

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6878018号  
(P6878018)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年5月6日(2021.5.6)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>G02B 7/04 (2021.01)</b>	G02B 7/04	E
<b>G02B 7/02 (2021.01)</b>	G02B 7/02	Z
<b>G03B 5/00 (2021.01)</b>	G02B 7/02	B
<b>G03B 15/00 (2021.01)</b>	G03B 5/00	J
<b>G02B 1/04 (2006.01)</b>	G03B 15/00	V

請求項の数 8 (全 145 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-11993 (P2017-11993)	(73) 特許権者	316005926
(22) 出願日	平成29年1月26日 (2017.1.26)		ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社
(65) 公開番号	特開2018-120115 (P2018-120115A)		神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
(43) 公開日	平成30年8月2日 (2018.8.2)	(74) 代理人	100121131
審査請求日	令和1年12月19日 (2019.12.19)		弁理士 西川 孝
		(74) 代理人	100082131
			弁理士 稲本 義雄
		(72) 発明者	福山 宗克
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 AFモジュール、カメラモジュール、および、電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

AF用コイルとAF用マグネットで構成され、前記積層レンズ構造体を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離を調整する第1駆動部とを備え、

前記積層レンズ構造体の最上層の前記レンズ付き基板の平面形状が、その他の前記レンズ付き基板の平面形状よりも大きく形成されており、

前記AF用コイルまたは前記AF用マグネットの一方が、前記積層レンズ構造体と一体とされ、最上層の前記レンズ付き基板に突き当てて位置合わせするように構成される

AFモジュール。

【請求項2】

前記AF用コイルが、前記積層レンズ構造体の外周に巻き付けられて一体とされており、前記最上層の前記レンズ付き基板以外の前記レンズ付き基板の平面形状は略八角形とされている

請求項1に記載のAFモジュール。

【請求項3】

前記AF用コイルが、前記積層レンズ構造体と一体とされ、

前記AF用マグネットは、略四角形の前記レンズ付き基板の四隅と対向する位置に配置さ

10

20

れている

請求項 1 に記載の AF モジュール。

【請求項 4】

前記 AF 用 コイルが、前記 積層 レンズ 構造体 と 一体 と され、  
前記 AF 用 マグネットは、略四角形の前記 レンズ 付き 基板の平面部分と対向する位置に配置されている

請求項 1 に記載の AF モジュール。

【請求項 5】

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

AF 用 コイル と AF 用 マグネット で 構成 され、前記 積層 レンズ 構造体 を 光 軸 方向 に 移動 さ せて、前記 積層 レンズ 構造体 と 受 光 素 子 と の 間 の 距 離 を 調 整 す る 第 1 駆 動 部 と  
を 備 え、

前記 AF 用 マグネットの一部が、前記 積層 レンズ 構造体 を 構成 する 複 数 枚 の レンズ 付き 基板に埋め込まれて構成される

AF モジュール。

【請求項 6】

前記 積層 レンズ 構造体 を 光 軸 方向 と 直 交 す る 方向 に 移動 さ せる 第 2 駆 動 部 を さ ら に 備 え る

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の AF モジュール。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の AF モジュールと、  
前記 AF モジュールにより集光された入射光を受光する受光素子と  
を備えるカメラモジュール。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のカメラモジュール  
を備える電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、AF モジュール、カメラモジュール、および、電子機器に関し、特に、様々な用途に利用可能なカメラモジュールを提供することができるようにした AF モジュール、カメラモジュール、および、電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

ウエハ基板の平面方向にレンズを複数配列させるウエハレベルレンズプロセスは、レンズを形成する際の形状精度や位置精度の要求が厳しい。特に、ウエハ基板どうしを積層して積層レンズ構造体を製造するプロセスは非常に難易度が高く、量産レベルでは 3 層以上の積層は実現されていない。

【0003】

ウエハレベルレンズプロセスについては、これまでも様々な技術が考案され、提案されている。例えば、特許文献 1 では、基板に形成した貫通孔内にレンズ材料を充填してレンズを形成する際、そのレンズ材料をそのまま接着剤とすることで、ウエハ基板を積層する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 279790 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0005】

近年、ウエハレベルレンズプロセスを用いて作製された積層レンズを光学ユニットとしてカメラモジュールに採用し、様々な用途に利用することが検討されている。

## 【0006】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、様々な用途に利用可能なカメラモジュールを提供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】

## 【0007】

本技術の第1の側面のAFモジュールは、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、AF用コイルとAF用マグネットで構成され、前記積層レンズ構造体を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離を調整する第1駆動部とを備え、前記積層レンズ構造体の最上層の前記レンズ付き基板の平面形状が、その他の前記レンズ付き基板の平面形状よりも大きく形成されており、前記AF用コイルまたは前記AF用マグネットの一方が、前記積層レンズ構造体と一体とされ、最上層の前記レンズ付き基板に突き当てて位置合わせするように構成される。

10

本技術の第2の側面のAFモジュールは、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、AF用コイルとAF用マグネットで構成され、前記積層レンズ構造体を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離を調整する第1駆動部とを備え、前記AF用マグネットの一部が、前記積層レンズ構造体を構成する複数枚のレンズ付き基板に埋め込まれて構成される。

20

## 【0008】

本技術の第3の側面のカメラモジュールは、上記第1の側面または第2の側面のAFモジュールと、前記AFモジュールにより集光された入射光を受光する受光素子とを備える。

## 【0009】

本技術の第4の側面の電子機器は、上記第3の側面のカメラモジュールを備える。

## 【0010】

本技術の第1乃至第4の側面においては、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体が光軸方向に移動されて、前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離が調整される。第1の側面においては、前記積層レンズ構造体の最上層の前記レンズ付き基板の平面形状が、その他の前記レンズ付き基板の平面形状よりも大きく形成されており、前記AF用コイルまたは前記AF用マグネットの一方が、前記積層レンズ構造体と一体とされ、最上層の前記レンズ付き基板に突き当てて位置合わせするように構成される。第2の側面においては、前記AF用マグネットの一部が、前記積層レンズ構造体を構成する複数枚のレンズ付き基板に埋め込まれて構成される。

30

## 【0011】

AFモジュール、カメラモジュール、及び、電子機器は、独立した装置であっても良いし、他の装置に組み込まれる形態であっても良い。

40

## 【発明の効果】

## 【0012】

本技術の第1乃至第4の側面によれば、様々な用途に利用可能なカメラモジュールを提供することができる。

## 【0013】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第1の実施の形

50

態を示す図である。

【図2】特許文献1に開示された積層レンズ構造体の断面構造図である。

【図3】図1のカメラモジュールの積層レンズ構造体の断面構造図である。

【図4】レンズ付き基板の直接接合を説明する図である。

【図5】図1のカメラモジュールを形成する工程を示す図である。

【図6】図1のカメラモジュールを形成する工程を示す図である。

【図7】図1のカメラモジュールを形成する別の工程を示す図である。

【図8】レンズ付き基板の構成を説明する図である。

【図9】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第2の実施の形態を示す図である。

10

【図10】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第3の実施の形態を示す図である。

【図11】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第4の実施の形態を示す図である。

【図12】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第5の実施の形態を示す図である。

【図13】第4の実施の形態に係るカメラモジュールの詳細構成を説明する図である。

【図14】担体基板とレンズ樹脂部の平面図と断面図である。

【図15】積層レンズ構造体と絞り板を示す断面図である。

【図16】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第6の実施の形態を示す図である。

20

【図17】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第7の実施の形態を示す図である。

【図18】レンズ付き基板の詳細構成を示す断面図である。

【図19】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図20】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図21】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図22】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図23】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図24】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

30

【図25】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図26】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図27】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図28】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図29】レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

【図30】基板状態のレンズ付き基板どうしの接合を説明する図である。

【図31】基板状態のレンズ付き基板どうしの接合を説明する図である。

【図32】5枚のレンズ付き基板を基板状態で積層する第1の積層方法を説明する図である。

【図33】5枚のレンズ付き基板を基板状態で積層する第2の積層方法を説明する図である。

40

【図34】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第8の実施の形態を示す図である。

【図35】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第9の実施の形態を示す図である。

【図36】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第10の実施の形態を示す図である。

【図37】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第11の実施の形態を示す図である。

【図38】比較構造例1としてのウエハレベル積層構造の断面図である。

50

- 【図 3 9】比較構造例 2 としてのレンズアレイ基板の断面図である。
- 【図 4 0】図 3 9 のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。
- 【図 4 1】比較構造例 3 としてのレンズアレイ基板の断面図である。
- 【図 4 2】図 4 1 のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。
- 【図 4 3】比較構造例 4 としてのレンズアレイ基板の断面図である。
- 【図 4 4】図 4 3 のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。
- 【図 4 5】比較構造例 5 としてのレンズアレイ基板の断面図である。
- 【図 4 6】レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。
- 【図 4 7】レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。
- 【図 4 8】比較構造例 6 としてのレンズアレイ基板を模式的に表した図である。 10
- 【図 4 9】比較構造例 7 としての積層レンズ構造体の断面図である。
- 【図 5 0】図 4 9 の積層レンズ構造体がもたらす作用を説明する図である。
- 【図 5 1】比較構造例 8 としての積層レンズ構造体の断面図である。
- 【図 5 2】図 5 1 の積層レンズ構造体がもたらす作用を説明する図である。
- 【図 5 3】本構造を採用した積層レンズ構造体の断面図である。
- 【図 5 4】図 5 3 の積層レンズ構造体を模式的に表した図である。
- 【図 5 5】カバーガラスに絞りを追加した第 1 の構成例を示す図である。
- 【図 5 6】図 5 5 のカバーガラスの製造方法を説明する図である。
- 【図 5 7】カバーガラスに絞りを追加した第 2 の構成例を示す図である。
- 【図 5 8】カバーガラスに絞りを追加した第 3 の構成例を示す図である。 20
- 【図 5 9】貫通孔の開口自体を絞り機構とする構成例を示す図である。
- 【図 6 0】金属接合を用いたウエハレベルでの貼り合わせを説明する図である。
- 【図 6 1】高濃度ドーブ基板を用いたレンズ付き基板の例を示す図である。
- 【図 6 2】図 6 1 の A のレンズ付き基板の製造方法を説明する図である。
- 【図 6 3】図 6 1 の B のレンズ付き基板の製造方法を説明する図である。
- 【図 6 4】カメラモジュールに備わる絞り板の平面形状の例を表す図である。
- 【図 6 5】カメラモジュールの受光領域の構成を説明する図である。
- 【図 6 6】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 1 の例を示す図である。
- 【図 6 7】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 2 の例を示す図である。
- 【図 6 8】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 3 の例を示す図である。 30
- 【図 6 9】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 4 の例を示す図である。
- 【図 7 0】図 6 6 に示した画素配列の変形例を示す図である。
- 【図 7 1】図 6 8 の画素配列の変形例を示す図である。
- 【図 7 2】図 6 9 の画素配列の変形例を示す図である。
- 【図 7 3】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 5 の例を示す図である。
- 【図 7 4】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 6 の例を示す図である。
- 【図 7 5】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 7 の例を示す図である。
- 【図 7 6】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 8 の例を示す図である。
- 【図 7 7】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 9 の例を示す図である。
- 【図 7 8】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 10 の例を示す図である。 40
- 【図 7 9】カメラモジュールの受光領域の画素配列の第 11 の例を示す図である。
- 【図 8 0】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 12 の実施の形態を示す図である。
- 【図 8 1】第 12 の実施の形態における受光素子の構造を説明する図である。
- 【図 8 2】第 12 の実施の形態における受光素子の構造を説明する図である。
- 【図 8 3】第 12 の実施の形態における受光素子の構造を説明する図である。
- 【図 8 4】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 13 の実施の形態を示す図である。
- 【図 8 5】第 13 の実施の形態における受光素子の基板構成例を示す図である。
- 【図 8 6】第 13 の実施の形態における受光素子の処理例を説明する図である。 50

【図 8 7】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 4 の実施の形態を示す図である。

【図 8 8】第 1 4 の実施の形態における受光素子の駆動方法を説明する図である。

【図 8 9】第 1 4 の実施の形態における受光素子の構成例を示す図である。

【図 9 0】第 1 の形状可変レンズを有するカメラモジュールの概略断面図である。

【図 9 1】第 2 の形状可変レンズを有するカメラモジュールの概略断面図である。

【図 9 2】第 3 の形状可変レンズを有するカメラモジュールの概略断面図である。

【図 9 3】第 4 の形状可変レンズを有するカメラモジュールの概略断面図である。

【図 9 4】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 5 の実施の形態を示す図である。

10

【図 9 5】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 6 の実施の形態を示す図である。

【図 9 6】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 7 の実施の形態を示す図である。

【図 9 7】第 1 7 の実施の形態に係るカメラモジュールのサスペンションの平面形状について説明する図である。

【図 9 8】サスペンションの位置決め方法を説明する図である。

【図 9 9】カメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例を示す図である。

【図 1 0 0】カメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例を示す図である。

【図 1 0 1】第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例及び第 2 変形例のレンズ付き基板の加工方法を説明する図である。

20

【図 1 0 2】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 8 の実施の形態を示す図である。

【図 1 0 3】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 9 の実施の形態を示す図である。

【図 1 0 4】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 0 の実施の形態を示す図である。

【図 1 0 5】第 2 0 の実施の形態のレンズ付き基板の加工方法を説明する図である。

【図 1 0 6】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 1 の実施の形態を示す図である。

30

【図 1 0 7】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 2 の実施の形態を示す図である。

【図 1 0 8】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 3 の実施の形態を示す図である。

【図 1 0 9】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 4 の実施の形態を示す図である。

【図 1 1 0】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 5 の実施の形態を示す図である。

【図 1 1 1】本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 6 の実施の形態を示す図である。

40

【図 1 1 2】第 2 6 の実施の形態に係るカメラモジュールを複眼カメラモジュールとした場合の例を示す図である。

【図 1 1 3】第 4 の実施の形態に係るカメラモジュールの変形例を示す図である。

【図 1 1 4】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 1 5】レンズ付き基板の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 1 6】レンズ付き基板の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 1 7】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 1 8】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 1 9】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 2 0】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

50

【図 1 2 1】積層レンズ構造体の主な構成例を示す断面図である。

【図 1 2 2】本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【図 1 2 3】体内情報取得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 1 2 4】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 1 2 5】カメラヘッド及び C C U の機能構成の一例を示すブロック図である。

【図 1 2 6】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 1 2 7】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】

【 0 0 1 5 】

10

以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

- 1 . カメラモジュールの第 1 の実施の形態
- 2 . カメラモジュールの第 2 の実施の形態
- 3 . カメラモジュールの第 3 の実施の形態
- 4 . カメラモジュールの第 4 の実施の形態
- 5 . カメラモジュールの第 5 の実施の形態
- 6 . 第 4 の実施の形態のカメラモジュールの詳細構成
- 7 . カメラモジュールの第 6 の実施の形態
- 8 . カメラモジュールの第 7 の実施の形態
- 9 . レンズ付き基板の詳細構成
- 1 0 . レンズ付き基板の製造方法
- 1 1 . レンズ付き基板どうしの直接接合
- 1 2 . カメラモジュールの第 8 及び第 9 の実施の形態
- 1 3 . カメラモジュールの第 1 0 の実施の形態
- 1 4 . カメラモジュールの第 1 1 の実施の形態
- 1 5 . 他の構造と比較した本構造の効果
- 1 6 . 各種の変形例
- 1 7 . 受光素子の画素配列と絞り板の構造と用途説明
- 1 8 . カメラモジュールの第 1 2 の実施の形態
- 1 9 . カメラモジュールの第 1 3 の実施の形態
- 2 0 . カメラモジュールの第 1 4 の実施の形態
- 2 1 . 形状可変レンズを有する積層レンズ構造体の例
- 2 2 . カメラモジュールの第 1 5 の実施の形態
- 2 3 . カメラモジュールの第 1 6 の実施の形態
- 2 4 . カメラモジュールの第 1 7 の実施の形態
- 2 5 . カメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の変形例
- 2 6 . カメラモジュールの第 1 8 の実施の形態
- 2 7 . カメラモジュールの第 1 9 の実施の形態
- 2 8 . カメラモジュールの第 2 0 の実施の形態
- 2 9 . カメラモジュールの第 2 1 の実施の形態
- 3 0 . カメラモジュールの第 2 2 の実施の形態
- 3 1 . カメラモジュールの第 2 3 の実施の形態
- 3 2 . カメラモジュールの第 2 4 の実施の形態
- 3 3 . カメラモジュールの第 2 5 の実施の形態
- 3 4 . カメラモジュールの第 2 6 の実施の形態
- 3 5 . 積層レンズ構造体の概要
- 3 6 . 側壁の形状例
- 3 7 . 電子機器への適用例
- 3 8 . 体内情報取得システムへの応用例

50

39．内視鏡手術システムへの応用例

40．移動体への応用例

【0016】

<1．カメラモジュールの第1の実施の形態>

図1は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第1の実施の形態を示す図である。

【0017】

図1のAは、カメラモジュール1の第1の実施の形態としてのカメラモジュール1Aの構成を示す模式図である。図1のBは、カメラモジュール1Aの概略断面図である。

【0018】

カメラモジュール1Aは、積層レンズ構造体11と受光素子12とを備える。積層レンズ構造体11は、縦横それぞれ5個ずつ、合計25個の光学ユニット13を備える。受光素子12は、光学ユニット13に対応して複数の受光領域(画素アレイ)を有する固体撮像装置である。光学ユニット13は、1本の光軸方向に複数枚のレンズ21を含んで構成され、入射光を、対応する受光素子12に集光させる。カメラモジュール1Aは、光学ユニット13を複数個備えた複眼カメラモジュールである。

【0019】

カメラモジュール1Aが備える複数個の光学ユニット13の光軸は、図1のBに示されるように、モジュールの外側に向かって広がるように配置され、これにより広角の画像の撮影が可能とされている。

【0020】

なお、図1のBでは、簡単のため、積層レンズ構造体11はレンズ21を3層だけ積層した構造になっているが、より多くのレンズ21を積層して良いことは言うまでもない。

【0021】

図1のカメラモジュール1Aは、複数個の光学ユニット13を介して撮影した複数枚の画像をつなぎ合わせて、1枚の広角画像を作り出すことができる。複数枚の画像をつなぎ合わせるため、各画像を撮影する各光学ユニット13の形成および配置には、高い精度が要求される。また、特に広角側の光学ユニット13は、レンズ21への光の入射角度が小さいため、光学ユニット13の内での各レンズ21の位置関係と配置にも、高い精度が要求される。

【0022】

図2は、特許文献1が開示する、樹脂による固着技術を用いた積層レンズ構造体の断面構造図である。

【0023】

図2に示される積層レンズ構造体500においては、レンズ511を備えた基板512どうしを固着する手段として、樹脂513が用いられている。樹脂513は、UV硬化性などのエネルギー硬化性樹脂である。

【0024】

基板512どうしを貼り合わせる前に、基板512表面全面に樹脂513の層が形成される。その後、基板512どうしが貼り合わされ、さらに、樹脂513が硬化される。これにより、貼り合わせた基板512どうしが固着される。

【0025】

しかし、樹脂513を硬化させた際に、樹脂513は硬化収縮する。図2に示される構造の場合、基板512全体に樹脂513の層を形成した後、樹脂513を硬化させるため、樹脂513の変位量が大きくなってしまう。

【0026】

また、基板512どうしを貼り合わせて形成した積層レンズ構造体500を個片化し、撮像素子を組み合わせるカメラモジュールを形成した後も、カメラモジュールに備わる積層レンズ構造体500は、図2に示されるように、レンズ511を備えた基板512間全体に、樹脂513が存在している。このため、カメラモジュールをカメラの筐体内に搭載

10

20

30

40

50

し、実使用した際に、機器の発熱による温度上昇により、積層レンズ構造体 5 0 0 の基板間の樹脂が熱膨張する懸念がある。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、図 1 のカメラモジュール 1 A の積層レンズ構造体 1 1 のみを示した断面構造図である。

【 0 0 2 8 】

カメラモジュール 1 A の積層レンズ構造体 1 1 も、レンズ 2 1 を備えたレンズ付き基板 4 1 を複数枚積層して形成されている。

【 0 0 2 9 】

カメラモジュール 1 A の積層レンズ構造体 1 1 では、レンズ 2 1 を備えたレンズ付き基板 4 1 どうしを固定する手段として、図 2 の積層レンズ構造体 5 0 0 やその他の先行技術文献に示されるものとは全く異なる固定手段が用いられている。

【 0 0 3 0 】

すなわち、積層される 2 枚のレンズ付き基板 4 1 は、一方の基板表面に形成した酸化物や窒化物による表面層と、他方の基板表面に形成した酸化物や窒化物による表面層と、間の共有結合によって、直接接合される。具体例として、図 4 に示されるように、積層する 2 枚のレンズ付き基板 4 1 それぞれの表面に、表面層としてシリコン酸化膜もしくはシリコン窒化膜が形成され、これに水酸基を結合させた後、2 枚のレンズ付き基板 4 1 どうしが貼り合わされ、昇温されて脱水縮合される。その結果、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面層の間で、シリコン - 酸素共有結合が形成される。これにより 2 枚のレンズ付き基板 4 1 が直接接合される。なお、縮合の結果、2 枚の表面層に含まれる元素同士が直接共有結合を形成することも起こり得る。

【 0 0 3 1 】

本明細書では、このように、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の間に配置した無機物の層を介して 2 枚のレンズ付き基板 4 1 を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面にそれぞれ配置した無機物の層どうしを化学結合させることで 2 枚のレンズ付き基板 4 1 を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面にそれぞれ配置した無機物の層の間に脱水縮合による結合を形成することで 2 枚のレンズ付き基板 4 1 を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面にそれぞれ配置した無機物の層の間に、酸素を介した共有結合あるいは互いの無機物の層に含まれる元素どうしの共有結合を形成することで 2 枚のレンズ付き基板 4 1 を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面にそれぞれ配置したシリコン酸化物層もしくはシリコン窒化物層の間に、シリコン 酸素共有結合あるいはシリコン シリコン共有結合を形成することで 2 枚のレンズ付き基板 4 1 を固定すること、を直接接合と呼ぶ。

【 0 0 3 2 】

この貼り合わせと昇温による脱水縮合を行うため、本実施の形態では、半導体装置やフラットディスプレイ装置の製造分野で使用される基板を用いて、基板状態でレンズが形成され、基板状態で貼り合わせおよび昇温による脱水縮合が行われ、基板状態で共有結合による接合が行われる。2 枚のレンズ付き基板 4 1 の表面に形成した無機物の層の間を、共有結合によって接合させた構造は、特許文献 1 が開示する図 2 で説明した技術を用いた場合に懸念される、基板全体に渡る樹脂 5 1 3 の硬化収縮による変形や、実使用時の樹脂 5 1 3 の熱膨張による変形を抑える、という作用または効果をもたらす。

【 0 0 3 3 】

図 5 及び図 6 は、積層レンズ構造体 1 1 と受光素子 1 2 を組み合わせた図 1 のカメラモジュール 1 A を形成する工程を示す図である。

【 0 0 3 4 】

まず、図 5 に示されるように、各レンズ 2 1 (不図示) が平面方向に複数形成されたレンズ付き基板 4 1 W が複数枚用意され、これらが積層される。これにより、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W が複数枚積層された、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W が得られる。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

次に、図6に示されるように、受光素子12が平面方向に複数形成された基板状態のセンサ基板43Wが、図5に示した基板状態の積層レンズ構造体11Wとは別に作製され、用意される。

【0036】

そして、基板状態のセンサ基板43Wと、基板状態の積層レンズ構造体11Wが、積層され、貼り合わせた基板のモジュール毎に外部端子を着けることで、基板状態のカメラモジュール44Wが得られる。

【0037】

最後に、基板状態のカメラモジュール44Wが、モジュール単位またはチップ単位に個片化される。個片化されたカメラモジュール44が、別途用意された筐体（不図示）に封入されることで、最終的なカメラモジュール44が得られる。

10

【0038】

なお、本明細書及び図面においては、例えば、レンズ付き基板41Wのように、符号に“W”が付加された部品は、それが基板状態（ウエハ状態）であることを表し、レンズ付き基板41のように“W”が付されていないものは、モジュール単位またはチップ単位に個片化された状態であることを表す。その他、センサ基板43W、カメラモジュール44Wなどについても同様である。

【0039】

図7は、積層レンズ構造体11と受光素子12を組み合わせた図1のカメラモジュール1Aを形成する別の工程を示す図である。

20

【0040】

まず、上述した工程と同様に、基板状態のレンズ付き基板41Wが複数枚積層された、基板状態の積層レンズ構造体11Wが製造される。

【0041】

次に、基板状態の積層レンズ構造体11Wが、個片化される。

【0042】

また、基板状態の積層レンズ構造体11Wとは別に、基板状態のセンサ基板43Wが作製され、用意される。

【0043】

そして、基板状態のセンサ基板43Wの各受光素子12の上に、個片化された積層レンズ構造体11が1個ずつマウントされる。

30

【0044】

最後に、個片化された積層レンズ構造体11がマウントされた、基板状態のセンサ基板43Wがモジュール単位またはチップ単位に個片化される。積層レンズ構造体11がマウントされ、個片化されたセンサ基板43が、別途用意された筐体（不図示）に封入され、さらに外部端子が着けられることで、最終的なカメラモジュール44が得られる。

【0045】

さらに、積層レンズ構造体11と受光素子12を組み合わせた図1のカメラモジュール1Aを形成する別の工程の例として、図7に示した基板状態のセンサ基板43Wを個片化し、その結果得られた個々の受光素子12へ、個片化後の積層レンズ構造体11をそれぞれマウントして、個片化されたカメラモジュール44を得ても良い。

40

【0046】

図8は、カメラモジュール1Aにおけるレンズ付き基板41の構成を説明する図である。

【0047】

図8のAは、図1のAと同様の、カメラモジュール1Aの構成を示す模式図である。

【0048】

図8のBは、図1のBと同様の、カメラモジュール1Aの概略断面図である。

【0049】

カメラモジュール1Aは、図8のBに示されるように、複数枚のレンズ21を組み合わせ

50

て形成し、1本の光軸を備えた光学ユニット13を、複数個備えた複眼カメラモジュールである。積層レンズ構造体11は、縦横それぞれ5個ずつ、合計25個の光学ユニット13を備える。

【0050】

カメラモジュール1Aでは、複数個の光学ユニット13の光軸が、モジュールの外側に向かって広がるように配置され、これにより、広角の画像の撮影が可能とされている。図8のBでは、簡単のため、積層レンズ構造体11は、レンズ付き基板41を3層だけ積層した構造になっているが、より多くのレンズ付き基板41を積層して良いことは言うまでもない。

【0051】

図8のC乃至Eは、積層レンズ構造体11を構成する3層のレンズ付き基板41それぞれの平面形状を示す図である。

【0052】

図8のCは、3層のうちの最上層のレンズ付き基板41の平面図であり、図8のDは、中層のレンズ付き基板41の平面図であり、図8のEは、最下層のレンズ付き基板41の平面図である。カメラモジュール1は、複眼広角カメラモジュールであるため、上層になるに従って、レンズ21の径が大きくなると共に、レンズ間のピッチが広がっている。

【0053】

図8のF乃至Hは、図8のC乃至Eに示したレンズ付き基板41を得るための、基板状態のレンズ付き基板41Wの平面図である。

【0054】

図8のFに示されるレンズ付き基板41Wは、図8のCのレンズ付き基板41に対応する基板状態を示し、図8のGに示されるレンズ付き基板41Wは、図8のDのレンズ付き基板41に対応する基板状態を示し、図8のHに示されるレンズ付き基板41Wは、図8のEのレンズ付き基板41に対応する基板状態を示している。

【0055】

図8のF乃至Hに示される基板状態のレンズ付き基板41Wは、図8のAに示したカメラモジュール1Aを、基板1枚につき8個得られる構成とされている。

【0056】

図8のF乃至Hの各レンズ付き基板41Wの間で、モジュール単位のレンズ付き基板41内のレンズ間のピッチは、上層のレンズ付き基板41Wと下層のレンズ付き基板41Wとで異なる一方、各レンズ付き基板41Wにおいて、モジュール単位のレンズ付き基板41を配置するピッチは、上層のレンズ付き基板41Wから下層のレンズ付き基板41Wまで、一定となっていることがわかる。

【0057】

<2. カメラモジュールの第2の実施の形態>

図9は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第2の実施の形態を示す図である。

【0058】

図9のAは、カメラモジュール1の第2の実施の形態としてのカメラモジュール1Bの外観を示す模式図である。図9のBは、カメラモジュール1Bの概略断面図である。

【0059】

カメラモジュール1Bは、2個の光学ユニット13を備える。2個の光学ユニット13は、積層レンズ構造体11の最上層に、絞り板51を備える。絞り板51には、開口部52が設けられている。

【0060】

カメラモジュール1Bは2個の光学ユニット13を備えるが、これら2つの光学ユニット13の光学パラメータは異なる。すなわち、カメラモジュール1Bは、光学性能が異なる2種類の光学ユニット13を備える。2種類の光学ユニット13は、例えば、近景を撮影するための焦点距離が短い光学ユニット13と、遠景を撮影するために焦点距離が長い

10

20

30

40

50

光学ユニット 13 とすることができる。

【 0 0 6 1 】

カメラモジュール 1B では、2つの光学ユニット 13 の光学パラメータが異なるため、例えば、図 9 の B に示されように、2つの光学ユニット 13 のレンズ 21 の枚数が異なる。また、2つの光学ユニット 13 が備える積層レンズ構造体 11 の同じ層のレンズ 21 において、径、厚さ、表面形状、体積、または、隣接するレンズとの距離、のいずれかが異なる構成が可能となっている。このため、カメラモジュール 1B におけるレンズ 21 の平面形状は、例えば、図 9 の C に示されるように、2つの光学ユニット 13 が同じ径のレンズ 21 を備えていても良いし、図 9 の D に示すように、異なる形状のレンズ 21 を備えていても良いし、図 9 の E に示すように、一方がレンズ 21 を備えない空洞 21X となった構造でも良い。

10

【 0 0 6 2 】

図 9 の F 乃至 H は、図 9 の C 乃至 E に示したレンズ付き基板 41 を得るための、基板状態のレンズ付き基板 41W の平面図である。

【 0 0 6 3 】

図 9 の F に示されるレンズ付き基板 41W は、図 9 の C のレンズ付き基板 41 に対応する基板状態を示し、図 9 の G に示されるレンズ付き基板 41W は、図 9 の D のレンズ付き基板 41 に対応する基板状態を示し、図 9 の H に示されるレンズ付き基板 41W は、図 9 の E のレンズ付き基板 41 に対応する基板状態を示している。

【 0 0 6 4 】

20

図 9 の F 乃至 H に示される基板状態のレンズ付き基板 41W は、図 9 の A に示したカメラモジュール 1B を、基板 1 枚につき 16 個得られる構成とされている。

【 0 0 6 5 】

図 9 の F 乃至 H に示されるように、カメラモジュール 1B を形成するために、基板状態のレンズ付き基板 41W の基板全面に同じ形状のレンズを形成することや、異なる形状のレンズを形成することや、レンズを形成したり形成しなかったりすることが可能である。

【 0 0 6 6 】

< 3 . カメラモジュールの第 3 の実施の形態 >

図 10 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 3 の実施の形態を示す図である。

30

【 0 0 6 7 】

図 10 の A は、カメラモジュール 1 の第 3 の実施の形態としてのカメラモジュール 1C の外観を示す模式図である。図 10 の B は、カメラモジュール 1C の概略断面図である。

【 0 0 6 8 】

カメラモジュール 1C は、光の入射面上に、縦横 2 個ずつ、合計 4 個の光学ユニット 13 を備える。4 個の光学ユニット 13 どうしでは、レンズ 21 の形状は同じになっている。

【 0 0 6 9 】

4 個の光学ユニット 13 は、積層レンズ構造体 11 の最上層に、絞り板 51 を備えるが、その絞り板 51 の開口部 52 の大きさが、4 個の光学ユニット 13 の間で異なる。これにより、カメラモジュール 1C は、例えば、以下のようなカメラモジュール 1C を実現することができる。すなわち、例えば防犯用の監視カメラにおいて、昼間のカラー画像監視用に、RGB 3 種類のカラーフィルタを備えて RGB 3 種の光を受光する受光画素と、夜間の白黒画像監視用に、RGB 用のカラーフィルタを備えない受光画素と、を備えた受光素子 12 を用いたカメラモジュール 1C において、照度が低い夜間の白黒画像を撮影するための画素だけ絞りの開口の大きさを大きくすることが可能となる。このため、1 個のカメラモジュール 1C におけるレンズ 21 の平面形状は、例えば図 10 の C に示されるように、4 つの光学ユニット 13 が備えるレンズ 21 の径は同じであって、かつ、図 10 の D に示されるように、絞り板 51 の開口部 52 の大きさは、光学ユニット 13 によっては異なる。

40

50

## 【0070】

図10のEは、図10のCに示したレンズ付き基板41を得るための、基板状態のレンズ付き基板41Wの平面図である。図10のFは、図10のDに示した絞り板51を得るための、基板状態での絞り板51Wを示す平面図である。

## 【0071】

図10のEの基板状態のレンズ付き基板41W、及び、図10のFの基板状態の絞り板51Wでは、図10のAに示したカメラモジュール1Cを、基板1枚につき8個得られる構成とされている。

## 【0072】

図10のFに示されるように、基板状態での絞り板51Wでは、カメラモジュール1Cを形成するために、カメラモジュール1Cが備える光学ユニット13毎に、異なる開口部52の大きさを設定することができる。

## 【0073】

<4. カメラモジュールの第4の実施の形態>

図11は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第4の実施の形態を示す図である。

## 【0074】

図11のAは、カメラモジュール1の第4の実施の形態としてのカメラモジュール1Dの外観を示す模式図である。図11のBは、カメラモジュール1Dの概略断面図である。

## 【0075】

カメラモジュール1Dは、カメラモジュール1Cと同様に、光の入射面上に、縦横2個ずつ、合計4個の光学ユニット13を備える。4個の光学ユニット13どうしでは、レンズ21の形状と絞り板51の開口部52の大きさは同じになっている。

## 【0076】

カメラモジュール1Dは、光の入射面の縦方向と横方向のそれぞれについて2個ずつ配置した光学ユニット13に備わる光軸が、同じ方向に延びている。図11のBに示される1点鎖線は、光学ユニット13それぞれの光軸を表している。このような構造のカメラモジュール1Dは、超解像技術を利用して、1個の光学ユニット13で撮影するよりも、解像度が高い画像を撮影することに適している。

## 【0077】

カメラモジュール1Dでは、縦方向と横方向のそれぞれについて、光軸が同じ方向を向きながら、異なる位置に配置された複数個の受光素子12で画像を撮影することにより、あるいは1個の受光素子12の中の異なる領域の受光画素で画像を撮影することにより、光軸が同じ方向を向きながら、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得ることができる。これら同一ではない複数枚の画像が持っている場所毎の画像データを合わせることで、解像度が高い画像を得ることができる。このため、1個カメラモジュール1Dにおけるレンズ21の平面形状は、図11のCに示されるように、4つの光学ユニット13で同じになっていることが望ましい。

## 【0078】

図11のDは、図11のCに示したレンズ付き基板41を得るための、基板状態のレンズ付き基板41Wの平面図である。基板状態のレンズ付き基板41Wは、図11のAに示したカメラモジュール1Dを、基板1枚につき8個得られる構成とされている。

## 【0079】

図11のDに示されるように、基板状態のレンズ付き基板41Wでは、カメラモジュール1Dを形成するために、カメラモジュール1Dが複数個のレンズ21を備え、この1個のモジュール用のレンズ群が、基板上に一定のピッチで複数個配置されている。

## 【0080】

<5. カメラモジュールの第5の実施の形態>

図12は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第5の実施の形態を示す図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 1 】

図 1 2 の A は、カメラモジュール 1 の第 5 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 E の外観を示す模式図である。図 1 2 の B は、カメラモジュール 1 E の概略断面図である。

## 【 0 0 8 2 】

カメラモジュール 1 E は、1 本の光軸を有する光学ユニット 1 3 をカメラモジュール 1 E 内に 1 個備える、単眼のカメラモジュールである。

## 【 0 0 8 3 】

図 1 2 の C は、カメラモジュール 1 E におけるレンズ 2 1 の平面形状を示すレンズ付き基板 4 1 の平面図である。カメラモジュール 1 E は、1 個の光学ユニット 1 3 を備える。

## 【 0 0 8 4 】

図 1 2 の D は、図 1 2 の C に示したレンズ付き基板 4 1 を得るための、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W の平面図である。基板状態のレンズ付き基板 4 1 W は、図 1 2 の A に示したカメラモジュール 1 E を、基板 1 枚につき 3 2 個得られる構成とされている。

## 【 0 0 8 5 】

図 1 2 の D に示されるように、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W では、カメラモジュール 1 E 用のレンズ 2 1 が、基板上に一定のピッチで複数個配置されている。

## 【 0 0 8 6 】

< 6 . 第 4 の実施の形態のカメラモジュールの詳細構成 >

次に、図 1 3 を参照して、図 1 1 に示した第 4 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 D の詳細構成について説明する。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 3 は、図 1 1 の B に示したカメラモジュール 1 D の断面図である。

## 【 0 0 8 8 】

カメラモジュール 1 D は、複数のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e が積層された積層レンズ構造体 1 1 と、受光素子 1 2 を含んで構成される。積層レンズ構造体 1 1 は、複数個の光学ユニット 1 3 を備える。1 点鎖線 8 4 は、それぞれの光学ユニット 1 3 の光軸を表す。受光素子 1 2 は、積層レンズ構造体 1 1 の下側に配置されている。カメラモジュール 1 D において、上方からカメラモジュール 1 D 内へと入射した光は、積層レンズ構造体 1 1 を透過し、積層レンズ構造体 1 1 の下側に配置された受光素子 1 2 で受光される。

## 【 0 0 8 9 】

積層レンズ構造体 1 1 は、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e を備える。5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e を特に区別しない場合には、単に、レンズ付き基板 4 1 と記述して説明する。

## 【 0 0 9 0 】

積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状は、下側(受光素子 1 2 を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すばみの形状となっている

## 【 0 0 9 1 】

積層レンズ構造体 1 1 の上には、絞り板 5 1 が配置されている。絞り板 5 1 は、例えば、光吸収性もしくは遮光性を有する材料で形成された層を備える。絞り板 5 1 には、開口部 5 2 が設けられている。

## 【 0 0 9 2 】

受光素子 1 2 は、例えば、表面照射型または裏面照射型の CMOS ( Complementary Metal Oxide Semiconductor ) イメージセンサで構成される。受光素子 1 2 の積層レンズ構造体 1 1 側となる上側の面には、オンチップレンズ 7 1 が形成されており、受光素子 1 2 の下側の面には、信号を入出力する外部端子 7 2 が形成されている。

## 【 0 0 9 3 】

積層レンズ構造体 1 1 、受光素子 1 2 、絞り板 5 1 などは、レンズバレル 7 4 に収納されている。

## 【 0 0 9 4 】

10

20

30

40

50

受光素子 1 2 の上側には、構造材 7 3 が配置されている。その構造材 7 3 を介して、積層レンズ構造体 1 1 と受光素子 1 2 とが固定されている。構造材 7 3 は、例えばエポキシ系の樹脂である。

