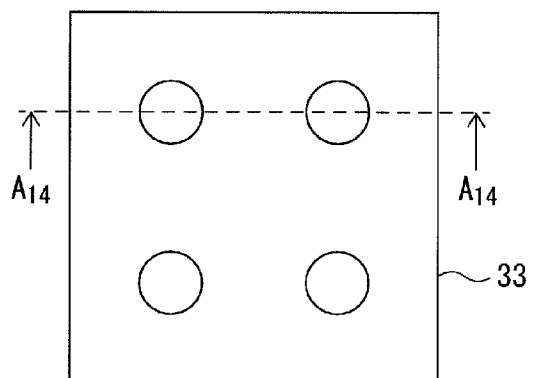
[図21B]



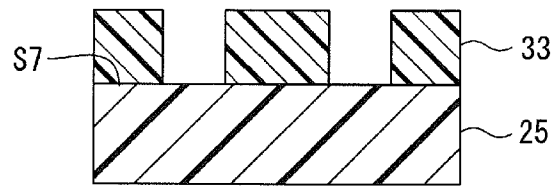
[図22A]



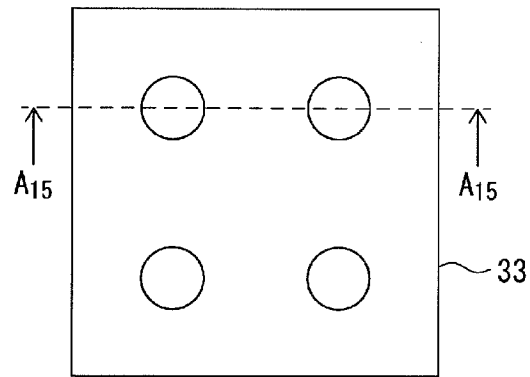
[図22B]



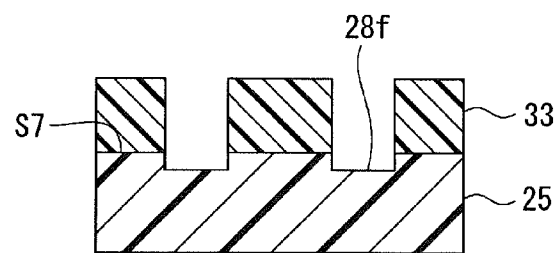
[図23A]



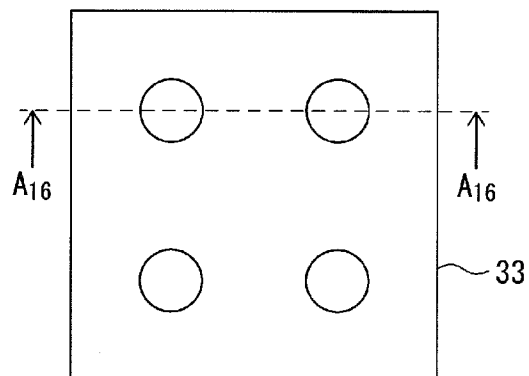
[図23B]



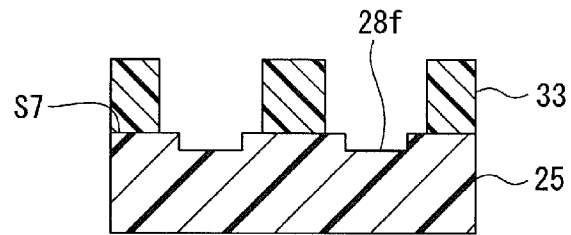
[図24A]



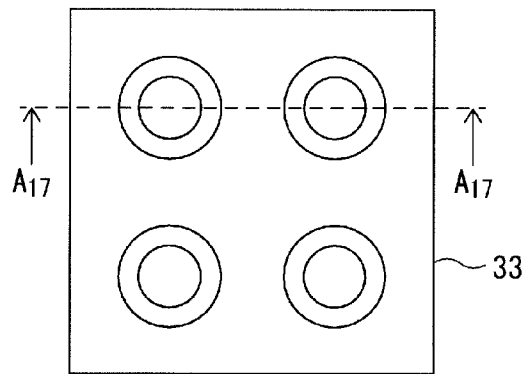
[図24B]



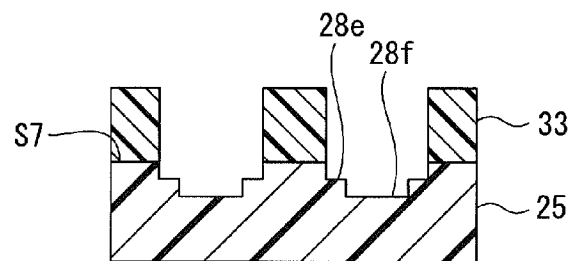
[図25A]



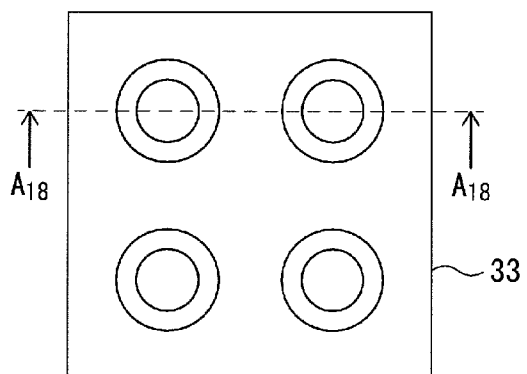
[図25B]



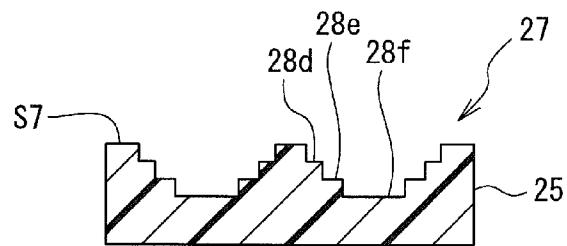
[図26A]



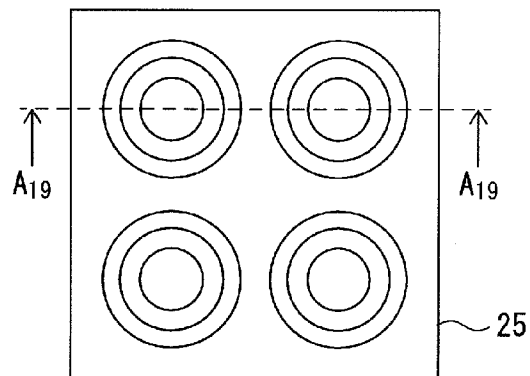
[図26B]



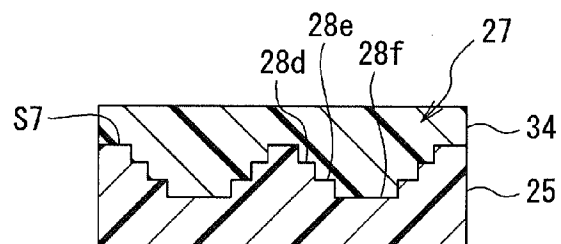
[図27A]



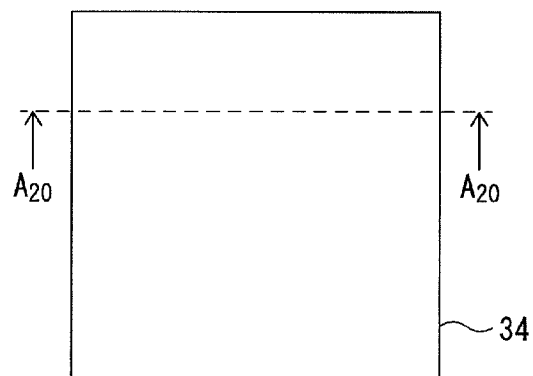
[図27B]



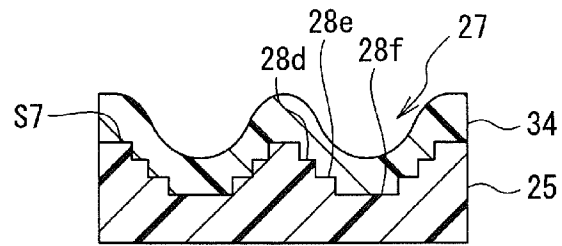
[図28A]



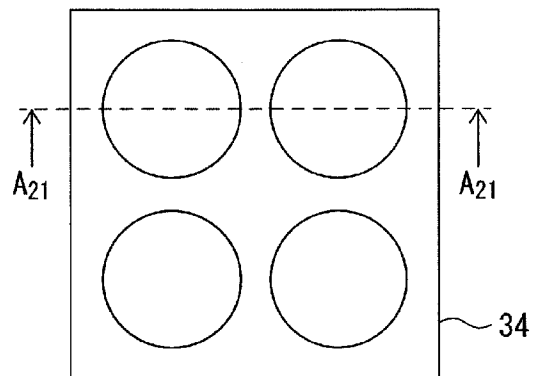
[図28B]



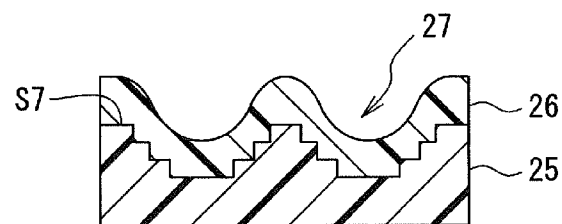
[図29A]



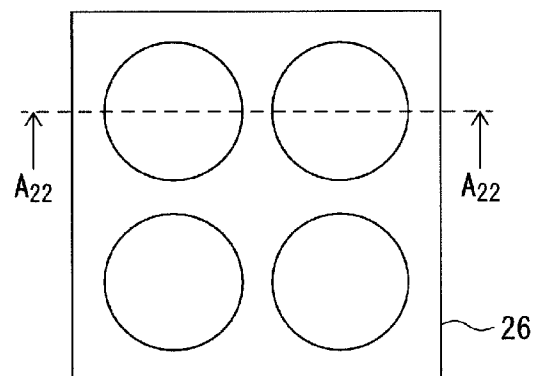
[図29B]



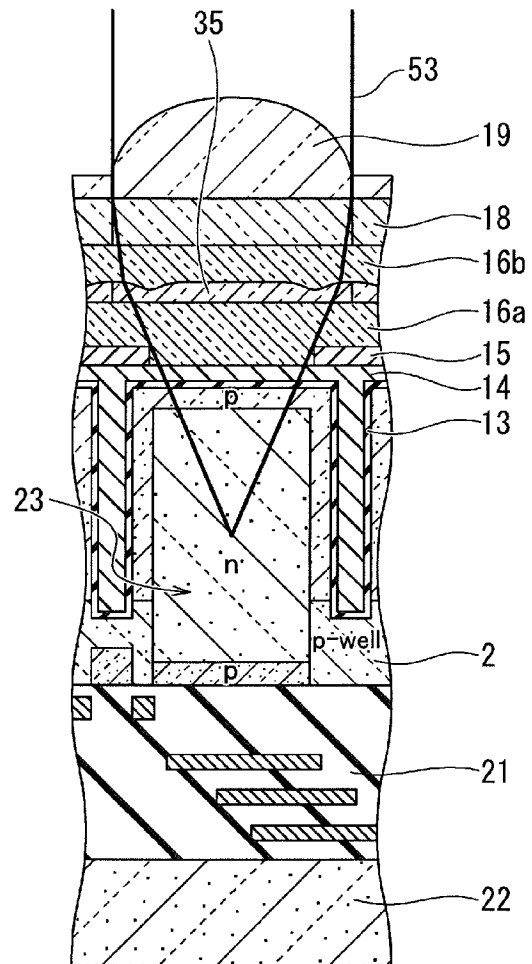
[図30A]



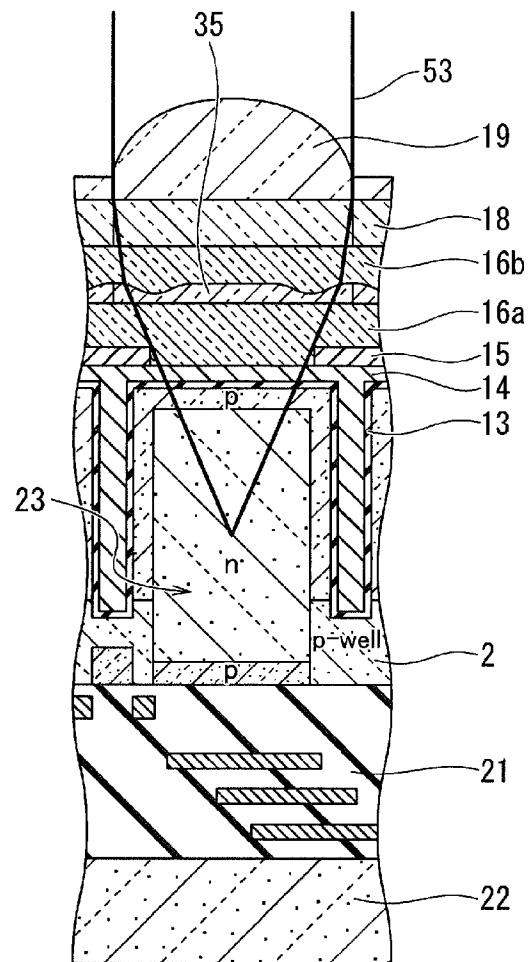
[図30B]



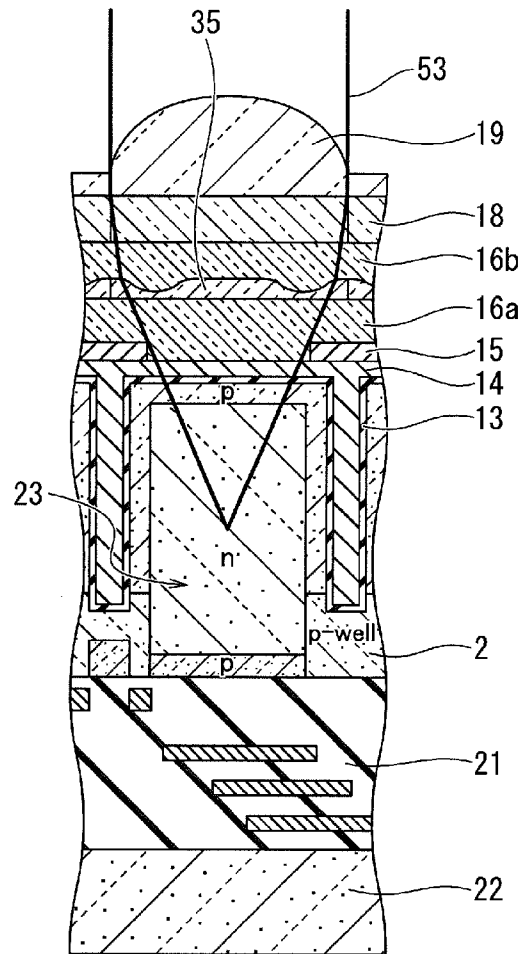
[図32A]



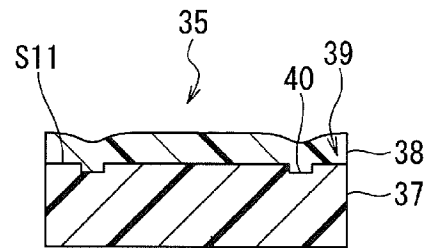
[図32B]



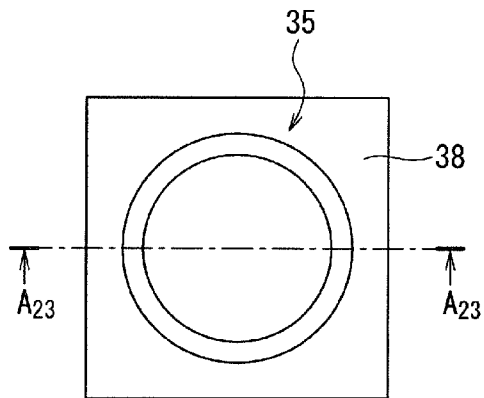
[図32C]



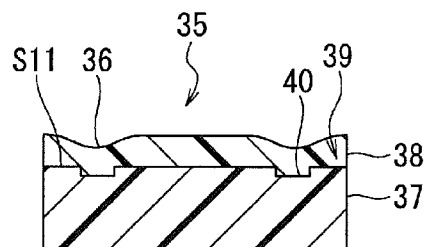
[図33A]