【 0 0 9 5 】

本実施の形態では、積層レンズ構造体 1 1 は、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e を備えるが、レンズ付き基板 4 1 の積層枚数は 2 枚以上であれば特に限定されない。

【 0 0 9 6 】

積層レンズ構造体 1 1 を構成するそれぞれのレンズ付き基板 4 1 は、担体基板 8 1 にレンズ樹脂部 8 2 が追加された構成である。担体基板 8 1 は貫通孔 8 3 を有し、貫通孔 8 3 の内側に、レンズ樹脂部 8 2 が形成されている。レンズ樹脂部 8 2 は、上述したレンズ 2 1 を含み、担体基板 8 1 まで延在してレンズ 2 1 を担持する部位も併せて、レンズ 2 1 を構成する材料によって一体となった部分を表す。

【 0 0 9 7 】

なお、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e それぞれの担体基板 8 1、レンズ樹脂部 8 2、または、貫通孔 8 3 を区別する場合には、図 1 3 に示されるように、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e に対応して、担体基板 8 1 a 乃至 8 1 e、レンズ樹脂部 8 2 a 乃至 8 2 e、または、貫通孔 8 3 a 乃至 8 3 e のように記述して説明する。

【 0 0 9 8 】

< レンズ樹脂部の詳細説明 >

次に、レンズ付き基板 4 1 a のレンズ樹脂部 8 2 a を例に、レンズ樹脂部 8 2 の形状について説明する。

【 0 0 9 9 】

図 1 4 は、レンズ付き基板 4 1 a を構成する担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

【 0 1 0 0 】

図 1 4 に示される担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の断面図は、平面図に示されている B - B ' 線と C - C ' 線の断面図である。

【 0 1 0 1 】

レンズ樹脂部 8 2 a は、レンズ 2 1 を構成する材料によって一体となって形成した部位であり、レンズ部 9 1 と担持部 9 2 を備える。上述した説明において、レンズ 2 1 とは、レンズ部 9 1 またはレンズ樹脂部 8 2 a 全体に相当する。

【 0 1 0 2 】

レンズ部 9 1 は、レンズとしての性能を有する部位、言い換えれば、「光を屈折させて集束もしくは発散させる部位」、あるいは、「凸面や凹面や非球面などの曲面を備えた部位、もしくはフレネルレンズや回折格子を利用したレンズで用いる複数個の多角形を連続して配置した部位」である。

【 0 1 0 3 】

担持部 9 2 は、レンズ部 9 1 から担体基板 8 1 a まで延在してレンズ部 9 1 を担持する部位である。担持部 9 2 は、腕部 1 0 1 と脚部 1 0 2 で構成され、レンズ部 9 1 の外周に位置する。

【 0 1 0 4 】

腕部 1 0 1 は、レンズ部 9 1 の外側に、レンズ部 9 1 に接して配置し、レンズ部 9 1 から外側方向へ一定の膜厚で延在する部位である。脚部 1 0 2 は、担持部 9 2 のなかで腕部 1 0 1 以外の部分で、かつ貫通孔 8 3 a の側壁に接する部分を含む部位である。脚部 1 0 2 は、腕部 1 0 1 よりも樹脂の膜厚が厚いことが好ましい。

【 0 1 0 5 】

担体基板 8 1 a に形成された貫通孔 8 3 a の平面形状は円形であり、その断面形状は当然直径の方向によらず同じである。レンズ形成時に上型と下型の形によって決まる形状であるレンズ樹脂部 8 2 a の形状も、その断面形状が直径の方向によらず同じとなるように

10

20

30

40

50

形成されている。

【0106】

図15は、図13のカメラモジュール1Dの一部である積層レンズ構造体11と絞り板51を示す断面図である。

【0107】

カメラモジュール1Dでは、モジュールに入射される光が絞り板51で絞られた後、積層レンズ構造体11の内部で広げられて、積層レンズ構造体11の下方に配置された受光素子12（図15では不図示）へと入射される。すなわち、積層レンズ構造体11全体について概観すると、モジュールに入射された光は、絞り板51の開口部52から下側に向かって、ほぼ末広がりになって進行する。このため、積層レンズ構造体11に備わるレンズ樹脂部82の大きさの一例として、図15の積層レンズ構造体11においては、絞り板51の直下に配置されたレンズ付き基板41aに備わるレンズ樹脂部82aが最も小さく、積層レンズ構造体11の最下層に配置されたレンズ付き基板41eに備わるレンズ樹脂部82eが最も大きくなっている。

10

【0108】

仮にレンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の厚さを一定にした場合、大きさが小さなレンズよりも大きなレンズを作る方が難しい。それは例えば、レンズを製造する際にレンズに加わる荷重によってレンズが変形しやすい、大きさが大きいゆえに強度を保つのが難しい、との理由による。このため、大きさが大きなレンズは、大きさが小さなレンズよりも、厚さを厚くすることが好ましい。このため、図15の積層レンズ構造体11においては、レンズ樹脂部82の厚さは、最下層に配置したレンズ付き基板41eに備わるレンズ樹脂部82eが最も厚くなっている。

20

【0109】

図15の積層レンズ構造体11は、レンズ設計の自由度を高めるために、さらに以下の特徴の少なくとも一つを備える。

(1) 担体基板81の厚さが、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。例えば、担体基板81の厚さが、下層のレンズ付き基板41の方が厚い。

(2) レンズ付き基板41に備わる貫通孔83の開口幅が、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。例えば、貫通孔83の開口幅が、下層のレンズ付き基板41の方が大きい。

30

(3) レンズ付き基板41に備わるレンズ部91の直径が、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。例えば、レンズ部91の直径が、下層のレンズ付き基板41のレンズ部91の方が大きい。

(4) レンズ付き基板41に備わるレンズ部91の厚さが、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。例えば、レンズ部91の厚さが、下層のレンズ付き基板41のレンズ部91の方が厚い。

(5) レンズ付き基板41に備わるレンズ間の距離が、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。

(6) レンズ付き基板41に備わるレンズ樹脂部82の体積が、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で、異なる。例えば、レンズ樹脂部82の体積が、下層のレンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の方が大きい。

40

(7) レンズ付き基板41に備わるレンズ樹脂部82の材料が、積層レンズ構造体11を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板41の間で異なる。

【0110】

一般的に、カメラモジュールに入射される入射光は、垂直入射光と射入射光とを併せて含んでいる。射入射光の多くは絞り板51に当たり、そこで吸収もしくはカメラモジュール1Dの外側へ反射される。絞り板51によって絞りきれなかった射入射光は、その入射角度によっては貫通孔83の側壁に当たってしまい、そこで反射される可能性がある。

【0111】

50

射入射光の反射光が進行する方向は、図 1 3 において示される、射入射光 8 5 の入射角度と、貫通孔 8 3 の側壁の角度とによって決まる。貫通孔 8 3 の開口幅が、入射側から受光素子 1 2 側へ向かって大きくなる、いわゆる、末広りの形状の場合、絞り板 5 1 によって絞りきれなかった特定の入射角度の射入射光 8 5 が、貫通孔 8 3 の側壁に当たってしまった際には、それが受光素子 1 2 方向へと反射されてしまい、これが迷光あるいはノイズ光となる可能性がある。

【 0 1 1 2 】

しかしながら、図 1 3 に示した積層レンズ構造体 1 1 においては、図 1 5 に示されるように、貫通孔 8 3 は、下側(受光素子 1 2 を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となっている。この形状の場合、貫通孔 8 3 の側壁に当たった射入射光 8 5 は、下側方向いわゆる受光素子 1 2 の方向ではなく、上側方向、いわゆる入射側方向へと反射される。これにより、迷光あるいはノイズ光の発生を抑えるという作用または効果が得られる。

【 0 1 1 3 】

レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 は、その側壁に当たって反射される光を低減するために、光吸収性の材料を側壁に配置するとなお良い。

【 0 1 1 4 】

一例として、カメラモジュール 1 D をカメラとして使用する際に受光したい波長の光(例えば可視光)を、第 1 の光とし、その第 1 の光とは波長が異なる光(例えば UV 光)を、第 2 の光とした場合、第 2 の光(UV 光)によって硬化する樹脂に、第 1 の光(可視光)の吸収材料としてカーボン粒子を分散させたものを、担体基板 8 1 の表面に塗布または噴射し、貫通孔 8 3 の側壁部の樹脂のみに第 2 の光(UV 光)を照射して硬化させ、これ以外の領域の樹脂を除去することで、貫通孔 8 3 の側壁に、第 1 の光(可視光)に対する光吸収性を有する材料の層を形成して良い。

【 0 1 1 5 】

図 1 5 に示した積層レンズ構造体 1 1 は、積層した複数枚のレンズ付き基板 4 1 の一番上に、絞り板 5 1 を配置した構造の例である。絞り板 5 1 は、積層した複数枚のレンズ付き基板 4 1 の一番上ではなく、中間のレンズ付き基板 4 1 のどこかに挿入して配置しても良い。

【 0 1 1 6 】

さらに別の例として、板状の絞り板 5 1 をレンズ付き基板 4 1 と別に備えるのではなく、レンズ付き基板 4 1 の表面に、光吸収性を有する材料の層を形成して、これを絞りとして機能させても良い。例えば、上記第 2 の光(UV 光)によって硬化する樹脂に、上記第 1 の光(可視光)の吸収材料としてカーボン粒子を分散させたものを、レンズ付き基板 4 1 の表面に塗布または噴射し、絞りとして機能させる際に光を透過させたい領域を除いて、それ以外の領域の樹脂へ第 2 の光(UV 光)を照射して、上記樹脂を硬化させて残し、硬化させなかった領域、すなわち絞りとして機能させる際に光を透過させたい領域、の樹脂を除去することで、レンズ付き基板 4 1 の表面に絞りを形成しても良い。

【 0 1 1 7 】

なお、上記表面に絞りを形成するレンズ付き基板 4 1 は、積層レンズ構造体 1 1 の最上層に配置されたレンズ付き基板 4 1 であって良いし、あるいは、積層レンズ構造体 1 1 の内層となるレンズ付き基板 4 1 であって良い。

【 0 1 1 8 】

図 1 5 に示した積層レンズ構造体 1 1 は、レンズ付き基板 4 1 を積層した構造を備える。

【 0 1 1 9 】

別の実施形態として、積層レンズ構造体 1 1 は、レンズ付き基板 4 1 を複数枚と、レンズ樹脂部 8 2 を備えない担体基板 8 1 を少なくとも 1 枚、併せて備えた構造であっても良い。この構造において、レンズ樹脂部 8 2 を備えない担体基板 8 1 は、積層レンズ構造体 1 1 の最下層もしくは最上層に配置しても良いし、積層レンズ構造体 1 1 における内側の層

10

20

30

40

50

として配置しても良い。この構造は、例えば、積層レンズ構造体 1 1 が備える複数枚のレンズ間の距離や、積層レンズ構造体 1 1 の最下層のレンズ樹脂部 8 2 と積層レンズ構造体 1 1 の下側に配置される受光素子 1 2 との距離を、任意に設定し得る、と言う作用または効果をもたらす。

【 0 1 2 0 】

あるいはまた、この構造は、レンズ樹脂部 8 2 を備えない担体基板 8 1 の開口幅を適切に設定し、かつ、開口部を除いた領域に光吸収性を有する材料を配置することによって、これを絞り板として機能させ得る、と言う作用または効果をもたらす。

【 0 1 2 1 】

< 7 . カメラモジュールの第 6 の実施の形態 >

図 1 6 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 6 の実施の形態を示す図である。

【 0 1 2 2 】

図 1 6 において、図 1 3 に示した第 4 の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、図 1 3 のカメラモジュール 1 D と異なる部分に注目して説明する。

【 0 1 2 3 】

図 1 6 に示されるカメラモジュール 1 F においても、図 1 3 に示したカメラモジュール 1 D と同様に、入射した光が、絞り板 5 1 で絞られた後、積層レンズ構造体 1 1 の内部で広がり、積層レンズ構造体 1 1 の下方に配置された受光素子 1 2 へと入射される。すなわち、積層レンズ構造体 1 1 全体について概観すると、光は、絞り板 5 1 の開口部 5 2 から下側に向かって、末広がりになって進行する。

【 0 1 2 4 】

図 1 6 のカメラモジュール 1 F は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状が、下側(受光素子 1 2 を配置する側)に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がり形状となっている点が、図 1 3 に示したカメラモジュール 1 D と異なる。

【 0 1 2 5 】

カメラモジュール 1 F の積層レンズ構造体 1 1 は、入射した光が、絞り板 5 1 の開口部 5 2 から下側に向かって末広がりになって進行する構造であるため、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる末広がり形状は、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって小さくなる下すぼみ形状よりも、例えば、担体基板 8 1 が光路の邪魔になりにくい。これにより、レンズ設計の自由度が高いという作用をもたらす。

【 0 1 2 6 】

また、担持部 9 2 を含めたレンズ樹脂部 8 2 の基板平面方向の断面積は、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって小さくなる下すぼみ形状の場合、レンズ樹脂部 8 2 の下面においては、レンズ 2 1 に入射した光線を透過させるために特定の大きさとなり、かつ、レンズ樹脂部 8 2 の下面から上面に向かって、その断面積が大きくなって行く。

【 0 1 2 7 】

これに対して、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる末広がり形状の場合、レンズ樹脂部 8 2 の下面における断面積は、下すぼみ形状の場合と概ね同じとなるが、レンズ樹脂部 8 2 の下面から上面に向かって、その断面積が小さくなって行く。

【 0 1 2 8 】

これにより、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる構造は、担持部 9 2 を含めたレンズ樹脂部 8 2 の大きさを、小さく抑えることができるという作用または効果をもたらす。また、これにより、先に述べたレンズが大きい場合に生じるレンズ形成の難しさを、低減できるという作用または効果をもたらす。

【 0 1 2 9 】

< 8 . カメラモジュールの第 7 の実施の形態 >

図 1 7 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 7 の実施の形態を示す図である。

## 【0130】

図17においても、図13と対応する部分については同一の符号を付してあり、図13に示したカメラモジュール1Dと異なる部分に注目して説明する。

## 【0131】

図17のカメラモジュール1Gは、やはり、積層レンズ構造体11を構成する各レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82と貫通孔83の形状が、図13に示したカメラモジュール1Dと異なる。

## 【0132】

カメラモジュール1Gの積層レンズ構造体11は、貫通孔83の形状が、下側(受光素子12を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となったレンズ付き基板41と、貫通孔83の形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広りの形状となったレンズ付き基板41と、の双方を備える。

10

## 【0133】

貫通孔83が、下側に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となったレンズ付き基板41は、先に述べたように、貫通孔83の側壁に当たった射入射光85が、上側方向いわゆる入射側方向へと反射され、これにより迷光あるいはノイズ光の発生を抑える、という作用または効果をもたらす。

## 【0134】

そこで、図17の積層レンズ構造体11においては、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のうち、特に上側(入射側)の複数枚において、貫通孔83が、下側に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となったレンズ付き基板41が用いられている。

20

## 【0135】

貫通孔83が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広りの形状となったレンズ付き基板41は、先に述べたように、レンズ付き基板41に備わる担体基板81が光路の邪魔となりにくく、これによって、レンズ設計の自由度が増す、あるいは、レンズ付き基板41に備わる担持部92を含めたレンズ樹脂部82の大きさを小さく抑える、という作用または効果をもたらす。

## 【0136】

図17の積層レンズ構造体11においては、光は絞りから下側に向かって、末広りに広がって進行するため、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のうち、下側に配置した何枚かのレンズ付き基板41に備わるレンズ樹脂部82の大きさが大きい。このような大きいレンズ樹脂部82において、末広りの形状の貫通孔83を用いると、レンズ樹脂部82の大きさを抑制する作用が大きく現れる。

30

## 【0137】

そこで、図17の積層レンズ構造体11においては、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のうち、特に下側の複数枚において、貫通孔83が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広りの形状となったレンズ付き基板41を用いている。

## 【0138】

<9. レンズ付き基板の詳細構成>

次に、レンズ付き基板41の詳細構成について説明する。

40

## 【0139】

図18は、レンズ付き基板41の詳細構成を示す断面図である。

## 【0140】

なお、図18では、5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうちの、最上層のレンズ付き基板41aが図示されているが、その他のレンズ付き基板41も同様に構成されている。

## 【0141】

レンズ付き基板41の構成としては、図18のA乃至Cのいずれかの構成をとることがで

50

きる。

【0142】

図18のAに示されるレンズ付き基板41には、担体基板81に設けられた貫通孔83に対して、上面からみて貫通孔83を塞ぐようにレンズ樹脂部82が形成されている。レンズ樹脂部82は、図14を参照して説明したように、中央部のレンズ部91（不図示）と、その周辺部の担持部92（不図示）で構成される。

【0143】

レンズ付き基板41の貫通孔83となる側壁には、光反射を起因とするゴーストやフレアを防止するために光吸収性もしくは遮光性を有する膜121が成膜されている。これらの膜121を便宜的に遮光膜121と呼ぶ。

10

【0144】

担体基板81とレンズ樹脂部82の上側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む上側表面層122が形成されており、担体基板81とレンズ樹脂部82の下側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層123が形成されている。

【0145】

上側表面層122は、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積層した反射防止膜を構成している。反射防止膜は、例えば、低屈折膜と高屈折膜を交互に合計4層積層して構成することができる。低屈折膜は、例えば、 $\text{SiO}_x$  ( $1 < x < 2$ )、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiOF}$ などの酸化膜、高屈折膜は、例えば、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ などの金属酸化膜で構成される。

20

【0146】

なお、上側表面層122の構成は、例えば、光学シミュレーションを用いて所望の反射防止性能が得られるように設計されていけばよく、低屈折膜及び高屈折膜の材料、膜厚、積層数などは特に限定されない。本実施の形態では、上側表面層122の最表面は、低屈折膜となっており、その膜厚は、例えば20乃至1000nm、密度は、例えば2.2乃至2.5g/cm<sup>3</sup>、平坦度が、例えば1nm以下程度の二乗平均粗さRq(RMS)となっている。また、詳細は後述するが、この上側表面層122は、他のレンズ付き基板41と接合される際の接合膜にもなっている。

【0147】

上側表面層122は、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積層した反射防止膜であって良く、そのなかでも無機物の反射防止膜であって良い。上側表面層122は、別の例として、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む単層膜であって良く、そのなかでも無機物の膜であって良い。

30

【0148】

下側表面層123も、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積層した反射防止膜であって良く、そのなかでも無機物の反射防止膜であって良い。下側表面層123は、別の例として、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む単層膜であって良く、そのなかでも無機物の膜であって良い。

【0149】

図18のB及びCのレンズ付き基板41については、図18のAに示したレンズ付き基板41と異なる部分についてのみ説明する。

40

【0150】

図18のBに示されるレンズ付き基板41においては、担体基板81とレンズ樹脂部82の下側表面に形成されている膜が、図18のAに示したレンズ付き基板41と異なる。

【0151】

図18のBのレンズ付き基板41では、担体基板81の下側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層124が形成されている一方、レンズ樹脂部82の下側表面には、下側表面層124が形成されていない。下側表面層124は、上側表面層122と同一材料でもよいし、異なる材料でもよい。

【0152】

50

このような構造は、例えば、レンズ樹脂部 8 2 を形成する前に、担体基板 8 1 の下側表面に下側表面層 1 2 4 を形成しておき、その後、レンズ樹脂部 8 2 を形成する製法により、形成し得る。あるいは、レンズ樹脂部 8 2 を形成した後に、レンズ樹脂部 8 2 にマスクを形成し、担体基板 8 1 上にはマスクを形成しない状態で、下側表面層 1 2 4 を構成する膜を、例えば PVD により、担体基板 8 1 の下側表面に堆積させることで、形成し得る。

【 0 1 5 3 】

図 1 8 の C のレンズ付き基板 4 1 においては、担体基板 8 1 の上側表面に、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む上側表面層 1 2 5 が形成されている一方、レンズ樹脂部 8 2 の上側表面には、上側表面層 1 2 5 が形成されていない。

【 0 1 5 4 】

同様に、レンズ付き基板 4 1 の下側表面においても、担体基板 8 1 の下側表面に、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層 1 2 4 が形成されている一方、レンズ樹脂部 8 2 の下側表面には、下側表面層 1 2 4 が形成されていない。

【 0 1 5 5 】

このような構造は、例えば、レンズ樹脂部 8 2 が形成される前に、担体基板 8 1 に上側表面層 1 2 5 と下側表面層 1 2 4 を形成しておき、その後、レンズ樹脂部 8 2 を形成する製法により、形成し得る。あるいは、レンズ樹脂部 8 2 を形成した後に、レンズ樹脂部 8 2 にマスクを形成し、担体基板 8 1 上にはマスクを形成しない状態で、上側表面層 1 2 5 および下側表面層 1 2 4 を構成する膜を、例えば PVD により、担体基板 8 1 の表面に堆積させることで、形成し得る。下側表面層 1 2 4 と上側表面層 1 2 5 は、同一材料でもよいし、異なる材料でもよい。

【 0 1 5 6 】

レンズ付き基板 4 1 は、以上のように構成することができる。

【 0 1 5 7 】

< 1 0 . レンズ付き基板の製造方法 >

次に、図 1 9 乃至図 2 9 を参照して、レンズ付き基板 4 1 の製造方法を説明する。

【 0 1 5 8 】

初めに、複数の貫通孔 8 3 が形成された基板状態の担体基板 8 1 W が用意される。担体基板 8 1 W は、例えば、通常の半導体装置に用いる、シリコンの基板を用いることができる。担体基板 8 1 W の形状は、例えば図 1 9 の A に示されるような円形で、その直径は、例えば 200mm や 300mm などとされる。担体基板 8 1 W は、シリコンの基板ではなく、例えば、ガラスの基板、樹脂の基板、あるいは金属の基板であっても良い。

【 0 1 5 9 】

また、貫通孔 8 3 の平面形状は、本実施の形態では、図 1 9 の A に示されるように円形であるとするが、図 1 9 の B に示されるように、貫通孔 8 3 の平面形状は、例えば四角形などの多角形であっても良い。

【 0 1 6 0 】

貫通孔 8 3 の開口幅は、例えば、100 $\mu$ m 程度から 20mm 程度まで採り得る。この場合、担体基板 8 1 W には、例えば 100 個程度から 500 万個程度まで配置し得る。

【 0 1 6 1 】

本明細書においては、レンズ付き基板 4 1 の平面方向における貫通孔 8 3 の大きさを、開口幅と呼ぶ。開口幅は、特に断り書きが無い限り、貫通孔 8 3 の平面形状が四角形である場合は一辺の長さ、貫通孔 8 3 の平面形状が円形である場合は直径を意味する。

【 0 1 6 2 】

貫通孔 8 3 は、図 2 0 に示されるように、担体基板 8 1 W の第 1 の表面における第 1 の開口幅 1 3 1 よりも、第 1 の表面と対向する第 2 の表面における第 2 の開口幅 1 3 2 の方が、小さくなっている。

【 0 1 6 3 】

第 1 の開口幅 1 3 1 よりも第 2 の開口幅 1 3 2 の方が小さい貫通孔 8 3 の 3 次元形状の例として、貫通孔 8 3 は、図 2 0 の A に示される円錐台の形状であっても良いし、多角形の

10

20

30

40

50

角錐台の形状であっても良い。貫通孔 8 3 の側壁の断面形状は、図 2 0 の A に示されるような直線であっても良いし、図 2 0 の B に示されるような曲線であってもよい。あるいはまた、図 2 0 の C に示されるように、段差があっても良い。

【 0 1 6 4 】

第 1 の開口幅 1 3 1 よりも第 2 の開口幅 1 3 2 の方が小さい形状である貫通孔 8 3 は、貫通孔 8 3 内に樹脂を供給し、この樹脂を、第 1 と第 2 の表面のそれぞれから対向する方向へ型部材で押すことでレンズ樹脂部 8 2 を形成する際に、レンズ樹脂部 8 2 となる樹脂が、対向する 2 つの型部材からの力を受けて、貫通孔 8 3 の側壁に押し付けられる。これにより、レンズ樹脂部 8 2 となる樹脂と担体基板との密着強度が高くなるという作用をもたらし得る。

10

【 0 1 6 5 】

なお、貫通孔 8 3 の他の実施の形態として、第 1 の開口幅 1 3 1 と第 2 の開口幅 1 3 2 が等しい形状、すなわち貫通孔 8 3 の側壁の断面形状が垂直となる形状であっても良い。

【 0 1 6 6 】

< ウェットエッチングを用いた貫通孔の形成方法 >

担体基板 8 1 W の貫通孔 8 3 は、担体基板 8 1 W をウェットエッチングにより、エッチングすることによって形成することができる。具体的には、担体基板 8 1 W をエッチングする前に、担体基板 8 1 W の非開口領域がエッチングされることを防ぐためのエッチングマスクが、担体基板 8 1 W の表面に形成される。エッチングマスクの材料には、例えばシリコン酸化膜あるいはシリコン窒化膜などの絶縁膜が用いられる。エッチングマスクは、エッチングマスク材料の層を担体基板 8 1 W の表面に形成し、この層に貫通孔 8 3 の平面形状となるパターンを開口することで、形成される。エッチングマスクが形成された後、担体基板 8 1 W をエッチングすることにより、担体基板 8 1 W に貫通孔 8 3 が形成される。

20

【 0 1 6 7 】

担体基板 8 1 W として、例えば、基板表面方位が (100) の単結晶シリコンを使用する場合、貫通孔 8 3 を形成するためには、KOH などのアルカリ性の溶液を用いた結晶異方性ウェットエッチングを採用することができる。

【 0 1 6 8 】

基板表面方位が (100) の単結晶シリコンである担体基板 8 1 W に、KOH などのアルカリ性の溶液を用いた結晶異方性ウェットエッチングを行うと、開口側壁に (111) 面が現れるようにエッチングが進行する。その結果、エッチングマスクの開口部の平面形状が円形もしくは四角形のどちらであっても、平面形状が四角形であって、貫通孔 8 3 の開口幅は第 1 の開口幅 1 3 1 よりも第 2 の開口幅 1 3 2 の方が小さく、貫通孔 8 3 の 3 次元形状が角錐台もしくはこれに類似の形状となる貫通孔 8 3 が得られる。角錐台となる貫通孔 8 3 の側壁の角度は、基板平面に対して、約 5 5 ° の角度となる。

30

【 0 1 6 9 】

貫通孔形成のためのエッチングは、別の実施の例として、国際公開第 2 0 1 1 / 0 1 7 0 3 9 号などに開示された、結晶方位の制約を受けずに任意の形状にシリコンをエッチング可能な薬液を用いたウェットエッチングによって行っても良い。この薬液としては、例えば、TMAH (水酸化テトラメチルアンモニウム) 水溶液に、界面活性剤であるポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル、ポリエチレングリコールの少なくとも 1 つを加えた薬液、もしくは、KOH 水溶液にイソプロピルアルコールを加えた薬液、などを採用することができる。

40

【 0 1 7 0 】

基板表面方位が (100) の単結晶シリコンである担体基板 8 1 W に、上述したいずれかの薬液を用いて貫通孔 8 3 形成のためのエッチングを行うと、エッチングマスクの開口部の平面形状が円形である場合は、平面形状が円形であって、第 1 の開口幅 1 3 1 よりも第 2 の開口幅 1 3 2 の方が小さく、3 次元形状が円錐台もしくはこれに類似の形状、となる貫通孔 8 3 が得られる。

【 0 1 7 1 】

50

エッチングマスクの開口部の平面形状が四角形である場合には、平面形状が四角形であって、開口幅は第1の開口幅131よりも第2の開口幅132の方が小さく、3次元形状が角錐台もしくはこれに類似の形状、となる貫通孔83が得られる。上記円錐台もしくは角錐台となる貫通孔83の側壁の角度は、基板平面に対して、約45°の角度となる。

【0172】

<ドライエッチングを用いた貫通孔の形成方法>

また、貫通孔83形成のエッチングには、上述したウェットエッチングではなく、ドライエッチングを用いることも可能である。

【0173】

図21を参照して、ドライエッチングを用いた貫通孔83の形成方法について説明する。

10

【0174】

図21のAに示されるように、担体基板81Wの一方の表面に、エッチングマスク141が形成される。エッチングマスク141は、貫通孔83を形成する部分が開口されたマスクパターンとなっている。

【0175】

次に、図21のBに示されるように、エッチングマスク141の側壁を保護するための保護膜142が形成された後、図21のCに示されるように、ドライエッチングにより担体基板81Wが所定の深さでエッチングされる。ドライエッチング工程により、担体基板81W表面とエッチングマスク141表面の保護膜142は除去されるが、エッチングマスク141側面の保護膜142は残存し、エッチングマスク141の側壁は保護される。エッチング後、図21のDに示されるように、側壁の保護膜142が除去され、エッチングマスク141が、開口パターンのパターンサイズを大きくする方向に後退される。

20

【0176】

そして、再び、図21のB乃至Dの保護膜形成工程、ドライエッチング工程、エッチングマスク後退工程が、複数回繰り返し行われる。これにより、図21のEに示されるように、担体基板81Wは、周期性のある段差を持つ階段形状(凹凸形状)となるようにエッチングされる。

【0177】

最後に、エッチングマスク141が除去されると、図21のFに示されるように、階段形状の側壁をもつ貫通孔83が、担体基板81Wに形成される。貫通孔83の階段形状の平面方向の幅(1段の幅)は、例えば、400nm乃至1μm程度とされる。

30

【0178】

以上のようにドライエッチングを用いて貫通孔83を形成する場合には、保護膜形成工程、ドライエッチング工程、エッチングマスク後退工程が繰り返し実行される。

【0179】

貫通孔83の側壁が周期性のある階段形状(凹凸形状)であることにより、入射光の反射を抑制することができる。また、仮に、貫通孔83の側壁がランダムな大きさの凹凸形状である場合には、貫通孔83内に形成されるレンズと側壁との間の密着層にボイド(空隙)が発生し、そのボイドが原因でレンズとの密着性が低下する場合がある。しかしながら、上述した形成方法によれば、貫通孔83の側壁は周期性のある凹凸形状となるので、密着性が向上し、レンズ位置ずれによる光学特性の変化を抑制することができる。

40

【0180】

各工程で使用される材料の一例としては、例えば、担体基板81Wは単結晶シリコン、エッチングマスク141はフォトレジスト、保護膜142は、C4F8やCHF3などのガスプラズマを用いて形成するフロカーボンポリマー、エッチング処理は、SF6/O2、C4F8/SF6などFを含むガスを用いたプラズマエッチング、マスク後退工程は、O2ガス、CF4/O2などO2を含むプラズマエッチングとすることができる。

【0181】

あるいはまた、担体基板81Wは単結晶シリコン、エッチングマスク141はSiO2、エ

50

エッチングは、Cl<sub>2</sub>を含むプラズマ、保護膜 1 4 2 は、O<sub>2</sub>プラズマを用いてエッチング対象材を酸化させた酸化膜、エッチング処理は、Cl<sub>2</sub>を含むガスを用いたプラズマエッチングマスク後退工程は、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>などFを含むガスを用いたプラズマエッチングとすることができる。

【0182】

以上のように、ウェットエッチング、または、ドライエッチングにより、担体基板 8 1 Wに、複数の貫通孔 8 3 を同時形成することができるが、担体基板 8 1 Wには、図 2 2 のAに示されるように、貫通孔 8 3 を形成していない領域に貫通溝 1 5 1 を形成しても良い。

【0183】

図 2 2 のAは、貫通孔 8 3 に加えて貫通溝 1 5 1 を形成した担体基板 8 1 Wの平面図である。

10

【0184】

貫通溝 1 5 1 は、例えば、図 2 2 のAに示されるように、行列状に配置された複数個の貫通孔 8 3 を避けて、行方向と列方向のそれぞれの貫通孔 8 3 の間の一部にだけ配置される。

【0185】

また、担体基板 8 1 Wの貫通溝 1 5 1 は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 どうして、同一の位置に配置することができる。この場合には、積層レンズ構造体 1 1 として複数枚の担体基板 8 1 Wが積層された状態では、図 2 2 のBの断面図のように、複数枚の担体基板 8 1 Wの貫通溝 1 5 1 が、複数枚の担体基板 8 1 Wの間で貫通した構造となる。

20

【0186】

レンズ付き基板 4 1 の一部としての担体基板 8 1 Wの貫通溝 1 5 1 は、例えば、レンズ付き基板 4 1 を変形させる応力がレンズ付き基板 4 1 の外部から働く場合に、応力によるレンズ付き基板 4 1 の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

【0187】

あるいは、貫通溝 1 5 1 は、例えば、レンズ付き基板 4 1 を変形させる応力がレンズ付き基板 4 1 の内部から発生する場合に、応力によるレンズ付き基板 4 1 の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

【0188】

< レンズ付き基板の製造方法 >

次に、図 2 3 を参照して、基板状態のレンズ付き基板 4 1 Wの製造方法について説明する。

30

【0189】

初めに、図 2 3 のAに示されるように、貫通孔 8 3 が複数形成された担体基板 8 1 Wが用意される。貫通孔 8 3 の側壁には遮光膜 1 2 1 が成膜されている。図 2 3 では、紙面の制約上、2 個の貫通孔 8 3 のみが示されているが、実際には、図 1 9 で示したように、担体基板 8 1 Wの平面方向に、多数の貫通孔 8 3 が形成されている。また、担体基板 8 1 Wの外周に近い領域には、位置合わせのためのアライメントマーク（不図示）が形成されている。

40

【0190】

担体基板 8 1 W上側の表側平坦部 1 7 1 と、下側の裏側平坦部 1 7 2 は、後の工程で行われるプラズマ接合が可能な程度に平坦に形成された平坦面となっている。担体基板 8 1 Wの厚みは、最終的にレンズ付き基板 4 1 として個片化され、他のレンズ付き基板 4 1 と重ねられた際に、レンズ間距離を決定するスペーサとしての役割も担っている。

【0191】

担体基板 8 1 Wには、熱膨張係数が 1 0 ppm/ 以下の低熱膨張係数の基材を用いるのが好ましい。

【0192】

次に、図 2 3 のBに示されるように、凹形状の光学転写面 1 8 2 が一定の間隔で複数配

50

置された下型 181 の上に、担体基板 81W が配置される。より詳しくは、凹形状の光学転写面 182 が担体基板 81W の貫通孔 83 の内側に位置するように、担体基板 81W の裏側平坦部 172 と下型 181 の平坦面 183 とが重ね合わされる。下型 181 の光学転写面 182 は、担体基板 81W の貫通孔 83 と 1 対 1 に対応するように形成されており、対応する光学転写面 182 と貫通孔 83 の中心が光軸方向で一致するように、担体基板 81W と下型 181 の平面方向の位置が調整される。下型 181 は、硬質の型部材で形成されており、例えば、金属やシリコン、石英、ガラスで構成される。

【0193】

次に、図 23 の C に示されるように、重ね合わされた下型 181 と担体基板 81W の貫通孔 83 の内側に、エネルギー硬化性樹脂 191 が充填（滴下）される。レンズ樹脂部 82 は、このエネルギー硬化性樹脂 191 を用いて形成される。そのため、エネルギー硬化性樹脂 191 は、気泡を含まないようにあらかじめ脱泡処理されていることが好ましい。脱泡処理としては、真空脱泡処理、または、遠心力による脱泡処理であることが好ましい。また、真空脱泡処理は充填後に行うことが好ましい。脱泡処理を行うことにより、気泡を抱き込むことなく、レンズ樹脂部 82 の成形が可能となる。

10

【0194】

次に、図 23 の D に示されるように、重ね合わされた下型 181 と担体基板 81W の上に、上型 201 が配置される。上型 201 には、凹形状の光学転写面 202 が一定の間隔で複数配置されており、下型 181 を配置したときと同様に、貫通孔 83 の中心と光学転写面 202 の中心が光軸方向で一致するように、精度良く位置決めされた上で、上型 201 が配置される。

20

【0195】

紙面上の縦方向となる高さ方向については、上型 201 と下型 181 との間隔を制御する制御装置により、上型 201 と下型 181 との間隔が予め定めた距離となるように、上型 201 の位置が固定される。このとき、上型 201 の光学転写面 202 と下型 181 の光学転写面 182 とで挟まれる空間は、光学設計によって計算されたレンズ樹脂部 82（レンズ 21）の厚みと等しくなる。

【0196】

あるいはまた、図 23 の E に示されるように、下型 181 を配置したときと同様に、上型 201 の平坦面 203 と、担体基板 81W の表側平坦部 171 とを、重ね合わせても良い。この場合、上型 201 と下型 181 との距離は、担体基板 81W の厚みと同値となり、平面方向及び高さ方向の高精度な位置合わせが可能となる。

30

【0197】

上型 201 と下型 181 との間隔が予め設定した距離となるように制御したとき、上述した図 23 の C の工程において、担体基板 81W の貫通孔 83 の内側に滴下されたエネルギー硬化性樹脂 191 の充填量は、担体基板 81W の貫通孔 83 と、その上下の上型 201 及び下型 181 とで囲まれる空間から溢れないようにコントロールされた量となっている。これにより、エネルギー硬化性樹脂 191 の材料を無駄にすることなく、製造コストを削減することができる。

【0198】

続いて、図 23 の E に示される状態において、エネルギー硬化性樹脂 191 の硬化処理が行われる。エネルギー硬化性樹脂 191 は、例えば、熱または UV 光をエネルギーとして与え、所定の時間放置することで、硬化する。硬化中には、上型 201 を下方向に押し込んだり、アライメントをすることにより、エネルギー硬化性樹脂 191 の収縮による変形を最小限に抑制することができる。

40

【0199】

エネルギー硬化性樹脂 191 の代わりに、熱可塑性樹脂を用いても良い。その場合には、図 23 の E に示される状態において、上型 201 と下型 181 を昇温することでエネルギー硬化性樹脂 191 がレンズ形状に成形され、冷却することで硬化する。

【0200】

50

次に、図23のFに示されるように、上型201と下型181の位置を制御する制御装置が、上型201を上方向、下型181を下方向へ移動させて、上型201と下型181を担体基板81Wから離型する。上型201と下型181が担体基板81Wから離型されると、担体基板81Wの貫通孔83の内側に、レンズ21を含むレンズ樹脂部82が形成されている。

#### 【0201】

なお、担体基板81Wと接触する上型201と下型181の表面をフッ素系またはシリコン系等の離型剤でコーティングしてもよい。そのようにすることにより、上型201と下型181から担体基板81Wを容易に離型することができる。また、担体基板81Wとの接触面から容易に離型する方法として、フッ素含有DLC(Diamond Like Carbon)等の各種コーティングを行ってもよい。

10

#### 【0202】

次に、図23のGに示されるように、担体基板81Wとレンズ樹脂部82の表面に上側表面層122が形成され、担体基板81Wとレンズ樹脂部82の裏面に、下側表面層123が形成される。上側表面層122及び下側表面層123の成膜前後において、必要に応じてCMP(Chemical Mechanical Polishing)等を行うことで、担体基板81Wの表側平坦部171と裏側平坦部172を平坦化してもよい。

#### 【0203】

以上のように、担体基板81Wに形成された貫通孔83に、エネルギー硬化性樹脂191を上型201と下型181を用いて加圧成型(インプリント)することで、レンズ樹脂部82を形成し、レンズ付き基板41を製造することができる。

20

#### 【0204】

光学転写面182及び光学転写面202の形状は、上述した凹形状に限定されるものではなく、レンズ樹脂部82の形状に応じて適宜決定される。図15に示したように、レンズ付き基板41a乃至41eのレンズ形状は、光学系設計により導出された様々な形状をとることができ、例えば、両凸形状、両凹形状、平凸形状、平凹形状、凸メニスカス形状、凹メニスカス形状、更には高次非球面形状などでもよい。

#### 【0205】

また、光学転写面182及び光学転写面202の形状は、形成後のレンズ形状がモスアイ構造となる形状とすることもできる。

30

#### 【0206】

上述した製造方法によれば、エネルギー硬化性樹脂191の硬化収縮によるレンズ樹脂部82どうしの平面方向の距離の変動を、担体基板81Wの介在によって断ち切ることができるので、レンズ距離間精度を高精度に制御することができる。また、強度の弱いエネルギー硬化性樹脂191を、強度の強い担体基板81Wによって補強する効果がある。これにより、ハンドリング性の良いレンズを複数配置したレンズアレイ基板を提供することができるとともに、レンズアレイ基板の反りを抑制できる効果を有する。

#### 【0207】

<貫通孔形状が多角形の例>

図19のBに示したように、貫通孔83の平面形状は、例えば四角形などの多角形であっても良い。

40

#### 【0208】

図24は、貫通孔83の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き基板41aの担体基板81aとレンズ樹脂部82aの平面図と断面図である。

#### 【0209】

図24におけるレンズ付き基板41aの断面図は、平面図のB-B'線とC-C'線における断面図を示している。

#### 【0210】

B-B'線断面図とC-C'線断面図を比較して判るように、貫通孔83aが四角形の場合、貫通孔83aの中心から貫通孔83aの上部外縁までの距離、および、貫通孔83aの

50

中心から貫通孔 8 3 a の下部外縁までの距離は、四角形である貫通孔 8 3 a の辺方向と対角線方向とで異なり、対角線方向の方が大きい。このため、貫通孔 8 3 a の平面形状が四角形の場合、レンズ部 9 1 を円形にすると、レンズ部 9 1 外周から貫通孔 8 3 a 側壁までの距離、言い換えれば、担持部 9 2 の長さを、四角形の辺方向と対角線方向とで異なる長さにする必要がある。

【 0 2 1 1 】

そこで、図 2 4 に示されるレンズ樹脂部 8 2 a は、以下の構造を備える。

( 1 ) レンズ部 9 1 の外周に配置した腕部 1 0 1 の長さは、四角形の辺方向と対角線方向とで同じである。

( 2 ) 腕部 1 0 1 の外側に配置し、貫通孔 8 3 a 側壁まで延在する脚部 1 0 2 の長さは、四角形の辺方向の脚部 1 0 2 の長さよりも対角線方向の脚部 1 0 2 の長さの方を、長くしている。

10

【 0 2 1 2 】

図 2 4 に示されるように、脚部 1 0 2 は、レンズ部 9 1 に直接は接していない一方、腕部 1 0 1 は、レンズ部 9 1 に直接接している。

【 0 2 1 3 】

図 2 4 のレンズ樹脂部 8 2 a では、レンズ部 9 1 に直接接している腕部 1 0 1 の長さと同様に、レンズ部 9 1 の外周全体に渡って一定にすることで、レンズ部 9 1 全体を偏りなく一定の力で支える、という作用または効果をもたらす得る。

【 0 2 1 4 】

さらに、レンズ部 9 1 全体を偏りなく一定の力で支えることにより、例えば、貫通孔 8 3 a を取り囲む担体基板 8 1 a から、貫通孔 8 3 a の外周全体に渡って応力が加わるような場合には、これをレンズ部 9 1 全体に偏りなく伝えることで、レンズ部 9 1 の特定の部分だけに偏って応力が伝わることを抑える、という作用または効果をもたらす得る。

20

【 0 2 1 5 】

図 2 5 は、平面形状が四角形である貫通孔 8 3 のその他の例について示す、レンズ付き基板 4 1 a の担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

【 0 2 1 6 】

図 2 5 におけるレンズ付き基板 4 1 a の断面図は、平面図の B - B ' 線と C - C ' 線における断面図を示している。

30

【 0 2 1 7 】

図 2 5 においても、図 2 2 と同様に、貫通孔 8 3 a の中心から貫通孔 8 3 a の上部外縁までの距離、および、貫通孔 8 3 a の中心から貫通孔 8 3 a の下部外縁までの距離は、四角形である貫通孔 8 3 a の辺方向と対角線方向とで異なり、対角線方向の方が大きい。このため、貫通孔 8 3 a の平面形状が四角形の場合、レンズ部 9 1 を円形にすると、レンズ部 9 1 外周から貫通孔 8 3 a 側壁までの距離、言い換えれば、担持部 9 2 の長さを、四角形の辺方向と対角線方向とで異なる長さにする必要がある。

【 0 2 1 8 】

そこで、図 2 5 に示されるレンズ樹脂部 8 2 a は、以下の構造を備える。

( 1 ) レンズ部 9 1 の外周に配置した脚部 1 0 2 の長さを、貫通孔 8 3 a の四角形の 4 つの辺に沿って、一定にしている。

40

( 2 ) 上記 ( 1 ) の構造を実現するために、腕部 1 0 1 の長さは、四角形の辺方向の腕部の長さよりも対角線方向の腕部の長さの方を、長くしている。

【 0 2 1 9 】

図 2 5 に示されるように、脚部 1 0 2 は腕部 1 0 1 よりも、樹脂の膜厚が厚い。このため、レンズ付き基板 4 1 a の平面方向の単位面積当たりの体積も、脚部 1 0 2 は腕部 1 0 1 よりも大きい。

【 0 2 2 0 】

図 2 5 の実施例では、脚部 1 0 2 の体積をできるだけ小さくし、かつ、貫通孔 8 3 a の四角形の 4 辺に沿って一定にすることで、例えば樹脂の膨潤のような変形が発生するよう

50

な場合には、これによる体積変化をできるだけ抑え、かつ体積変化がレンズ部 9 1 の外周全体に渡ってできるだけ偏らないようにする、という作用または効果をもたらし得る。

【 0 2 2 1 】

図 2 6 は、レンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の他の実施形態を示す断面図である。

【 0 2 2 2 】

図 2 6 に示されるレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 は、以下の構造を備える。

( 1 ) 貫通孔 8 3 の側壁は、段付き部 2 2 1 を備える段付き形状である。

( 2 ) レンズ樹脂部 8 2 の担持部 9 2 の脚部 1 0 2 が、貫通孔 8 3 の側壁上方に配置されるだけでなく、貫通孔 8 3 に備わる段付き部 2 2 1 の上にも、レンズ付き基板 4 1 の平面方向に延在している。

【 0 2 2 3 】

図 2 7 を参照して、図 2 6 に示した段付き形状の貫通孔 8 3 の形成方法について説明する。

【 0 2 2 4 】

初めに、図 2 7 の A に示されるように、担体基板 8 1 W の一方の面に、貫通孔開口の際のウェットエッチングに対する耐性を有するエッチングストップ膜 2 4 1 が形成される。エッチングストップ膜 2 4 1 は、例えば、シリコン窒化膜とすることができる。

【 0 2 2 5 】

次いで、担体基板 8 1 W のもう一方の面に、貫通孔開口の際のウェットエッチングに対する耐性を有するハードマスク 2 4 2 が形成される。ハードマスク 2 4 2 も、例えばシリコン窒化膜とすることができる。

【 0 2 2 6 】

次に、図 2 7 の B に示されるように、ハードマスク 2 4 2 の所定の領域が、1 回目のエッチングのために開口される。1 回目のエッチングでは、貫通孔 8 3 の段付き部 2 2 1 の上段となる部分がエッチングされる。このため、1 回目のエッチングのためのハードマスク 2 4 2 の開口部は、図 2 6 に記載のレンズ付き基板 4 1 の上側基板表面における開口に対応した領域となる。

【 0 2 2 7 】

次に、図 2 7 の C に示されるように、ウェットエッチングにより、ハードマスク 2 4 2 の開口部に応じて、担体基板 8 1 W が所定の深さ分だけエッチングされる。

【 0 2 2 8 】

次に、図 2 7 の D に示されるように、エッチング後の担体基板 8 1 W の表面に、ハードマスク 2 4 3 が改めて形成され、貫通孔 8 3 の段付き部 2 2 1 の下側となる部分に対応してハードマスク 2 4 3 が開口される。2 回目のハードマスク 2 4 3 も、例えばシリコン窒化膜を採用することができる。

【 0 2 2 9 】

次に、図 2 7 の E に示されるように、ウェットエッチングにより、ハードマスク 2 4 3 の開口部に応じて、エッチングストップ膜 2 4 1 に到達するまで担体基板 8 1 W がエッチングされる。

【 0 2 3 0 】

最後に、図 2 7 の F に示されるように、担体基板 8 1 W の上側表面のハードマスク 2 4 3 と、下側表面のエッチングストップ膜 2 4 1 が除去される。

【 0 2 3 1 】

以上のように、ウェットエッチングによる貫通孔形成のための担体基板 8 1 W のエッチングを 2 回に分けて行うことで、図 2 6 に示した段付き形状の貫通孔 8 3 が得られる。

【 0 2 3 2 】

図 2 8 は、貫通孔 8 3 a が段付き部 2 2 1 を有し、かつ、貫通孔 8 3 a の平面形状が円形である場合の、レンズ付き基板 4 1 a の担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 3 3 】

図 2 8 におけるレンズ付き基板 4 1 a の断面図は、平面図の B B' 線と C C' 線における断面図を示している。

## 【 0 2 3 4 】

貫通孔 8 3 a の平面形状が円形である場合、貫通孔 8 3 a の断面形状は当然直径の方向によらず同じである。これに加えて、レンズ樹脂部 8 2 a の外縁、腕部 1 0 1、及び脚部 1 0 2 の断面形状も、直径の方向によらず同じとなるように形成されている。

## 【 0 2 3 5 】

図 2 8 の段付き形状を有する貫通孔 8 3 a は、貫通孔 8 3 a 内に段付き部 2 2 1 を備えない図 1 4 の貫通孔 8 3 a と比較して、レンズ樹脂部 8 2 の担持部 9 2 の脚部 1 0 2 が、貫通孔 8 3 a の側壁と接触する面積を大きくできる、という作用または効果をもたらす。また、これにより、レンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 a の側壁との密着強度、言い換えれば、レンズ樹脂部 8 2 a と担体基板 8 1 W との密着強度を増加させる、という作用または効果をもたらす。

10

## 【 0 2 3 6 】

図 2 9 は、貫通孔 8 3 a が段付き部 2 2 1 を有し、かつ、貫通孔 8 3 a の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き基板 4 1 a の担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

## 【 0 2 3 7 】

図 2 9 におけるレンズ付き基板 4 1 a の断面図は、平面図の B B' 線と C C' 線における断面図を示している。

20

## 【 0 2 3 8 】

図 2 9 に示されるレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 は、以下の構造を備える。

( 1 ) レンズ部 9 1 の外周に配置した腕部 1 0 1 の長さは、四角形の辺方向と対角線方向とで同じである。

( 2 ) 腕部 1 0 1 の外側に配置し、貫通孔 8 3 a の側壁まで延在する脚部 1 0 2 の長さは、四角形の辺方向の脚部 1 0 2 の長さよりも、対角線方向の脚部 1 0 2 の長さが長い。

## 【 0 2 3 9 】

図 2 9 に示されるように、脚部 1 0 2 は、レンズ部 9 1 に直接は接していない一方、腕部 1 0 1 は、レンズ部 9 1 に直接接している。

30

## 【 0 2 4 0 】

図 2 9 のレンズ樹脂部 8 2 a では、図 2 4 に記載のレンズ樹脂部 8 2 a と同様に、レンズ部 9 1 に直接接している腕部 1 0 1 の長さと厚さを、レンズ部 9 1 の外周全体に渡って一定にすることで、レンズ部 9 1 全体を偏りなく一定の力で支える、という作用または効果をもたらす。

## 【 0 2 4 1 】

さらに、レンズ部 9 1 全体を偏りなく一定の力で支えることにより、例えば、貫通孔 8 3 a を取り囲む担体基板 8 1 a から、貫通孔 8 3 a の外周全体に渡って応力が加わるような場合には、これをレンズ部 9 1 全体に偏りなく伝えることで、レンズ部 9 1 の特定の部分だけに偏って応力が伝わることを抑える、という作用または効果をもたらす。

40

## 【 0 2 4 2 】

さらに、図 2 9 の貫通孔 8 3 a の構造は、貫通孔 8 3 a 内に段付き部 2 2 1 を備えない図 2 4 等の貫通孔 8 3 a と比較して、レンズ樹脂部 8 2 a の担持部 9 2 の脚部 1 0 2 が、貫通孔 8 3 a の側壁と接触する面積を大きくできる、という作用または効果をもたらす。これにより、レンズ樹脂部 8 2 a と貫通孔 8 3 a の側壁部との密着強度、言い換えれば、レンズ樹脂部 8 2 a と担体基板 8 1 a との密着強度が増加する、という作用または効果をもたらす。

## 【 0 2 4 3 】

< 1 1 . レンズ付き基板どうしの直接接合 >

次に、複数のレンズ付き基板 4 1 が形成された基板状態のレンズ付き基板 4 1 W どうし

50

の直接接合について説明する。

【0244】

以下の説明では、図30に示されるように、複数のレンズ付き基板41aが形成された基板状態のレンズ付き基板41Wを、レンズ付き基板41W-aと記述し、複数のレンズ付き基板41bが形成された基板状態のレンズ付き基板41Wを、レンズ付き基板41W-bと記述する。その他のレンズ付き基板41c乃至41eについても同様に表す。

【0245】

図31を参照して、基板状態のレンズ付き基板41W-aと、基板状態のレンズ付き基板41W-bとの直接接合について説明する。

【0246】

なお、図31では、レンズ付き基板41W-aの各部と対応するレンズ付き基板41W-bの部分には、レンズ付き基板41W-aと同じ符号を付して説明する。

【0247】

レンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bの上側表面には、上側表面層122または125が形成されている。レンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bの下側表面には、下側表面層123または124が形成されている。そして、図31のAに示されるように、レンズ付き基板41W-aと41W-bの接合される面となる、レンズ付き基板41W-aの裏側平坦部172を含む下側表面全体、及び、レンズ付き基板41W-bの表側平坦部171を含む上側表面全体に、プラズマ活性処理が施される。プラズマ活性処理に使用されるガスは、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、He、Ar、H<sub>2</sub>などプラズマ処理可能なガスであれば何でもよい。ただし、プラズマ活性処理に使用されるガスとして、上側表面層122及び下側表面層123の構成元素と同じガスを使用すると、上側表面層122及び下側表面層123の膜自体の変質を抑制することができるので、好ましい。

【0248】

そして、図31のBに示されるように、活性化された表面状態のレンズ付き基板41W-aの裏側平坦部172と、レンズ付き基板41W-bの表側平坦部171とを貼り合わせる。

【0249】

このレンズ付き基板どうしの貼り合わせ処理により、レンズ付き基板41W-aの下側表面層123または124の表面のOH基の水素とレンズ付き基板41W-bの上側表面層122または125の表面のOH基の水素との間に水素結合が生じる。これにより、レンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bとが固定される。このレンズ付き基板どうしの貼り合わせ処理は、大気圧の条件下で行い得る。

【0250】

上記貼り合わせ処理を行ったレンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bに、アニール処理を加える。これによりOH基どうしが水素結合した状態から脱水縮合が起きて、レンズ付き基板41W-aの下側表面層123または124と、レンズ付き基板41W-bの上側表面層122または125との間に、酸素を介した共有結合が形成される。あるいは、レンズ付き基板41W-aの下側表面層123または124に含まれる元素と、レンズ付き基板41W-bの上側表面層122または125に含まれる元素とが共有結合する。これらの結合により、2枚のレンズ付き基板が強固に固定される。このように、上側に配置したレンズ付き基板41Wの下側表面層123または124と、下側に配置したレンズ付き基板41Wの上側表面層122または125との間に共有結合が形成され、これによって2枚のレンズ付き基板41Wが固定されることを、本明細書では直接接合と呼ぶ。特許文献1が開示する複数枚のレンズ付き基板を基板全面に渡って樹脂によって固着する方法は、樹脂の硬化収縮や熱膨張とこれによるレンズの変形の懸念がある。これに対して、本技術の直接接合は、複数枚のレンズ付き基板41Wを固定する際に樹脂を用いないため、これによる硬化収縮や熱膨張を起こすことなく、複数枚のレンズ付き基板41Wを固定することができる、という作用または効果をもたらす。

【0251】

上記アニール処理も、大気圧の条件下で行い得る。このアニール処理は、脱水縮合を行うため、100以上または150以上もしくは200以上で行い得る。一方、このアニール処理は、レンズ樹脂部82を形成するためのエネルギー性硬化樹脂191を熱から保護する観点やエネルギー性硬化樹脂191からの脱ガスを抑える観点から、400以下または350以下もしくは300以下で行い得る。

**【0252】**

上記レンズ付き基板41Wどうしの貼り合わせ処理あるいは上記レンズ付き基板41Wどうしの直接接合処理を、仮に大気圧以外の条件下で行った場合には、接合されたレンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bを大気圧の環境に戻すと、接合されたレンズ樹脂部82とレンズ樹脂部82との間の空間と、レンズ樹脂部82の外部との圧力差が生じてしまう。この圧力差により、レンズ樹脂部82に圧力が加わり、レンズ樹脂部82が変形してしまう懸念がある。

10

**【0253】**

上記レンズ付き基板41Wどうしの貼り合わせ処理あるいは上記レンズ付き基板どうしの直接接合処理の双方を、大気圧の条件下で行うことは、接合を大気圧以外の条件下で行った場合に懸念されるレンズ樹脂部82の変形を回避することができる、という作用または効果をもたらす。

**【0254】**

プラズマ活性処理を施した基板を直接接合する、言い換えればプラズマ接合することで、例えば、接着剤として樹脂を用いた場合のような流動性、熱膨張を抑制することができるので、レンズ付き基板41W-aとレンズ付き基板41W-bを接合する際の位置精度を向上させることができる。

20

**【0255】**

レンズ付き基板41W-aの裏側平坦部172と、レンズ付き基板41W-bの表側平坦部171には、上述したように、上側表面層122または下側表面層123が成膜されている。この上側表面層122及び下側表面層123は、先に行ったプラズマ活性処理により、ダングリングボンドが形成されやすくなっている。即ち、レンズ付き基板41W-aの裏側平坦部172に成膜した下側表面層123と、レンズ付き基板41W-bの表側平坦部171に成膜した上側表面層122は、接合強度を増加させる役割も有している。

**【0256】**

また、上側表面層122または下側表面層123が酸化膜で構成されている場合には、プラズマ(O<sub>2</sub>)による膜質変化の影響を受けないため、レンズ樹脂部82に対しては、プラズマによる腐食を抑制する効果も有する。

30

**【0257】**

以上のように、複数のレンズ付き基板41aが形成された基板状態のレンズ付き基板41W-aと、複数のレンズ付き基板41bが形成された基板状態のレンズ付き基板41W-bが、プラズマによる表面活性化処理を施したうえで直接接合される、言い換えれば、プラズマ接合を用いて接合される。

**【0258】**

図32は、図31を参照して説明した基板状態のレンズ付き基板41Wどうしの接合方法を用いて、図13の積層レンズ構造体11に対応する5枚のレンズ付き基板41a乃至41eを基板状態で積層する第1の積層方法を示している。

40

**【0259】**

最初に、図32のAに示されるように、積層レンズ構造体11において最下層に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-eが用意される。

**【0260】**

次に、図32のBに示されるように、積層レンズ構造体11において下から2層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-dが、基板状態のレンズ付き基板41W-eの上に接合される。

**【0261】**

50

次に、図32のCに示されるように、積層レンズ構造体11において下から3層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-cが、基板状態のレンズ付き基板41W-dの上に接合される。

【0262】

次に、図32のDに示されるように、積層レンズ構造体11において下から4層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-bが、基板状態のレンズ付き基板41W-cの上に接合させる。

【0263】

次に、図32のEに示されるように、積層レンズ構造体11において下から5層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-aが、基板状態のレンズ付き基板41W-bの上に接合される。

10

【0264】

最後に、図32のFに示されるように、積層レンズ構造体11においてレンズ付き基板41aの上層に位置する絞り板51Wが、基板状態のレンズ付き基板41W-aの上に接合される。

【0265】

以上のように、基板状態の5枚のレンズ付き基板41W-a乃至41W-eを、積層レンズ構造体11における下層のレンズ付き基板41Wから、上層のレンズ付き基板41Wへと、1枚ずつ順番に積層していくことで、基板状態の積層レンズ構造体11Wが得られる。

【0266】

20

図33は、図31を参照して説明した基板状態のレンズ付き基板41Wどうしの接合方法を用いて、図13の積層レンズ構造体11に対応する5枚のレンズ付き基板41a乃至41eを基板状態で積層する第2の積層方法を示している。

【0267】

最初に、図33のAに示されるように、積層レンズ構造体11においてレンズ付き基板41aの上層に位置する絞り板51Wが用意される。

【0268】

次に、図33のBに示されるように、積層レンズ構造体11において最上層に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-aが、上下を反転させたうえで、絞り板51Wの上に接合される。

30

【0269】

次に、図33のCに示されるように、積層レンズ構造体11において上から2層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-bが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41W-aの上に接合される。

【0270】

次に、図33のDに示されるように、積層レンズ構造体11において上から3層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-cが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41W-bの上に接合される。

【0271】

次に、図33のEに示されるように、積層レンズ構造体11において上から4層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-dが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41W-cの上に接合される。

40

【0272】

最後に、図33のFに示されるように、積層レンズ構造体11において上から5層目に位置する基板状態のレンズ付き基板41W-eが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41W-dの上に接合される。

【0273】

以上のように、基板状態の5枚のレンズ付き基板41W-a乃至41W-eを、積層レンズ構造体11における上層のレンズ付き基板41Wから、下層のレンズ付き基板41Wへと、1枚ずつ順番に積層していくことで、基板状態の積層レンズ構造体11Wが得られる。

50

## 【0274】

図32または図33で説明した積層方法により積層した基板状態の5枚のレンズ付き基板41W-a乃至41W-eは、ブレード若しくはレーザなどを用いてモジュール単位またはチップ単位に個片化されることで、5枚のレンズ付き基板41a乃至41eが積層された積層レンズ構造体11となる。

## 【0275】

<12.カメラモジュールの第8及び第9の実施の形態>

図34は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第8の実施の形態を示す図である。

## 【0276】

図35は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第9の実施の形態を示す図である。

## 【0277】

図34及び図35の説明では、図13に示したカメラモジュールEと異なる部分についてのみ説明する。

## 【0278】

図34のカメラモジュール1Hと図35のカメラモジュール1Jは、図13に示したカメラモジュールEにおける構造材73の部分が異なる構造に置き換えられている。

## 【0279】

図34のカメラモジュール1Hでは、カメラモジュール1Jにおける構造材73の部分が、構造材301a及び301bと、光透過性基板302に置き換えられている。

## 【0280】

具体的には、受光素子12の上側の一部に、構造材301aが配置されている。その構造材301aを介して、受光素子12と光透過性基板302が固定されている。構造材301aは、例えばエポキシ系の樹脂である。

## 【0281】

光透過性基板302の上側には、構造材301bが配置されている。その構造材301bを介して、光透過性基板302と積層レンズ構造体11が固定されている。構造材301bは、例えばエポキシ系の樹脂である。

## 【0282】

これに対して、図35のカメラモジュール1Jでは、図34のカメラモジュール1Hの構造材301aの部分が、光透過性を有する樹脂層311に置き換えられている。

## 【0283】

樹脂層311は、受光素子12の上側全面に配置されている。その樹脂層311を介して、受光素子12と光透過性基板302が固定されている。受光素子12の上側全面に配置された樹脂層311は、光透過性基板302の上方から光透過性基板302に応力が加わった場合に、これが受光素子12の一部の領域に集中して印加されることを防ぎ、受光素子12全面に応力を分散させて受け止める作用または効果をもたらす。

## 【0284】

光透過性基板302の上側には、構造材301bが配置されている。その構造材301bを介して、光透過性基板302と積層レンズ構造体11が固定されている。

## 【0285】

図34のカメラモジュール1Hと図35のカメラモジュール1Jは、受光素子12の上側に光透過性基板302を備える。光透過性基板302は、例えば、カメラモジュール1Hまたは1Jを製造する途中で、受光素子12に傷が着くことを抑える、という作用または効果をもたらす。

## 【0286】

<13.カメラモジュールの第10の実施の形態>

図36は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第10の実施の形態を示す図である。

10

20

30

40

50

## 【0287】

図36に示されるカメラモジュール1Jにおいて、積層レンズ構造体11は、レンズバレル74に収納されている。レンズバレル74は、シャフト331に沿って移動する移動部材332と、固定部材333で固定されている。レンズバレル74が不図示の駆動モータによってシャフト331の軸方向に移動されることにより、積層レンズ構造体11から受光素子12の撮像面までの距離が調整される。

## 【0288】

レンズバレル74、シャフト331、移動部材332、及び、固定部材333は、ハウジング334に収納されている。受光素子12の上部には保護基板335が配置され、保護基板335とハウジング334が、接着剤336により接続されている。

10

## 【0289】

上記の積層レンズ構造体11を移動させる機構は、カメラモジュール1Jを用いたカメラが、画像を撮影する際に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

## 【0290】

<14.カメラモジュールの第11の実施の形態>

図37は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第11の実施の形態を示す図である。

## 【0291】

図37のカメラモジュール1Lは、圧電素子による焦点調節機構を追加したカメラモジュールである。

20

## 【0292】

即ち、カメラモジュール1Lでは、図34のカメラモジュール1Hと同様に、受光素子12の上側の一部に、構造材301aが配置されている。その構造材301aを介して、受光素子12と光透過性基板302が固定されている。構造材301aは、例えばエポキシ系の樹脂である。

## 【0293】

光透過性基板302の上側には、圧電素子351が配置されている。その圧電素子351を介して、光透過性基板302と積層レンズ構造体11が固定されている。

## 【0294】

カメラモジュール1Lでは、積層レンズ構造体11の下側に配置した圧電素子351へ電圧を印加および遮断することで、積層レンズ構造体11を上下方向に移動させることができる。積層レンズ構造体11を移動する手段としては、圧電素子351に限らず、電圧の印加および遮断によって形状が変化する他のデバイスを用いることができる。例えばMEMSデバイスを用いることができる。

30

## 【0295】

上記の積層レンズ構造体11を移動させる機構は、カメラモジュール1Lを用いたカメラが、画像を撮影する際に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

## 【0296】

<15.他の構造と比較した本構造の効果>

積層レンズ構造体11は、レンズ付き基板41どうしを直接接合により固着させた構造(以下、本構造という。)である。本構造の作用及び効果について、レンズが形成されたレンズ付き基板のその他の構造と比較して説明する。

40

## 【0297】

<比較構造例1>

図38は、本構造と比較するための第1の基板構造(以下、比較構造例1という。)であって、特開2011-138089号公報(以下、比較文献1という。)において図14(b)として開示されたウエハレベル積層構造の断面図である。

## 【0298】

50

図38に示されるウエハレベル積層構造1000は、ウエハ基板1010上にイメージセンサ1011が複数配列されているセンサレイ基板1012の上に、2枚のレンズアレイ基板1021が、柱状のスペーサ1022を介して積層された構造を有する。各レンズアレイ基板1021は、レンズ付き基板1031と、そのレンズ付き基板1031に複数形成された貫通孔部分に形成されているレンズ1032とで構成される。

【0299】

<比較構造例2>

図39は、本構造と比較するための第2の基板構造(以下、比較構造例2という。)であって、特開2009-279790号公報(以下、比較文献2という。)において図5(a)として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

10

【0300】

図39に示されるレンズアレイ基板1041では、板状の基板1051に設けられた複数の貫通孔1052それぞれに、レンズ1053が設けられている。各レンズ1053は、樹脂(エネルギー硬化性樹脂)1054で形成されており、その樹脂1054は、基板1051の上面にも形成されている。

【0301】

図40を参照して、図39のレンズアレイ基板1041の製造方法について簡単に説明する。

【0302】

図40のAは、複数個の貫通孔1052が形成された基板1051が、下型1061の上に置かれた状態を示している。下型1061は、この後の工程で、樹脂1054を下方から上方へ押す金型である。

20

【0303】

図40のBは、複数個の貫通孔1052内部と基板1051上面に樹脂1054を塗布した後、上型1062を基板1051の上に配置し、上型1062と下型1061を用いて、加圧成型している状態を示している。上型1062は、樹脂1054を上方から下方へ押す金型である。図40のBに示される状態で、樹脂1054の硬化が行われる。

【0304】

図40のCは、樹脂1054が硬化した後、上型1062と下型1061を離形させ、レンズアレイ基板1041が完成した状態を示している。

30

【0305】

このレンズアレイ基板1041は、(1)基板1051の貫通孔1052の位置に形成された樹脂1054がレンズ1053となり、このレンズ1053が基板1051に複数個形成され、かつ、(2)これら複数個のレンズ1053の間に位置する基板1051の上側表面全体に、樹脂1054の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

【0306】

このレンズアレイ基板1041を複数積層した構造体を形成する場合、基板1051の上側表面全体に形成された樹脂1054の薄い層が、基板どうしを接着する接着剤としての作用または効果をもたらす。

【0307】

また、レンズアレイ基板1041を複数積層した構造体を形成する場合、比較構造例1として示した図38のウエハレベル積層構造1000と比較して、基板どうしを接着する面積を大きくすることができるので、基板どうしをより強い力で接着することができる。

40

【0308】

<比較構造例2において樹脂がもたらす作用>

比較構造例2である図39のレンズアレイ基板1041が開示されている比較文献2では、レンズ1053となる樹脂1054の作用として、以下のことが開示されている。

【0309】

比較構造例2では、樹脂1054としてエネルギー硬化性樹脂が使用されている。そして、エネルギー硬化性樹脂の一例として、光硬化性樹脂が使用されている。

50

化性樹脂として光硬化性樹脂を使用した場合、UV光が樹脂1054に照射されると、樹脂1054が硬化する。この硬化により、樹脂1054では、硬化収縮が起きる。

【0310】

しかし、図39のレンズアレイ基板1041の構造によれば、樹脂1054の硬化収縮が起きて、複数個あるレンズ1053の間には基板1051が介在するので、樹脂1054の硬化収縮によるレンズ1053間の距離の変動を断ち切ることができ、これにより、複数個のレンズ1053を配置したレンズアレイ基板1041の反りを抑制することができるとしている。

【0311】

<比較構造例3>

図41は、本構造と比較するための第3の基板構造（以下、比較構造例3という。）であって、特開2010-256563号公報（以下、比較文献3という。）において図1として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

【0312】

図41に示されるレンズアレイ基板1081では、板状の基板1091に設けられた複数の貫通孔1092それぞれに、レンズ1093が設けられている。各レンズ1093は樹脂（エネルギー硬化性樹脂）1094で形成されており、その樹脂1094は、貫通孔1092が設けられていない基板1091の上面にも形成されている。

【0313】

図42を参照して、図41のレンズアレイ基板1081の製造方法について簡単に説明する。

【0314】

図42のAは、複数個の貫通孔1092が形成された基板1091が、下型1101の上に置かれた状態を示している。下型1101は、この後の工程で、樹脂1094を下方から上方へ押す金型である。

【0315】

図42のBは、複数個の貫通孔1092内部と基板1091上面に樹脂1094を塗布した後、上型1102を基板1091の上に配置し、上型1102と下型1101を用いて、加圧成型している状態を示している。上型1102は、樹脂1094を上方から下方へ押す金型である。図42のBに示される状態で、樹脂1094の硬化が行われる。

【0316】

図42のCは、樹脂1094が硬化した後、上型1102と下型1101を離形させ、レンズアレイ基板1081が完成した状態を示している。

【0317】

このレンズアレイ基板1081は、（1）基板1091の貫通孔1092の位置に形成された樹脂1094がレンズ1093となり、このレンズ1093が基板1091に複数個形成され、かつ、（2）これら複数個のレンズ1093の間に位置する基板1091の上側表面全体に、樹脂1094の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

【0318】

<比較構造例3において樹脂がもたらす作用>

比較構造例3である図41のレンズアレイ基板1081が開示されている比較文献3では、レンズ1093となる樹脂1094の作用として、以下のことが開示されている。

【0319】

比較構造例3では、樹脂1094としてエネルギー硬化性樹脂が使用されている。そして、エネルギー硬化性樹脂の一例として、光硬化性樹脂が使用されている。エネルギー硬化性樹脂として光硬化性樹脂を使用した場合、UV光が樹脂1094に照射されると、樹脂1094が硬化する。この硬化により、樹脂1094では、硬化収縮が起きる。

【0320】

しかし、図41のレンズアレイ基板1081の構造によれば、樹脂1094の硬化収縮が起きて、複数個あるレンズ1093の間には基板1091が介在するので、樹脂10

10

20

30

40

50

94の硬化収縮によるレンズ1093間の距離の変動を断ち切ることができ、これにより、複数個のレンズ1093を配置したレンズアレイ基板1081の反りを抑制することができるとしている。

【0321】

以上のように、比較文献2及び3では、光硬化性樹脂が硬化する際、硬化収縮が起きることが開示されている。なお、光硬化性樹脂が硬化する際、硬化収縮が起きることは、比較文献2及び3以外にも、例えば、特開2013-1091号公報などでも開示されている。

【0322】

また、樹脂をレンズの形状に成型し、成型後の樹脂を硬化させると、樹脂に硬化収縮が起きて問題となるのは、光硬化性樹脂に限ったことではない。例えば、光硬化性樹脂と同様にエネルギー硬化性樹脂の一種である熱硬化性樹脂においても、硬化の際に硬化収縮が起きることが問題となる。このことは、例えば、比較文献1や3、特開2010-204631号公報などにおいても開示されている。

【0323】

<比較構造例4>

図43は、本構造と比較するための第4の基板構造（以下、比較構造例4という。）であって、上述した比較文献2において図6として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

【0324】

図43のレンズアレイ基板1121は、図39に示したレンズアレイ基板1041と比較すると、貫通孔1042部分以外の基板1141の形状が、上側だけでなく下側にも突出した形状となっている点、及び、基板1141の下側表面の一部にも、樹脂1144が形成されている点が異なる。レンズアレイ基板1121のその他の構成は、図39に示したレンズアレイ基板1041と同様である。

【0325】

図44は、図43のレンズアレイ基板1121の製造方法を説明する図であって、図40のBに対応する図である。

【0326】

図44は、複数個の貫通孔1142内部と基板1141上面に樹脂1144を塗布した後、上型1152と下型1151を用いて、加圧成型している状態を示している。樹脂1144は、基板1141下面と下型1151との間にも注入されている。図44に示される状態で、樹脂1144の硬化が行われる。

【0327】

このレンズアレイ基板1121は、（1）基板1141の貫通孔1142の位置に形成された樹脂1144がレンズ1143となり、このレンズ1143が基板1141に複数個形成され、かつ、（2）これら複数個のレンズ1143の間に位置する基板1141の上側表面全体に、樹脂1144の薄い層が形成されているだけでなく、基板1141の下側表面の一部にも、樹脂1144の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

【0328】

<比較構造例4において樹脂がもたらす作用>

比較構造例4である図43のレンズアレイ基板1121が開示されている比較文献2では、レンズ1143となる樹脂1144の作用として、以下のことが開示されている。

【0329】

比較構造例4である図43のレンズアレイ基板1121においても、樹脂1144として、エネルギー硬化性樹脂の一例である光硬化性樹脂が使用されている。そして、UV光が樹脂1144に照射されると、樹脂1144が硬化する。この硬化により、比較構造例2および3と同様に、樹脂1144では、硬化収縮が起きる。

【0330】

しかし、比較構造例4のレンズアレイ基板1121では、複数個のレンズ1143の間

10

20

30

40

50

に位置する基板 1 1 4 1 の上側表面全体だけでなく、基板 1 1 4 1 の下側表面の一定の領域にも、樹脂 1 1 4 4 の薄い層が形成されている。

【 0 3 3 1 】

このように、基板 1 1 4 1 の上側表面と下側表面の双方に樹脂 1 1 4 4 を形成した構造とすることにより、レンズアレイ基板 1 1 2 1 全体の反りの方向を相殺することができる。

【 0 3 3 2 】

これに対して、比較構造例 2 として図 3 9 に示したレンズアレイ基板 1 0 4 1 では、複数個のレンズ 1 0 5 3 の間に位置する基板 1 0 5 1 の上側表面全体には樹脂 1 0 5 4 の薄い層が形成されているが、基板 1 0 5 1 の下側表面には、樹脂 1 0 5 4 の薄い層が一切形成されていない。

10

【 0 3 3 3 】

従って、図 4 3 のレンズアレイ基板 1 1 2 1 では、図 3 9 のレンズアレイ基板 1 0 4 1 と比較して、反り量をより小さくしたレンズアレイ基板を提供することができる。

【 0 3 3 4 】

< 比較構造例 5 >

図 4 5 は、本構造と比較するための第 5 の基板構造（以下、比較構造例 5 という。）であって、上述した比較文献 2 において図 9 として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

【 0 3 3 5 】

20

図 4 5 のレンズアレイ基板 1 1 6 1 は、図 3 9 に示したレンズアレイ基板 1 0 4 1 と比較すると、基板 1 1 7 1 に形成された貫通孔 1 1 7 2 近傍の基板裏面に、樹脂はみだし領域 1 1 7 5 を有している点が異なる。レンズアレイ基板 1 1 6 1 のその他の構成は、図 3 9 に示したレンズアレイ基板 1 0 4 1 と同様である。

【 0 3 3 6 】

なお、図 4 5 のレンズアレイ基板 1 1 6 1 は、個片化された後の状態を示している。

【 0 3 3 7 】

このレンズアレイ基板 1 1 6 1 は、（ 1 ）基板 1 1 7 1 の貫通孔 1 1 7 2 の位置に形成された樹脂 1 1 7 4 がレンズ 1 1 7 3 となり、このレンズ 1 1 7 3 が基板 1 1 7 1 に複数個形成され、かつ、（ 2 ）これら複数個のレンズ 1 1 7 3 の間に位置する基板 1 1 7 1 の上側表面全体に、樹脂 1 1 7 4 の薄い層が形成されているだけでなく、基板 1 1 7 1 の下側表面の一部にも、樹脂 1 1 7 4 の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

30

【 0 3 3 8 】

< 比較構造例 5 において樹脂がもたらす作用 >

比較構造例 5 である図 4 5 のレンズアレイ基板 1 1 6 1 が開示されている比較文献 2 では、レンズ 1 1 7 3 となる樹脂 1 1 7 4 の作用として、以下のことが開示されている。