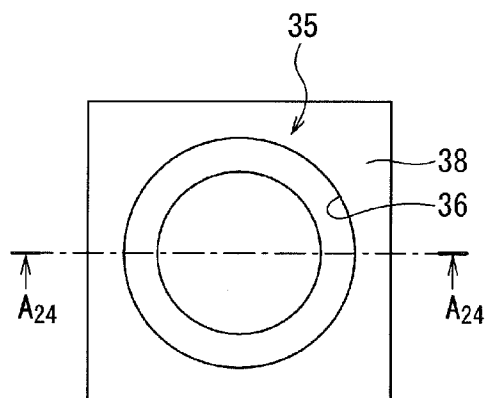
[図33B]



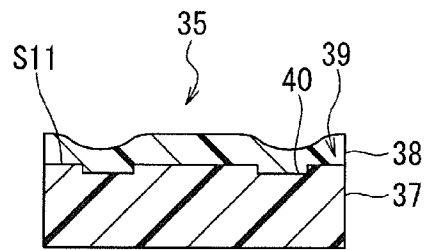
[図34A]



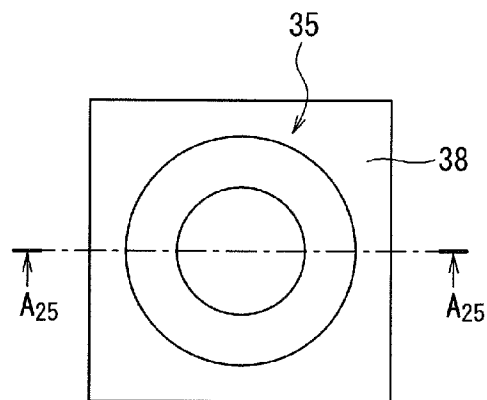
[図34B]



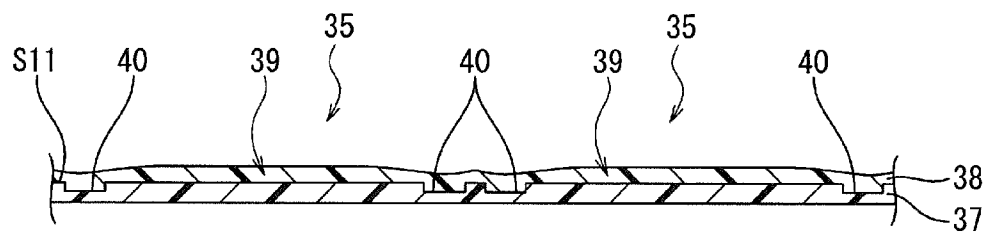
[図35A]



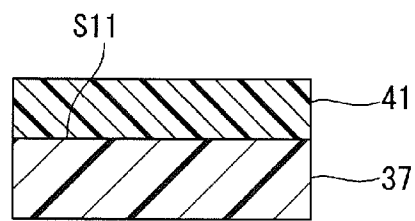
[図35B]



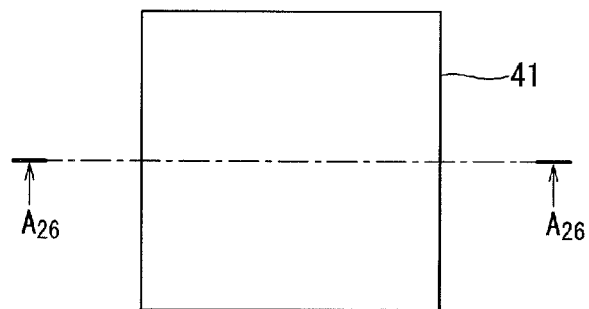
[図36]



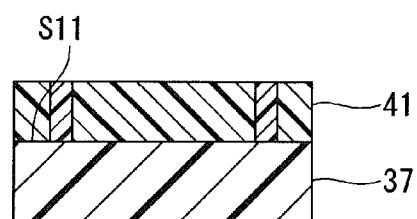
[図37A]



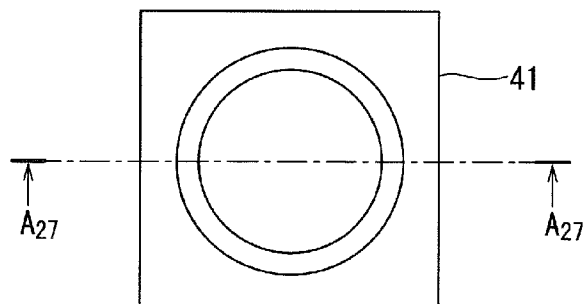
[図37B]



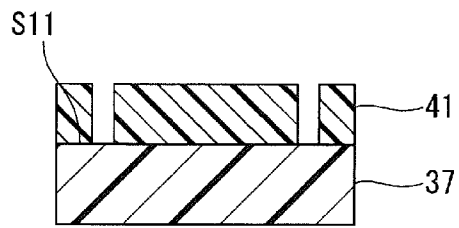
[図38A]



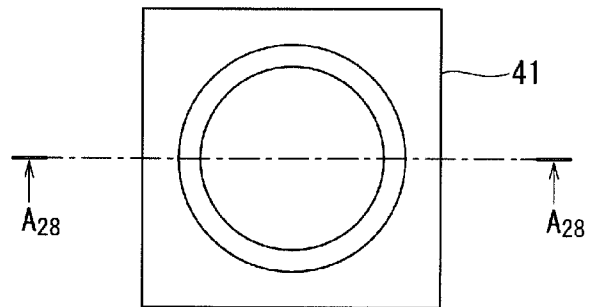
[図38B]



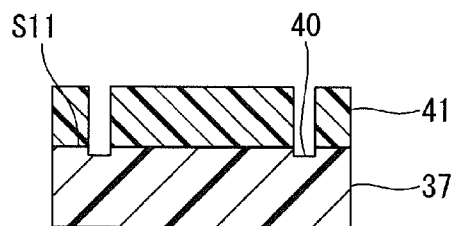
[図39A]



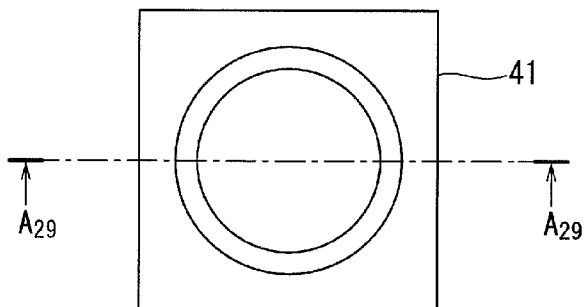
[図39B]



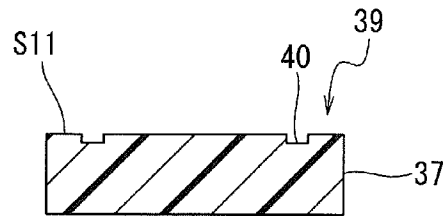
[図40A]



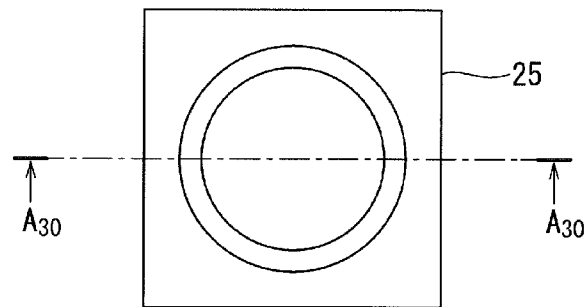
[図40B]



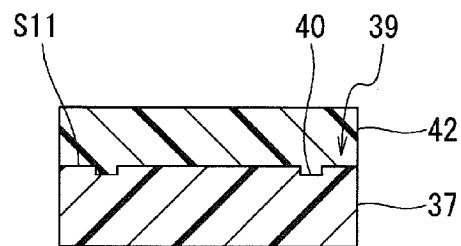
[図41A]



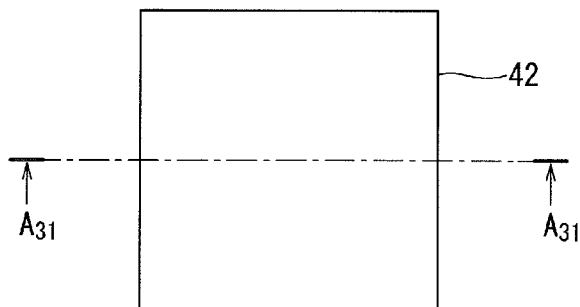
[図41B]



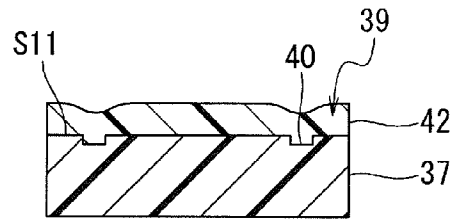
[図42A]



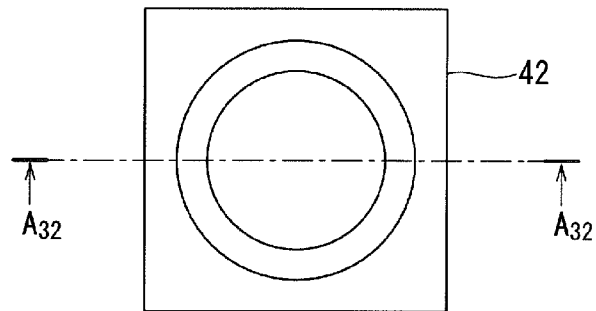
[図42B]



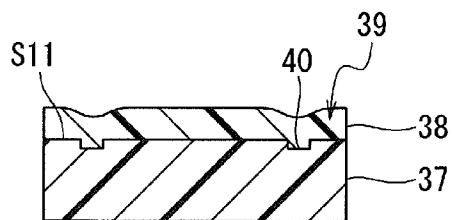
[図43A]



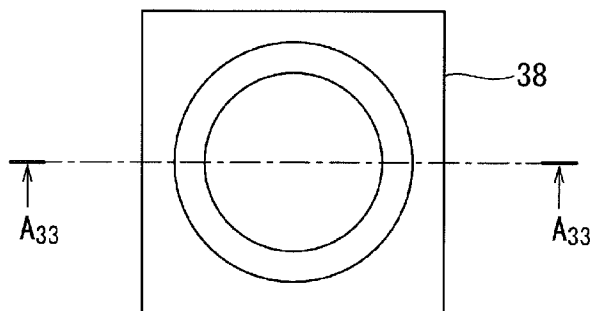
[図43B]



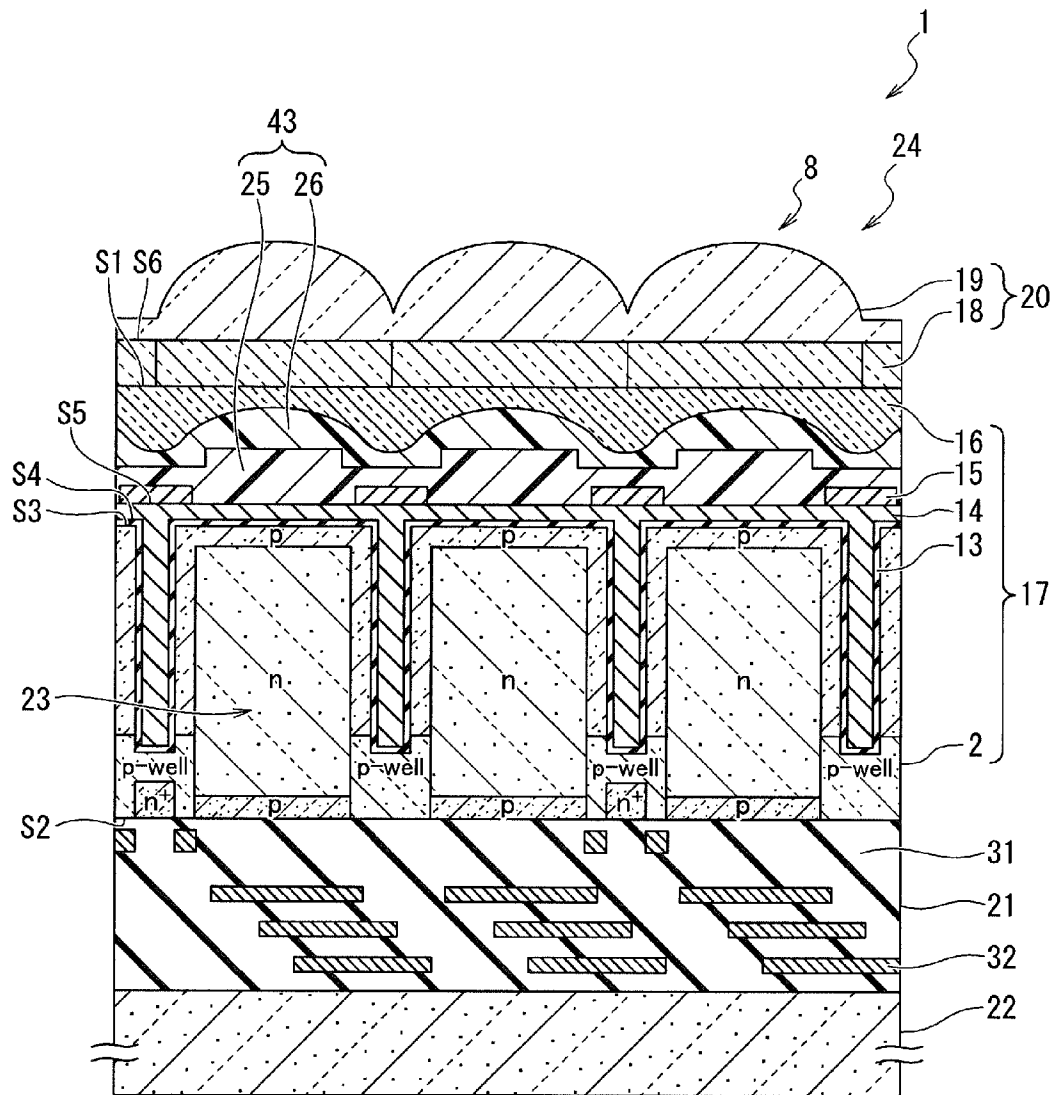
[図44A]



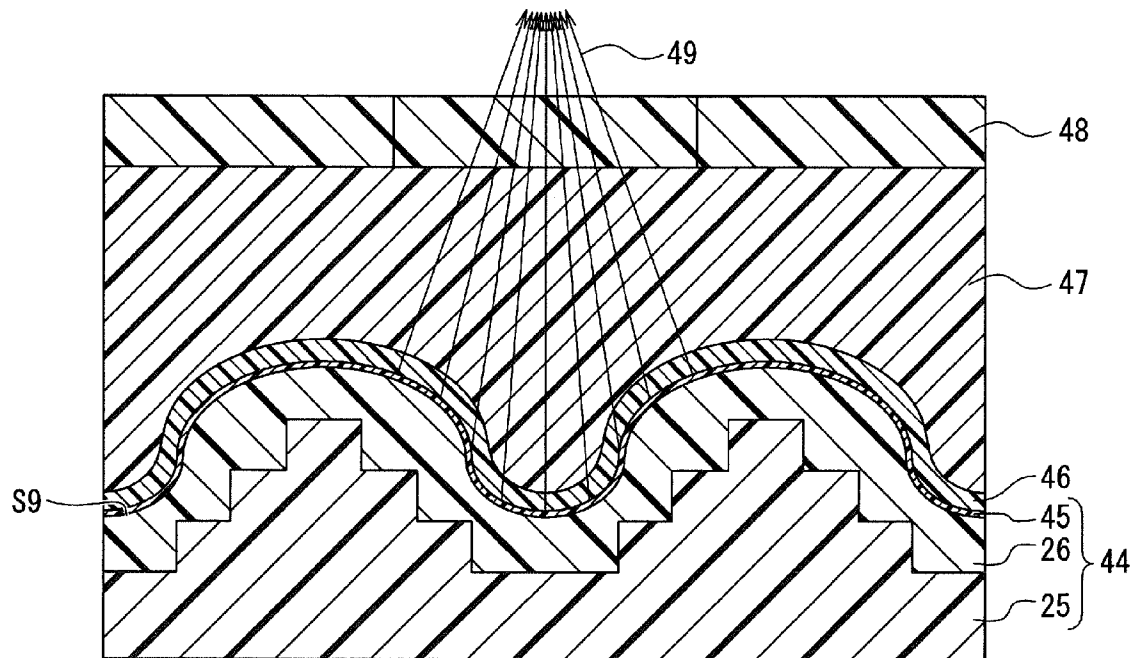
[図44B]