【 0 3 3 9 】

比較構造例 5 である図 4 5 のレンズアレイ基板 1 1 6 1 においても、樹脂 1 1 7 4 として、エネルギー硬化性樹脂の一例である光硬化性樹脂が使用されている。そして、UV 光が樹脂 1 1 7 4 に照射されると、樹脂 1 1 7 4 が硬化する。この硬化により、比較構造例 2 および 3 と同様に、樹脂 1 1 7 4 では、硬化収縮が起きる。

40

【 0 3 4 0 】

しかし、比較構造例 5 のレンズアレイ基板 1 1 7 1 では、複数個のレンズ 1 1 7 3 の間に位置する基板 1 1 7 1 の上側表面全体だけでなく、基板 1 1 7 1 の下側表面の一定の領域にも、樹脂 1 1 7 4 の薄い層（樹脂はみだし領域 1 1 7 5 ）が形成されている。これにより、レンズアレイ基板 1 1 7 1 全体の反りの方向を相殺し、反り量をより小さくしたレンズアレイ基板を提供することができる。

【 0 3 4 1 】

< 比較構造例 2 乃至 5 において樹脂がもたらす作用の比較 >

比較構造例 2 乃至 5 において樹脂がもたらす作用についてまとめると、次のようになる

50

。

## 【 0 3 4 2 】

( 1 ) 比較構造例 2 及び 3 のように、レンズアレイ基板の上面全体に樹脂の層を配置した構造の場合、複数個のレンズを配置した基板に、反りが発生してしまう。

## 【 0 3 4 3 】

図 4 6 は、比較構造例 2 及び 3 のように、レンズアレイ基板の上面全体に樹脂の層を配置した構造を模式的に表した図であり、レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

## 【 0 3 4 4 】

図 4 6 の A 及び B に示されるように、レンズアレイ基板 1 2 1 1 ( レンズ及び貫通孔の図示は省略 ) の上面に配置された光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層では、硬化のための UV 光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層内では、光硬化性樹脂 1 2 1 2 に起因した収縮方向の力が発生する。

## 【 0 3 4 5 】

一方、レンズアレイ基板 1 2 1 1 自体は、UV 光を照射しても、収縮も膨張もしない。すなわち、レンズアレイ基板 1 2 1 1 自体には、基板に起因した力は発生しない。その結果、レンズアレイ基板 1 2 1 1 は、図 4 6 の C に示されるように、下に凸の形状に反ってしまう。

## 【 0 3 4 6 】

( 2 ) しかし、比較構造例 4 および 5 のように、レンズアレイ基板の上面と下面の双方に樹脂の層を配置した構造の場合、レンズアレイ基板の反りの方向が相殺されるので、比較構造例 2 及び 3 よりも、レンズアレイ基板の反り量を小さくすることができる。

## 【 0 3 4 7 】

図 4 7 は、比較構造例 4 及び 5 のように、レンズアレイ基板の上面と下面の双方に樹脂の層を配置した構造を模式的に表した図であり、レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

## 【 0 3 4 8 】

図 4 7 の A 及び B に示されるように、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の上面に配置した光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層では、硬化のための UV 光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の上面に配置した光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層内では、光硬化性樹脂 1 2 1 2 に起因した収縮方向の力が発生する。このため、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の上面側では、レンズアレイ基板 1 2 1 1 を下に凸の形状に反らせようとする力が働く。

## 【 0 3 4 9 】

これに対して、レンズアレイ基板 1 2 1 1 自体は、UV 光を照射しても、収縮も膨張もしない。すなわち、レンズアレイ基板 1 2 1 1 自体には、基板に起因した力は発生しない。

。

## 【 0 3 5 0 】

一方、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の下面に配置した光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層では、硬化のための UV 光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の下面に配置した光硬化性樹脂 1 2 1 2 の層内では、光硬化性樹脂 1 2 1 2 に起因した収縮方向の力が発生する。このため、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の下面側では、レンズアレイ基板 1 2 1 1 を上に凸の形状に反らせようとする力が働く。

## 【 0 3 5 1 】

レンズアレイ基板 1 2 1 1 の上面側における、レンズアレイ基板 1 2 1 1 を下に凸の形状に反らせようとする力と、レンズアレイ基板 1 2 1 1 の下面側における、レンズアレイ基板 1 2 1 1 を上に凸の形状に反らせようとする力は、相殺されるように働く。

## 【 0 3 5 2 】

その結果、図 4 7 の C に示されるように、比較構造例 4 及び 5 におけるレンズアレイ基板 1 2 1 1 の反り量は、図 4 6 の C に示した比較構造例 2 及び 3 における反り量よりも低

10

20

30

40

50

減される。

【0353】

以上のように、レンズアレイ基板を反らせる力およびレンズアレイ基板の反り量は、  
 (1) 当該レンズアレイ基板の上面において当該レンズアレイ基板に作用する力の方向および大きさと、  
 (2) 当該レンズアレイ基板の下面において当該レンズアレイ基板に作用する力の方向および大きさと、  
 の相対関係の影響を受ける。

【0354】

<比較構造例6>

そこで、例えば、図48のAに示されるように、レンズアレイ基板1211の上面に配置する光硬化性樹脂1212の層及び面積と、レンズアレイ基板1211の下面に配置する光硬化性樹脂1212の層及び面積とを、同一にするレンズアレイ基板構造が考えられる。このレンズアレイ基板構造を、本構造と比較するための第6の基板構造(以下、比較構造例6という。)と呼ぶ。

【0355】

比較構造例6では、レンズアレイ基板1211の上面に配置された光硬化性樹脂1212の層では、光硬化性樹脂1212に起因した収縮方向の力が発生する。レンズアレイ基板1211自体は、基板に起因した力が発生しない。このため、レンズアレイ基板1211の上面側では、レンズアレイ基板1211を下に凸の形状に反らせようとする力が働く。

【0356】

一方、レンズアレイ基板1211の下面に配置された光硬化性樹脂1212の層では、光硬化性樹脂1212に起因した収縮方向の力が発生する。レンズアレイ基板1211自体は、基板に起因した力が発生しない。このため、レンズアレイ基板1211の下面側では、レンズアレイ基板1211を上凸の形状に反らせようとする力が働く。

【0357】

レンズアレイ基板1211を反らせようとする上記2つの力が、図47のAに示した構造よりもさらに相殺する方向に働く。その結果、レンズアレイ基板1211を反らせる力およびレンズアレイ基板1211の反り量は、比較構造例4および5よりもさらに低減される。

【0358】

<比較構造例7>

ところで、実際には、カメラモジュールに組み込まれる積層レンズ構造体を構成するレンズ付き基板の形状は全て同じではない。より具体的には、積層レンズ構造体を構成する複数のレンズ付き基板どうしは、例えば、レンズ付き基板の厚さや貫通孔の大きさが異なっていたり、貫通孔に形成されるレンズの厚みや形状、体積などが異なる場合がある。さらに言えば、レンズ付き基板の上面及び下面に形成される光硬化性樹脂の膜厚なども、各レンズ付き基板で異なる場合もある。

【0359】

図49は、第7の基板構造(以下、比較構造例7という。)としての、3枚のレンズ付き基板の積層で構成される積層レンズ構造体の断面図である。この積層レンズ構造体では、図48で示した比較構造例6と同様に、各レンズ付き基板の上面及び下面に配置された光硬化性樹脂の層及び面積が同一に形成されているものとする。

【0360】

図49に示される積層レンズ構造体1311は、3枚のレンズ付き基板1321乃至1323で構成される。

【0361】

以下では、3枚のレンズ付き基板1321乃至1323のうち、真ん中のレンズ付き基板1321を、第1のレンズ付き基板1321、最上層のレンズ付き基板1322を、第

10

20

30

40

50

2のレンズ付き基板1322、最下層のレンズ付き基板1323を、第3のレンズ付き基板1323という。

【0362】

最上層に配置された第2のレンズ付き基板1322と、最下層に配置された第3のレンズ付き基板1323は、基板の厚さ、及び、レンズの厚さが異なる。

【0363】

より具体的には、レンズの厚さが、第2のレンズ付き基板1322よりも第3のレンズ付き基板1323の方が厚く形成されており、それに伴い、基板の厚さも、第2のレンズ付き基板1322よりも第3のレンズ付き基板1323の方が厚く形成されている。

【0364】

第1のレンズ付き基板1321と第2のレンズ付き基板1322との接触面、及び、第1のレンズ付き基板1321と第3のレンズ付き基板1323との接触面には、樹脂1341が全面に渡って形成されている。

【0365】

3枚のレンズ付き基板1321乃至1323の貫通孔の断面形状は、基板上面よりも基板下面の方が広い、いわゆる末広がり形状である。

【0366】

図50を参照して、形状の異なる3枚のレンズ付き基板1321乃至1323がもたらす作用について説明する。

【0367】

図50のA乃至Cは、図49に示した積層レンズ構造体1311を模式的に表した図である。

【0368】

この積層レンズ構造体1311のように、第1のレンズ付き基板1321の上面と下面に、基板の厚さが異なる第2のレンズ付き基板1322と第3のレンズ付き基板1323を配置した場合、3枚のレンズ付き基板1321乃至1323の接触面全面に渡って存在する樹脂1341の層が、積層レンズ構造体1311の厚さ方向のどの位置に存在するかによって、この積層レンズ構造体1311を反らせる力、及び、積層レンズ構造体1311の反る量が、変わる。

【0369】

3枚のレンズ付き基板1321乃至1323の接触面全面に渡って存在する樹脂1341の層が、積層レンズ構造体1311の中心線、即ち、積層レンズ構造体1311の厚さ方向の中点を通して、基板平面方向に走る線に対して対称に配置されていないと、第1のレンズ付き基板1321の上面と下面に配置された樹脂1341の硬化収縮によって発生する力の作用を、図48のCに示したように、完全に相殺することはできない。その結果、積層レンズ構造体1311はどちらかの方向へ反ってしまう。

【0370】

例えば、第1のレンズ付き基板1321の上面と下面の2層の樹脂1341が、積層レンズ構造体1311の厚さ方向の中心線よりも上側方向にずれて配置される場合、2層の樹脂1341が硬化収縮を起こすと、積層レンズ構造体1311は、図50のCに示されるように、下に凸の形状に反ってしまう。

【0371】

さらに、第2のレンズ付き基板1322と第3のレンズ付き基板1323のうち、厚さが薄い方の基板の貫通孔の断面形状が、第1のレンズ付き基板1321の方向に向かって大きくなる形状である場合には、レンズの欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

【0372】

図49に示した例では、第2のレンズ付き基板1322と第3のレンズ付き基板1323のうち、厚さが薄い方の第2のレンズ付き基板1322の貫通孔の断面形状が、第1のレンズ付き基板1321の方向に向かって大きくなる末広がり形状である。このような形状において、第1のレンズ付き基板1321の上面と下面の2層の樹脂1341が硬化収

10

20

30

40

50

縮した際には、積層レンズ構造体 1 3 1 1 には、図 5 0 の C に示したように下に凸の形状に反る力が作用し、この力は、図 5 0 の D に示されるように、第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 において、レンズと基板が離間する方向の力として作用する。この作用により、第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 のレンズ 1 3 3 2 が、欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

【 0 3 7 3 】

次に、樹脂が熱膨張する場合について考える。

【 0 3 7 4 】

< 比較構造例 8 >

図 5 1 は、第 8 の基板構造（以下、比較構造例 8 という。）としての、3 枚のレンズ付き基板の積層で構成される積層レンズ構造体の断面図である。この積層レンズ構造体では、図 4 8 で示した比較構造例 6 と同様に、各レンズ付き基板の上面及び下面に配置された光硬化性樹脂の層及び面積が同一に形成されているものとする。

【 0 3 7 5 】

図 5 1 の比較構造例 8 は、3 枚のレンズ付き基板 1 3 2 1 乃至 1 3 2 3 の貫通孔の断面形状が、基板上面よりも基板下面の方が狭い、いわゆる下すぼみ形状である点のみが、図 4 9 の比較構造例 7 と異なる。

【 0 3 7 6 】

図 5 2 の A 乃至 C は、図 5 1 に示した積層レンズ構造体 1 3 1 1 を模式的に表した図である。

【 0 3 7 7 】

ユーザがカメラモジュールを実使用する際、動作に伴う消費電力の増大によりカメラの筐体内の温度が上昇し、カメラモジュールの温度も上昇する。この温度上昇により、図 5 1 の積層レンズ構造体 1 3 1 1 において、第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の上面と下面に配置された樹脂 1 3 4 1 が熱膨張する。

【 0 3 7 8 】

第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の上面と下面に配置する樹脂 1 3 4 1 の面積と厚さを、図 4 8 の A のように同一にしたとしても、3 枚のレンズ付き基板 1 3 2 1 乃至 1 3 2 3 の接触面全面に渡って存在する樹脂 1 3 4 1 の層が、積層レンズ構造体 1 3 1 1 の中心線、即ち、積層レンズ構造体 1 3 1 1 の厚さ方向の中心線を通して、基板平面方向に走る線に対して対称に配置されていないと、第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の上面と下面に配置された樹脂 1 3 4 1 の熱膨張によって発生する力の作用を、図 4 8 の C に示したように、完全に相殺することはできない。その結果、積層レンズ構造体 1 3 1 1 はどちらかの方向へ反ってしまう。

【 0 3 7 9 】

例えば、第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の上面と下面の 2 層の樹脂 1 3 4 1 が、積層レンズ構造体 1 3 1 1 の厚さ方向の中心線よりも上側方向にずれて配置される場合、2 層の樹脂 1 3 4 1 が熱膨張を起こすと、積層レンズ構造体 1 3 1 1 は、図 5 2 の C に示されるように、上に凸の形状に反ってしまう。

【 0 3 8 0 】

さらに、図 5 1 に示した例では、第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 と第 3 のレンズ付き基板 1 3 2 3 のうち、厚さが薄い方の第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 の貫通孔の断面形状が、第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の方向に向かって小さくなる下すぼみ形状である。このような形状において、第 1 のレンズ付き基板 1 3 2 1 の上面と下面の 2 層の樹脂 1 3 4 1 が熱膨張した際には、積層レンズ構造体 1 3 1 1 には、上に凸の形状に反る力が作用し、この力は、図 5 2 の D に示されるように、第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 において、レンズと基板が離間する方向の力として作用する。この作用により、第 2 のレンズ付き基板 1 3 2 2 のレンズ 1 3 3 2 が、欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

【 0 3 8 1 】

< 本構造 >

10

20

30

40

50

図53は、本構造を採用した3枚のレンズ付き基板1361乃至1363からなる積層レンズ構造体1371を示す図である。

【0382】

図53のAは、図49の積層レンズ構造体1311に対応した構造であり、貫通孔の断面形状が、いわゆる末広がり形状の構造である。一方、図53のBは、図51の積層レンズ構造体1311に対応した構造であり、貫通孔の断面形状が、いわゆる下すぼみ形状の構造である。

【0383】

図54は、本構造がもたらす作用を説明するため、図53の積層レンズ構造体1371を模式的に示した図である。

10

【0384】

積層レンズ構造体1371は、真ん中の第1のレンズ付き基板1361の上方に第2のレンズ付き基板1362を配置し、第1のレンズ付き基板1361の下方に第3のレンズ付き基板1363を配置した構造である。

【0385】

最上層に配置された第2のレンズ付き基板1362と、最下層に配置された第3のレンズ付き基板1363は、基板の厚さ、及び、レンズの厚さが異なる。より具体的には、レンズの厚さが、第2のレンズ付き基板1362よりも第3のレンズ付き基板1363の方が厚く形成されており、それに伴い、基板の厚さも、第2のレンズ付き基板1362よりも第3のレンズ付き基板1363の方が厚く形成されている。

20

【0386】

本構造の積層レンズ構造体1371では、レンズ付き基板どうしを固着する手段として、基板どうしの直接接合が用いられる。言い換えれば、固着させるレンズ付き基板へプラズマ活性処理が施され、固着させる2つのレンズ付き基板がプラズマ接合される。さらに言い換えれば、積層する2枚のレンズ付き基板それぞれの表面に、シリコン酸化膜を形成し、これに水酸基を結合させた後、2枚のレンズ付き基板どうしを貼り合わせ、これを昇温して脱水縮合させる。こうして、2枚のレンズ付き基板が、シリコン-酸素共有結合により、直接接合されている。

【0387】

したがって、本構造の積層レンズ構造体1371においては、レンズ付き基板どうしを固着する手段として、樹脂による接着は用いられていない。このため、レンズ付き基板とレンズ付き基板との間に、レンズ形成用の樹脂もしくは基板を接着するための樹脂が配置されない。また、レンズ付き基板の上面や下面に樹脂が配置されないため、レンズ付き基板の上面や下面において、樹脂が熱膨張したり、硬化収縮することはない。

30

【0388】

従って、積層レンズ構造体1371では、第1のレンズ付き基板1351の上層及び下層に、レンズの厚さ、及び、基板の厚さが異なる第2のレンズ付き基板1362と第3のレンズ付き基板1363が配置されても、上述した各比較構造例1乃至8のような、硬化収縮に起因した基板の反り、及び、熱膨張に起因した基板の反りは発生しない。

【0389】

即ち、レンズ付き基板どうしを直接接合により固着させた本構造は、上方と下方に、レンズの厚さ、及び、基板の厚さが異なるレンズ付き基板を積層した場合でも、上述した各比較構造例1乃至8よりも、基板の反りを大きく抑制することができる、という作用及び効果をもたらす。

40

【0390】

<16.各種の変形例>

上述した各実施の形態のその他の変形例について、以下説明する。

【0391】

<16.1 光学絞り付きカバーガラス>

積層レンズ構造体11の上部には、積層レンズ構造体11のレンズ21の表面を保護す

50

るため、カバーガラスを設ける場合がある。この場合、カバーガラスに、光学絞りの機能を持たせるようにすることができる。

【0392】

図55は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第1の構成を示す図である。

【0393】

図55に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第1の構成例では、積層レンズ構造体11の上部にカバーガラス1501がさらに積層されている。そして、積層レンズ構造体11とカバーガラス1501の外側に、レンズバレル74が配置されている。

【0394】

カバーガラス1501のレンズ付き基板41a側の面(図中、カバーガラス1501の下面)に、遮光膜1502が形成されている。ここで、各レンズ付き基板41a乃至41eのレンズ中心(光学中心)から所定の範囲は、遮光膜1502が形成されていない開口部1503となっており、開口部1503は、光学絞りとして機能する。これにより、例えば、図13のカメラモジュール1D等で構成されていた絞り板51が省略されている。

【0395】

図56は、遮光膜1502が形成されたカバーガラス1501の製造方法を説明する図である。

【0396】

初めに、図56のAに示されるように、例えば、ウエハもしくはパネルの形態のカバーガラス(ガラス基板)1501Wの一方の面全体に、光吸収材料がスピンコート塗布されることにより、遮光膜1502が形成される。遮光膜1502となる光吸収材料としては、例えば、カーボンブラック顔料や、チタンブラック顔料を内添した光吸収性を有する樹脂が用いられる。

【0397】

次に、遮光膜1502の所定の領域がリソグラフィ技術またはエッチング処理によって除去されることにより、図56のBに示されるように、開口部1503が所定の間隔で複数形成される。開口部1503の配置は、図23の担体基板81Wの貫通孔83の配置と1対1に対応する。なお、遮光膜1502と開口部1503の別の形成方法の例として、開口部1503を除いた領域へインクジェットによって遮光膜1502となる光吸収材料噴射するという方法を用いることもできる。

【0398】

以上のようにして製造された基板状態のカバーガラス1501Wと、同じく基板状態の複数枚のレンズ付き基板41Wとが、貼り合わされた後、ブレードもしくはレーザなどを活用したダイシング等により個片化される。これにより、図55に示した、絞り機能を備えるカバーガラス1501が積層された積層レンズ構造体11が完成する。

【0399】

このように、半導体プロセスの一工程として、カバーガラス1501を形成することにより、別の組み立て工程でカバーガラスを形成する場合に懸念されるゴミ欠陥の発生を抑制することができる。

【0400】

図55に示した第1の構成例によれば、塗布により光学絞りを形成するので、遮光膜1502は1 $\mu$ m程度の薄い膜厚で形成することができ、絞り機構が所定の厚みを有することにより入射光が遮蔽されることに起因する光学性能の劣化(周辺部の減光)を抑えることができる。

【0401】

なお、上述した例では、カバーガラス1501Wの個片化を、複数枚のレンズ付き基板41Wと接合した後に行ったが、接合前に行っても良い。換言すれば、遮光膜1502を備えたカバーガラス1501と5枚のレンズ付き基板41a乃至41eとの接合は、ウエハレベルで行っても良いし、チップレベルで行っても良い。

【0402】

10

20

30

40

50

遮光膜 1502 の表面は粗くしてもよい。この場合、遮光膜 1502 を形成したカバーガラス 1501 表面の表面反射を減らすとともに、遮光膜 1502 の表面積を増大させることができるので、カバーガラス 1501 とレンズ付き基板 41 との接合強度を向上させることができる。

【0403】

遮光膜 1502 の表面を粗面にする方法としては、例えば、遮光膜 1502 となる光吸収材料を塗布後、エッチングなどにより粗面に加工する方法、光吸収材料を塗布前のカバーガラス 1501 を粗面に形成後、光吸収材料を塗布する方法、凝集する光吸収材料により成膜後に表面に凹凸が生じるようにする方法、固形分を含んだ光吸収材料により成膜後に表面に凹凸が生じるようにする方法、などがある。

10

【0404】

また、遮光膜 1502 とカバーガラス 1501 との間に、反射防止膜を形成してもよい。

【0405】

カバーガラス 1501 が絞りの支持基板を兼用することにより、カメラモジュール 1 のサイズを小型化することができる。

【0406】

図 57 は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第 2 の構成を示す図である。

【0407】

図 57 に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第 2 の構成例では、カバーガラス 1501 が、レンズパレル 74 の開口部の位置に配置されている。その他の構成は、図 55 に示した第 1 の構成例と同じである。

20

【0408】

図 58 は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第 3 の構成を示す図である。

【0409】

図 58 に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第 3 の構成例では、遮光膜 1502 が、カバーガラス 1501 の上面、換言すれば、レンズ付き基板 41 a と反対側に形成されている。その他の構成は、図 55 に示した第 1 の構成例と同じである。

【0410】

なお、図 57 に示した、レンズパレル 74 の開口部にカバーガラス 1501 を配置した構成においても、遮光膜 1502 を、カバーガラス 1501 の上面に形成してもよい。

30

【0411】

< 16.2 貫通孔による絞り形成 >

次に、上述した絞り板 51 やカバーガラス 1501 を用いた絞りに代えて、レンズ付き基板 41 の貫通孔 83 の開口自体を絞り機構とする例について説明する。

【0412】

図 59 の A は、貫通孔 83 の開口自体を絞り機構とする第 1 の構成例を示す図である。

【0413】

なお、図 59 の説明においては、図 58 に示した積層レンズ構造体 11 と異なる部分についてのみ説明し、同一部分の説明は適宜省略する。また、図 59 では、図が煩雑になるのを避けるため、説明に必要となる符号のみ図示されている。

40

【0414】

図 59 の A に示される積層レンズ構造体 11 f は、図 58 に示した積層レンズ構造体 11 を構成する 5 枚のレンズ付き基板 41 a 乃至 41 e のうち、光入射側に最も近く、受光素子 12 から最も遠い位置にあるレンズ付き基板 41 a が、レンズ付き基板 41 f に置き換えられた構成とされている。

【0415】

レンズ付き基板 41 f を図 58 のレンズ付き基板 41 a と比較すると、図 58 のレンズ付き基板 41 a では、上面の穴径が下面の穴径よりも大きくなっているのに対して、図 59 のレンズ付き基板 41 f では、上面の穴径 D1 が下面の穴径 D2 よりも小さくなっている

50

。すなわち、レンズ付き基板 4 1 f の貫通孔 8 3 の断面形状は、いわゆる末広がり形状となっている。

【 0 4 1 6 】

レンズ付き基板 4 1 f の貫通孔 8 3 に形成されているレンズ 2 1 の最表面の高さ位置は、図 5 9 の A において一点鎖線で示される、レンズ付き基板 4 1 f の最上面の位置よりも低くなっている。

【 0 4 1 7 】

積層レンズ構造体 1 1 f では、複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 f の貫通孔 8 3 の光入射側の穴径が最も小さくなることにより、この貫通孔 8 3 の穴径の最も小さい部分（穴径 D 1 の部分）が、入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。

10

【 0 4 1 8 】

図 5 9 の B は、貫通孔 8 3 の開口自体を絞り機構とする第 2 の構成例を示す図である。

【 0 4 1 9 】

図 5 9 の B に示される積層レンズ構造体 1 1 g は、図 5 8 に示した積層レンズ構造体 1 1 を構成する 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、やはり、最上層のレンズ付き基板 4 1 a が、レンズ付き基板 4 1 g に置き換えられた構成とされている。そして、レンズ付き基板 4 1 g のさらに上に、基板 1 5 1 1 が積層された構成とされている。

【 0 4 2 0 】

レンズ付き基板 4 1 g の貫通孔 8 3 の穴径は、図 5 9 の A に示したレンズ付き基板 4 1 f と同様、光入射側の方が小さい末広がり形状になっている。基板 1 5 1 1 は、貫通孔 8 3 を有するが、レンズ 2 1 を保持していない基板である。レンズ付き基板 4 1 g と基板 1 5 1 1 の貫通孔 8 3 の断面形状は、いずれも、いわゆる末広がり形状となっている。

20

【 0 4 2 1 】

レンズ付き基板 4 1 g の上に基板 1 5 1 1 が積層されることにより、入射光が入射される平面領域が、図 5 9 の A のレンズ付き基板 4 1 f よりもさらに狭められている。基板 1 5 1 1 の上面の穴径 D 3 は、レンズ 2 1 の曲面部分（レンズ部 9 1）の直径 D 4 よりも小さく構成されている。これにより、基板 1 5 1 1 の貫通孔 8 3 の穴径の最も小さい部分（穴径 D 3 の部分）が、入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。

【 0 4 2 2 】

光学絞りの位置は、積層レンズ構造体 1 1 g のなかの最上面のレンズ 2 1 からできるだけ離れた位置にある方が、射出瞳位置を離し、シェーディングを抑えることができる。

30

【 0 4 2 3 】

図 5 9 の B に示されるように、5 枚のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 e 及び 4 1 g のさらに上に基板 1 5 1 1 を積層することにより、光学絞りの位置を、積層レンズ構造体 1 1 g のなかで最上面のレンズ 2 1 となる、レンズ付き基板 4 1 g のレンズ 2 1 から、光入射方向の反対方向に大きく離れた位置とすることができ、シェーディングを抑えることができる。

【 0 4 2 4 】

図 5 9 の C は、貫通孔 8 3 の開口自体を絞り機構とする第 3 の構成例を示す図である。

40

【 0 4 2 5 】

図 5 9 の C に示される積層レンズ構造体 1 1 h は、図 5 8 に示した積層レンズ構造体 1 1 を構成する 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 f のうちのレンズ付き基板 4 1 a のさらに上に、基板 1 5 1 2 が積層された構成とされている。

【 0 4 2 6 】

基板 1 5 1 2 は、貫通孔 8 3 を有するが、レンズ 2 1 を保持していない基板である。基板 1 5 1 2 の貫通孔 8 3 は、穴径が基板 1 5 1 2 の最上面と最下面で異なり、上面の穴径 D 5 が下面の穴径 D 5 よりも小さい、いわゆる末広がり形状である。また、基板 1 5 1 2 の最上面の穴径 D 5 は、レンズ 2 1 の曲面部分（レンズ部 9 1）の直径よりも小さく構成されている。これにより、この貫通孔 8 3 の穴径の最も小さい部分（穴径 D 5 の部分）が、

50

入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。なお、基板 1 5 1 2 の形状の別の例として、上面の穴径 D5 が下面の穴径 D5 よりも大きい、いわゆる下すぼみの形状であっても良い。

【 0 4 2 7 】

なお、図 5 9 の A 乃至 C の例は、いずれも、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のなかで、最上面（受光素子 1 2 から最も離れた位置）のレンズ付き基板 4 1 f の貫通孔 8 3 の穴径を、光学絞りとして構成したり、最上層に配置した基板 1 5 1 1 若しくは 1 5 1 2 の貫通孔 8 3 の穴径を、光学絞りとして構成する例である。

【 0 4 2 8 】

しかしながら、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のなかの、最上面以外のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 e いずれかの貫通孔 8 3 の穴径を、上述したレンズ付き基板 4 1 f または基板 1 5 1 1 若しくは 1 5 1 2 のように構成し、光学絞りとして機能させてもよい。

10

【 0 4 2 9 】

ただし、シェーディングを抑える観点では、図 5 9 の A 乃至 C に示したように、光学絞りの機能を有するレンズ付き基板 4 1 は、最上層、または、可能な限り上方（受光素子 1 2 から最も遠い位置）に配置した方がよい。

【 0 4 3 0 】

以上のように、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のなかの所定の 1 枚のレンズ付き基板 4 1、または、レンズ 2 1 を保持していない基板 1 5 1 1 若しくは 1 5 1 2 が、光学絞りの機能を兼ね備えることで、積層レンズ構造体 1 1 及びカメラモジュール 1 としてのサイズを小型化することができる。

20

【 0 4 3 1 】

光学絞りが、レンズ 2 1 を保持するレンズ付き基板 4 1 と一体とすることで、結像性能に影響を与える絞りに最も近いレンズ曲面と光学絞りの位置精度が向上し、結像性能を向上させることができる。

【 0 4 3 2 】

< 1 6 . 3 金属接合によるウエハレベル接合 >

上述した実施の形態では、貫通孔 8 3 にレンズ 2 1 が形成されたレンズ付き基板 4 1 W どうしを、プラズマ接合により貼り合わせるようにしたが、金属接合を用いて貼り合わせるようにすることもできる。

30

【 0 4 3 3 】

図 6 0 は、金属接合を用いたウエハレベルでの貼り合わせを説明する図である。

【 0 4 3 4 】

初めに、図 6 0 の A に示されるように、複数形成された貫通孔 1 5 3 2 のそれぞれにレンズ 1 5 3 3 が形成された基板状態のレンズ付き基板 1 5 3 1 W- a が用意され、そのレンズ付き基板 1 5 3 1 W- a の上側表面と下側表面に、反射防止膜 1 5 3 5 が成膜される。

【 0 4 3 5 】

このレンズ付き基板 1 5 3 1 W は、上述した基板状態のレンズ付き基板 4 1 W に対応するものである。また、反射防止膜 1 5 3 5 は、上述した上側表面層 1 2 2 と下側表面層 1 2 3 に対応する。

40

【 0 4 3 6 】

ここで、レンズ付き基板 1 5 3 1 W- a の上側表面に形成された反射防止膜 1 5 3 5 の一部に、異物 1 5 3 6 が混入された状態を想定する。レンズ付き基板 1 5 3 1 W- a の上側表面は、後述する図 6 0 の D の工程において、レンズ付き基板 1 5 3 1 W- b と接合される面である。

【 0 4 3 7 】

次に、図 6 0 の B に示されるように、金属膜 1 5 4 2 が、レンズ付き基板 1 5 3 1 W- b との接合面となるレンズ付き基板 1 5 3 1 W- a の上側表面に形成される。このとき、レンズ 1 5 3 3 が形成されている貫通孔 1 5 3 2 の部分は、金属膜 1 5 4 2 が形成されないよ

50

うに、メタルマスク 1541 を用いてマスクされる。

【0438】

金属膜 1542 の材料としては、例えば、金属接合としてよく使用されるCuを用いることができる。金属膜 1542 の成膜方法としては、低温で形成が可能な蒸着法やスパッタ法、イオンプレーティング法などのPVD法を用いることができる。

【0439】

なお、金属膜 1542 の材料としては、Cu以外に、Ni、Co、Mn、Al、Sn、In、Ag、Zn等や、これら2種以上の合金材料を用いても良い。また、塑性変形し易い金属材料であれば、例示した以外の材料でもよい。

【0440】

金属膜 1542 の成膜法として、PVD法とメタルマスクによる形成以外にも、例えば、銀粒子などの金属ナノ粒子を用いたインクジェット法を用いてもよい。

【0441】

次に、図60のCに示されるように、接合前の前処理として、大気に開放した際に金属膜 1542 の表面に形成される酸化被膜を、ギ酸、水素ガス、水素ラジカルなどの還元性ガスを用いて除去することにより、金属膜 1542 の表面が清浄化される。

【0442】

金属膜 1542 の表面の清浄化の方法として、還元ガス以外にも、プラズマ中のArイオンを金属表面に入射させてスパッタ作用により物理的に酸化被膜を除去してもよい。

【0443】

上述した図60のA乃至Cと同様の工程によって、接合するもう一方の基板状態のレンズ付き基板 1531W であるレンズ付き基板 1531W-b が用意される。

【0444】

そして、図60のDに示されるように、レンズ付き基板 1531W-b の接合面と、レンズ付き基板 1531W-a の接合面とが向き合うように配置され、位置合わせが行われた後、適切な圧力が加えられると、レンズ付き基板 1531W-a の金属膜 1542 とレンズ付き基板 1531W-b の金属膜 1542 が、金属接合により接合される。

【0445】

ここで、レンズ付き基板 1531W-b の接合面となるレンズ付き基板 1531W-b の下側表面にも、例えば、異物 1543 が混入されているとする。しかしながら、異物 1536 や異物 1543 があっても、金属膜 1542 として、塑性変形し易い金属材料を用いているので、金属膜 1542 は変形し、レンズ付き基板 1531W-a とレンズ付き基板 1531W-b とが接合される。

【0446】

最後に、図60のEに示されるように、熱処理を加えることにより、金属の原子間接合、結晶化を促し、接合強度が高められる。なお、この熱処理工程は省略することもできる。

【0447】

以上のようにして、複数の貫通孔 1532 のそれぞれにレンズ 1533 が形成されたレンズ付き基板 1531W どうしを、金属接合を用いて貼り合わせることができる。

【0448】

なお、レンズ付き基板 1531W-a と金属膜 1542 の接合を得るために、密着層となる膜を、レンズ付き基板 1531W-a と金属膜 1542 との間に形成することも可能である。この場合、密着層は、反射防止膜 1535 の上側（外側）、換言すれば、反射防止膜 1535 と金属膜 1542 の間に形成される。密着層としては、例えば、Ti、Ta、または、Wなどを用いることができる。または、Ti、Ta、Wなどの窒化物若しくは酸化物、または、窒化物と酸化物との積層構造を用いても良い。レンズ付き基板 1531W-b と金属膜 1542 との接合についても同様である。

【0449】

また、レンズ付き基板 1531W-a に成膜する金属膜 1542 の材料と、レンズ付き基

10

20

30

40

50

板 1 5 3 1 W - b に成膜する金属膜 1 5 4 2 の材料は、異なる金属材料としてもよい。

【 0 4 5 0 】

基板状態のレンズ付き基板 1 5 3 1 W どうしを、ヤング率が低く塑性変形し易い金属接合を用いて貼り合わせることで、接合面に異物が存在する場合であっても押し当て圧により変形することで接触面積が得られる。

【 0 4 5 1 】

金属接合を用いて貼り合わせた複数のレンズ付き基板 1 5 3 1 W を個片化して積層レンズ構造体 1 1 とし、上述したカメラモジュール 1 に組み込んだ場合、金属膜 1 5 4 2 は、封止性に優れ、側面からの光や水分の流入を防止することができるので、信頼性の高い積層レンズ構造体 1 1 及びカメラモジュール 1 を作製することができる。

10

【 0 4 5 2 】

< 1 6 . 4 高濃度ドーブ基板を用いたレンズ付き基板 >

図 6 1 は、上述したレンズ付き基板 4 1 a の変形例であるレンズ付き基板 4 1 a ' - 1 と 4 1 a ' - 2 の断面図である。

【 0 4 5 3 】

図 6 1 のレンズ付き基板 4 1 a ' - 1 と 4 1 a ' - 2 の説明では、上述したレンズ付き基板 4 1 a と同一の部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ説明する。

【 0 4 5 4 】

図 6 1 の A に示されるレンズ付き基板 4 1 a ' - 1 は、シリコン基板に、B ( ボロン ) が高濃度に拡散 ( イオン注入 ) された高濃度ドーブ基板である。レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 の不純物濃度は、例えば、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  程度の濃度であり、レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 は、広い範囲の波長の光を効率よく吸収することができる。

20

【 0 4 5 5 】

レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 のその他の構成は、上述したレンズ付き基板 4 1 a と同様である。

【 0 4 5 6 】

一方、図 6 1 の B に示されるレンズ付き基板 4 1 a ' - 2 では、シリコン基板の領域が、不純物濃度が異なる 2 つの領域、即ち、第 1 の領域 1 5 5 1 と第 2 の領域 1 5 5 2 に分けられる。

【 0 4 5 7 】

第 1 の領域 1 5 5 1 は、光が入射される側の基板表面から所定の深さ ( 例えば、 $3 \mu\text{m}$  程度 ) に形成されている。第 1 の領域 1 5 5 1 の不純物濃度は、例えば、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  程度の高濃度である。第 2 の領域 1 5 5 2 は、その不純物濃度が、例えば、 $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  程度とされ、第 1 の濃度よりも低い濃度にされている。第 1 の領域 1 5 5 1 及び第 2 の領域 1 5 5 2 に拡散 ( イオン注入 ) されたイオンは、例えば、レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 と同様に、B ( ボロン ) である。

30

【 0 4 5 8 】

レンズ付き基板 4 1 a ' - 2 の光入射側となる第 1 の領域 1 5 5 1 の不純物濃度は、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  程度であり、レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 の不純物濃度 ( 例えば、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  ) よりも低い。そこで、レンズ付き基板 4 1 a ' - 2 では、貫通孔 8 3 の側壁に形成される遮光膜 1 2 1 ' の膜厚が、図 6 1 の A のレンズ付き基板 4 1 a ' - 1 の遮光膜 1 2 1 よりも厚く形成されている。例えば、レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 の遮光膜 1 2 1 の膜厚が  $2 \mu\text{m}$  であるとする、レンズ付き基板 4 1 a ' - 2 の遮光膜 1 2 1 ' の膜厚は、 $5 \mu\text{m}$  に形成されている。

40

【 0 4 5 9 】

レンズ付き基板 4 1 a ' - 2 のその他の構成は、上述したレンズ付き基板 4 1 a と同様である。

【 0 4 6 0 】

以上のように、レンズ付き基板 4 1 a ' - 1 及び 4 1 a ' - 2 として、高濃度ドーブ基板を採用することにより、遮光膜 1 2 1 や上側表面層 1 2 2 を透過して基板に到達した光

50

を基材そのもので吸収することができるので、反射光を抑制することができる。ドーピング量は、基板に到達した光を吸収できればよいため、基板に到達してくる光量や、遮光膜121や上側表面層122の膜厚によって、適宜設定することができる。

【0461】

また、レンズ付き基板41a'-1及び41a'-2として、取扱い容易なシリコン基板を用いるので、ハンドリングが容易である。遮光膜121や上側表面層122を透過して基板に到達した光を基材そのもので吸収することができるので、遮光膜121や上側表面層122、積層される基板自体の厚み等を薄くすることもでき、薄膜化、構造の簡便化が可能である。