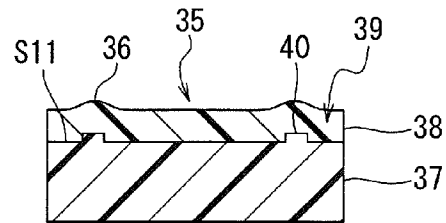
[図45]



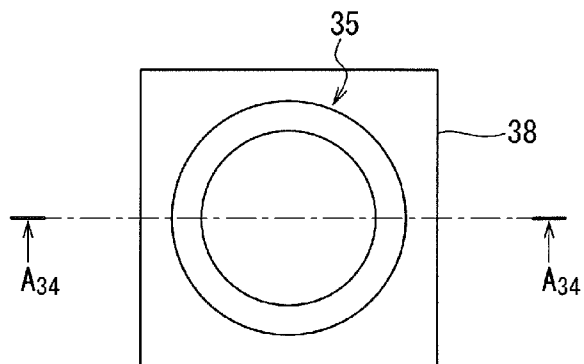
[図46]



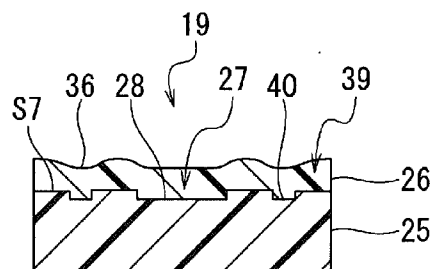
[図47A]



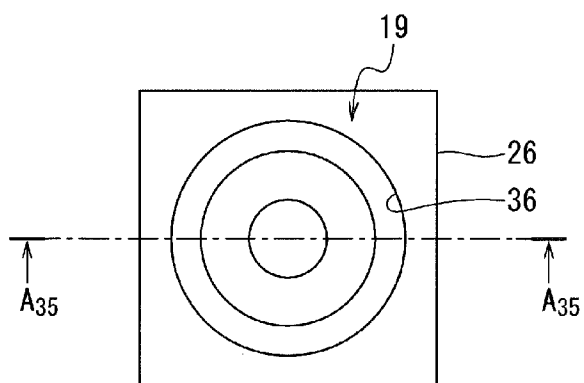
[図47B]



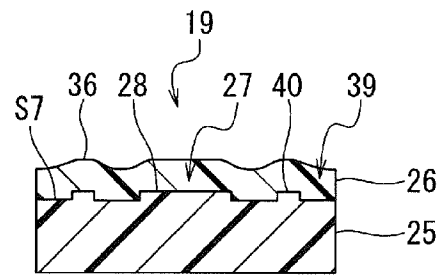
[図48A]



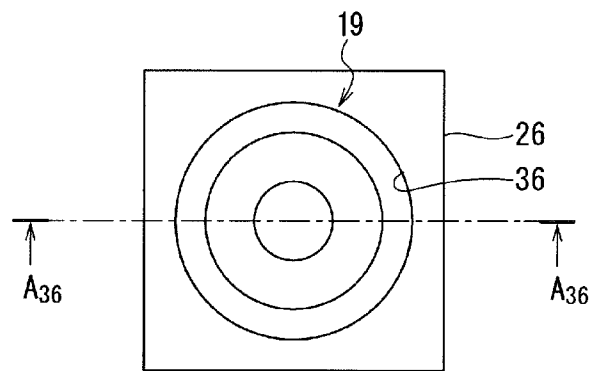
[図48B]



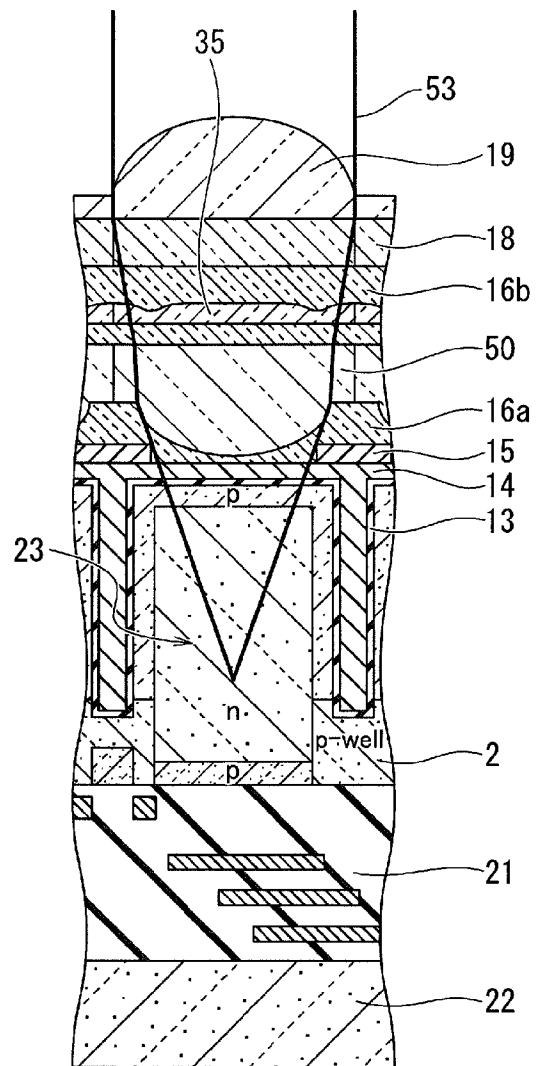
[図49A]



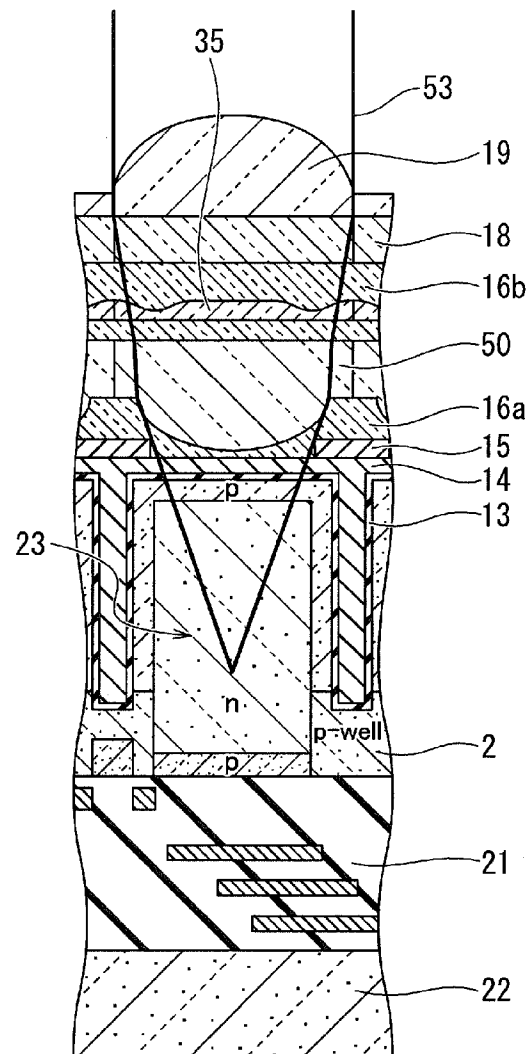
[図49B]



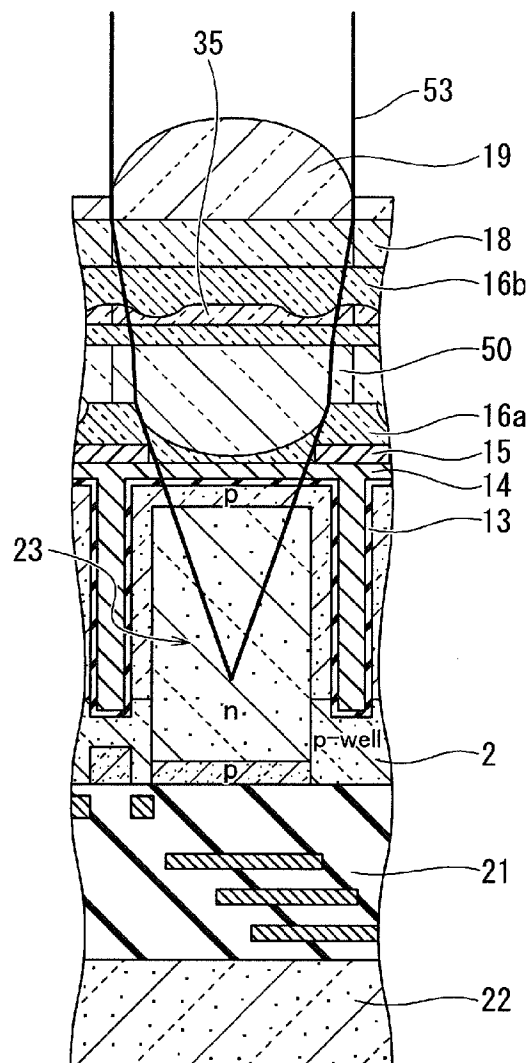
[図50A]



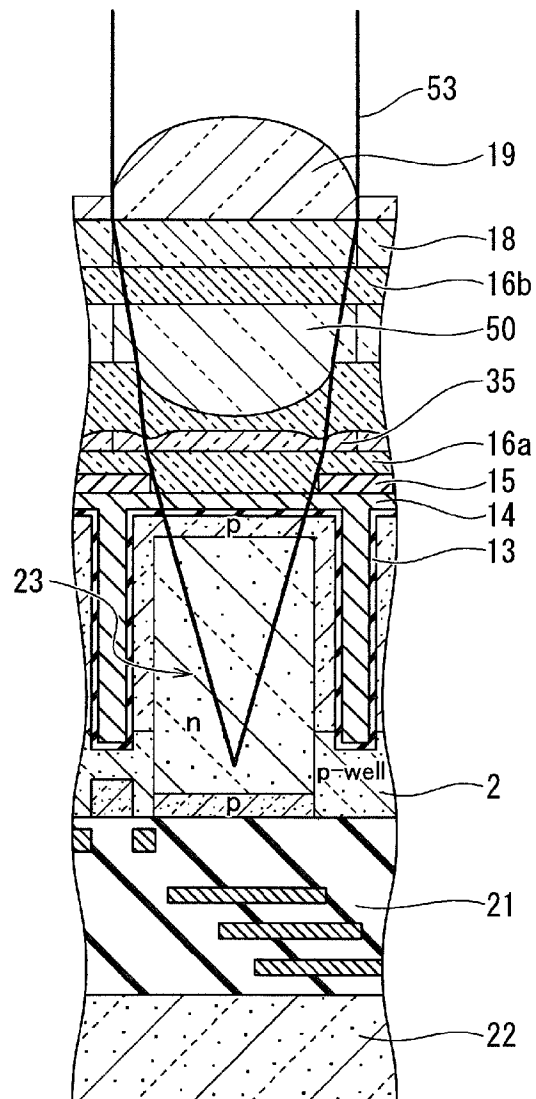
[図50B]



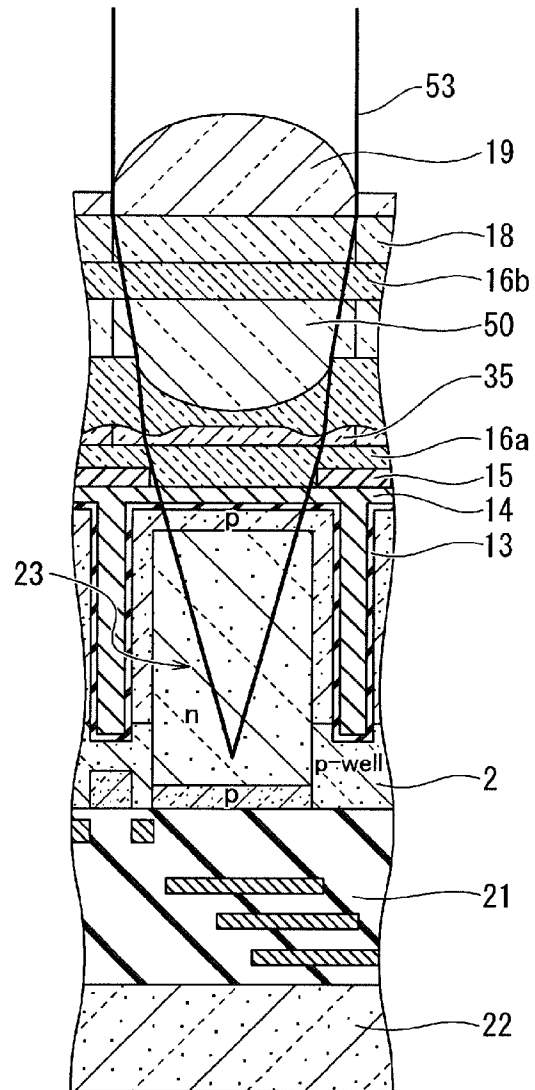
[図50C]



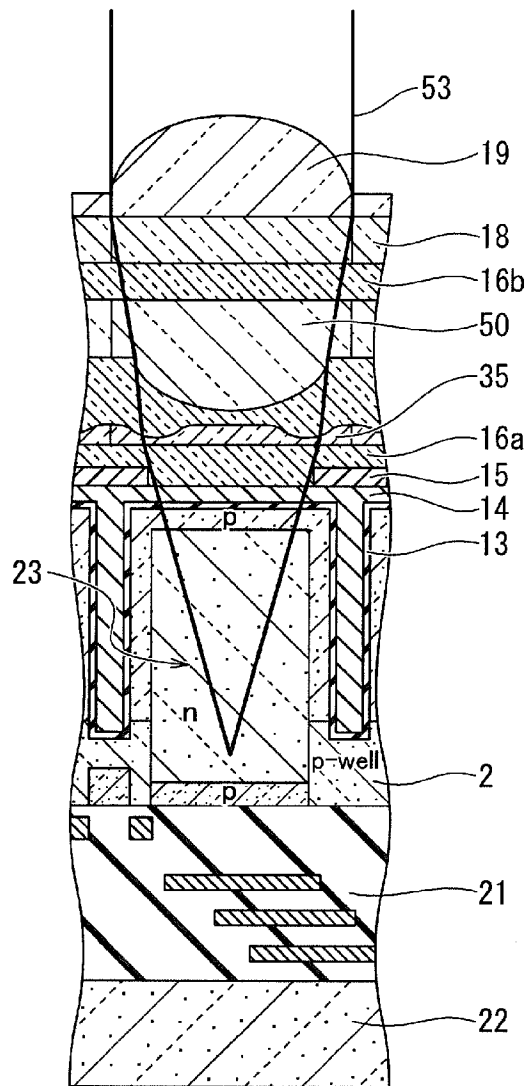
[図51A]



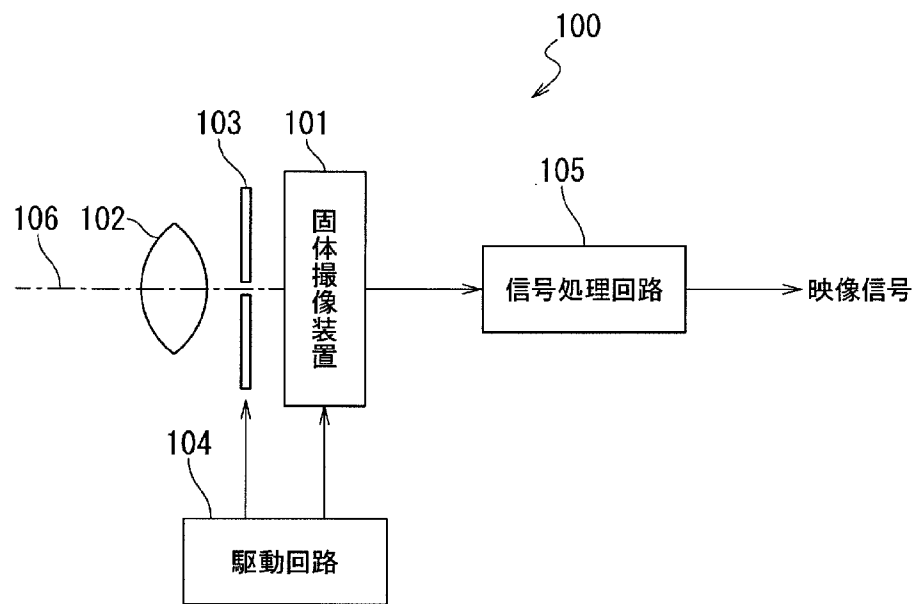
[図51B]