【0462】

なお、レンズ付き基板41a'-1及び41a'-2において、シリコン基板にドーパされるイオンは、B(ボロン)に限られず、その他、例えば、リン(P)、ヒ素(As)、またはアンチモン(Sb)などでもよく、さらに言えば、光吸収量が増加するバンド構造をとることができる元素であればよい。

【0463】

また、積層レンズ構造体11を構成するその他のレンズ付き基板41b乃至41eについても、レンズ付き基板41a'-1及び41a'-2と同様の構成とすることができる。

【0464】

<製造方法>

図62を参照して、図61のAに示したレンズ付き基板41a'-1の製造方法について説明する。

【0465】

初めに、図62のAに示されるように、B(ボロン)が高濃度に拡散(イオン注入)された基板状態の高濃度ドーパ基板1561Wが用意される。高濃度ドーパ基板1561Wの不純物濃度は、例えば、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。

【0466】

次に、図62のBに示されるように、高濃度ドーパ基板1561Wの所定の位置に、エッチングにより、貫通孔83が形成される。図62では、紙面の制約上、2個の貫通孔83のみが示されているが、実際には、高濃度ドーパ基板1561Wの平面方向に、多数の貫通孔83が形成されている。

【0467】

次に、図62のCに示されるように、貫通孔83の側壁に、黒色のレジスト材料をスプレーコートによって塗布することにより、遮光膜121が成膜される。

【0468】

そして、図62のDに示されるように、レンズ21を含むレンズ樹脂部82が、図23を参照して説明した上型201と下型181を用いた加圧成型により、貫通孔83の内側に形成される。

【0469】

その後、図示は省略するが、高濃度ドーパ基板1561Wとレンズ樹脂部82の上側表面に上側表面層122が成膜され、高濃度ドーパ基板1561Wとレンズ樹脂部82の下側表面に下側表面層123が成膜され、個片化される。これにより、図61のAに示したレンズ付き基板41a'-1が完成する。

【0470】

次に、図63を参照して、図61のBに示したレンズ付き基板41a'-2の製造方法について説明する。

【0471】

初めに、図63のAに示されるように、B(ボロン)が所定の濃度で拡散(イオン注入)された基板状態のドーパ基板1571Wが用意される。ドーパ基板1571Wの不純物濃度は、例えば、 $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 程度である。

10

20

30

40

50

## 【0472】

次に、図63のBに示されるように、ドープ基板1571Wの所定の位置に、エッチングにより、貫通孔83が形成される。図63では、紙面の制約上、2個の貫通孔83のみが示されているが、実際には、ドープ基板1571Wの平面方向に、多数の貫通孔83が形成されている。

## 【0473】

次に、図63のCに示されるように、ドープ基板1571Wの光入射面側の基板表面から所定の深さ（例えば、3 $\mu$ m程度）まで、B（ボロン）がイオン注入された後、900で熱処理が施される。その結果、図63のDに示されるように、不純物濃度が高濃度である第1の領域1551と、それよりも低濃度である第2の領域1552が形成される。

10

## 【0474】

そして、図63のEに示されるように、貫通孔83の側壁に、黒色のレジスト材料をスプレーコートによって塗布することにより、遮光膜121が成膜される。

## 【0475】

また、図63のFに示されるように、レンズ21を含むレンズ樹脂部82が、図23を参照して説明した上型201と下型181を用いた加圧成型により、貫通孔83の内側に形成される。

## 【0476】

その後、図示は省略するが、ドープ基板1571Wとレンズ樹脂部82の上側表面に上側表面層122が成膜され、ドープ基板1571Wとレンズ樹脂部82の下側表面に下側表面層123が成膜され、個片化される。これにより、図61のBに示したレンズ付き基板41a'-2が完成する。

20

## 【0477】

図1に示した積層レンズ構造体11を構成するレンズ付き基板41a乃至41eのそれぞれを、図61に示したような高濃度ドープ基板とすることができる。これにより、基板自体の光吸収量を上げることができる。

## 【0478】

< 17. 受光素子の画素配列と絞り板の構造と用途説明 >

次に、図10と図11で示したカメラモジュール1が備える受光素子12の画素配列と絞り板51の構成についてさらに説明する。

30

## 【0479】

図64は、図10と図11で示したカメラモジュール1に備わる絞り板51の平面形状の例を表す図である。

## 【0480】

絞り板51は、光を吸収もしくは反射することで入射を防ぐ遮蔽領域51aと、光を透過させる開口領域51bとを備える。

## 【0481】

図10と図11で示したカメラモジュール1に備わる4個の光学ユニット13は、絞り板51の開口領域51bの開口径が、図64のA乃至Dに示されるように、4個とも同じ大きさであっても良いし、異なる大きさであっても良い。図64の図中の「L」、「M」、「S」は、開口領域51bの開口径が「大」、「中」、「小」であることを表す。

40

## 【0482】

図64のAに記載の絞り板51は、4個の開口領域51bの開口径が同じである。

## 【0483】

図64のBに記載の絞り板51は、2個の開口領域51bの開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。これは例えば図13に記載したように、絞り板51が、レンズ付き基板41のレンズ21にやや重畳して良い、言い換えれば、レンズ21の直径よりも絞り板51の開口領域51bの方がやや小さくて良い。そして、図64のBに記載の絞り板51の残りの2個の開口領域51bは、開口径の大きさが「大」つまり、先に述べた開口径の大きさが「中」のものよりも、開口径が大きい。この大きな開口領域

50

5 1 b は、例えば被写体の照度が低い場合に、より多くの光をカメラモジュール 1 に備わる受光素子 1 2 へ入射させるという作用をもたらす。

【 0 4 8 4 】

図 6 4 の C に記載の絞り板 5 1 は、2 個の開口領域 5 1 b の開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。そして、図 6 4 の C に記載の絞り板 5 1 の残りの 2 個の開口領域 5 1 b は、開口径の大きさが「小」つまり、先に述べた開口径の大きさが「中」のものよりも、開口径が小さい。この小さな開口領域 5 1 b は、例えば被写体の照度が高く、ここからの光を開口径の大きさが「中」である開口領域 5 1 b を通してカメラモジュール 1 に備わる受光素子 1 2 へ入射させると受光素子 1 2 に備わる光電変換部で発生する電荷が光電変換部の飽和電荷量を越えてしまうような場合に、受光素子 1 2 へ入射する光量を減らすという作用をもたらす。

10

【 0 4 8 5 】

図 6 4 の D に記載の絞り板 5 1 は、2 個の開口領域 5 1 b の開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。そして、図 6 4 の D に記載の絞り板 5 1 の残りの 2 個の開口領域 5 1 b は、開口径の大きさが 1 個が「大」、1 個が「小」である。これらの開口領域 5 1 b は、図 6 4 の B と図 6 4 の C で述べた開口径の大きさが「大」および「小」の開口領域 5 1 b と同様の作用をもたらす。

【 0 4 8 6 】

図 6 5 は、図 1 0 と図 1 1 で示したカメラモジュール 1 の受光領域の構成を示している。

20

【 0 4 8 7 】

カメラモジュール 1 は、図 6 5 に示されるように、4 個の光学ユニット 1 3 (不図示) を備える。そして、これら 4 個の光学ユニット 1 3 へ入射した光を、それぞれの光学ユニット 1 3 に対応した受光手段でそれぞれ受光する。そのために、図 1 0 と図 1 1 で示したカメラモジュール 1 は、受光素子 1 2 が、4 個の受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 を備える。

【 0 4 8 8 】

なお受光手段に関わる別の実施の形態として、カメラモジュール 1 に備わる 1 個の光学ユニット 1 3 へ入射した光を受光する受光領域 1 6 0 1 a を、受光素子 1 2 が 1 個備え、カメラモジュール 1 がこのような受光素子 1 2 を、カメラモジュール 1 に備わる光学ユニット 1 3 の個数分、例えば図 1 0 と図 1 1 に記載のカメラモジュール 1 の場合は 4 個、備える構成であっても良い。

30

【 0 4 8 9 】

受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 は、それぞれに光を受光する画素をアレイ状に配列した画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 を備える。

【 0 4 9 0 】

なお、図 6 5 では、簡単のため、画素アレイに備わる画素を駆動するための回路や画素を読み出すための回路を省略し、受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 と、画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 とを同じ大きさで表している。

【 0 4 9 1 】

40

受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 に備わる画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 は、複数の画素からなる画素の繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 を備え、これら繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 を縦方向と横方向との双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで、画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 が構成されている。

【 0 4 9 2 】

受光素子 1 2 に備わる 4 個の受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 上には、それぞれに光学ユニット 1 3 が配置される。4 個の光学ユニット 1 3 は、その一部として絞り板 5 1 を備える。図 6 5 では、絞り板 5 1 の 4 個の開口領域 5 1 b の開口径の一例として、図 6 4 の D に示した絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が破線で示されている。

50

## 【0493】

画像の信号処理の分野では、原画像に対して適応することでより解像度が高い画像を得る技術として、超解像技術が知られている。その一例は、例えば特開2015-102794号公報に開示されている。

## 【0494】

図10と図11に記載のカメラモジュール1は、断面構造として、図13、図16、図17や、図34、図35、図37、図55に記載の構造を取り得る。

## 【0495】

これらのカメラモジュール1は、光の入射面となるモジュール1の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて2個ずつ配置した光学ユニット13に備わる光軸が、同じ方向に延びている。これにより、光軸が同じ方向を向きながら、異なる受光領域を用いて、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得ることができる。

10

## 【0496】

このような構造のカメラモジュール1は、得られた複数枚の原画像を基に、これらへ超解像技術を利用して、1個の光学ユニット13から得られる1枚の画像よりも、解像度が高い画像を得ることに適している。

## 【0497】

図66乃至図69は、図10と図11で示したカメラモジュール1の受光領域の画素の構成例を示している。

## 【0498】

なお、図66乃至図69において、Gの画素は、緑色波長の光を受光する画素を表し、Rの画素は、赤色波長の光を受光する画素を表し、Bの画素は、青色波長の光を受光する画素を表す。Cの画素は、可視光の全波長領域の光を受光する画素を表す。

20

## 【0499】

図66は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第1の例を示している。

## 【0500】

4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4では、それぞれ、繰り返し単位1602c1乃至1602c4が行方向及び列方向に繰り返し配列されている。図66の繰り返し単位1602c1乃至1602c4それぞれは、R,G,B,Gの画素で構成されている。

30

## 【0501】

図66の画素配列は、可視光が照射された被写体からの入射光を赤色(R)・緑色(G)・青色(B)に分光してRGB3色からなる画像を得ることに適する、という作用をもたらす。

## 【0502】

図67は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第2の例を示している。

## 【0503】

図67の画素配列は、図66の画素配列とは、繰り返し単位1602c1乃至1602c4を構成する各画素が受光する光の波長(色)の組合せが異なる。図67では、繰り返し単位1602c1乃至1602c4それぞれは、R,G,B,Cの画素で構成されている。

40

## 【0504】

図67の画素配列は、上述のようにR,G,Bに分光しないで可視光の全波長領域の光を受光するCの画素を備える。Cの画素は分光した一部の光を受光するR,G,Bの画素よりも受光する光量が多い。このためこの構成は、例えば被写体の照度が低い場合であっても、この受光量の多いCの画素で得られる情報、例えば被写体の輝度情報を用いて、明度がより高い画像あるいは輝度についての階調性がより多い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

## 【0505】

図68は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1

50

乃至1601b4の画素配列の第3の例を示している。

【0506】

図68では、繰り返し単位1602c1乃至1602c4それぞれは、R,C,B,Cの画素で構成されている。

【0507】

図68に記載の画素の繰り返し単位1602c1乃至1602c4は、Gの画素を備えない。Gの画素に相当する情報は、C、R、及びBの画素からの情報を演算処理することによって得る。例えば、Cの画素の出力値から、Rの画素とBの画素の出力値を減じることによって得る。

【0508】

図68に記載の画素の繰り返し単位1602c1乃至1602c4は、全波長領域の光を受光するCの画素を、図67に記載の繰り返し単位1602c1乃至1602c4の2倍となる2個備える。また、図68に備わる画素アレイ1601bにおけるCの画素のピッチが、画素アレイ1601bの縦方向と横方向の双方において、図67に備わる画素アレイ1601bにおけるCの画素のピッチの2倍となるように、図68に記載の画素の繰り返し単位1602c1乃至1602c4は、2個のCの画素を繰り返し単位1602cの外形線の対角線方向に配置している。

【0509】

このため図68に記載の構成は、例えば被写体の照度が低い場合に、受光量の多いCの画素から得る情報、例えば輝度情報を、図67に記載の構成と比較して、2倍の解像度で得ることが可能となり、これにより解像度が2倍高く鮮明な画像を得ることができる、という作用をもたらす。

【0510】

図69は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第4の例を示している。

【0511】

図69では、繰り返し単位1602c1乃至1602c4それぞれは、R,C,C,Cの画素で構成されている。

【0512】

例えば、自動車に搭載して前方を撮影するカメラ用途の場合、カラー画像は必ずしも必要とされない場合が多々ある。前方を走行する自動車の赤色のブレーキランプと道路に設置された信号機の赤信号を認識できて、かつ、その他の被写体の形状を認識できることを要求される場合が多い。

【0513】

このため図69に記載の構成は、Rの画素を備えることで自動車の赤色のブレーキランプと道路に設置された信号機の赤信号を認識し、かつ、受光量の多いCの画素を図68に記載の画素の繰り返し単位1602cよりもさらに数多く備えることで、例えば被写体の照度が低い場合にも、より解像度が高くて鮮明な画像を得ることができる、という作用をもたらす。

【0514】

なお、図66乃至69に示した受光素子12を備えるカメラモジュール1は、そのいずれもが、絞り板51の形状として、図64のA乃至Dに記載のいずれを用いても良い。

【0515】

図66乃至69に示した受光素子12のいずれかと、図64のA乃至Dいずれかの絞り板51を備えた、図10と図11に記載のカメラモジュール1は、光の入射面となるカメラモジュール1の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて2個ずつ配置した光学ユニット13に備わる光軸が、同じ方向に延びている。

【0516】

このような構造のカメラモジュール1は、得られた複数枚の原画像へ超解像技術を適応して、より解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

10

20

30

40

50

## 【 0 5 1 7 】

図 7 0 は、図 6 6 に示した画素配列の変形例を示している。

## 【 0 5 1 8 】

図 6 6 の繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,G,B,Gの画素で構成され、同色の 2 つのGの画素の構造が同一であるのに対して、図 7 0 では、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,G1,B,G2の画素で構成され、同色の 2 つのGの画素、即ち、G1の画素とG2の画素で、画素の構造が異なる。

## 【 0 5 1 9 】

G1の画素とG2の画素は、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、G1の画素よりもG2の画素の方が、その適正な動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。かつ、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、G1の画素よりもG2の画素の方が大きいものを備える。

10

## 【 0 5 2 0 】

これらの構成により、G2の画素は、単位時間当たりにより一定量の信号（例えば電荷）が生成した場合の出力信号がG1の画素よりも小さく抑えられ、かつ飽和電荷量が大きいため、例えば、被写体の照度が高い場合にも、画素が動作限界には至らず、これにより高い階調性を有する画像を得られる、という作用をもたらす。

## 【 0 5 2 1 】

一方、G1の画素は、単位時間当たりにより一定量の信号（例えば電荷）が生成した場合に、G2の画素よりも大きな出力信号が得られるため、例えば、被写体の照度が低い場合にも、高い階調性を有する画像を得られる、という作用をもたらす。

20

## 【 0 5 2 2 】

図 7 0 に記載の受光素子 1 2 は、このようなG1の画素とG2の画素とを備えるため、広い照度範囲において高い階調性を有する画像を得られる、いわゆるダイナミックレンジの広い画像を得られる、という作用をもたらす。

## 【 0 5 2 3 】

図 7 1 は、図 6 8 の画素配列の変形例を示している。

## 【 0 5 2 4 】

図 6 8 の繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,C,B,Cの画素で構成され、同色の 2 つのCの画素の構造が同一であるのに対して、図 7 1 では、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,C1,B,C2の画素で構成され、同色の 2 つのCの画素、即ち、C1の画素とC2の画素で、画素の構造が異なる。

30

## 【 0 5 2 5 】

C1の画素とC2の画素も、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、C1の画素よりもC2の画素の方が、その動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。かつ、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、C1の画素よりもC2の画素の方が大きいものを備える。

## 【 0 5 2 6 】

図 7 2 は、図 6 9 の画素配列の変形例を示している。

## 【 0 5 2 7 】

図 6 9 の繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,C,C,Cの画素で構成され、同色の 3 つのCの画素の構造が同一であるのに対して、図 7 2 では、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 2 c 4 は、R,C1,C2,C3の画素で構成され、同色の 3 つのCの画素、即ち、C1乃至C3の画素で、画素の構造が異なる。

40

## 【 0 5 2 8 】

例えば、C1乃至C3の画素も、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、C1の画素よりもC2の画素、C2の画素よりもC3の画素の方が、その動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。また、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、C1の画素よりもC2の画素、C2の画素よりもC3の画素の方が大きいものを備える。

50

## 【0529】

図71及び図72に記載の受光素子12は、上記の構成を備えるため、図70に記載の受光素子12と同様、広い照度範囲において高い階調性を有する画像を得られる、いわゆるダイナミックレンジの広い画像を得られる、という作用をもたらす。

## 【0530】

図70乃至図72に記載の受光素子12を備えるカメラモジュール1の絞り板51の構成としては、図64のA乃至Dに示した各種の絞り板51の構成や、それらの変形例を採用することができる。

## 【0531】

図70乃至図72に示した受光素子12のいずれかと、図64のA乃至Dいずれかの絞り板51を備えた、図10と図11に記載のカメラモジュール1は、光の入射面となるカメラモジュール1の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて2個ずつ配置した光学ユニット13に備わる光軸が、同じ方向に延びている。

10

## 【0532】

このような構造のカメラモジュール1は、得られた複数枚の原画像へ超解像技術を適応して、より解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

## 【0533】

図73のAは、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第5の例を示している。

## 【0534】

受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4は、上述したように必ずしも同一の構造ではなく、図73のAに示されるように、異なる構造であっても良い。

20

## 【0535】

図73のAに示される受光素子12においては、画素アレイ1601b1と画素アレイ1601b4の構造が同じであり、画素アレイ1601b1と1601b4を構成する繰り返し単位1602c1と1602c4の構造も同じである。

## 【0536】

これに対して、画素アレイ1601b2と画素アレイ1601b3の構造は、画素アレイ1601b1と画素アレイ1601b4の構造と異なる。具体的には、画素アレイ1601b2と画素アレイ1601b3の繰り返し単位1602c2と1602c3に含まれる画素サイズが、画素アレイ1601b1と画素アレイ1601b4の繰り返し単位1602c1と1602c4の画素サイズより大きい。さらに言えば、画素に含まれる光電変換部の大きさが大きい。画素サイズが大きいため、繰り返し単位1602c2と1602c3の領域サイズも、繰り返し単位1602c1と1602c4の領域サイズよりも大きい。このため、画素アレイ1601b2と画素アレイ1601b3は、画素アレイ1601b1と画素アレイ1601b4と比較して、同じ面積ではあるが、少ない画素数で構成されている。

30

## 【0537】

図73のAの受光素子12を備えるカメラモジュール1の絞り板51の構成としては、図64のA乃至Cに示した各種の絞り板51の構成、もしくは、図73のB乃至Dに示される絞り板51の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

40

## 【0538】

一般的に、大きな画素を用いる受光素子は、小さな画素を用いる受光素子よりも、信号ノイズ比(S/N比)の良い画像を得られる、という作用をもたらす。

## 【0539】

例えば信号の読み出し回路や読み出した信号を増幅する回路でのノイズの大きさは、大きな画素を用いる受光素子と小さな画素を用いる受光素子とでほぼ同じであるのに対して、画素に備わる信号生成部で生成する信号の大きさは、画素が大きいほど大きくなる。

## 【0540】

50

このため、大きな画素を用いる受光素子は、小さな画素を用いる受光素子よりも、信号ノイズ比（S/N比）の良い画像を得られる、という作用をもたらす。

【0541】

一方、画素アレイの大きさが同じであるならば、小さな画素を用いる受光素子は、大きな画素を用いる受光素子よりも、解像度が高くなる。

【0542】

このため、小さな画素を用いる受光素子は、大きな画素を用いる受光素子よりも、解像度の高い画像を得られる、という作用をもたらす。

【0543】

図73のAに記載の受光素子12に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高く  
それゆえ受光素子12において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像  
度が高い受光領域1601a1と1601a4を用いて、解像度の高い画像を得ることが  
可能となり、さらにこれら2枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも  
得る、という作用をもたらす。

10

【0544】

また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られないため  
に、画像のS/N比が低下する懸念がある場合には、S/N比の高い画像が得られる受光  
領域1601a2と1601a3を用いて、S/N比の高い画像を得ることが可能となり  
、さらにこれら2枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも得る、とい  
う作用をもたらす。

20

【0545】

この場合、図73のAに示した受光素子12を備えるカメラモジュール1は、絞り板5  
1の形状として、図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例え  
ば、図73のBに記載の絞り板51の形状を用いて良い。

【0546】

図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例えば、図73のC  
の絞り板51は、大きな画素を用いた受光領域1601a2と1601a3と組み合わせ  
て用いる絞り板51の開口領域51bが、他の受光領域と組み合わせる絞り板51  
の開口領域51bよりも大きい。

【0547】

このため、図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図73の  
Cの絞り板51を、図73のAに示した受光素子12と組み合わせるカメラモジュー  
ル1は、図73のBの絞り板51を、図73のAに示した受光素子12と組み合わせる  
カメラモジュール1よりも、例えば、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子12にお  
いて大きな信号が得られない場合に、受光領域1601a2と1601a3とにおいて、よ  
りS/N比の高い画像を得ることが可能になる、という作用をもたらす。

30

【0548】

図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例えば、図73のD  
の絞り板51は、大きな画素を用いた受光領域1601a2と1601a3と組み合わせ  
て用いる絞り板51の開口領域51bが、他の受光領域と組み合わせる絞り板51  
の開口領域51bよりも小さい。

40

【0549】

このため、図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図73の  
Dの絞り板51を、図73のAに示した受光素子12と組み合わせるカメラモジュー  
ル1は、図73のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図73のBの  
絞り板51を、図73のAに示した受光素子12と組み合わせるカメラモジュール  
1よりも、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得ら  
れる場合に、受光領域1601a2と1601a3へ入射する光の量を抑える、という作  
用をもたらす。

【0550】

50

これにより、受光領域 1601a2 と 1601a3 に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域 1601a2 と 1601a3 に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生を抑える、という作用をもたらす。

【0551】

図74のAは、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第6の例を示している。

【0552】

図74のAに示される受光素子12においては、画素アレイ1601b1の繰り返し単位1602c1の領域サイズが、画素アレイ1601b2及び1601b3の繰り返し単位1602c1及び1602c2の領域サイズよりも小さい。画素アレイ1601b4の繰り返し単位1602c4の領域サイズは、画素アレイ1601b2及び1601b3の繰り返し単位1602c1及び1602c2の領域サイズよりも大きい。

10

【0553】

即ち、繰り返し単位1602c1乃至1602c4の領域サイズには、繰り返し単位1602c1 < (繰り返し単位1602c2 = 繰り返し単位1602c3) < 繰り返し単位1602c4、という関係がある。

【0554】

繰り返し単位1602c1乃至1602c4の領域サイズが大きいほど、画素サイズも大きく、光電変換部のサイズも大きい。

20

【0555】

図74のAの受光素子12を備えるカメラモジュール1の絞り板51の構成としては、図64のA乃至Cに示した各種の絞り板51の構成、もしくは、図74のB乃至Dに示される絞り板51の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

【0556】

図74のAに記載の受光素子12に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像度が高い受光領域1601a1を用いて、解像度の高い画像を得ることが可能となる、という作用をもたらす。

【0557】

また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られないために、画像のS/N比が低下する懸念がある場合には、S/N比の高い画像が得られる受光領域1601a2と1601a3を用いて、S/N比の高い画像を得ることが可能となり、さらにこれら2枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも得る、という作用をもたらす。

30

【0558】

被写体の照度がさらに低くそれゆえ受光素子12において画像のS/N比がさらに低下する懸念がある場合には、S/N比のさらに高い画像が得られる受光領域1601a4を用いて、S/N比のさらに高い画像を得ることが可能となり、という作用をもたらす。

【0559】

この場合、図74のAに示した受光素子12を備えるカメラモジュール1は、絞り板51の形状として、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例えば、図74のBに記載の絞り板51の形状を用いて良い。

40

【0560】

図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例えば、図74のCの絞り板51は、大きな画素を用いた受光領域1601a2と1601a3と組み合わせる絞り板51の開口領域51bが、小さな画像を用いた受光領域1601a1と組み合わせる絞り板51の開口領域51bよりも大きい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域1601a4と組み合わせる絞り板51の開口領域51bは、さらに大きい。

50

## 【0561】

このため、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のCの絞り板51を、図74のAに示した受光素子12と組み合わせて用いるカメラモジュール1は、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のBの絞り板51を、図74のAに示した受光素子12と組み合わせて用いるカメラモジュール1よりも、例えば、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られない場合に、受光領域1601a2と1601a3とにおいて、よりS/N比の高い画像を得ることが可能になると共に、被写体の照度がさらに低い場合に、受光領域1601a4において、さらにS/N比の高い画像を得ることが可能になる、という作用をもたらす。

10

## 【0562】

図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、例えば、図74のDの絞り板51は、大きな画素を用いた受光領域1601a2と1601a3と組み合わせて用いる絞り板51の開口領域51bが、小さな画像を用いた受光領域1601a1と組み合わせて用いる絞り板51の開口領域51bよりも小さい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域1601a4と組み合わせて用いる絞り板51の開口領域51bは、さらに小さい。

## 【0563】

このため、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のDの絞り板51を、図74のAに示した受光素子12と組み合わせて用いるカメラモジュール1は、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のBの絞り板51を、図74のAに示した受光素子12と組み合わせて用いるカメラモジュール1よりも、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られる場合に、受光領域1601a2と1601a3へ入射する光の量を抑える、という作用をもたらす。

20

## 【0564】

これにより、受光領域1601a2と1601a3に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域1601a2と1601a3に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生を抑える、という作用をもたらす。

30

## 【0565】

また、受光領域1601a4へ入射する光の量をさらに抑え、これにより、受光領域1601a4に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域1601a4に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生をも抑える、という作用をもたらす。

## 【0566】

なお、別の実施形態として、例えば一般的なカメラで用いられるように、複数枚の板を組み合わせ、その位置関係を変えることで開口の大きさを変える絞りと同様の構造を用いて、開口領域51bが可変となる絞り板51をカメラモジュールが備え、被写体の照度に応じて絞りの開口の大きさを変える構造としても良い。

40

## 【0567】

例えば、図73のAと図74のAに記載の受光素子12を用いる場合に、被写体の照度が低い場合には、図73のB乃至Dと図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図73のCと図74のCの形状を用いて、これよりも被写体の照度が高い場合には、図73のBと図74のBの形状を用いて、これよりもさらに被写体の照度が高い場合には、図73のDと図74のDの形状を用いる、という構造としても良い。

## 【0568】

図75は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第7の例を示している。

## 【0569】

50

図75に示される受光素子12では、画素アレイ1601b1の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b2の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b3の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b4の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。

【0570】

図76は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第8の例を示している。

【0571】

図76に示される受光素子12では、画素アレイ1601b1の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b2の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b3の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b4の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

10

【0572】

図77は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第9の例を示している。

【0573】

図77に示される受光素子12では、画素アレイ1601b1の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b2の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b3の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b4の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

20

【0574】

図78は、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第10の例を示している。

【0575】

図78に示される受光素子12では、画素アレイ1601b1の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b2の全画素は、可視光全体の領域の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b3の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ1601b4の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

30

【0576】

図75乃至図78に示したように、受光素子12の画素アレイ1601b1乃至1601b4は、画素アレイ単位で同一帯域の波長の光を受光するように構成することができる。

【0577】

従来から知られるRGB3板式の固体撮像装置は、受光素子を3個備えそれぞれの受光素子が、R画像のみ、G画像のみ、B画像のみ、を撮影する。従来から知られるRGB3板式の固体撮像装置は、1個の光学ユニットへ入射した光を、プリズムによって3方向へ分光した後、3個の受光素子を用いて受光している。このため、3個の受光素子へ入射する被写体画像の位置は、3個の間で同一である。このためこれら3個の画像へ超解像技術を適用して、感度の高い画像を得ることは難しい。

40

【0578】

これに対して、図75乃至図78に記載の受光素子12いずれかを用いる、図10と図11に記載のカメラモジュール1は、光の入射面となるカメラモジュール1の表面において、その面内の縦方向と横方向のそれぞれに2個ずつ光学ユニット13が配置され、かつこれら4個の光学ユニット13に備わる光軸が、平行となって同じ方向に延びている。これにより、光軸が同じ方向を向きながら、受光素子12が備える4個の異なる受光領域1601a1乃至1601a4を用いて、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得ることが

50

できる。

【0579】

このような構造のカメラモジュール1は、上記の配置の4個の光学ユニット13から得られた複数枚の画像を基に、これらへ超解像技術を利用して、1個の光学ユニット13から得られる1枚の画像よりも、解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

【0580】

なお、図75に記載の受光素子12によって、G、R、G、B、4枚の画像を得る構成は、図66に記載の受光素子12において、G、R、G、B、4個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

10

【0581】

図76に記載の受光素子12において、R、G、B、C、4枚の画像を得る構成は、図67に記載の受光素子12において、R、G、B、C、4個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

【0582】

図77に記載の受光素子12において、R、C、B、C、4枚の画像を得る構成は、図68に記載の受光素子12において、R、C、B、C、4個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

【0583】

図78に記載の受光素子12において、R、C、C、C、4枚の画像を得る構成は、図69に記載の受光素子12において、R、C、C、C、4個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

20

【0584】

図75乃至図78に示した受光素子12いずれかを備えるカメラモジュール1の絞り板51の構成としては、図64のA乃至Dに示した各種の絞り板51の構成や、それらの変形例を採用することができる。

【0585】

図79のAは、カメラモジュール1の受光素子12に備わる4個の画素アレイ1601b1乃至1601b4の画素配列の第11の例を示している。

【0586】

図79のAに示される受光素子12においては、画素アレイ1601b1乃至1601b4それぞれで、1画素の画素サイズ、または、各画素が受光する光の波長が異なる。

30

【0587】

画素サイズについては、画素アレイ1601b1が最も小さく、画素アレイ1601b2と1601b3が同サイズで、画素アレイ1601b1よりも大きく、画素アレイ1601b4が、画素アレイ1601b2と1601b3よりも、さらに大きく構成されている。画素サイズの大きさは、各画素が備える光電変換部の大きさと比例する。

【0588】

各画素が受光する光の波長については、画素アレイ1601b1、1601b2、及び1601b4は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成され、画素アレイ1601b3は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。

40

【0589】

図79のAに記載の受光素子12に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像度が高い受光領域1601a1を用いて、解像度の高い画像を得ることが可能となる、という作用をもたらす。

【0590】

また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子12において大きな信号が得られないために、画像のS/N比が低下する懸念がある場合には、S/N比の高い画像が得られる受光領域1601a2を用いて、S/N比の高い画像を得ることが可能となる、という作用を

50

もたらす。

【0591】

被写体の照度がさらに低くそれゆえ受光素子12において画像のS/N比がさらに低下する懸念がある場合には、S/N比のさらに高い画像が得られる受光領域1601a4を用いて、S/N比のさらに高い画像を得ることが可能となり、という作用をもたらす。

【0592】

なお、図79のAに記載の受光素子12へ、図79のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図79のBの絞り板51を組み合わせて用いる構成は、図74のAに記載の受光素子12へ、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のBの絞り板51を組み合わせて用いる構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

10

【0593】

また、図79のAに記載の受光素子12へ、図79のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図79のCの絞り板51を組み合わせて用いる構成は、図74のAに記載の受光素子12へ、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のCの絞り板51を組み合わせて用いる構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

【0594】

また、図79のAに記載の受光素子12へ、図79のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図79のDの絞り板51を組み合わせて用いる構成は、図74のAに記載の受光素子12へ、図74のB乃至Dに記載した絞り板51の形状に関わる3枚のうち、図74のDの絞り板51を組み合わせて用いることによってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

20

【0595】

図79のAの受光素子12を備えるカメラモジュール1には、図64のA若しくはDに示した絞り板51の構成、若しくは、図79のB乃至Dに示される絞り板51の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

【0596】

<18. カメラモジュールの第12の実施の形態>

図80は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第12の実施の形態を示す図である。

30

【0597】

図80のAは、カメラモジュール1の第12の実施の形態としてのカメラモジュール1Mの外観を示す模式図である。図80のBは、カメラモジュール1Mの概略断面図である。

【0598】

カメラモジュール1Mは、図9に示した第2の実施の形態のカメラモジュール1Bと同様、2個の光学ユニット13を備える。カメラモジュール1Mが、図9のカメラモジュール1Bと異なる点は、第2の実施の形態のカメラモジュール1Bでは、2個の光学ユニット13の光学パラメータが異なる構成であったのに対して、第12の実施の形態のカメラモジュール1Mでは、2個の光学ユニット13の光学パラメータが同じものとなっている。すなわち、カメラモジュール1Mに備わる2個の光学ユニット13において、レンズ21の個数、レンズ21の径、レンズ21の厚さ、レンズ21の表面形状、レンズ21の材料、上下に隣接する2枚のレンズ21の間の距離、などが同じになっている。

40

【0599】

図80のCは、カメラモジュール1Mの積層レンズ構造体11を構成する所定の1層のレンズ付き基板41の平面形状を示す図である。

【0600】

図80のDは、図80のCに示したレンズ付き基板41を得るための、基板状態のレンズ付き基板41Wの平面図である。

【0601】

50

図 8 1 は、図 8 0 に示したカメラモジュール 1 M の受光素子 1 2 の構造を説明する図である。

【 0 6 0 2 】

カメラモジュール 1 M の受光素子 1 2 は、2 個の受光領域 1 6 0 1 a 1 と 1 6 0 1 a 2 を備える。受光領域 1 6 0 1 a 1 と 1 6 0 1 a 2 は、それぞれに光を受光する画素をアレイ状に配列した画素アレイ 1 6 0 1 b 1 と 1 6 0 1 b 2 を備える。

【 0 6 0 3 】

画素アレイ 1 6 0 1 b 1 と 1 6 0 1 b 2 は、複数もしくは単数の画素からなる繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 と 1 6 0 2 c 2 を備える。より詳しくは、画素アレイ 1 6 0 1 b 1 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 6 0 1 b 2 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 は、R,G,B,G の各画素からなる 4 画素であり、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 は、1 つの C の画素で構成される。

【 0 6 0 4 】

したがって、カメラモジュール 1 M は、カラー画像信号を出力する 1 組のセンサユニット、即ち、R,G,B の各画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 1 と光学ユニット 1 3 の組と、白黒画像信号を出力する 1 組のセンサユニット、即ち、C の画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 2 と光学ユニット 1 3 の組とを備える。

【 0 6 0 5 】

国際電気通信連合が定めた、R, G, B の画素信号を輝度信号と色差信号へ変換する規格 ITU R BT. 601-7 の輝度信号 Y に関する次式 ( 1 ) からわかるように、R, G, B の画素信号の中で、G の信号は輝度に関する感度が最も高く、B の信号は輝度に関する感度が最も低い。

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad \cdot \cdot \cdot \text{式 ( 1 )}$$

【 0 6 0 6 】

そこで簡単のため、図 8 1 に記載の受光領域 1 6 0 1 a 1 において、高い感度で輝度情報が得られる画素は G の画素だけだと仮定して、高い感度で輝度情報が得られる画素が配置された場所を示すと、図 8 2 に示されるようになる。

【 0 6 0 7 】

図 8 2 は、図 8 1 に示した受光素子 1 2 において、高い感度で輝度情報が得られる画素が配置された場所を示す図である。

【 0 6 0 8 】

輝度情報に関わる上記の仮定に基づくと、受光領域 1 6 0 1 a 1 において高い感度で輝度情報が得られる画素は、G の画素のみとなる。これに対して、受光領域 1 6 0 1 a 2 では、画素アレイ 1 6 0 1 b 2 を構成する全ての画素が、可視光の全波長領域の光を受光することにより高い感度で輝度情報が得られる、C の画素となっている。

【 0 6 0 9 】

図 8 3 は、各画素の画素信号の出力点を画素中心として、図 8 2 に示した受光素子 1 2 において、高い感度で輝度情報が得られる画素 ( 以下、高輝度画素ともいう。 ) の配置ピッチを示した図である。

【 0 6 1 0 】

受光領域 1 6 0 1 a 1 と受光領域 1 6 0 1 a 2 の高輝度画素の配置ピッチを比較すると、行方向と列方向については、共通の配置ピッチ P\_LEN1 となっている。

【 0 6 1 1 】

しかし、行方向および列方向に対して 45° となる斜め方向については、受光領域 1 6 0 1 a 1 の配置ピッチ P\_LEN2 と受光領域 1 6 0 1 a 2 の配置ピッチ P\_LEN3 は異なる。具体的には、受光領域 1 6 0 1 a 2 の配置ピッチ P\_LEN3 は、受光領域 1 6 0 1 a 1 の配置ピッチ P\_LEN2 の 1 / 2 の幅になっている。言い換えれば、行方向および列方向に対して 45° となる斜め方向については、受光領域 1 6 0 1 a 2 は、受光領域 1 6 0 1 a 1 よりも、解

10

20

30

40

50

像度が2倍高い画像を得ることができる。

【0612】

図80乃至図83を参照して説明した2眼構造のカメラモジュール1Mは、R,G,B,Gの画素配列を繰り返し単位1602c1として有するいわゆるベイヤー配列の受光領域1601a1に加えて、画素アレイ1601b2を構成する全ての画素がCの画素となっている受光領域1601a2を併せて備える。

【0613】

このようなカメラモジュール1Mの構造は、受光領域1601a1のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。例えば、受光領域1601a2から画素毎の輝度の変化の情報が得られる。この情報に基づいて、受光領域1601a1から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域1601a1のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。上述したように、斜め方向の解像度は、受光領域1601a1から得られる画素情報のみの場合と比較して2倍となるので、受光領域1601a1と受光領域1601a2の両方の画素情報を組み合わせることで、2倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう。カメラモジュール1Mによれば、モジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

【0614】

また、RGB3種類のカラーフィルタを備えない受光領域1601a2から得られる輝度信号は、カラーフィルタを備える受光領域1601a1から得られる輝度信号の約1.7倍の信号レベルとなる。したがって、例えば、受光領域1601a1で得られたGの輝度信号を、受光領域1601a2で得られた対応画素の輝度信号で置き換えるなど、受光領域1601a1と受光領域1601a2の両方の画素情報を組み合わせることで、SN比（Signal to Noise ratio）を向上させた画素信号を生成して出力することができる。例えば、単眼のカラー撮像センサを用いて複数枚の画像を撮像し、それらの画像信号を合成することにより、SN比を向上させる技術があるが、そのような方法は、複数枚の画像を取得するまでの時間が長くなるため、動体や動画には不向きである。カメラモジュール1Mは、受光領域1601a1と受光領域1601a2を同期して撮像できるので、高SN比の画像を短時間で生成でき、動画、動体の撮像にも適している。

【0615】

また、受光領域1601a2の各画素の画素信号が、受光領域1601a1の画素間の中間位置に対応する位置となるように、受光領域1601a1と受光領域1601a2の両方の画素情報を組み合わせることで、受光領域1601a1のみから得られる画像の2倍の解像度の超解像画像を得ることができる。例えば、画素数が20メガピクセルで、4Kx2Kの8メガピクセルの動画像を撮像する単眼のカラー撮像センサがある。このカラー撮像センサと画素数が同一の2眼のカメラモジュール1Mを用いた場合、上述のように受光領域1601a1に対して受光領域1601a2の画素位置を水平垂直方向それぞれに1/2画素ずらして画素情報を補完することで、8Kx4Kの32メガピクセル相当の超解像動画像を得ることができる。

【0616】

以上のように、2眼のカメラモジュール1Mによれば、2つの受光領域1601a1と受光領域1601a2により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像など、様々な用途の画像を生成することができる。どのような用途の画像を生成するかは、例えば、カメラモジュール1Mが組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

【0617】

<19.カメラモジュールの第13の実施の形態>

図84は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第13の実施の形態を示す図である。

## 【 0 6 1 8 】

図 8 4 の A は、カメラモジュール 1 の第 1 3 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 N の外観を示す模式図である。図 8 4 の B は、カメラモジュール 1 N の概略断面図である。

## 【 0 6 1 9 】

カメラモジュール 1 N は、図 8 4 の B に示されるように、光学パラメータが同じ 3 個の光学ユニット 1 3 を備える。

## 【 0 6 2 0 】

図 8 4 の C は、カメラモジュール 1 N の受光素子 1 2 の構造を説明する図である。

## 【 0 6 2 1 】

カメラモジュール 1 N の受光素子 1 2 は、その上側に配置されている 3 個の光学ユニット 1 3 に対応した位置に、3 個の受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 3 を備える。受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 3 は、画素をアレイ状に配列した画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 3 を備える。

## 【 0 6 2 2 】

画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 3 は、複数もしくは単数の画素からなる繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 1 c 3 を備える。より詳しくは、画素アレイ 1 6 0 1 b 1 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 6 0 1 b 2 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 6 0 1 b 3 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 3 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 は、R,G,B,G の各画素からなる 4 画素であり、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 と 1 6 0 1 c 3 は、1 つの C の画素で構成される。

## 【 0 6 2 3 】

したがって、カメラモジュール 1 N は、カラー画像信号を出力する 1 組のセンサユニット、即ち、R,G,B の各画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 1 と光学ユニット 1 3 の組と、白黒画像信号を出力する 2 組のセンサユニット、即ち、C の画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 2 と光学ユニット 1 3 の組及び C の画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 3 と光学ユニット 1 3 の組とを備える。

## 【 0 6 2 4 】

このようなカメラモジュール 1 N の構造は、上述した 2 眼のカメラモジュール 1 M と同様に、受光領域 1 6 0 1 a 1 のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。すなわち、C の画素で構成された画素アレイ 1 6 0 1 b 2 を有する受光領域 1 6 0 1 a 2 と、C の画素で構成された画素アレイ 1 6 0 1 b 3 を有する受光領域 1 6 0 1 a 3 からの画素情報、例えば画素毎の輝度の変化の情報、を利用して、R,G,B,G の画素配列を繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 として有するベイヤー配列の受光領域 1 6 0 1 a 1 から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域 1 6 0 1 a 1 のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。上述したように、斜め方向の解像度は、単眼のカラー撮像センサと比較して 2 倍となるので、受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 3 の画素情報を組み合わせることで、2 倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう。カメラモジュール 1 N によれば、カメラモジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

## 【 0 6 2 5 】

3 眼のカメラモジュール 1 N においても、上述した 2 眼のカメラモジュール 1 M と同様に、受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 3 を同期して撮像することで、高 SN 比の動画、動体の撮像が可能である。また、受光領域 1 6 0 1 a 1 に対して受光領域 1 6 0 1 a 2 及び 1 6 0 1 a 3 の画素位置を水平垂直方向それぞれに 1 / 2 画素ずらして画素情報を補完することで、2 倍の解像度の超解像画像を得ることができる。

## 【0626】

さらに、カメラモジュール1Nの構造は、Cの画素で構成された受光領域1601a2と1601a3からの画像情報を用いて、例えば、特開2008 286527号公報や国際公開第2011/058876号に開示された測距装置と同様に、複眼測距装置として距離情報を得ることができるという作用をもたらす。

## 【0627】

Cの画素で構成された受光領域1601a2と1601a3では、カラー撮像センサよりも約1.7倍の信号レベルの輝度信号が得られる。したがって、受光領域1601a2と1601a3を用いて距離情報を得ることで、被写体の照度が低く、その結果、被写体の輝度が低い撮影環境においても、距離情報を高速かつ正確に得ることができるという作用をもたらす。この距離情報を用いて、例えばカメラモジュール1Nを用いた撮像装置において、オートフォーカス動作を高速かつ正確に行うことができるという作用をもたらす。

10

## 【0628】

オートフォーカス機構としては、一般に、一眼レフカメラではオートフォーカス専用センサが用いられ、コンパクトデジタルカメラ等では、画像センサの一部に位相差画素を配置した像面位相差方式とコントラストAF方式の組合せが用いられる。位相差画素は、受光領域が通常画素の例えば半分となるような画素で構成されるため、像面位相差方式は低照度に弱い欠点がある。また、コントラストAF方式は、フォーカス時間が遅い欠点があり、オートフォーカス専用センサは、装置サイズが大きくなる欠点がある。

20

## 【0629】

カメラモジュール1Nでは、距離情報を取得する2つの受光領域1601a2と1601a3の全画素が、受光領域が縮小されていない通常画素で構成されている。また、距離情報を得るための受光領域1601a2と1601a3の撮像を、カラー画像を取得できる受光領域1601a1の撮像と同期して行わせることができる。したがって、カメラモジュール1Nによれば、コンパクトで、低照度に強く、高速に、オートフォーカスを行うことができる。

## 【0630】

加えて、カメラモジュール1Nの構造は、例えば特開2006 318060号公報や特開2012 15642号公報に開示された距離画像と同様に、距離情報を用いて、濃淡の度合いによって距離を表現した距離画像を出力することができるという作用をもたらす。

30

## 【0631】

以上のように、3眼のカメラモジュール1Nによれば、3つの受光領域1601a1乃至1601a3により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像、距離画像など、様々な用途の画像を生成することができる。受光領域1601a2と1601a3の視差に基づく距離情報を生成することもできる。3つの受光領域1601a1乃至1601a3から得られる画素情報を、どのような用途に用いるかは、例えば、カメラモジュール1Nが組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

40

## 【0632】

図85は、3眼のカメラモジュール1Nに用いられる受光素子12の基板構成例を示している。

## 【0633】

3眼のカメラモジュール1Nに用いられる受光素子12は、図85に示されるように、3枚の半導体基板1701乃至1703を積層した3層構造で形成することができる。

## 【0634】

3枚の半導体基板1701乃至1703のうち、光が入射される側の第1の半導体基板1701には、3つの光学ユニット13に対応した3つの受光領域1601a1乃至1601a3が形成されている。

50

## 【0635】

真ん中の第2の半導体基板1702には、3つの受光領域1601a1乃至1601a3に対応した3つのメモリ領域1631a1乃至1631a3が形成されている。メモリ領域1631a1乃至1631a3は、例えば、第3の半導体基板1703の制御領域1642a1乃至1642a3を介して供給される画素信号を所定時間保持する。

## 【0636】

第2の半導体基板1702の下層の第3の半導体基板1703には、3つの受光領域1601a1乃至1601a3に対応したロジック領域1641a1乃至1641a3及び制御領域1642a1乃至1642a3が形成されている。制御領域1642a1乃至1642a3は、受光領域1601a1乃至1601a3から画素信号を読み出す読み出し制御、アナログの画素信号をデジタルに変換するAD変換処理、メモリ領域1631a1乃至1631a3への画素信号の出力などを行う。ロジック領域1641a1乃至1641a3は、例えば、AD変換された画像データの階調補正処理など、所定の信号処理を行う。

10

## 【0637】

3枚の半導体基板1701乃至1703どうしは、例えば、貫通ビアやCu-Cuの金属結合により電氣的に接続されている。

## 【0638】

以上のように、受光素子12は、3つの受光領域1601a1乃至1601a3に対応して、メモリ領域1631a1乃至1631a3、ロジック領域1641a1乃至1641a3、及び制御領域1642a1乃至1642a3を、3枚の半導体基板1701乃至1703に配置した3層構造により構成することができる。

20

## 【0639】

一般に、単眼のカラー撮像センサを用いて高速フレームレートで撮像すると、1フレームの露光時間が短くなるので、SN比が劣化する。これに対して、カメラモジュール1Nでは、2つの受光領域1601a2及び1601a3において、撮像開始タイミングを1/2露光時間ずらして撮像動作させることで、単眼のカラー撮像センサと同一のフレームレートで、2倍の露光時間を確保することができる。受光領域1601a1のカラー画像信号から得られる輝度情報を、その2倍の露光時間に設定して得られる2つの受光領域1601a2及び1601a3の白黒画像信号(輝度情報)で交互に置き換えることで、高速フレームレートであっても高SN比な画像を出力することができる。

30

## 【0640】

あるいはまた、3つの受光領域1601a1乃至1601a3のうちのいずれか1つのみを用いて撮像する場合には、1つの受光領域1601に対して3つのメモリ領域1631a1乃至1631a3を使用することができるので、メモリ容量が、通常の3倍になる。これにより、露光時間を短時間に設定して撮像するスーパースロー動画などにおいて、撮像時間を3倍に増やすことができる。さらに、AD変換処理も、3つの制御領域1642a1乃至1642a3の各ADC(analog/digital converter)を使用することができるので、3倍近い高速駆動が可能になる。

## 【0641】

また、受光素子12は、3つの受光領域1601a1乃至1601a3に対応させて、メモリ領域1631a1乃至1631a3を備えることで、例えば、図86に示されるように、撮像画像全体のうち、ナンバープレートの領域の画像信号だけを後段に出力するなどの処理が可能となる。これにより、伝送するデータ量を圧縮することができるので、データ転送の負荷を低減し、転送速度の向上、消費電力の低減などの効果もある。

40

## 【0642】

以上のように、カメラモジュール1Nの受光素子12を、3枚の半導体基板1701乃至1703を積層した3層構造で構成することで、受光素子12から得られる画像の用途も拡大する。

## 【0643】

< 20 . カメラモジュールの第14の実施の形態 >

50

図 8 7 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 4 の実施の形態を示す図である。

【 0 6 4 4 】

図 8 7 の A は、カメラモジュール 1 の第 1 4 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 P の外観を示す模式図である。図 8 7 の B は、カメラモジュール 1 P の概略断面図である。

【 0 6 4 5 】

カメラモジュール 1 P は、光学パラメータが同じ 4 個の光学ユニット 1 3 を備える。

【 0 6 4 6 】

図 8 7 の C は、カメラモジュール 1 P の受光素子 1 2 の構造を説明する図である。

【 0 6 4 7 】

カメラモジュール 1 P の受光素子 1 2 は、その上側に配置されている 4 個の光学ユニット 1 3 に対応した位置に、4 個の受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 を備える。受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 は、光を受光する画素をアレイ状に配列した画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 を備える。

【 0 6 4 8 】

画素アレイ 1 6 0 1 b 1 乃至 1 6 0 1 b 4 は、複数もしくは単数の画素からなる繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 乃至 1 6 0 1 c 4 を備える。より詳しくは、画素アレイ 1 6 0 1 b 1 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 6 0 1 b 2 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。また、画素アレイ 1 6 0 1 b 3 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 3 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 6 0 1 b 4 は、繰り返し単位 1 6 0 2 c 4 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 と 1 6 0 2 c 4 は、R,G,B,G の各画素からなる 4 画素であり、繰り返し単位 1 6 0 2 c 2 と 1 6 0 1 c 3 は、1 つの C の画素で構成される。

【 0 6 4 9 】

したがって、カメラモジュール 1 P は、カラー画像信号を出力する 2 組のセンサユニット、即ち、R,G,B の各画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 1 と光学ユニット 1 3 の組及び R,G,B の各画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 4 と光学ユニット 1 3 の組と、白黒画像信号を出力する 2 組のセンサユニット、即ち、C の画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 2 と光学ユニット 1 3 の組及び C の画素を有する画素アレイ 1 6 0 1 b 3 と光学ユニット 1 3 の組とを備える。

【 0 6 5 0 】

このようなカメラモジュール 1 P の構造は、上述した 2 眼のカメラモジュール 1 M と同様に、受光領域 1 6 0 1 a 1 のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。すなわち、C の画素で構成された画素アレイ 1 6 0 1 b 2 を有する受光領域 1 6 0 1 a 2 と、C の画素で構成された画素アレイ 1 6 0 1 b 3 を有する受光領域 1 6 0 1 a 3 からの画素情報、例えば画素毎の輝度の変化の情報、を利用して、R,G,B,G の画素配列を繰り返し単位 1 6 0 2 c 1 として有するベイヤー配列の受光領域 1 6 0 1 a 1 もしくは 1 6 0 1 a 4 から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域 1 6 0 1 a 1 もしくは 1 6 0 1 a 4 のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。また、斜め方向の解像度は、単眼または複眼のカラー撮像センサと比較して 2 倍となるので、受光領域 1 6 0 1 a 1 乃至 1 6 0 1 a 4 の画素情報を組み合わせることで、2 倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう。カメラモジュール 1 P によれば、モジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

【 0 6 5 1 】

カラー画像を撮像する 2 つの受光領域 1 6 0 1 a 1 と 1 6 0 1 a 4 で撮像範囲が重複するエリアでは、信号量が 2 倍になり、ノイズが 1 . 4 倍となるため、画素信号の SN 比を向

10

20

30

40

50

上させることができる。白黒画像を撮像する2つの受光領域1601a2と1601a3もさらに重複するエリアでは、輝度信号の信号レベルがカラー画像を撮像する受光領域1601a1と1601a4の約1.7倍あるため、さらにSN比が向上する。4つの受光領域1601a1乃至1601a4の画素情報を組み合わせた場合のSN比は、単眼のカラー撮像センサと比較して、約2.7倍に向上する。カメラモジュール1Pは、受光領域1601a1と受光領域1601a2を同期して撮像することができるので、高SN比の画像を短時間で生成でき、動画、動体の撮像にも適している。

【0652】

さらに、カメラモジュール1Pの構造は、Cの画素で構成された受光領域1601a2と1601a3からの画像情報を用いて、例えば、特開2008 286527号公報や国際公開第2011/058876号に開示された測距装置と同様に、複眼測距装置として距離情報を得ることができるという作用をもたらす。

10

【0653】

また、輝度信号の信号レベルが高いCの画素で構成された受光領域1601a2と1601a3を用いて距離情報を得ることで、被写体の照度が低く、その結果、被写体の輝度が低い撮影環境においても、距離情報を高速かつ正確に得ることができるという作用をもたらす。この距離情報を用いて、例えばカメラモジュール1Pを用いた撮像装置において、オートフォーカス動作を高速かつ正確に行うことができるという作用をもたらす。

【0654】

カメラモジュール1Pでは、距離情報を取得する2つの受光領域1601a2及び1601a3の全画素が、位相差画素のように受光領域が縮小された画素ではなく、通常画素で構成されている。また、距離情報が得られる受光領域1601a2と1601a3を、カラー画像を取得できる受光領域1601a1及び1601a4と同期して撮像することができる。したがって、カメラモジュール1Nによれば、コンパクトで、低照度に強く、高速に、オートフォーカスを行うことができる。

20

【0655】

加えて、カメラモジュール1Pの構造は、例えば特開2006 318060号公報や特開2012 15642号公報に開示された距離画像と同様に、距離情報を用いて、濃淡の度合いによって距離を表現した距離画像を出力することができるという作用をもたらす。

30

【0656】

また、カメラモジュール1Pは、画素の駆動方法を変えることで、ダイナミックレンジの広い画像（ハイダイナミックレンジ画像）を得ることもできる。

【0657】

図88は、ハイダイナミックレンジ画像を得るための画素の駆動方法を説明する図である。

【0658】

カメラモジュール1Pにおいて、R,G,B,Gの画素で構成された画素アレイ1601b1を備える受光領域1601a1と、Cの画素で構成された画素アレイ1601b3を備える受光領域1601a3は、被写体がある特定の照度下にある場合に、所定の露光時間（以下、第1の露光時間という。）で画像を撮影する。

40

【0659】

一方、Cの画素で構成された画素アレイ1601b2を備える受光領域1601a2と、R,G,B,Gの画素で構成された画素アレイ1601b4を備える受光領域1601a4は、被写体が上記特定の照度下にある場合に、上記第1の露光時間よりも短い露光時間（以下、第2の露光時間という。）で画像を撮影する。なお、以下の説明では、第1の露光時間を長秒露光時間ともいい、第2の露光時間を短秒露光時間ともいう。

【0660】

例えば、被写体の照度が高い場合、長秒露光時間で画像を撮影すると、被写体の中でも輝度が高いものを撮影した画素は、画素の適正な動作限界（例えば飽和電荷量）を越えた

50

状態で撮影動作を行うことになり、撮影の結果得られる画像データが階調性を失っている、いわゆる画像が白飛びした状態になることがある。そのような場合においても、カメラモジュール1Pにおいては、受光領域1601a2と受光領域1601a4とから短秒露光時間で撮影した画像、言い換えれば、画素の適正な動作範囲内（例えば飽和電荷量以下）となる状態で撮影された画像を得ることができる。

【0661】

カメラモジュール1Pは、このようにして得られた長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像とを、例えば特開平1175118号公報や特開平1127583号公報に開示されたダイナミックレンジ拡大のための画素信号の合成方法と同様にして合成することで、ハイダイナミックレンジ画像を得ることができるという作用をもたらす。

10

【0662】

一般に、ハイダイナミックレンジ画像の生成方法には、単眼のカラー撮像センサ等を用いて、長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像とを時間差で取得し、合成する方法や、画素アレイを長秒露光画素と短秒露光画素とに分けて撮像する方法などがある。長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像の2枚の画像を合成する方法では、動体や動画に不向きであり、画素アレイを長秒露光画素と短秒露光画素とに分ける方法では、解像度の劣化が発生する。4眼のカメラモジュール1Pを用いてハイダイナミックレンジ画像を生成する方法によれば、解像度の劣化がなく、フレームレートの低下もないので、動体や動画にも適している。

20

【0663】

以上のように、4眼のカメラモジュール1Pによれば、4つの受光領域1601a1乃至1601a4により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像、距離画像、ハイダイナミックレンジ画像など、様々な用途の画像を生成することができる。受光領域1601a2と1601a3の視差に基づく距離情報を生成することもできる。4つの受光領域1601a1乃至1601a4から得られる画素情報を、どのような用途に用いるかは、例えば、カメラモジュール1Pが組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

【0664】

図89は、4眼のカメラモジュール1Pに用いられる受光素子12の基板構成例を示している。

30

【0665】

4眼のカメラモジュール1Pに用いられる受光素子12は、図89に示されるように、3枚の半導体基板1701乃至1703を積層した3層構造により形成することができる。

【0666】

3枚の半導体基板1701乃至1703のうち、光が入射される側の第1の半導体基板1701には、4つの光学ユニット13に対応した4つの受光領域1601a1乃至1601a4が形成されている。

【0667】

真ん中の第2の半導体基板1702には、4つの受光領域1601a1乃至1601a4に対応した4つのメモリ領域1631a1乃至1631a4が形成されている。第3の半導体基板1703には、4つの受光領域1601a1乃至1601a4に対応したロジック領域1641a1乃至1641a4及び制御領域1642a1乃至1642a4が形成されている。

40

【0668】

一般に、単眼のカラー撮像センサを用いて高速フレームレートで撮像すると、1フレームの露光時間が短くなるので、SN比が劣化する。これに対して、カメラモジュール1Pでは、4つの受光領域1601a1乃至1601a4を用いて、撮像開始タイミングを1/4露光時間ずらして撮像動作させることで、単眼のカラー撮像センサと同一のフレームレ

50

ートで、4倍の露光時間を確保することができる。受光領域1601a1または1601a4のカラー画像信号から得られる輝度情報を、その4倍の露光時間に設定して得られる4つの受光領域1601a1乃至1601a4の輝度情報で順次置き換えることで、高速フレームレートであっても高SN比な画像を出力することができる。

【0669】

あるいはまた、4つの受光領域1601a1乃至1601a4のうちのいずれか1つのみを用いて撮像する場合には、1つの受光領域1601に対して4つのメモリ領域1631a1乃至1631a4を使用することができるので、メモリ容量が、通常の4倍になる。これにより、露光時間を短時間に設定して撮像するスーパースロー動画などにおいて、撮像時間を4倍に増やすことができる。さらに、AD変換処理も、4つの制御領域1642a1乃至1642a4の各ADCを使用することができるので、4倍近い高速駆動が可能になる。

10

【0670】

また、受光素子12は、4つの受光領域1601a1乃至1601a4に対応させて、メモリ領域1631a1乃至1631a4を備えることで、図86を参照して説明したように、所望の領域の画像信号だけを後段に出力するなどの処理が可能となる。これにより、伝送するデータ量を圧縮することができるので、データ転送の負荷を低減し、転送速度の向上、消費電力の低減などの効果もある。

【0671】

以上のように、カメラモジュール1Pの受光素子12を、3枚の半導体基板1701乃至1703を積層した3層構造で構成することで、受光素子12から得られる画像の用途も拡大する。

20

【0672】

< 21. 形状可変レンズを有する積層レンズ構造体の例 >

積層レンズ構造体11は、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち少なくとも1つのレンズ付き基板41のレンズ21を、レンズ形状を変形させることができる形状可変レンズ21Vとすることができる。

【0673】

< 第1の形状可変レンズの例 >

図90は、図11で示したカメラモジュール1Dにおいて、積層レンズ構造体11の1枚のレンズ付き基板41のレンズ21を、第1の形状可変レンズ21V-1に置き換えたカメラモジュール1Dの概略断面図である。

30

【0674】

図90のAは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最上層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第1の形状可変レンズ21V-1に置き換えた構成例を示している。

【0675】

図90のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第1の形状可変レンズ21V-1に置き換えた構成例を示している。

40

【0676】

第1の形状可変レンズ21V-1は、可逆的に形状変化可能な物質を用いたレンズ材1721と、レンズ材1721を挟み込むように上面と下面それぞれに配置されたカバー材1722と、上面のカバー材1722に接触して配置された圧電材料1723とで構成されている。

【0677】

レンズ材1721は、例えば、ソフトポリマー(米国特許出願公開第2011/149409号明細書)、フレキシブルポリマー(米国特許出願公開第2011/158617号明細書)、シリコンオイル等の動体流体(特開2000-081504号公報)、シリコンオイル、弾体ゴム、ゼリー、水等の流体(特開2002-243918号公報)などで構成される。

50

## 【0678】

カバー材1722は、例えば、可撓性材料でできたカバーガラス(米国特許出願公開第2011/149409号明細書)、屈曲可能な透明カバー(米国特許出願公開第2011/158617号明細書)、珪酸ガラスからなる弾性膜(特開2000-081504号公報)、合成樹脂や有機材料を用いた柔らかい基板(特開2002-243918号公報)などで構成される。

## 【0679】

第1の形状可変レンズ21V-1は、圧電材料1723に電圧を印加することで、レンズ材1721の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

## 【0680】

図90は、第1の形状可変レンズ21V-1を用いた1枚のレンズ付き基板41を、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第1の形状可変レンズ21V-1を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

10

## 【0681】

<第2の形状可変レンズの例>

図91は、図11で示したカメラモジュール1Dにおいて、積層レンズ構造体11の1枚のレンズ付き基板41のレンズ21を、第2の形状可変レンズ21V-2に置き換えたカメラモジュール1Dの概略断面図である。

20

## 【0682】

図91のAは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最上層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第2の形状可変レンズ21V-2に置き換えた構成例を示している。

## 【0683】

図91のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第2の形状可変レンズ21V-2に置き換えた構成例を示している。

## 【0684】

第2の形状可変レンズ21V-2は、圧力印加部1731と、凹部を有し光透過性を持った基材1732と、基材1732の凹部の上方に配置され光透過性を持った膜1733と、膜1733と基材1732の凹部との間に封入した流動体1734とで構成されている。

30

## 【0685】

膜1733は、例えば、ポリジメチルシロキサン、ポリメタクリル酸メチル、ポリテフタレートエチレン、ポリカーボネート、パリレン、エポキシ樹脂、感光性ポリマー、シリコン、珪素、酸化シリコン、窒化シリコン、炭化シリコン、多結晶シリコン、窒化チタン、ダイヤモンドカーボン、錫酸化インジウム、アルミニウム、銅、ニッケル、圧電材料などで構成される。

## 【0686】

流動体1734は、例えば、プロピレンカーボネート、水、屈折率液体、オプティカルオイル、イオン性液体、または、空気、窒素、ヘリウムなどのガス等で構成される。

40

## 【0687】

第2の形状可変レンズ21V-2は、圧力印加部1731が膜1733の外周近傍を押下することで、膜1733の中央部が盛り上がる。圧力印加部1731による押下の大きさを制御することで、盛り上がった部分の流動体1734の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

## 【0688】

第2の形状可変レンズ21V-2の構造については、例えば、米国特許出願公開第2012/170920号明細書などに開示されている。

50

## 【0689】

図91は、第2の形状可変レンズ21V-2を用いた1枚のレンズ付き基板41を、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第2の形状可変レンズ21V-2を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

## 【0690】

<第3の形状可変レンズの例>

図92は、図11で示したカメラモジュール1Dにおいて、積層レンズ構造体11の1枚のレンズ付き基板41のレンズ21を、第3の形状可変レンズ21V-3に置き換えたカメラモジュール1Dの概略断面図である。

10

## 【0691】

図92のAは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最上層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第3の形状可変レンズ21V-3に置き換えた構成例を示している。

## 【0692】

図92のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第3の形状可変レンズ21V-3に置き換えた構成例を示している。

## 【0693】

第3の形状可変レンズ21V-3は、凹部を有し光透過性を持った基材1741と、基材1741の凹部の上方に配置され光透過性を持った電気活性材料1742と、電極1743とで構成されている。

20

## 【0694】

第3の形状可変レンズ21V-3は、電極1743が電気活性材料1742へ電圧を印加することで、電気活性材料1742の中央部が盛り上がる。印加する電圧の大きさを制御することで、電気活性材料1742の中央部の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

## 【0695】

第3の形状可変レンズ21V-3の構造については、例えば、特表2011-530715号公報などに開示されている。

30

## 【0696】

図92は、第3の形状可変レンズ21V-3を用いた1枚のレンズ付き基板41を、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第3の形状可変レンズ21V-3を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

## 【0697】

<第4の形状可変レンズの例>

図93は、図11で示したカメラモジュール1Dにおいて、積層レンズ構造体11の1枚のレンズ付き基板41のレンズ21を、第4の形状可変レンズ21V-4に置き換えたカメラモジュール1Dの概略断面図である。

40

## 【0698】

図93のAは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最上層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第4の形状可変レンズ21V-4に置き換えた構成例を示している。

## 【0699】

図93のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ21を、第4の形状可変レンズ21V-4に置き換えた構成例を示している。

50

## 【0700】

第4の形状可変レンズ21V-4は、液晶材料1751と、それを上下で挟み込む2枚の電極1752とで構成されている。

## 【0701】

第4の形状可変レンズ21V-4は、2枚の電極1752が液晶材料1751へ所定の電圧を印加することで、液晶材料1751の配向が変化し、これにより液晶材料1751を透過する光の屈折率が変化する。液晶材料1751へ印加する電圧の大きさを制御して、光の屈折率を変化させることで、焦点を可変することができる。

## 【0702】

第4の形状可変レンズ21V-4の構造については、例えば、米国特許出願公開第2014/0036183号明細書などに開示されている。

10

## 【0703】

図93は、第4の形状可変レンズ21V-4を用いた1枚のレンズ付き基板41を、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第4の形状可変レンズ21V-4を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

## 【0704】

<22.カメラモジュールの第15の実施の形態>

さて、上述した第1乃至第14の実施の形態に係るカメラモジュールのうち、第10及び第11の実施の形態に係るカメラモジュールであるカメラモジュール1J及び1Lとして、焦点調節機構を備えたカメラモジュールの構成について説明した。

20

## 【0705】

図36で示した第10の実施の形態に係るカメラモジュールであるカメラモジュール1Jは、積層レンズ構造体11を収納したレンズバレル74を駆動モータによってシャフト331の軸方向に移動させることにより、焦点距離を調節する構造であった。

## 【0706】

また、図37で示した第11の実施の形態に係るカメラモジュールであるカメラモジュール1Lは、積層レンズ構造体11を収納したレンズバレル74を圧電素子351によって光軸方向に移動させることにより、焦点距離を調節する構造であった。

30

## 【0707】

以下では、焦点調節機構を備えたカメラモジュールのその他の構成について説明する。本開示のカメラモジュールは、焦点調節機構を備えたカメラモジュールの構成として、第10及び第11の実施の形態に係るカメラモジュールと、以下で説明する第15乃至第26の実施の形態に係るカメラモジュールの、いずれの構成も採用し得る。

## 【0708】

なお、以下に示す第15乃至第26の実施の形態に係るカメラモジュールの図面では、上述した各実施の形態のカメラモジュールで既に説明した部分と対応する部分については同一の符号を付すこととして、重複する説明は適宜省略する。

## 【0709】

図94は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第15の実施の形態を示す図である。

40

## 【0710】

図94のAは、カメラモジュール1の第15の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFaの平面図であり、図94のBは、カメラモジュール1-AFaの断面図である。

## 【0711】

図94のAは、図94のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図94のBは、図94のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

## 【0712】

図94に示されるカメラモジュール1-AFaにおいて、積層レンズ構造体11は、レンズ

50

バレル（レンズホルダ）3001に収納されている。レンズバレル3001は、樹脂または金属の材料を用いて形成されている。レンズバレル3001の内周側には、光軸方向に複数枚のレンズ付き基板41が積層された積層レンズ構造体11が接着されて固定されており、外周側には、AF（オートフォーカス）用コイル3002が接着されて固定されている。

#### 【0713】

レンズバレル3001は、図94のBに示されるように、受光素子12から最も遠い上面において内周側に張り出した第1の張り出し部3013と、外周側に張り出した第2の張り出し部3014とを備え、略T字状の断面形状を有している。積層レンズ構造体11をレンズバレル3001に接着固定する際、積層レンズ構造体11は、内周側の第1の張り出し部3013に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。同様に、AF用コイル3002をレンズバレル3001に接着固定する際、AF用コイル3002は、外周側の第2の張り出し部3014に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。AF用コイル3002は、レンズバレル3001の外周にらせん状に巻き付けられている。

10

#### 【0714】

レンズバレル3001は、その外側に配置された第1固定支持部3004とサスペンション3003a及び3003bで接続され、積層レンズ構造体11及びAF用コイル3002と一体となって光軸方向に移動可能となっている。

#### 【0715】

第1固定支持部3004は、上面においてサスペンション3003aを固定し、下面においてサスペンション3003bを固定し、サスペンション3003bを介して第2固定支持部3006と固定されている。サスペンション3003a及び3003bは、例えば、両端の一方を接着剤等によりレンズバレル3001と固定された後、他方を接着剤等により第1固定支持部3004と固定される。

20

#### 【0716】

第1固定支持部3004は、四角形の筒状で、内部が空洞となっており、内周側の4面それぞれの側壁のAF用コイル3002と対向する位置に、AF用の永久磁石であるAF用マグネット3005が固定されている。AF用コイル3002とAF用マグネット3005は、電磁式のAF駆動部3021を構成し、AF用コイル3002に電流が流れることにより積層レンズ構造体11を光軸方向に移動させて、積層レンズ構造体11と受光素子12との間の距離を調整する。積層レンズ構造体11の光学ユニット13によって集光された光の焦点距離を調節するAFモジュール3022は、積層レンズ構造体11とAF駆動部3021とを少なくとも含む。

30

#### 【0717】

基板3011は、第2固定支持部3006を接着によって固定し、第2固定支持部3006に固定されているサスペンション3003b及び第1固定支持部3004を介して、積層レンズ構造体11を間接的に固定する。また、基板3011は、第1固定支持部3004及び第2固定支持部3006の外側を覆うカバー部材3012も固定する。カバー部材3012は、ノイズ対策のため、導電性の金属材料等で形成される。

40

#### 【0718】

基板3011には、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のレンズ21によって集光された入射光が受光される位置に受光領域1601aを有する受光素子12が載置されている。受光素子12は、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のレンズ21によって集光された入射光を受光して光電変換することにより、各画素の画素信号を出力する。受光素子12によって生成された各画素の画素信号は、受光素子12の外部出力端子から直接または基板3011を介して、外部の回路基板に出力される。画素信号が基板3011を介して外部の回路基板に出力される場合には、各画素の画素信号を伝送する配線回路が基板3011に設けられる。

#### 【0719】

50

第2固定支持部3006は、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41と受光素子12との間に配置されたIRカットフィルタ3007を固定する。IRカットフィルタ3007は、積層レンズ構造体11の各レンズ付き基板41のレンズ21を通過してきた入射光のうち、赤外光を遮断し、R、G、Bに対応する波長の光のみを通過させる。なお、IRカットフィルタ3007は、受光素子12の最上面に配置してもよい。

【0720】

カバー部材3012の上面は、レンズバレル3001の上面と同様に、積層レンズ構造体11の最上層のレンズ付き基板41aのレンズ21に入射される光を遮蔽しないように、円状または矩形状に開口されている。

10

【0721】

積層レンズ構造体11の最上層のレンズ付き基板41aの上方と、受光素子12の上方には、カバーガラスがあってもよい。

【0722】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFaは、受光素子12が画像の撮影を行う際、AF駆動部3021によって積層レンズ構造体11と受光素子12との間の距離を変更することができ、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

【0723】

また、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体11を採用しない場合には、カメラモジュールが備えるレンズの枚数分だけ、レンズ付き基板を1枚ずつレンズバレル内へ装填する工程が必要となる。

20

【0724】

これに対して、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体11を採用した場合には、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を、レンズバレル3001内に1回装填するだけで、積層レンズとレンズバレルの組立てが終了する。

【0725】

従って、カメラモジュール1-AFaは、レンズ付き基板41を1枚ずつ装填する場合と比較して、モジュールの組み立てが容易であるとの作用効果と、装填処理のバラツキに起因した、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

30

【0726】

また、積層レンズ構造体11及びAF用コイル3002のレンズバレル3001への組み付けは、光軸方向に対して垂直な方向へ張り出した第1の張り出し部3013および第2の張り出し部3014に突き当てるように位置合わせするだけなので、モジュールの組み立てが容易である。

【0727】

なお、図94では、レンズバレル3001の上面に第1の張り出し部3013および第2の張り出し部3014を設け、積層レンズ構造体11及びAF用コイル3002を、図中の上方向に突き当てるようにしたが、レンズバレル3001の下面に第1の張り出し部3013および第2の張り出し部3014を設け、積層レンズ構造体11及びAF用コイル3002を、図中の下方向に突き当てる構成としてもよい。

40

【0728】

< 23 . カメラモジュールの第16の実施の形態 >

図95は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第16の実施の形態を示す図である。

【0729】

図95のAは、カメラモジュール1の第16の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFbの平面図であり、図95のBは、カメラモジュール1-AFbの断面図である。

50

## 【0730】

図95のAは、図95のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図95のBは、図95のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

## 【0731】

図95では、図94に示した第15の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFaと共通する部分については同一の符号を付してあり、その部分の説明は適宜省略し、異なる部分を重点的に説明する。図96以降に示す第17乃至第26の実施の形態においても、既に説明した部分については同様に適宜省略する。

## 【0732】

図95に示されるカメラモジュール1-AFbは、図94に示したカメラモジュール1-AFaと同様に、AF駆動部3021を構成するAF用コイル3002とAF用マグネット3005を備え、積層レンズ構造体11と受光素子12との間の距離を調整する焦点調節機構を備えたカメラモジュールである。

10

## 【0733】

図95のカメラモジュール1-AFbが図94のカメラモジュール1-AFaと異なる点は、AF駆動部3021を構成するAF用コイル3002とAF用マグネット3005の取り付け位置が、カメラモジュール1-AFaと反対となっている点である。

## 【0734】

即ち、図94に示したカメラモジュール1-AFaでは、レンズバレル3001の外周側にAF用コイル3002が接着固定され、第1固定支持部3004の内周側にAF用マグネット3005が接着固定されているのに対して、図95のカメラモジュール1-AFbでは、レンズバレル3001の外周側にAF用マグネット3005が接着固定され、第1固定支持部3004の内周側にAF用コイル3002が接着固定されている。

20

## 【0735】

第1固定支持部3004は、受光素子12から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部3015を備え、略L次形状の断面形状を有している。AF用コイル3002が第1固定支持部3004に接着固定される際、AF用コイル3002は、内周側の張り出し部3015に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

## 【0736】

また、カメラモジュール1-AFbがカメラモジュール1-AFaと異なる他の点は、AF用マグネット3005の取り付け個数が異なる点である。

30

## 【0737】

即ち、図94に示したカメラモジュール1-AFaでは、AF用マグネット3005は、四角形の筒状の4つの各内周面それぞれに取り付けられ、カメラモジュール1-AFa全体では4個のAF用マグネット3005を備えるのに対して、図95のカメラモジュール1-AFbでは、AF用マグネット3005がレンズバレル3001の4つの各外周面のうち、対向する2つの外周面に取り付けられており、カメラモジュール1-AFb全体では2個のAF用マグネット3005を備える。

## 【0738】

なお、AF用マグネット3005の取り付け個数に関しては、2個または4個のどちらでもよい。即ち、図94のカメラモジュール1-AFaが対向する位置に2個のAF用マグネット3005を備えるようにしてもよいし、図95のカメラモジュール1-AFbが4個のAF用マグネット3005を備えるようにしてもよい。

40

## 【0739】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFbは、図94のカメラモジュール1-AFaと同様の作用または効果をもたらす。

## 【0740】

すなわち、カメラモジュール1-AFbは、受光素子12が画像の撮影を行う際、AF駆動部3021によって積層レンズ構造体11と受光素子12との間の距離を変更することができ、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす

50

## 【0741】

また、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体11を採用しない場合には、カメラモジュールが備えるレンズの枚数分だけ、レンズ付き基板を1枚ずつレンズバレル内へ装填する工程が必要となる。

## 【0742】

これに対して、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体11を採用した場合には、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を、レンズバレル3001内に1回装填するだけで、積層レンズとレンズバレルの組立てが終了する。

10

## 【0743】

従って、カメラモジュール1-AFbは、レンズ付き基板41を1枚ずつ装填する場合と比較して、モジュールの組み立てが容易であるとの作用効果と、装填処理のバラツキに起因した各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。

## 【0744】

また、積層レンズ構造体11のレンズバレル3001への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した第1の張り出し部3013に突き当てるように位置合わせするだけである。AF用コイル3002の第1固定支持部3004への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部3015に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、積層レンズ構造体11及びAF駆動部3021の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易である。