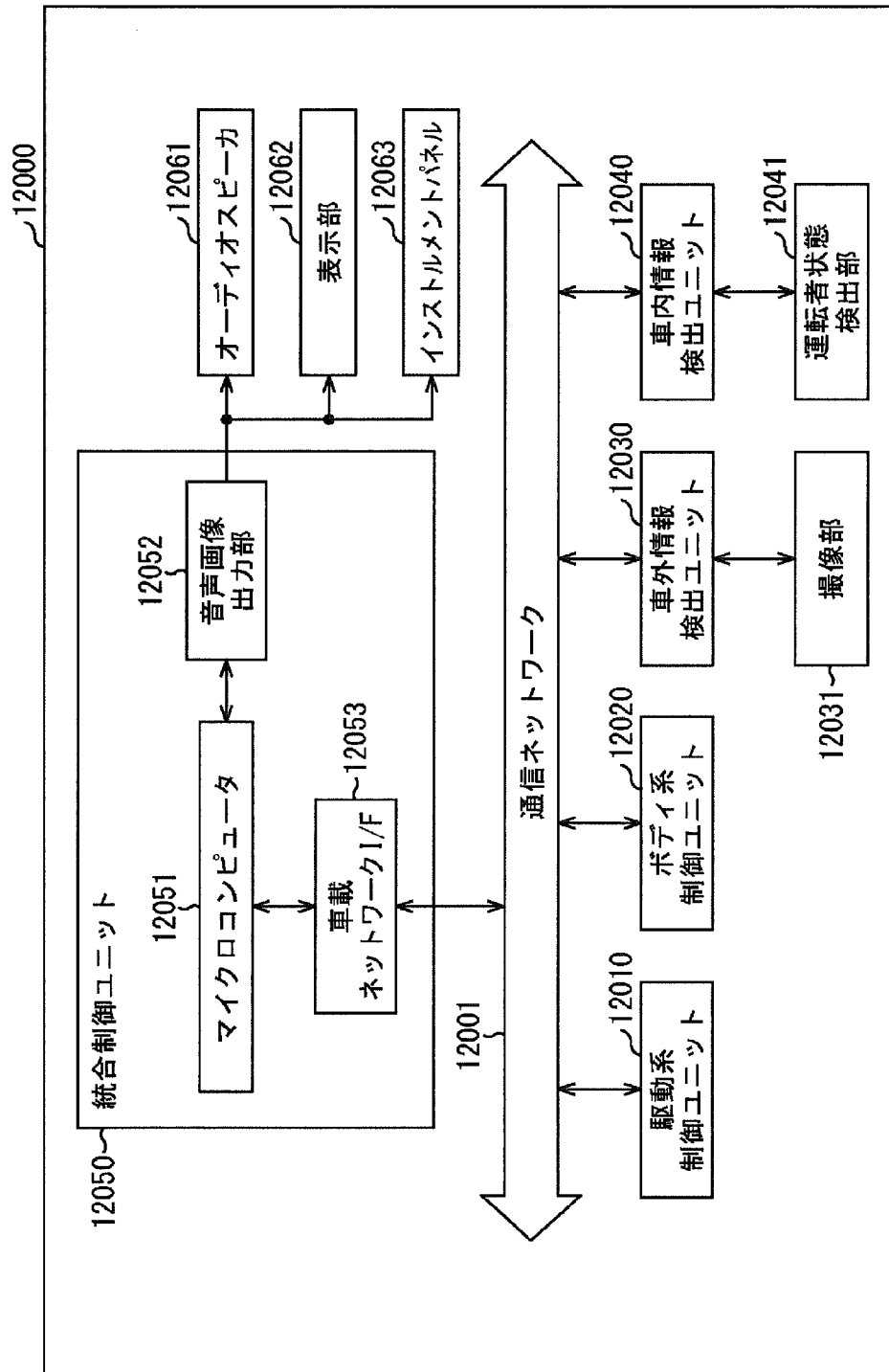
[図51C]



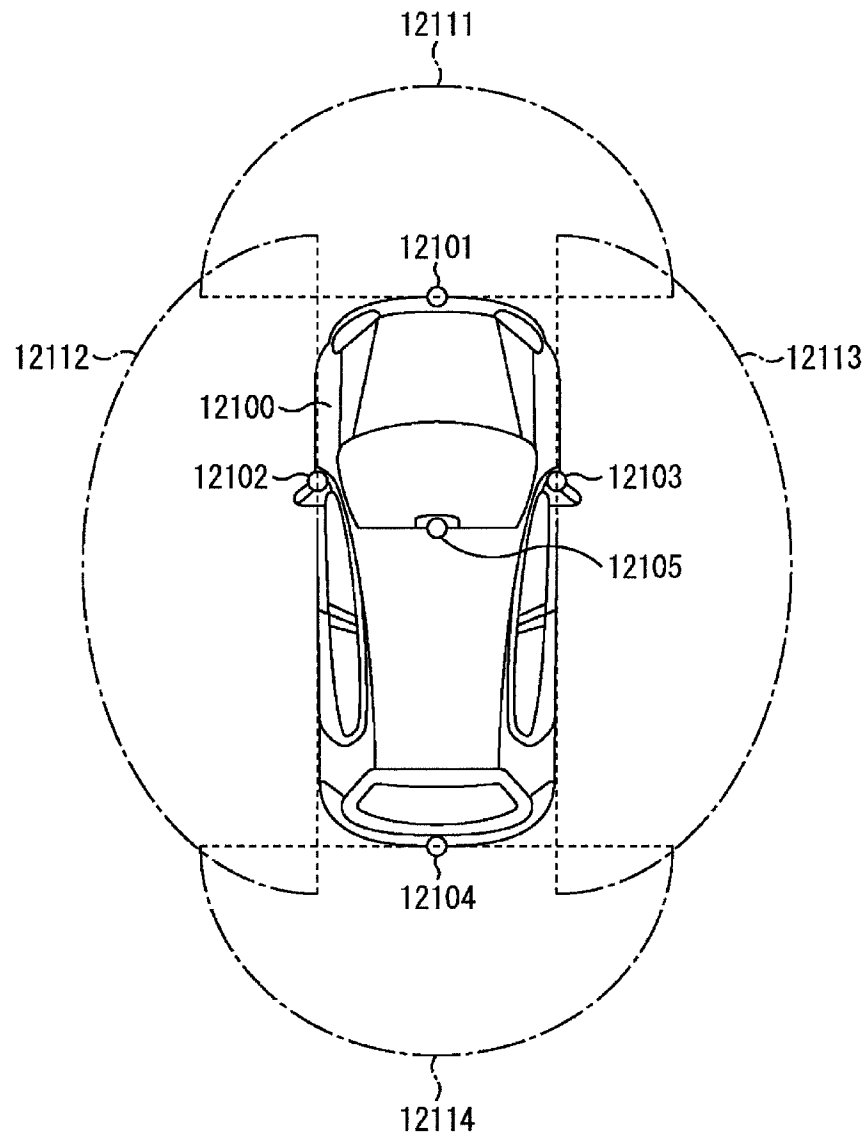
[図52]