20

## 【0745】

なお、図95では、第1固定支持部3004の上面に張り出し部3015を設け、AF用コイル3002を、図中の上方向に突き当てるようにしたが、第1固定支持部3004の下面に張り出し部3015を設け、AF用コイル3002を、図中の下方向に突き当てる構成としてもよい。

## 【0746】

< 24. カメラモジュールの第17の実施の形態 >

図96は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第17の実施の形態を示す図である。

30

## 【0747】

図96のAは、カメラモジュール1の第17の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFcの平面図であり、図96のBは、カメラモジュール1-AFcの断面図である。

## 【0748】

図96のAは、図96のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図96のBは、図96のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

## 【0749】

図96のカメラモジュール1-AFcが図94のカメラモジュール1-AFaと異なる点は、積層レンズ構造体11を収納するレンズバレル3001が省略されている点である。

## 【0750】

即ち、図96のカメラモジュール1-AFcでは、レンズバレル3001が省略され、AF用コイル3002とサスペンション3003a及び3003bが、積層レンズ構造体11を構成する一部のレンズ付き基板41に直接接着されて、固定されている。AF用コイル3002は、積層レンズ構造体11を構成する一部のレンズ付き基板41の外周にらせん状に巻き付けられている。

40

## 【0751】

レンズバレル3001が省略されたことにより、カメラモジュール1-AFcの大きさを、レンズバレル3001を使用するカメラモジュール1-AFaやカメラモジュール1-AFbと比較して小さくすることができるという作用または効果をもたらす。また、レンズバレル3001が省略されたことにより、カメラモジュール1-AFcの製造コストも、カメラモジュ

50

ール1-AFaやカメラモジュール1-AFbと比較して抑えることができるという作用または効果をもたらす。

【0752】

カメラモジュール1-AFcは、図94のカメラモジュール1-AFaと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

【0753】

次に、図97を参照して、第17の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFcを例に、サスペンション3003a及び3003bの平面形状について説明する。

10

【0754】

図97のAは、図96のカメラモジュール1-AFcを、サスペンション3003aから受光素子12の方向(下方向)に見た平面図であり、図97のBは、サスペンション3003bのみの平面図である。

【0755】

図97のCは、AF用コイル3002を流れる電流の経路を説明するためのカメラモジュール1-AFcの断面図である。

【0756】

サスペンション3003aは、図97のAに示されるように、第1固定支持部3004と接着固定される第1固定板3031と、積層レンズ構造体11の最上層のレンズ付き基板41aと接着固定される第2固定板3032と、第1固定板3031と第2固定板3032とを4隅で接続する接続パネ3033a乃至3033dとで構成される。

20

【0757】

第1固定板3031には、第1固定支持部3004と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴3041a乃至3041dが設けられている。

【0758】

第2固定板3032には、積層レンズ構造体11の最上層のレンズ付き基板41aと接着固定する際の位置決め用の位置決め穴3041e乃至3041hが設けられている。

【0759】

一方、サスペンション3003bは、図97のBに示されるように、光軸中心を通り、2個のAF用マグネット3005を結ぶ線分で均等に2分割された2枚の分割固定板3051A及び3051Bで構成される。なお、2枚の分割固定板3051A及び3051Bの分割方向は、2個のAF用マグネット3005を結ぶ線分と直交する方向でもよい。

30

【0760】

分割固定板3051Aは、第1固定支持部3004と接着固定される第1固定板3061Aと、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定される第2固定板3062Aと、第1固定板3061Aと第2固定板3062Aとを接続する接続パネ3063aおよび3063bとで構成される。

【0761】

第1固定板3061Aには、第1固定支持部3004と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴3071aおよび3071bが設けられている。

40

【0762】

第2固定板3062Aには、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定する際の位置決め用の位置決め穴3071eおよび3071fが設けられている。

【0763】

一方、分割固定板3051Bは、第1固定支持部3004と接着固定される第1固定板3061Bと、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定される第2固定板3062Bと、第1固定板3061Bと第2固定板3062Bとを接続する接

50

続バネ 3063c および 3063d とで構成される。

【0764】

第1固定板 3061Bには、第1固定支持部 3004と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴 3071c および 3071d が設けられている。

【0765】

第2固定板 3062Bには、積層レンズ構造体 11の最下層のレンズ付き基板 41eと接着固定する際の位置決め用の位置決め穴 3071g および 3071h が設けられている。

【0766】

サスペンション 3003a および 3003b は、例えば、Cu や Al 等の金属板を成形して作製され、それ自体が、電流を流す電線としての機能を有する。

10

【0767】

AF用コイル 3002を流れる電流は、例えば、図97のCに示される第2固定支持部 3006の外周部 3081を流れて、図97のBに示される第1固定板 3061Aの接続点 3082に到達する。そして、電流は、第1固定板 3061Aの接続点 3082から、接続バネ 3063a、第2固定板 3062Aへと流れ、接続点 3083から、図97のCに示される積層レンズ構造体 11の外周部 3084を通過して、AF用コイル 3002へ到達する。

【0768】

その後、AF用コイル 3002を流れた電流は、図97のCに示される積層レンズ構造体 11の外周部 3084を通過して、第2固定板 3062Bの接続点 3085に到達する。そして、電流は、第2固定板 3062Bの接続点 3085から、接続バネ 3063d、第1固定板 3061Bへと流れ、接続点 3086から、図97のCに示される第2固定支持部 3006の外周部 3081を通過して、基板 3011へ到達する。

20

【0769】

次に、第1固定板 3061Bの位置決め穴 3071dを例に、サスペンション 3003bの接着固定機構について説明する。

【0770】

図98のAは、第1固定板 3061Bの位置決め穴 3071dと、位置決め穴 3071dと接着固定されるレンズ付き基板 41eの担体基板 81eの斜視図である。

30

【0771】

位置決め穴 3071dは、図98のAに示されるように貫通穴となっている。

【0772】

一方、レンズ付き基板 41eを構成する担体基板 81eの位置決め穴 3071dに対応する箇所には、貫通孔 3091が形成されている。貫通孔 3091には、レンズ樹脂部 82と同じ材料を用いて突起部 3092が形成されており、突起部 3092が、第1固定板 3061Bの位置決め穴 3071dと嵌合されて接着されることで、正確に位置決めして固定することができる。

【0773】

なお、突起部 3092を、レンズ樹脂部 82と同じ材料を用いて形成するのではなく、担体基板 81eをエッチング等で加工することにより形成してもよい。

40

【0774】

あるいはまた、担体基板 81e側に突起部 3092を設けるのではなく、図98のBに示されるように、第1固定板 3061Bの位置決め穴 3071dを突起形状に加工して、担体基板 81eの貫通孔 3091と嵌合させて接着してもよい。この場合も、正確に位置決めして固定することができる。

【0775】

サスペンション 3003aの位置決め穴 3041a乃至 3041hと、サスペンション 3003bの位置決め穴 3071a乃至 3071hには、このような接着固定機構を採用することができる。

50

## 【 0 7 7 6 】

これにより、積層レンズ構造体 1 1 の固定位置の精度を上げることができ、積層レンズ構造体 1 1 の可動方向を意図した通りとすることができるので、オートフォーカス精度を上げるといふ作用効果をもたらす。サスペンション 3 0 0 3 a および 3 0 0 3 b を用いるその他の実施の形態についても同様である。

## 【 0 7 7 7 】

< 2 5 . カメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の変形例 >

図 9 9 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例を示す図である。

## 【 0 7 7 8 】

図 9 9 の A は、第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例としてのカメラモジュール 1 -AFd の平面図であり、図 9 9 の B は、第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 -AFd の断面図である。

## 【 0 7 7 9 】

図 9 9 の A は、図 9 9 の B の断面図における B - B ' 線の平面図であり、図 9 9 の B は、図 9 9 の A の平面図における A - A ' 線の断面図である。

## 【 0 7 8 0 】

図 9 9 の第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例に係るカメラモジュール 1 -AFd が、図 9 6 に示した第 1 7 の実施の形態のカメラモジュール 1 -AFc と異なる点は、図 9 9 の A と図 9 6 の A の平面図どうしを比較して明らかなように、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が直線的に除去され、レンズ付き基板 4 1 の平面形状が略八角形とされている点である。

## 【 0 7 8 1 】

図 1 0 0 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例を示す図である。

## 【 0 7 8 2 】

図 1 0 0 の A は、第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 -AFd の平面図であり、図 1 0 0 の B は、第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 -AFd の断面図である。

## 【 0 7 8 3 】

図 1 0 0 の A は、図 1 0 0 の B の断面図における B - B ' 線の平面図であり、図 1 0 0 の B は、図 1 0 0 の A の平面図における A - A ' 線の断面図である。

## 【 0 7 8 4 】

図 1 0 0 の第 1 7 の実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 -AFd が、図 9 6 に示した第 1 7 の実施の形態のカメラモジュール 1 -AFc と異なる点は、図 1 0 0 の A と図 9 6 の A の平面図どうしを比較して明らかなように、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が曲線的に除去され、レンズ付き基板 4 1 の平面形状が角丸の四角形とされている点である。

## 【 0 7 8 5 】

この第 1 変形例及び第 2 変形例のような平面形状のレンズ付き基板 4 1 は、図 1 0 1 の A 及び B に示されるように、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W において、破線で示されるダイシングラインの交差部分をエッチング等で直線的または曲線的に除去しておくことで作製することができる。図 1 0 1 の A 及び B において灰色の濃度を付した領域が、エッチング等で除去される領域を示している。

## 【 0 7 8 6 】

第 1 7 の実施の形態の第 1 変形例及び第 2 変形例によれば、A F 用コイル 3 0 0 2 が巻き付けられる積層レンズ構造体 1 1 のレンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

## 【 0 7 8 7 】

10

20

30

40

50

また、AFマグネット3005に対向するAFコイル3002の有効部分の長さを維持しながら、コイルの全長を短くすることができるので、カメラモジュールの重量を軽くすることができ、AF駆動力を同じに保ったままコイルのインピーダンスも小さくすることができるので、駆動電力もより小さくすることができるという作用または効果をもたらす。

【0788】

さらに、基板状態のレンズ付き基板41Wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41(担体基板81)のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

【0789】

<26.カメラモジュールの第18の実施の形態>

図102は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第18の実施の形態を示す図である。

【0790】

図102のAは、カメラモジュール1の第18の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFeの平面図であり、図102のB及びCは、カメラモジュール1-AFeの断面図である。

【0791】

図102のAは、図102のB及びCの断面図におけるC-C'線の平面図であり、図102のBは、図102のAの平面図におけるB-B'線の断面図であり、図102のCは、図102のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

【0792】

図102のカメラモジュール1-AFeが図94のカメラモジュール1-AFaと異なる点は、積層レンズ構造体11を収納するレンズバレル3001が省略されている点と、積層レンズ構造体11の最上層のレンズ付き基板41aの上面に、絞り板51が設けられている点である。絞り板51には、開口部52が設けられている。

【0793】

また、図102のカメラモジュール1-AFeが図94のカメラモジュール1-AFaと異なる他の点は、図99で説明した第17の実施の形態の第1変形例に係るカメラモジュール1-AFdと同様に、積層レンズ構造体11を構成する各レンズ付き基板41の4隅の角部が直線的に除去され、レンズ付き基板41の平面形状が略八角形とされている点である。

【0794】

ここで、各レンズ付き基板41の平面形状が略八角形とされているのに対して、図102のAにおいて破線で示されるように、絞り板51の平面形状は、4隅の角部が除去されない四角形とされており、絞り板51は、4隅の角部においてレンズ付き基板41よりも外周側に張り出した形状となっている。

【0795】

AF用コイル3002を積層レンズ構造体11に接着固定する際、AF用コイル3002は、4隅の角部において張り出した絞り板51に突き当たるようにして位置合わせされ、接着固定される。

【0796】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFeは、図94のカメラモジュール1-AFaと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

【0797】

AF用コイル3002が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

【0798】

さらに、基板状態のレンズ付き基板41Wを個片化する前に、角部を除去することによ

10

20

30

40

50

り、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板 4 1 (担体基板 8 1) のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

【0799】

また、AF用コイル 3 0 0 2 の組み付けは、4 隅の角部においてレンズ付き基板 4 1 よりも外周側に張り出した形状の絞り板 5 1 に突き当てるように位置合わせするだけであるので、AF用コイル 3 0 0 2 の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

【0800】

なお、図 1 0 2 に示したカメラモジュール 1 -AFe の絞り板 5 1 に代えて、図 5 5 で採用したカバーガラス 1 5 0 1 と遮光膜 1 5 0 2 を採用してもよい。また、光学絞りの機能が不要である場合には、AF用コイル 3 0 0 2 の突き当て対象物としてカバーガラス 1 5 0 1 のみを設けてもよい。

10

【0801】

< 2 7 . カメラモジュールの第 1 9 の実施の形態 >

図 1 0 3 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 1 9 の実施の形態を示す図である。

【0802】

図 1 0 3 の A は、カメラモジュール 1 の第 1 9 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 -AFf の平面図であり、図 1 0 3 の B 及び C は、カメラモジュール 1 -AFf の断面図である。

【0803】

図 1 0 3 の A は、図 1 0 3 の B 及び C の断面図における C - C ' 線の平面図であり、図 1 0 3 の B は、図 1 0 3 の A の平面図における B - B ' 線の断面図であり、図 1 0 3 の C は、図 1 0 3 の A の平面図における A - A ' 線の断面図である。

20

【0804】

図 1 0 3 のカメラモジュール 1 -AFf を、図 1 0 2 に示した第 1 8 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFe と比較すると、カメラモジュール 1 -AFf では、絞り板 5 1 が省略されている。

【0805】

また、図 1 0 2 のカメラモジュール 1 -AFe の積層レンズ構造体 1 1 の最上層のレンズ付き基板 4 1 a 以外のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 e が、レンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> に置き換えられている。

30

【0806】

即ち、図 1 0 3 の第 1 9 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFf の積層レンズ構造体 1 1 は、最上層のレンズ付き基板 4 1 a とレンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> とで構成されている。図 1 0 3 の A において破線で示されるように、最上層のレンズ付き基板 4 1 a の平面形状は、4 隅の角部が除去されない四角形とされているのに対して、レンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> の平面形状は、4 隅の角部が除去された八角形とされている。その結果、4 隅の角部において最上層のレンズ付き基板 4 1 a がレンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> よりも外周側に張り出した形状となっている。

【0807】

AF用コイル 3 0 0 2 を積層レンズ構造体 1 1 に接着固定する際、AF用コイル 3 0 0 2 は、4 隅の角部において張り出した最上層のレンズ付き基板 4 1 a に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

40

【0808】

以上のように構成されるカメラモジュール 1 -AFf は、図 9 4 のカメラモジュール 1 -AFe と同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板 4 1 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 1 1 を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板 4 1 の各レンズ 2 1 の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

【0809】

50

A F用コイル3002が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

【0810】

さらに、基板状態のレンズ付き基板41Wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>(担体基板81b<sub>1</sub>乃至81e<sub>1</sub>)のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

【0811】

また、A F用コイル3002の組み付けは、4隅の角部においてレンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>よりも外周側に張り出した形状のレンズ付き基板41aに突き当てるように位置合わせするだけであるので、A F用コイル3002の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

【0812】

< 28 . カメラモジュールの第20の実施の形態 >

図104は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第20の実施の形態を示す図である。

【0813】

図104のAは、カメラモジュール1の第20の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFgの平面図であり、図104のBは、カメラモジュール1-AFgの断面図である。

【0814】

図104のAは、図104のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図104のBは、図104のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

【0815】

図104に示されるカメラモジュール1-AFgは、積層レンズ構造体11を収納するレンズパレル3001が省略された構造を有し、積層レンズ構造体11の外周側にA F用マグネット3005が接着固定され、第1固定支持部3004の内周側にA F用コイル3002が接着固定されている。

【0816】

換言すれば、図104のカメラモジュール1-AFgは、図95に示した第15の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFbと同様、A F駆動部3021を構成するA F用コイル3002とA F用マグネット3005の取り付け位置が、図94のカメラモジュール1-AFaとは反対となっている。

【0817】

また、カメラモジュール1-AFgの積層レンズ構造体11は、レンズ付き基板41a、41b<sub>2</sub>乃至d<sub>2</sub>、及び41eで構成されており、中間層のレンズ付き基板41b<sub>2</sub>乃至d<sub>2</sub>の平面形状は、最上層及び最下層のレンズ付き基板41a及び41eよりも、A F用マグネット3005の取り付け部分が掘り込まれた形状を有している。これにより、A F用マグネット3005の一部は、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41に埋め込まれている。

【0818】

中間層のレンズ付き基板41b<sub>2</sub>乃至d<sub>2</sub>のようなレンズ付き基板41は、図105に示されるように、基板状態のレンズ付き基板41Wにおいて、破線で示されるダイシングラインの境界部分の一部をエッチング等で除去しておくことで作製することができる。図105において灰色の濃度を付した領域が、エッチング等で除去される領域を示している。

【0819】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFgは、図95のカメラモジュール1-AFbと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体1

10

20

30

40

50

1を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のパラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

【0820】

また、AF用マグネット3005の組み付けは、最上層及び最下層のレンズ付き基板41a及び41eと、中間層のレンズ付き基板41b<sub>2</sub>乃至d<sub>2</sub>との平面形状の違いにより発生する掘り込み部分に突き当てるように位置合わせするだけである。一方、AF用コイル3002の第1固定支持部3004への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部3015に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、AF用コイル3002とAF用マグネット3005の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易である。

10

【0821】

さらに、カメラモジュール1-AFgでは、AF用マグネット3005の少なくとも一部が、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41のレンズ21側に埋め込まれた状態となるので、カメラモジュールの小型化及び軽量化に貢献する。

【0822】

なお、図104のカメラモジュール1-AFgでは、AF用マグネット3005の一部がレンズ付き基板41に埋め込まれるようにしたが、レンズ付き基板41の外周面と同一平面となるように、AF用マグネット3005の厚み方向の全てを埋め込むようにしてもよい。

【0823】

<29.カメラモジュールの第21の実施の形態>

図106は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第21の実施の形態を示す図である。

20

【0824】

図106のAは、カメラモジュール1の第21の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFhの平面図であり、図106のBは、カメラモジュール1-AFhの断面図である。

【0825】

図106のAは、図106のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図106のBは、図106のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

【0826】

図106に示されるカメラモジュール1-AFhは、図103に示した第19の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFfと比較して、AF用マグネット3005の取り付け位置が変更された構造を有する。

30

【0827】

具体的には、図103に示したカメラモジュール1-AFfでは、AF用マグネット3005が、平面図において、四角形の第1固定支持部3004の平面部分に配置されていたのに対して、図106のカメラモジュール1-AFhでは、四角形の第1固定支持部3004の4隅の角部分に配置されている。換言すれば、AF用マグネット3005は、略四角形のレンズ付き基板41の4隅と対向する位置に配置されている。

【0828】

なお、第1固定支持部3004の4隅の角部分にAF用マグネット3005を配置するために、図106のAにおいて破線で示されるように、最上層のレンズ付き基板41a<sub>3</sub>の4隅の角部分も、図103のカメラモジュール1-AFfのレンズ付き基板41aと比較して僅かに除去されている。レンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>については、図103のカメラモジュール1-AFfと同様である。

40

【0829】

また、第1固定支持部3004に取り付けられたAF用マグネット3005の個数は、図103に示したカメラモジュール1-AFfでは、四角形の第1固定支持部3004の4面のうちの対向する2面に取り付けられ、2個であったのに対して、図106のカメラモジュール1-AFhでは、第1固定支持部3004の4隅の角部分に取り付けられ、4個である

50

。

## 【0830】

図106のカメラモジュール1-AFhのその他の構成は、図103に示したカメラモジュール1-AFfと同様である。

## 【0831】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFhは、図103のカメラモジュール1-AFfと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

10

## 【0832】

AF用コイル3002が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

## 【0833】

さらに、基板状態のレンズ付き基板41wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41(担体基板81)のチッピングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

## 【0834】

また、AF用コイル3002の組み付けは、4隅の角部においてレンズ付き基板41b<sub>1</sub>乃至41e<sub>1</sub>よりも外周側に張り出した形状のレンズ付き基板41a<sub>3</sub>に突き当てるように位置合わせするだけであるので、AF用コイル3002の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

20

## 【0835】

<30.カメラモジュールの第22の実施の形態>

図107は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第22の実施の形態を示す図である。

## 【0836】

図107のAは、カメラモジュール1の第22の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFiの平面図であり、図107のBは、カメラモジュール1-AFiの断面図である。

30

## 【0837】

図107のAは、図107のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図107のBは、図107のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

## 【0838】

図107に示されるカメラモジュール1-AFiは、図106に示した第21の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFhと比較して、AF駆動部3021を構成するAF用コイル3002とAF用マグネット3005の取り付け位置が反対となっている。

## 【0839】

即ち、図106に示したカメラモジュール1-AFhでは、積層レンズ構造体11の外周側にAF用コイル3002が接着固定され、第1固定支持部3004の内周側にAF用マグネット3005が接着固定されていたのに対して、図107のカメラモジュール1-AFiでは、積層レンズ構造体11の外周側にAF用マグネット3005が接着固定され、第1固定支持部3004の内周側にAF用コイル3002が接着固定されている。

40

## 【0840】

第1固定支持部3004は、受光素子12から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部3015を備え、略L次形状の断面形状を有している。AF用コイル3002が第1固定支持部3004に接着固定される際、AF用コイル3002は、内周側の張り出し部3015に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

## 【0841】

AF用マグネット3005は、積層レンズ構造体11を構成する4枚のレンズ付き基板

50

4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> の 4 隅の角部分に配置されている。AF 用マグネット 3 0 0 5 は、4 隅の角部において張り出した最上層のレンズ付き基板 4 1 a<sub>3</sub> に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

【 0 8 4 2 】

図 1 0 7 のカメラモジュール 1 -AFi のその他の構成は、図 1 0 6 に示したカメラモジュール 1 -AFh と同様である。

【 0 8 4 3 】

以上のように構成されるカメラモジュール 1 -AFi は、図 1 0 6 のカメラモジュール 1 -AFh と同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板 4 1 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 1 1 を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板 4 1 の各レンズ 2 1 の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

【 0 8 4 4 】

積層レンズ構造体 1 1 のレンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> の 4 隅の角部が直角より緩い角度になるので、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W を個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> ( 担体基板 8 1 b<sub>1</sub> 乃至 8 1 e<sub>1</sub> ) のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

【 0 8 4 5 】

また、AF 用コイル 3 0 0 2 の第 1 固定支持部 3 0 0 4 への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部 3 0 1 5 に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、AF 用コイル 3 0 0 2 の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

【 0 8 4 6 】

さらに、カメラモジュール 1 -AFi では、AF 用マグネット 3 0 0 5 の少なくとも一部が、積層レンズ構造体 1 1 を構成するレンズ付き基板 4 1 b<sub>1</sub> 乃至 4 1 e<sub>1</sub> に埋め込まれた状態となるので、カメラモジュールの小型化及び軽量化に貢献する。

【 0 8 4 7 】

< 3 1 . カメラモジュールの第 2 3 の実施の形態 >

図 1 0 8 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 3 の実施の形態を示す図である。

【 0 8 4 8 】

図 1 0 8 の A は、カメラモジュール 1 の第 2 3 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 AFj の平面図であり、図 1 0 8 の B は、カメラモジュール 1 AFj の断面図である。

【 0 8 4 9 】

図 1 0 8 の A は、図 1 0 8 の B の断面図における B - B ' 線の平面図であり、図 1 0 8 の B は、図 1 0 8 の A の平面図における A - A ' 線の断面図である。

【 0 8 5 0 】

図 1 0 8 に示されるカメラモジュール 1 AFj は、図 9 4 に示した第 1 5 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFa に対して、光学的手振れ補正 ( O I S : Optical Image Stabilizer ) の機構を追加した構造である。

【 0 8 5 1 】

図 1 0 8 のカメラモジュール 1 AFj では、図 9 4 に示したカメラモジュール 1 -AFa と比較すると、AF 用コイル 3 0 0 2 が、レンズバレル 3 0 0 1 ではなく、新たに設けられた可動支持部 3 1 0 1 の外周側に接着されて固定されている。可動支持部 3 1 0 1 の内周側には、O I S 用の永久磁石である O I S 用マグネット 3 1 0 3 が接着されて固定されている。

【 0 8 5 2 】

可動支持部 3 1 0 1 は、積層レンズ構造体 1 1 が収納されたレンズバレル 3 0 0 1 を囲むように四角形の筒状となっており、上面においてサスペンション 3 0 0 3 a を介して第

10

20

30

40

50

1 固定支持部 3004 に固定され、下面においてサスペンション 3003b を介して第 1 固定支持部 3004 に固定されている。

【0853】

また、可動支持部 3101 は、上面から見て四角形のレンズバレル 3001 の四隅において、円柱形状の金属弾性体で形成された OIS サスペンション 3104 を介してレンズバレル 3001 と接続されている。レンズバレル 3001 の外周面であって、OIS 用マグネット 3104 と対向する位置には、OIS 用コイル 3102 が接着固定されている。

【0854】

上面から見て四角形のレンズバレル 3001 の外周の四辺のうち、所定の対向する二辺にそれぞれ接着固定された OIS 用コイル 3102X と、それと向き合う OIS 用マグネット 3103X は、X 軸 OIS 駆動部 3121X を構成し、OIS 用コイル 3102X に電流が流れることにより積層レンズ構造体 11 を X 軸方向に移動させる。他の対向する二辺にそれぞれ接着固定された OIS 用コイル 3102Y と、それと向き合う OIS 用マグネット 3103Y は、Y 軸 OIS 駆動部 3121Y を構成し、OIS 用コイル 3102Y に電流が流れることにより積層レンズ構造体 11 を Y 軸方向に移動させる。

【0855】

光軸方向の積層レンズ構造体 11 の駆動については、図 94 に示したカメラモジュール 1-AFa と同様である。即ち、AF 用コイル 3002 と AF 用マグネット 3005 とで構成される AF 駆動部 3021 が、AF 用コイル 3002 に電流が流れることにより、積層レンズ構造体 11 と受光素子 12 との間の距離を調整する。

【0856】

以上のように構成されるカメラモジュール 1AFj では、図 94 に示したカメラモジュール 1-AFa で奏することができる作用または効果に加えて、光学的手振れ補正機構を備えるので、手振れ補正動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

【0857】

なお、図 108 のカメラモジュール 1AFj では、レンズバレル 3001 の外周面に OIS 用コイル 3102 を接着固定し、可動支持部 3101 の内周側に OIS 用マグネット 3103 を接着固定したが、上述した AF 用コイル 3002 と AF 用マグネット 3005 の位置関係と同様に、OIS 用コイル 3102 と OIS 用マグネット 3103 の位置関係を入れ替えてもよい。

【0858】

< 32 . カメラモジュールの第 24 の実施の形態 >

図 109 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 24 の実施の形態を示す図である。

【0859】

図 109 の A は、カメラモジュール 1 の第 24 の実施の形態としてのカメラモジュール 1-AFk の平面図であり、図 109 の B は、カメラモジュール 1-AFk の断面図である。

【0860】

図 109 の A は、図 109 に示されるカメラモジュール 1-AFk を、下面のサスペンション 3003b から受光素子 12 の方向（下方向）に見た平面図であり、図 109 の B は、図 109 の A の平面図における A-A' 線の断面図である。

【0861】

図 109 に示されるカメラモジュール 1-AFk は、図 96 に示したレンズバレル 3001 を備えないカメラモジュール 1-AFc の AF 動作を行う電磁式の AF 駆動部 3021 を、圧電材を用いたアクチュエータに変更した構造である。

【0862】

より具体的には、図 109 のカメラモジュール 1-AFk では、図 96 のカメラモジュール 1-AFc において電磁式の AF 駆動部 3021 である AF 用コイル 3002 と AF 用マグネット 3005 が省略され、その代わりに、圧電素子を用いた 4 個の圧電駆動部 3211a 乃至 3211d が設けられている。

10

20

30

40

50

## 【0863】

カメラモジュール1-AFkはAF用コイル3002を備えず、電流を流す必要が無いため、下面のサスペンション3003bは、上面のサスペンション3003aと同様に、1枚板で構成される。具体的には、サスペンション3003bは、図109のAに示されるように、第1固定支持部3004と接着固定される第1固定板3061と、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定される第2固定板3062と、第1固定板3061と第2固定板3062とを4隅で接続する接続パネ3063a乃至3063dとで構成される。

## 【0864】

圧電駆動部3211a乃至3211dは、略四角形の平面形状の第2固定板3062の各辺に1対1に接続される。

10

## 【0865】

圧電駆動部3211aは、第2固定支持部3006と固定される圧電固定部3221a、電圧印加により形状変化する圧電可動部3222a、および、第2固定板3062と固定される圧電固定部3223aを備える。

## 【0866】

圧電可動部3222aは、圧電材を2枚の電極(対向電極)で挟んだサンドイッチ構造を有し、2枚の電極に所定の電圧を印加すると、板状の圧電可動部3222aが上下方向に反ることにより、積層レンズ構造体11が光軸方向に移動される。

## 【0867】

圧電駆動部3211bも同様に、圧電固定部3221b、圧電可動部3222b、および、圧電固定部3223bを備える。圧電駆動部3211cおよび3211dについても同様である。

20

## 【0868】

図109に示されるように、4個の圧電駆動部3211a乃至3211dを対称に配置することで、駆動力を大きくし、かつ、光軸方向以外のへの力を減らすことができる。

## 【0869】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFkは、図94のカメラモジュール1-AFaと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズパレル3001が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

30

## 【0870】

なお、圧電駆動部3211a乃至3211dには、例えば、バイメタルや形状記憶合金、特開2013-200366号公報で開示されている高分子アクチュエータなど、電圧印加で板状の圧電材が形状変化し、対象物を移動させる任意の構造を採用することができる。

## 【0871】

<33.カメラモジュールの第25の実施の形態>

図110は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第25の実施の形態を示す図である。

40

## 【0872】

図110のAは、カメラモジュール1の第25の実施の形態としてのカメラモジュール1-AFmの平面図であり、図110のBは、カメラモジュール1-AFmの断面図である。

## 【0873】

図110のAは、図110のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図110のBは、図110のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

## 【0874】

50

図110に示されるカメラモジュール1-AFmは、図96に示した第17の実施の形態に係るカメラモジュール1-AFcのAF動作を行う電磁式のAF駆動部3021を、超音波駆動を利用したりニアアクチュエータに変更した構造である。

【0875】

より具体的には、図110のカメラモジュール1-AFmでは、図96のカメラモジュール1-AFcにおいて電磁式のAF駆動部3021であるAF用コイル3002とAF用マグネット3005が省略され、その代わりに、駆動体3313を連結した圧電素子3312と、3本のガイド体3314とが設けられている。圧電素子3312と3本のガイド体3314は、固定支持部3311に固定されている。

【0876】

駆動体3313と3本のガイド体3314は、積層レンズ構造体11を構成する複数枚のレンズ付き基板41(の担体基板81)の4隅付近に形成された孔3331に挿通されている(挿入され貫通されている)。駆動体3313と3本のガイド体3314は、例えば、金属または樹脂の円柱形状とされる。

【0877】

圧電素子3312は、所定の電圧が印加されると、伸びの速度と縮みの速度とを異ならせて、周期的に駆動体3313を伸び縮みさせる。レンズ付き基板41(の担体基板81)の4隅付近に形成された孔3331の内壁と、駆動体3313またはガイド体3314の外壁の形状は、最適な摩擦力が得られるように設計される。つまり、圧電素子3312の駆動能力が高い場合は大きな摩擦力、圧電素子3312の駆動能力が低い場合は小さな摩擦力を得るように形状が設計される。

【0878】

例えば、図110の例では、図110のAに示されるように、孔3331の内壁の三方にグループを設け、孔3331の内壁の一部が駆動体3313またはガイド体3314と接触して所望の摩擦力が発生する形状が採用されている。孔3331は、ウェットエッチング等を用いて貫通孔83と同時に形成することができる。これにより、各孔3331の孔形状および位置関係を正確に形成できるため、積層レンズ構造体11の駆動の精度を向上させることができる、という作用または効果を示す。

【0879】

圧電素子3312の駆動速度が遅い場合は、静止摩擦力により、積層レンズ構造体11は駆動体3313の動きに追従する。圧電素子3312の駆動速度が速い場合は、積層レンズ構造体11の慣性や静止摩擦などの総和が駆動体3313に圧電素子3312から与えられる駆動力よりも大きいので、積層レンズ構造体11は動かない。遅い伸び駆動と速い縮み駆動を交互に繰り返す事によって、積層レンズ構造体11は上方または下方の光軸方向に移動する。

【0880】

3本のガイド体3314は、固定支持部3311に直接固定されており、駆動体3313の動きに追従する積層レンズ構造体11の移動方向をガイドする。押し付けバネ3315は、駆動を効率的に伝えるため、積層レンズ構造体11を駆動体3313に押し付け、適度な摩擦力を発生させる。

【0881】

以上のように構成されるカメラモジュール1-AFmは、図94のカメラモジュール1-AFaと同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ21の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズパレル3001が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

【0882】

第25の実施の形態で採用した超音波駆動を利用したりニアアクチュエータは、他の超

10

20

30

40

50

音波駆動のアクチュエータを積層レンズ構造体 1 1 に外付けする場合に比べて、カメラモジュール 1 全体のサイズを小さくすることができる、という作用または効果をもたらす。

【 0 8 8 3 】

< 3 4 . カメラモジュールの第 2 6 の実施の形態 >

図 1 1 1 は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第 2 6 の実施の形態を示す図である。

【 0 8 8 4 】

図 1 1 1 のAは、カメラモジュール 1 の第 2 6 の実施の形態としてのカメラモジュール 1 -AFnの平面図であり、図 1 1 1 のBは、カメラモジュール 1 -AFnの断面図である。

【 0 8 8 5 】

図 1 1 1 のAは、図 1 1 1 のBの断面図におけるB B' 線から受光素子 1 2 の方向（下方）に見た平面図であり、図 1 1 1 のBは、図 1 1 1 のAの平面図におけるA A' 線の断面図である。

【 0 8 8 6 】

これまで上述した第 1 5 乃至第 2 5 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFa乃至 1 -AFmが、すべて積層レンズ構造体 1 1 を光軸方向に移動させる方式であったのに対して、図 1 1 1 に示されるカメラモジュール 1 -AFnは、積層レンズ構造体 1 1 を固定して、受光素子 1 2 を光軸方向に移動させる方式である。

【 0 8 8 7 】

積層レンズ構造体 1 1 は、レンズバレル 3 4 1 1 に収納され、レンズバレル 3 4 1 1 が第 2 固定支持部 3 4 1 2 に直接結合されることで、基板 3 0 1 1 に対して固定位置とされている。

【 0 8 8 8 】

受光素子 1 2 は、受光素子ホルダ 3 4 2 1 上に載置され、受光素子ホルダ 3 4 2 1 は、複数の平行リンク 3 4 2 2 で第 2 固定支持部 3 4 1 2 に結合しており、受光素子 1 2 が光軸方向に略平行移動可能となっている。

【 0 8 8 9 】

圧電アクチュエータ 3 4 2 3 は、圧電材を 2 枚の電極（対向電極）で挟んだサンドイッチ構造を有し、2枚の電極に所定の電圧を印加すると、板状の圧電アクチュエータ 3 4 2 3 が上下方向に反ることにより、受光素子ホルダ 3 4 2 1 上に載置された受光素子 1 2 が光軸方向に移動される。これにより、積層レンズ構造体 1 1 と受光素子 1 2 との距離が調節可能となる。

【 0 8 9 0 】

圧電アクチュエータ 3 4 2 3 としては、その他、例えば、バイメタルや形状記憶合金、特開 2 0 1 3 - 2 0 0 3 6 6 号公報で開示されている高分子アクチュエータなど、電圧印加で板状の圧電材が形状変化し、対象物を移動させる任意の構造を採用することができる。

【 0 8 9 1 】

なお、カメラモジュール 1 は、焦点調節機構（オートフォーカス機構）として、受光素子 1 2 を積層レンズ構造体 1 1 の光軸方向に移動させる手段であれば、圧電アクチュエータ以外の手段を用いてもよい。例えば、図 1 1 0 に記載の超音波駆動を利用したりニアアクチュエータを受光素子 1 2 に取り付けて、受光素子 1 2 を積層レンズ構造体 1 1 の光軸方向に移動させてもよい。また別の例として、図 9 4 に記載の電磁式の AF 駆動部 3 0 2 1 を受光素子 1 2 に取り付けて、受光素子 1 2 を積層レンズ構造体 1 1 の光軸方向に移動させてもよい。さらに別の例として、受光素子 1 2 に支持体を取り付けて、その支持体をコイルとマグネットを用いた電磁式の駆動機構を使って移動させることで、受光素子 1 2 を積層レンズ構造体 1 1 の光軸方向に移動させてもよい。

【 0 8 9 2 】

レンズバレル 3 4 1 1 は、図 1 1 1 のBに示されるように、受光素子 1 2 から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部 3 4 1 3 を備え、略 L 字状の断面形状を有し

10

20

30

40

50

ている。積層レンズ構造体 1 1 をレンズバレル 3 4 1 1 に接着固定する際、積層レンズ構造体 1 1 は、張り出し部 3 4 1 3 に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。これにより、積層レンズ構造体 1 1 とレンズバレル 3 4 1 1 との位置関係を精度良く組み立てることができる。

【 0 8 9 3 】

また、レンズバレル 3 4 1 1 は、図 1 1 1 の B に示されるように、第 2 固定支持部 3 4 1 2 との接続面に所定の凹凸形状を持たせた結合部 3 4 1 4 を備えることにより、精度良く位置合わせして、固定することができる。

【 0 8 9 4 】

以上のように構成されるカメラモジュール 1 -AFn は、図 9 4 のカメラモジュール 1 -AFa と同様に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。また、複数枚のレンズ付き基板 4 1 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 1 1 を用いて、レンズバレル 3 4 1 1 の張り出し部 3 4 1 3 に突き当てるように位置合わせするだけなので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板 4 1 の各レンズ 2 1 の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズバレル 3 0 0 1 が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

【 0 8 9 5 】

最後に、図 1 1 1 に示したカメラモジュール 1 -AFn を例に、複眼カメラモジュールの構造例を図 1 1 2 に示す。

【 0 8 9 6 】

図 1 1 2 の A は、図 1 1 2 の B の断面図における B B' 線の平面図であり、図 1 1 2 の B は、図 1 1 2 の A の平面図における A A' 線の断面図である。

【 0 8 9 7 】

図 1 1 2 に示されるカメラモジュール 1 -AFn<sub>2</sub> は、2 個の光学ユニット 1 3 が担体基板 8 1 で連結された積層レンズ構造体 1 1 を備える。また、カメラモジュール 1 -AFn<sub>2</sub> は、2 個の光学ユニット 1 3 それぞれの下方に、IR カットフィルタ 3 0 0 7 および受光素子 1 2 を備える。2 個の受光素子 1 2 は、それぞれの受光素子ホルダ 3 4 2 1 上に載置され、各受光素子ホルダ 3 4 2 1 は、複数の平行リンク 3 4 2 2 で第 2 固定支持部 3 4 1 2 に結合しており、独立して光軸方向に略平行移動可能となっている。