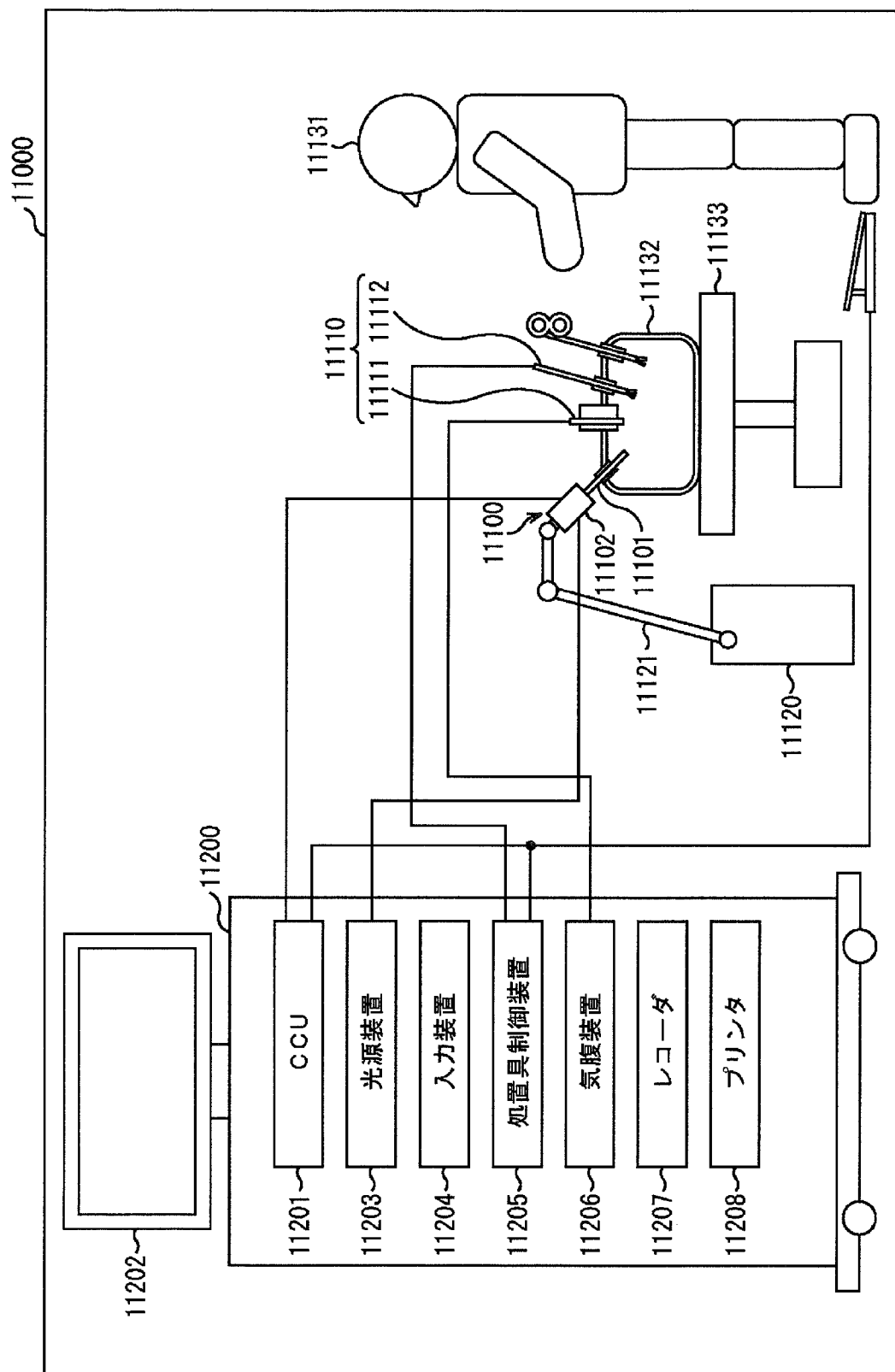
[図53]



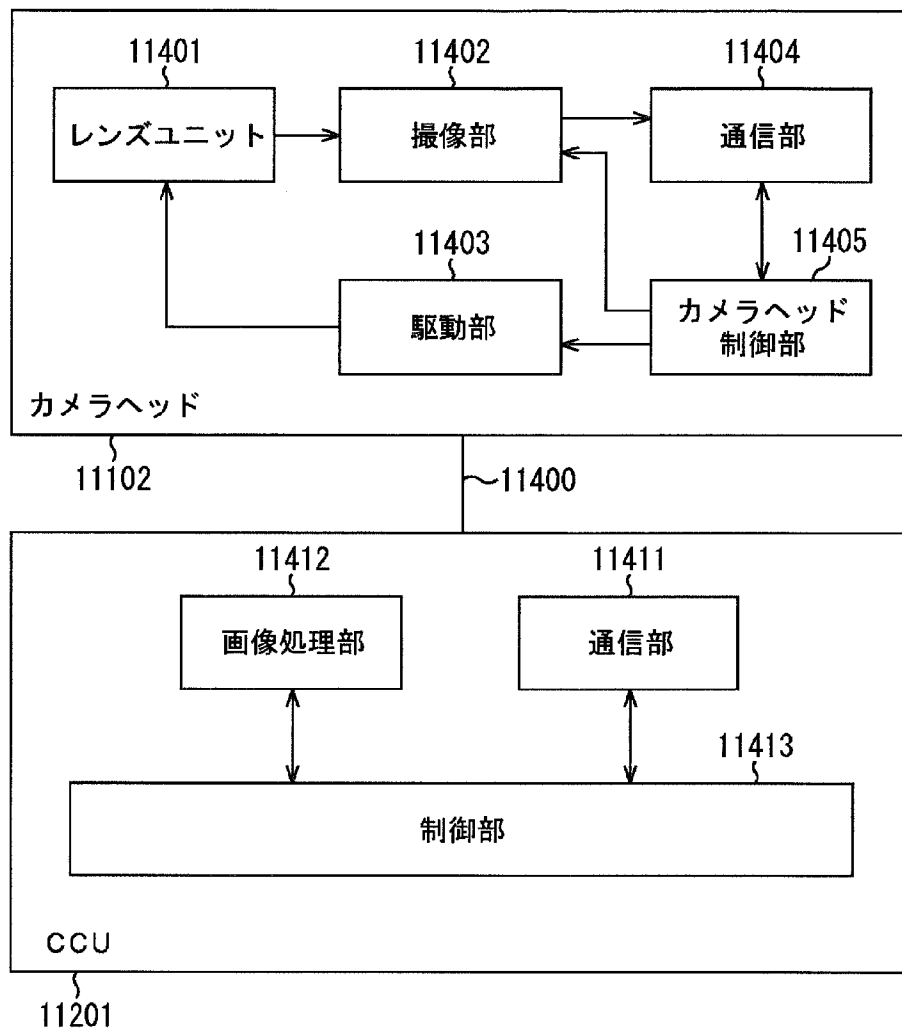
[図54]



[図55]



[図56]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i,
G02B5/20(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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)

Int.Cl. G02B3/00-3/14, A61B1/00, A61B1/04, G02B5/20, H01L27/146,
H04N5/369

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y A	JP 2006-145627 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 08 June 2006, paragraphs [0008]-[0022], fig. 1-4 & US 2006/0103941 A1, paragraphs [0021]-[0035], fig. 1A-4C	1-14, 19 20 15-18, 21
X Y	JP 3-190168 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CORPORATION) 20 August 1991, page 2, upper right column, line 9 to lower left column, line 10, fig. 1 (Family: none)	1, 20 20



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
28 November 2019 (28.11.2019)

Date of mailing of the international search report
10 December 2019 (10.12.2019)

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

International application No.

PCT/JP2019/035448

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 2003-229553 A (SHARP CORP.) 15 August 2003, entire text, fig. 1-5 & US 2003/0168679 A1, entire text, fig. 1-5(b) & GB 2387967 A & CN 1437267 A & KR 10-0540421 B1	1-21
A	JP 2007-48967 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 22 February 2007, entire text, fig. 1-7 (Family: none)	1-21
A	WO 2014/141991 A1 (SONY CORP.) 18 September 2014, entire text, fig. 1-22 & US 2016/0013233 A1, entire text, fig. 1-22 & KR 10-2015-0130974 A & CN 105308746 A & TW 201436186 A	1-21
A	JP 3-218067 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 25 September 1991, entire text, fig. 1-4 (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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（IPC））

Int.Cl. G02B3/00-3/14, A61B1/00, A61B1/04, G02B5/20, H01L27/146, H04N5/369

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2006-145627 A（三洋電機株式会社）	1-14, 19
Y	2006.06.08, 段落[0008]-[0022], 図 1-4	20
A	& US 2006/0103941 A1, 段落[0021]-[0035], 図 1A-4C	15-18, 21
X	JP 3-190168 A（松下電子工業株式会社）	1, 20
Y	1991.08.20, 第2頁右上欄第9行-左下欄第10行, 第1図 （ファミリーなし）	20

☑ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

28.11.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

植野 孝郎

20

9209

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2003-229553 A (シャープ株式会社) 2003.08.15, 全文, 図 1-5 & US 2003/0168679 A1, 全文, 図 1-5(b) & GB 2387967 A & CN 1437267 A & KR 10-0540421 B1	1-21
A	JP 2007-48967 A (三洋電機株式会社) 2007.02.22, 全文, 図 1-7 (ファミリーなし)	1-21
A	WO 2014/141991 A1 (ソニー株式会社) 2014.09.18, 全文, 図 1-22 & US 2016/0013233 A1, 全文, 図 1-22 & KR 10-2015-0130974 A & CN 105308746 A & TW 201436186 A	1-21
A	JP 3-218067 A (大日本印刷株式会社) 1991.09.25, 全文, 第 1 図-第 4 図 (ファミリーなし)	1-21