【 0 8 9 8 】

積層レンズ構造体 1 1 に形成された 2 個の光学ユニット 1 3 は、図 9 を参照して説明した第 2 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 B と同様、異なる光学性能を有する。2 個の光学ユニット 1 3 は、例えば、近景を撮影するための焦点距離が短い光学ユニット 1 3 と、遠景を撮影するために焦点距離が長い光学ユニット 1 3 とすることができる。

【 0 8 9 9 】

積層レンズ構造体 1 1 が 2 個以上の光学ユニット 1 3 を備える場合には、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数個の光学ユニット 1 3 が担体基板 8 1 で連結された状態で個片化されるため、光軸と直交する X Y 方向の位置関係をウエハプロセスで精度良く作製することができる。

【 0 9 0 0 】

そして、積層レンズ構造体 1 1 をレンズバレル 3 4 1 1 に接着固定する際、積層レンズ構造体 1 1 は、張り出し部 3 4 1 3 に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。これにより、光軸方向の位置関係も精度良く組み立てることができる、特別な光軸合わせを省略することができる、という作用または効果をもたらす。

【 0 9 0 1 】

また、受光素子 1 2 を個別に光軸方向に駆動できるように独立して配置したので、バックフォーカスが異なる光学ユニット 1 3 の組み合わせであっても、正確なフォーカス合わせ可能である、という作用または効果をもたらす。

【 0 9 0 2 】

10

20

30

40

50

なお、図 1 1 2 を参照して、図 1 1 1 に示したカメラモジュール 1 -AFn を複眼カメラモジュールとした構成について説明したが、これまで上述した第 1 5 乃至第 2 5 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFa 乃至 1 -AFm についても同様に、複眼カメラモジュール構成を採用することができることは言うまでもない。

【 0 9 0 3 】

第 1 5 乃至第 2 5 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 -AFa 乃至 1 -AFm を複眼カメラモジュール構成とする場合、図 1 1 2 のように、各光学ユニット 1 3 に対応する受光素子 1 2 を個別に基板 3 0 1 1 上に配置してもよいし、例えば、図 1 3 に示したように、1 枚基板で構成される受光素子 1 2 に対して、各光学ユニット 1 3 に対応するように受光領域 1 6 0 1 a ( 図 6 5 ) を配置してもよい。

10

【 0 9 0 4 】

逆に、上述した第 1 乃至第 1 4 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 A 乃至 1 P については、1 枚基板で構成される受光素子 1 2 に対して、各光学ユニット 1 3 に対応するように受光領域 1 6 0 1 a を配置した構成について主に説明したが、図 1 1 3 に示されるように、各光学ユニット 1 3 に対応する受光素子 1 2 を個別に配置する構成も取り得る。

【 0 9 0 5 】

図 1 1 3 は、図 1 1 および図 1 3 に示した複眼のカメラモジュール 1 D を、受光素子 1 2 が各光学ユニット 1 3 に対応して個別に配置された構成に変形した断面図である。

【 0 9 0 6 】

各光学ユニット 1 3 に対応して個別に配置された受光素子 1 2 で生成された画素信号は、中継端子 3 5 0 1 と中継基板 3 5 0 2 を介して、外部端子 7 2 から出力される。

20

【 0 9 0 7 】

< 3 5 . 積層レンズ構造体の概要 >

図 1 1 4 は、積層レンズ構造体の主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。図 1 1 4 に示される積層レンズ構造体 2 0 1 2 は、他の実施の形態において上述した積層レンズ構造体 1 1 に対応する。つまり、積層レンズ構造体 2 0 1 2 は、積層レンズ構造体 1 1 と同様のデバイスであり、上述した積層レンズ構造体 1 1 についての説明は、基本的に、積層レンズ構造体 2 0 1 2 にも適用することができる。例えば、積層レンズ構造体 2 0 1 2 は、受光素子 1 2 に積層されてカメラモジュール 1 の構成として利用される。受光素子 1 2 への入射光 ( 例えば被写体からの光 ) は、積層レンズ構造体 2 0 1 2 を図中上方向から下方向に通過する。

30

【 0 9 0 8 】

図 1 1 4 に示されるように、積層レンズ構造体 2 0 1 2 は、互いに積層されたレンズ付き基板 2 0 1 1 A 乃至レンズ付き基板 2 0 1 1 E を有する。レンズ付き基板 2 0 1 1 A 乃至レンズ付き基板 2 0 1 1 E は、それぞれ、他の実施の形態において上述したレンズ付き基板 4 1 a 乃至レンズ付き基板 4 1 e に対応する。以下においてレンズ付き基板 2 0 1 1 A 乃至レンズ付き基板 2 0 1 1 E を区別して説明する必要が無い場合、レンズ付き基板 2 0 1 1 と称する。つまり、レンズ付き基板 2 0 1 1 は、レンズ付き基板 4 1 と同様のデバイスであり、上述したレンズ付き基板 4 1 についての説明は、基本的に、レンズ付き基板 2 0 1 1 にも適用することができる。

40

【 0 9 0 9 】

図 1 1 4 の積層レンズ構造体 2 0 1 2 の各レンズ付き基板 2 0 1 1 の貫通孔の側壁には、遮光膜が成膜されている。各レンズ付き基板 2 0 1 1 のより詳細な構成を図 1 1 5 および図 1 1 6 に示す。

【 0 9 1 0 】

< レンズ付き基板 2 0 1 1 A の構成 >

図 1 1 5 の A は、レンズ付き基板 2 0 1 1 A の主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。図 1 1 5 の A に示されるように、レンズ付き基板 2 0 1 1 A は、担体基板 2 0 4 0 A およびレンズ樹脂部 2 0 4 2 A により構成される。担体基板 2 0 4 0 A は、他の実施の形態において上述した担体基板 8 1 a に対応する。レンズ樹脂部 2 0 4 2 A は、

50

他の実施の形態において上述したレンズ樹脂部 8 2 a に対応する。担体基板 2 0 4 0 A には貫通孔 2 0 4 1 A が形成されており、その貫通孔 2 0 4 1 A の内側に、その貫通孔 2 0 4 1 A の側壁 2 0 5 1 A に接触するようにレンズ樹脂部 2 0 4 2 A が形成されている。

#### 【 0 9 1 1 】

貫通孔 2 0 4 1 A の側壁 2 0 5 1 A は、光入射側（図中上側）から光出射側（図中下側）に向かって広がるようなテーパ形状に形成されている。その側壁 2 0 5 1 A には、遮光膜 2 0 4 3 が成膜されている。遮光膜 2 0 4 3 は、光を吸収し、遮光性を有し、光の反射を抑制する性質の材料からなる薄膜である。遮光膜 2 0 4 3 の膜厚は任意であるが、例えば、1 μm 程度としてもよい。例えば、遮光膜 2 0 4 3 は、黑色材料により構成される。この黑色材料は、任意であるが、例えば、カーボンブラックやチタンブラック等の顔料であってよい。また、遮光膜 2 0 4 3 は、例えば、金属により構成される金属膜としてもよい。この金属は、任意であるが、例えば、タングステン（W）やクロム（Cr）等であってよい。さらに、遮光膜 2 0 4 3 は、CVD（Chemical Vapor Deposition：化学気相成長）により成膜されるCVD膜であってよい。例えば、カーボンナノチューブ等を用いたCVD膜であってよい。また、複数の材料を積層するようにしてもよい。

10

#### 【 0 9 1 2 】

遮光膜 2 0 4 3 の成膜方法は任意である。例えば、黑色の顔料等の黑色材料を遮光膜 2 0 4 3 の材料として用いる場合、スピンやスプレー塗布等により成膜するようにしてもよい。さらに、必要に応じてパターニングして除去する等のリソグラフィを行うようにしてもよい。また、インクジェットにより遮光膜 2 0 4 3 を成膜するようにしてもよい。また、例えば、遮光膜 2 0 4 3 の材料としてタングステン（W）やクロム（Cr）等といった金属を用いる場合、PVD（Physical Vapor Deposition：物理気相成長法）により成膜し、表面を研磨加工するようにしてもよい。さらに、例えば、遮光膜 2 0 4 3 の材料としてカーボンナノチューブ等を用いる場合、CVDにより成膜し、表面を研磨加工するようにしてもよい。

20

#### 【 0 9 1 3 】

貫通孔 2 0 4 1 A の側壁 2 0 5 1 A にこのような遮光膜 2 0 4 3 を成膜することにより、側壁 2 0 5 1 A における光の反射や透過を抑制することができ、ゴーストやフレアの発生を抑制することができる。つまり、レンズ付き基板 2 0 1 1 A（積層レンズ構造体 2 0 1 2）による画質の低減を抑制することができる。

30

#### 【 0 9 1 4 】

また、この遮光膜 2 0 4 3 に、側壁 2 0 5 1 A とレンズ樹脂部 2 0 4 2 A との接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。この密着助剤の材料は、任意である。例えばレンズ樹脂部 2 0 4 2 A の材料（の特性）に応じた材料が用いられるようにしてもよい。例えばレンズ樹脂部 2 0 4 2 A が親水性の材料（例えばOH基を多く有する材料）よりなる場合、添加する密着助剤にも親水性の材料が用いられるようにしてもよい。また、例えばレンズ樹脂部 2 0 4 2 A が疎水性の材料よりなる場合、添加する密着助剤にも疎水性の材料が用いられるようにしてもよい。例えば、シランカップリング剤が密着助剤として用いられるようにしてもよい。

40

#### 【 0 9 1 5 】

このように、遮光膜 2 0 4 3 の材料に密着助剤が添加されるようにすることにより、側壁 2 0 5 1 A とレンズ樹脂部 2 0 4 2 A との接触性を向上させることができる。これによりレンズ樹脂部 2 0 4 2 A の保持安定性が向上するため、側壁 2 0 5 1 A とレンズ樹脂部 2 0 4 2 A との接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。つまり、両矢印 2 0 6 1 A で示される「側壁 2 0 5 1 A の長さ（遮光膜 2 0 4 3 の幅）」よりも、両矢印 2 0 6 2 A で示される「側壁 2 0 5 1 A（遮光膜 2 0 4 3）とレンズ樹脂部 2 0 4 2 A とが接触する部分の幅」を狭く（短く）することができる。したがって、レンズ樹脂部 2 0 4 2 A の厚さの増大を抑制することができ、例えば担体基板 2 0 4 0 A の厚さよりも薄くすることができる。そのため、レンズ付き基板 2 0 1 1 を積層化する際に、スペーサー基板等を介さずにレンズ付き基板 2 0 1 1 同士を貼り合わせることができる。これにより、光

50

軸ズレの悪化(解像度低下)や、フレア悪化等を抑制することができ、画質の低減を抑制することができる。

【0916】

なお、上述したように密着助剤の材料は、レンズ樹脂部2042Aの材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材料のレンズ樹脂部2042Aに対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部2042Aの材料によって担体基板2040Aの材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

【0917】

また、図115のAに示されるように、最も光入射側に積層されるレンズ付き基板2011Aの場合、レンズ樹脂部2042Aの担持部92の光入射側表面(図中上側の表面)2052Aに、遮光膜2043が成膜されているようにしてもよい。この遮光膜2043は絞りとして作用する。

10

【0918】

さらに、レンズ樹脂部2042Aのレンズ部91の光入射側表面2053Aに、上側表面層2044が成膜されているようにしてもよい。この上側表面層2044は、他の実施の形態において上述した上側表面層122に対応する。この上側表面層2044は、例えば反射防止膜等として成膜される。

【0919】

また、レンズ樹脂部2042Aの光出射側表面(図中下側の表面)2054Aに、下側表面層2045が成膜されているようにしてもよい。この下側表面層2045は、他の実施の形態において上述した下側表面層123に対応する。この下側表面層2045は、例えば反射防止膜等として成膜される。

20

【0920】

さらに、担体基板2040Aの光入射側表面2055Aに、上側表面層2044が成膜されているようにしてもよい。また、担体基板2040Aの光出射側表面2056Aに、下側表面層2045が成膜されているようにしてもよい。

【0921】

<レンズ付き基板2011Bの構成>

図115のBは、レンズ付き基板2011Bの主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。レンズ付き基板2011Bの構成は、基本的にレンズ付き基板2011Aの場合と同様である。図115のBに示されるように、レンズ付き基板2011Bは、担体基板2040Bおよびレンズ樹脂部2042Bにより構成される。担体基板2040Bは、他の実施の形態において上述した担体基板81bに対応する。レンズ樹脂部2042Bは、他の実施の形態において上述したレンズ樹脂部82bに対応する。担体基板2040Bには貫通孔2041Bが形成されており、その貫通孔2041Bの内側に、その貫通孔2041Bの側壁2051Bに接触するようにレンズ樹脂部2042Bが形成されている。

30

【0922】

貫通孔2041Bの側壁2051Bは、光入射側から光出射側に向かって広がるようなテーパ形状に形成されている。その側壁2051Bには、遮光膜2043が成膜されている。これにより、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、レンズ付き基板2011B(積層レンズ構造体2012)による画質の低減を抑制することができる。

40

【0923】

また、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、この遮光膜2043に、例えばシランカップリング剤等の、側壁2051Bとレンズ樹脂部2042Bとの接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。これにより、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、側壁2051Bとレンズ樹脂部2042Bとの接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。つまり、両矢印2061Bで示される「側壁2051Bの長さ(遮光膜2043の幅)」よりも、両矢印2062Bで示される「側壁2051B(遮光膜2043)とレンズ樹脂部2042Bとが接触する部分の幅」を狭く(短く)す

50

ることができる。したがって、レンズ樹脂部 2042B の厚さの増大を抑制することができる、例えば担体基板 2040B の厚さよりも薄くすることができる。そのため、積層レンズ構造体 2012 において、光軸ズレの悪化(解像度低下)や、フレア悪化等を抑制することができる、画質の低減を抑制することができる。

【0924】

そして、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、この密着助剤の材料は、レンズ樹脂部 2042B の材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材料のレンズ樹脂部 2042B に対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部 2042B の材料によって担体基板 2040B の材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

10

【0925】

また、図 115 の B に示されるように、レンズ樹脂部 2042B の担持部 92 の光入射側表面 2052B、レンズ樹脂部 2042B のレンズ部 91 の光入射側表面 2053B、および、担体基板 2040B の光入射側表面 2055B に、上側表面層 2044 が成膜されているようにしてもよい。

【0926】

さらに、レンズ樹脂部 2042B の光出射側表面 2054B、および担体基板 2040B の光出射側表面 2056B に、下側表面層 2045 が成膜されているようにしてもよい。

【0927】

< レンズ付き基板 2011C の構成 >

図 115 の C は、レンズ付き基板 2011C の主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。レンズ付き基板 2011C の構成は、基本的にレンズ付き基板 2011A の場合と同様である。図 115 の C に示されるように、レンズ付き基板 2011C は、担体基板 2040C およびレンズ樹脂部 2042C により構成される。担体基板 2040C は、他の実施の形態において上述した担体基板 81c に対応する。レンズ樹脂部 2042C は、他の実施の形態において上述したレンズ樹脂部 82c に対応する。担体基板 2040C には貫通孔 2041C が形成されており、その貫通孔 2041C の内側に、その貫通孔 2041C の側壁 2051C に接触するようにレンズ樹脂部 2042C が形成されている。

20

30

【0928】

貫通孔 2041C の側壁 2051C は、光入射側から光出射側に向かって広がるようなテーパ形状に形成されている。その側壁 2051C には、遮光膜 2043 が成膜されている。これにより、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、レンズ付き基板 2011C (積層レンズ構造体 2012) による画質の低減を抑制することができる。

【0929】

また、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、この遮光膜 2043 に、例えばシランカップリング剤等の、側壁 2051C とレンズ樹脂部 2042C との接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。これにより、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、側壁 2051C とレンズ樹脂部 2042C との接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。つまり、両矢印 2061C で示される「側壁 2051C の長さ(遮光膜 2043 の幅)」よりも、両矢印 2062C で示される「側壁 2051C (遮光膜 2043) とレンズ樹脂部 2042C とが接触する部分の幅」を狭く(短く)することができる。したがって、レンズ樹脂部 2042C の厚さの増大を抑制することができる、例えば担体基板 2040C の厚さよりも薄くすることができる。そのため、積層レンズ構造体 2012 において、光軸ズレの悪化(解像度低下)や、フレア悪化等を抑制することができる、画質の低減を抑制することができる。

40

【0930】

そして、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、この密着助剤の材料は、レンズ樹脂部 2042C の材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材

50

料のレンズ樹脂部 2042C に対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部 2042C の材料によって担体基板 2040C の材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

【0931】

また、図 115 の C に示されるように、レンズ樹脂部 2042C の担持部 92 の光入射側表面 2052C、レンズ樹脂部 2042C のレンズ部 91 の光入射側表面 2053C、および、担体基板 2040C の光入射側表面 2055C に、上側表面層 2044 が成膜されているようにしてもよい。

【0932】

さらに、レンズ樹脂部 2042C の光出射側表面 2054C、および担体基板 2040C の光出射側表面 2056C に、下側表面層 2045 が成膜されているようにしてもよい。

【0933】

< レンズ付き基板 2011D の構成 >

図 116 の A は、レンズ付き基板 2011D の主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。レンズ付き基板 2011D の構成は、基本的にレンズ付き基板 2011A の場合と同様である。図 116 の A に示されるように、レンズ付き基板 2011D は、担体基板 2040D およびレンズ樹脂部 2042D により構成される。担体基板 2040D は、他の実施の形態において上述した担体基板 81d に対応する。レンズ樹脂部 2042D は、他の実施の形態において上述したレンズ樹脂部 82d に対応する。担体基板 2040D には貫通孔 2041D が形成されており、その貫通孔 2041D の内側に、その貫通孔 2041D の側壁 2051D に接触するようにレンズ樹脂部 2042D が形成されている。

【0934】

貫通孔 2041D の側壁 2051D は、光入射側から光出射側に向かって広がるようなテーパ形状に形成されている。その側壁 2051D には、遮光膜 2043 が成膜されている。これにより、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、レンズ付き基板 2011D (積層レンズ構造体 2012) による画質の低減を抑制することができる。

【0935】

また、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、この遮光膜 2043 に、例えばシランカップリング剤等の、側壁 2051D とレンズ樹脂部 2042D との接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。これにより、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、側壁 2051D とレンズ樹脂部 2042D との接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。つまり、両矢印 2061D で示される「側壁 2051D の長さ(遮光膜 2043 の幅)」よりも、両矢印 2062D で示される「側壁 2051D (遮光膜 2043) とレンズ樹脂部 2042D とが接触する部分の幅」を狭く(短く)することができる。したがって、レンズ樹脂部 2042D の厚さの増大を抑制することができる。例えば担体基板 2040D の厚さよりも薄くすることができる。そのため、積層レンズ構造体 2012 において、光軸ズレの悪化(解像度低下)や、フレア悪化等を抑制することができる。

【0936】

そして、レンズ付き基板 2011A の場合と同様に、この密着助剤の材料は、レンズ樹脂部 2042D の材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材料のレンズ樹脂部 2042D に対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部 2042D の材料によって担体基板 2040D の材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

【0937】

また、図 116 の A に示されるように、レンズ樹脂部 2042D の担持部 92 の光入射側表面 2052D、レンズ樹脂部 2042D のレンズ部 91 の光入射側表面 2053D、および、担体基板 2040D の光入射側表面 2055D に、上側表面層 2044 が成膜さ

10

20

30

40

50

れているようにしてもよい。

【0938】

さらに、レンズ樹脂部2042Dの光出射側表面2054D、および担体基板2040Dの光出射側表面2056Dに、下側表面層2045が成膜されているようにしてもよい。

【0939】

<レンズ付き基板2011Eの構成>

図116のBは、レンズ付き基板2011Eの主な構成の例を説明するための概略的な断面図である。レンズ付き基板2011Eの構成は、基本的にレンズ付き基板2011Aの場合と同様である。図116のBに示されるように、レンズ付き基板2011Eは、担体基板2040Eおよびレンズ樹脂部2042Eにより構成される。担体基板2040Eは、他の実施の形態において上述した担体基板81eに対応する。レンズ樹脂部2042Eは、他の実施の形態において上述したレンズ樹脂部82eに対応する。担体基板2040Eには貫通孔2041Eが形成されており、その貫通孔2041Eの内側に、その貫通孔2041Eの側壁2051Eに接触するようにレンズ樹脂部2042Eが形成されている。

10

【0940】

貫通孔2041Eの側壁2051Eは、光入射側から光出射側に向かって広がるようなテーパ形状に形成されている。その側壁2051Eには、遮光膜2043が成膜されている。これにより、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、レンズ付き基板2011E（積層レンズ構造体2012）による画質の低減を抑制することができる。

20

【0941】

また、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、この遮光膜2043に、例えばシランカップリング剤等の、側壁2051Eとレンズ樹脂部2042Eとの接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。これにより、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、側壁2051Eとレンズ樹脂部2042Eとの接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。つまり、両矢印2061Eで示される「側壁2051Eの長さ（遮光膜2043の幅）」よりも、両矢印2062Eで示される「側壁2051E（遮光膜2043）とレンズ樹脂部2042Eとが接触する部分の幅」を狭く（短く）することができる。したがって、レンズ樹脂部2042Eの厚さの増大を抑制することができる、例えば担体基板2040Eの厚さよりも薄くすることができる。そのため、積層レンズ構造体2012において、光軸ズレの悪化（解像度低下）や、フレア悪化等を抑制することができる、画質の低減を抑制することができる。

30

【0942】

そして、レンズ付き基板2011Aの場合と同様に、この密着助剤の材料は、レンズ樹脂部2042Eの材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材料のレンズ樹脂部2042Eに対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部2042Eの材料によって担体基板2040Eの材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

【0943】

また、図116のBに示されるように、レンズ樹脂部2042Eの担持部92の光入射側表面2052E、レンズ樹脂部2042Eのレンズ部91の光入射側表面2053E、および、担体基板2040Eの光入射側表面2055Eに、上側表面層2044が成膜されているようにしてもよい。

40

【0944】

さらに、レンズ樹脂部2042Eの光出射側表面2054E、および担体基板2040Eの光出射側表面2056Eに、下側表面層2045が成膜されているようにしてもよい。

【0945】

以下において、担体基板2040A乃至担体基板2040Eを互いに区別して説明する

50

必要が無い場合、担体基板 2040 と称する。また、貫通孔 2041A 乃至貫通孔 2041E を互いに区別して説明する必要が無い場合、貫通孔 2041 と称する。さらに、レンズ樹脂部 2042A 乃至レンズ樹脂部 2042E を互いに区別して説明する必要が無い場合、レンズ樹脂部 2042 と称する。また、側壁 2051A 乃至側壁 2051E を互いに区別して説明する必要が無い場合、側壁 2051 と称する。さらに、光入射側表面 2052A 乃至光入射側表面 2052E を互いに区別して説明する必要が無い場合、光入射側表面 2052 と称する。また、光入射側表面 2053A 乃至光入射側表面 2053E を互いに区別して説明する必要が無い場合、光入射側表面 2053 と称する。さらに、光出射側表面 2054A 乃至光出射側表面 2054E を互いに区別して説明する必要が無い場合、光出射側表面 2054 と称する。また、光入射側表面 2055A 乃至光入射側表面 2055E を互いに区別して説明する必要が無い場合、光入射側表面 2055 と称する。さらに、光出射側表面 2056A 乃至光出射側表面 2056E を互いに区別して説明する必要が無い場合、光出射側表面 2056 と称する。また、両矢印 2061A 乃至両矢印 2061E を互いに区別して説明する必要が無い場合、両矢印 2061 と称する。さらに、両矢印 2062A 乃至両矢印 2062E を互いに区別して説明する必要が無い場合、両矢印 2062 と称する。

10

#### 【0946】

##### < 積層レンズ構造体の構成 >

以上のような構成のレンズ付き基板 2011A 乃至レンズ付き基板 2011E が積層されて貼り合わせられて図 114 の積層レンズ構造体 2012 が形成される。このレンズ付き基板 2011 同士の貼り合わせの方法は任意である。例えば、プラズマ接合によりレンズ付き基板 2011 同士を接合するようにしてもよいし、接着剤を用いてレンズ付き基板 2011 同士を貼り合わせるようにしてもよい。

20

#### 【0947】

図 115 および図 116 に示されるような構成のレンズ付き基板 2011 を用いることにより、積層レンズ構造体 2012 は、上述したレンズ付き基板 2011 と同様の効果を得ることができる。

#### 【0948】

例えば、積層レンズ構造体 2012 は、貫通孔 2041 内における光の反射等の発生を抑制することができ、ゴーストやフレアの発生を十分に抑制し、画質の低減を抑制することができる。また、例えば、積層レンズ構造体 2012 は、レンズ樹脂部 2042 の保持安定性を向上させることができる。さらに、スペーサー基板などを用いずにレンズ付き基板同士を貼り合わせることができ、光軸ズレの悪化(解像度低下)や、フレア悪化等を抑制することができる。また、画質の低減を抑制することができる。また、担体基板 204 やレンズ樹脂部 2042 としてより多様な材料を用いることができる。

30

#### 【0949】

なお、積層レンズ構造体 2012 を構成するレンズ付き基板 2011 の数(層数)は任意である。また、積層レンズ構造体 2012 を構成するレンズ付き基板 2011 の内、一部のレンズ付き基板 2011 のみが、図 115 や図 116 を参照して説明したような構成を有するようにしてもよい。つまり、積層レンズ構造体において、貫通孔が形成されており、その貫通孔の側壁に遮光膜が成膜されている基板と、その基板の貫通孔の内側に形成されたレンズ樹脂部とを備えるレンズ付き基板を含む複数のレンズ付き基板が積層されているようにしてもよい。

40

#### 【0950】

##### < 36 . 側壁の形状例 >

なお、レンズ樹脂部 2042 の保持安定性を向上させることができるので、レンズ付き基板 2011 (積層レンズ構造体 2012) は、側壁 2051 の形状を上述したテーパ形状以外の形状にすることもできる。

#### 【0951】

例えば、図 117 に示されるように、各レンズ付き基板 2011 の貫通孔 2041 の側

50

壁 2051 が、光出射側から光入射側に向かって広がるような逆テーパ形状に形成されているようにしてもよい。また、例えば、図 118 に示されるように、各レンズ付き基板 2011 の貫通孔 2041 の側壁 2051 が、光出射側から光入射側まで垂直な垂直形状に形成されているようにしてもよい。

【0952】

さらに、例えば、図 119 に示されるように、各レンズ付き基板 2011 の貫通孔 2041 の側壁 2051 が、貫通孔 2041 の中央部から光出射側と光入射側との両方に向かって広がるような両テーパ形状に形成されているようにしてもよい。このように側壁 2051 の形状を両テーパ形状にすることにより、遮光膜 2043 をより容易に成膜することができるようになる。また、この場合、側壁 2051 のレンズ樹脂部 2042 との接触部分が突起形状となるので、レンズ樹脂部 2042 の保持安定性を向上させることができる。また、この場合、担体基板 2040 の両面からエッチングを行って貫通孔 2041 を形成するので、側壁 2051 が他の形状の場合よりも、そのエッチングの処理時間を短くすることができる。

10

【0953】

また、例えば、図 120 に示されるように、各レンズ付き基板 2011 の貫通孔 2041 の側壁 2051 が、貫通孔 2041 の途中で段差が形成されるような段差形状に形成されているようにしてもよい。

【0954】

もちろん、側壁 2051 の形状は任意であり、これらの例に限定されない。例えば、図 121 において点線円 2071 乃至点線円 2074 に示されるように、レンズ樹脂部 2042 を成型する際に生じる余分なレンズ樹脂部 2042 の材料（樹脂）の退避場所となり得るスペースを、側壁 2051 に設けるようにしてもよい。このスペースの形状は任意である。また、このスペースは、積層レンズ構造体 2012 を構成する全てのレンズ付き基板 2011 に設けられるようにしてもよいし、一部のレンズ付き基板 2011 にのみ設けられるようにしてもよい。

20

【0955】

このような側壁 2051 の形状に応じて遮光膜 2043 の成膜方法（および材料）を選択するようにしてもよい。例えば、側壁 2051 が垂直形状の場合、スピンヤスプレー塗布では、レジストを塗布することが困難であることがあるので、CVDを採用するよう

30

【0956】

また、例えば、積層レンズ構造体 2012 が、側壁 2051 の形状が異なるレンズ付き基板 2011 を有するようにしてもよい。つまり、積層レンズ構造体 2012 を構成する全てのレンズ付き基板 2011 において、側壁 2051 の形状が統一されていなくてもよい。例えば、テーパ形状の側壁 2051 を有するレンズ付き基板 2011 と逆テーパ形状の側壁 2051 を有するレンズ付き基板とを積層するようにしてもよい。

【0957】

< 37 . 電子機器への適用例 >

上述したカメラモジュール 1 は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、撮像機能を有する携帯端末装置や、画像読取部に固体撮像装置を用いる複写機など、画像取込部（光電変換部）に固体撮像装置を用いる電子機器に組み込んだ形で使用することが可能である。

40

【0958】

図 122 は、本技術を適用した電子機器としての、撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【0959】

図 122 の撮像装置 4000 は、カメラモジュール 4002、およびカメラ信号処理回路である DSP(Digital Signal Processor)回路 4003 を備える。また、撮像装置 4000 は、フレームメモリ 4004、表示部 4005、記録部 4006、操作部 4007、お

50

よび電源部 4 0 0 8 も備える。DSP回路 4 0 0 3、フレームメモリ 4 0 0 4、表示部 4 0 0 5、記録部 4 0 0 6、操作部 4 0 0 7 および電源部 4 0 0 8 は、バスライン 4 0 0 9 を介して相互に接続されている。

【 0 9 6 0 】

カメラモジュール 4 0 0 2 内のイメージセンサ 4 0 0 1 は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで撮像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。このカメラモジュール 4 0 0 2 として、上述したカメラモジュール 1 が採用されており、イメージセンサ 4 0 0 1 は、上述した受光素子 1 2 に対応する。

【 0 9 6 1 】

表示部 4 0 0 5 は、例えば、液晶パネルや有機EL(Electro Luminescence)パネル等のパネル型表示装置からなり、イメージセンサ 4 0 0 1 で撮像された動画または静止画を表示する。記録部 4 0 0 6 は、イメージセンサ 4 0 0 1 で撮像された動画または静止画を、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録する。

【 0 9 6 2 】

操作部 4 0 0 7 は、ユーザによる操作の下に、撮像装置 4 0 0 0 が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部 4 0 0 8 は、DSP回路 4 0 0 3、フレームメモリ 4 0 0 4、表示部 4 0 0 5、記録部 4 0 0 6 および操作部 4 0 0 7 の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

【 0 9 6 3 】

上述したように、カメラモジュール 4 0 0 2 として、高精度に位置決めされて接合（積層）された積層レンズ構造体 1 1 を搭載した第 1 乃至第 2 6 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 を用いることで、高画質化及び小型化を実現することができる。従って、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置 4 0 0 0 においても、半導体パッケージの小型化と、撮像画像の高画質化の両立を図ることができる。

【 0 9 6 4 】

< 3 8 . 体内情報取得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、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得システムに適用されてもよい。

【 0 9 6 5 】

図 1 2 3 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得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。

【 0 9 6 6 】

体内情報取得システム 1 0 0 0 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 と、外部制御装置 1 0 2 0 0 とから構成される。

【 0 9 6 7 】

カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 は、撮像機能及び無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の外部制御装置 1 0 2 0 0 に順次無線送信する。

【 0 9 6 8 】

外部制御装置 1 0 2 0 0 は、体内情報取得システム 1 0 0 0 1 の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置 1 0 2 0 0 は、カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示せず）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

【 0 9 6 9 】

体内情報取得システム 1 0 0 0 1 では、このようにして、カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得

10

20

30

40

50

ることができる。

【0970】

カプセル型内視鏡10100と外部制御装置10200の構成及び機能についてより詳細に説明する。

【0971】

カプセル型内視鏡10100は、カプセル型の筐体10101を有し、その筐体10101内には、光源部10111、撮像部10112、画像処理部10113、無線通信部10114、給電部10115、電源部10116、及び制御部10117が収納されている。

【0972】

光源部10111は、例えばLED(Light Emitting Diode)等の光源から構成され、撮像部10112の撮像視野に対して光を照射する。

【0973】

撮像部10112は、撮像素子、及び当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光(以下、観察光という)は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部10112では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部10112によって生成された画像信号は、画像処理部10113に提供される。

【0974】

画像処理部10113は、CPU(Central Processing Unit)やGPU(Graphics Processing Unit)等のプロセッサによって構成され、撮像部10112によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部10113は、信号処理を施した画像信号を、RAWデータとして無線通信部10114に提供する。

【0975】

無線通信部10114は、画像処理部10113によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ10114Aを介して外部制御装置10200に送信する。また、無線通信部10114は、外部制御装置10200から、カプセル型内視鏡10100の駆動制御に関する制御信号を、アンテナ10114Aを介して受信する。無線通信部10114は、外部制御装置10200から受信した制御信号を制御部10117に提供する。

【0976】

給電部10115は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発生した電流から電力を再生する電力再生回路、及び昇圧回路等から構成される。給電部10115では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

【0977】

電源部10116は、二次電池によって構成され、給電部10115によって生成された電力を蓄電する。図123では、図面が煩雑になることを避けるために、電源部10116からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部10116に蓄電された電力は、光源部10111、撮像部10112、画像処理部10113、無線通信部10114、及び制御部10117に供給され、これらの駆動に用いられ得る。

【0978】

制御部10117は、CPU等のプロセッサによって構成され、光源部10111、撮像部10112、画像処理部10113、無線通信部10114、及び、給電部10115の駆動を、外部制御装置10200から送信される制御信号に従って適宜制御する。

【0979】

外部制御装置10200は、CPU、GPU等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置10200は、カプセル型内視鏡10100の制御部10117に対して制御信

10

20

30

40

50

号を、アンテナ10200Aを介して送信することにより、カプセル型内視鏡10100の動作を制御する。カプセル型内視鏡10100では、例えば、外部制御装置10200からの制御信号により、光源部10111における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置10200からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部10112におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置10200からの制御信号により、画像処理部10113における処理の内容や、無線通信部10114が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。

#### 【0980】

また、外部制御装置10200は、カプセル型内視鏡10100から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び/若しくは手ブレ補正処理等）、並びに/又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の信号処理を行うことができる。外部制御装置10200は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。あるいは、外部制御装置10200は、生成した画像データを記録装置（図示せず）に記録させたり、印刷装置（図示せず）に印刷出力させてもよい。

#### 【0981】

以上、本開示に係る技術が適用され得る体内情報取得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10112に適用され得る。具体的には、撮像部10112として、第1乃至第26の実施の形態に係るカメラモジュール1を適用することができる。撮像部10112に本開示に係る技術を適用することにより、カプセル型内視鏡10100をより小型化できるため、患者の負担を更に軽減することができる。また、カプセル型内視鏡10100を小型化しつつも、より鮮明な術部画像を得ることができるため、検査の精度が向上する。

#### 【0982】

<39.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。

#### 【0983】

図124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。

#### 【0984】

図124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。

#### 【0985】

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。

#### 【0986】

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

10

20

30

40

50

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。

【0987】

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。

【0988】

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。

【0989】

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。

【0990】

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。

【0991】

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ーフェースである。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。

【0992】

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。

【0993】

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。

【0994】

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

10

20

30

40

50

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。

【0995】

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。

10

【0996】

図125は、図124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。

【0997】

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。

20

【0998】

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。

【0999】

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。

30

【1000】

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。

40

【1001】

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11405からの制御により、レンズユニット11401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11402による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

【1002】

通信部11404は、CCU11201との間で各種の情報を送受信するための通信装

50

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 R A W データとして伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を介して C C U 1 1 2 0 1 に送信する。

【 1 0 0 3 】

また、通信部 1 1 4 0 4 は、C C U 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。

【 1 0 0 4 】

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 C C U 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 A E ( A u t o E x p o s u r e ) 機能、A F ( A u t o F o c u s ) 機能及び A W B ( A u t o W h i t e B a l a n c e ) 機能が内視鏡 1 1 1 0 0 に搭載されていることになる。

【 1 0 0 5 】

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 C C U 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。

【 1 0 0 6 】

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。

【 1 0 0 7 】

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 1 1 1 0 2 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。

【 1 0 0 8 】

画像処理部 1 1 4 1 2 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から送信された R A W データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

【 1 0 0 9 】

制御部 1 1 4 1 3 は、内視鏡 1 1 1 0 0 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 1 1 4 1 3 は、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生成する。

【 1 0 1 0 】

また、制御部 1 1 4 1 3 は、画像処理部 1 1 4 1 2 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 1 1 2 0 2 に表示させる。この際、制御部 1 1 4 1 3 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 1 1 4 1 3 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 1 1 1 1 2 の使用時のミス等認識することができる。制御部 1 1 4 1 3 は、表示装置 1 1 2 0 2 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 1 1 1 3 1 に提示されることにより、術者 1 1 1 3 1 の負担を軽減することや、術者 1 1 1 3 1 が確実に手術を進めることが可能になる。

【 1 0 1 1 】

カメラヘッド 1 1 1 0 2 及び C C U 1 1 2 0 1 を接続する伝送ケーブル 1 1 4 0 0 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。

【 1 0 1 2 】

ここで、図示する例では、伝送ケーブル 1 1 4 0 0 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 1 1 1 0 2 と C C U 1 1 2 0 1 との間の通信は無線で行われてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 1 0 1 3 】

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、カメラヘッド 1 1 1 0 2 のレンズユニット 1 1 4 0 1 及び撮像部 1 1 4 0 2 に適用され得る。具体的には、レンズユニット 1 1 4 0 1 及び撮像部 1 1 4 0 2 として、第 1 乃至第 2 6 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 を適用することができる。レンズユニット 1 1 4 0 1 及び撮像部 1 1 4 0 2 に本開示に係る技術を適用することにより、カメラヘッド 1 1 1 0 2 を小型化しつつも、より鮮明な術部画像を得ることができる。

## 【 1 0 1 4 】

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。

10

## 【 1 0 1 5 】

< 4 0 . 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。

## 【 1 0 1 6 】

図 1 2 6 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。

20

## 【 1 0 1 7 】

車両制御システム 1 2 0 0 0 は、通信ネットワーク 1 2 0 0 1 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 1 2 6 に示した例では、車両制御システム 1 2 0 0 0 は、駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0、ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0、車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0、車内情報検出ユニット 1 2 0 4 0、及び統合制御ユニット 1 2 0 5 0 を備える。また、統合制御ユニット 1 2 0 5 0 の機能構成として、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1、音声画像出力部 1 2 0 5 2、及び車載ネットワーク I / F ( i n t e r f a c e ) 1 2 0 5 3 が図示されている。

## 【 1 0 1 8 】

駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0 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 1 2 0 1 0 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。

30

## 【 1 0 1 9 】

ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0 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 1 2 0 2 0 は、キーレスエントリーシステム、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 1 2 0 2 0 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 1 2 0 2 0 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。

40

## 【 1 0 2 0 】

車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0 は、車両制御システム 1 2 0 0 0 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 1 2 0 3 0 には、撮像部 1 2 0 3 1 が接続される。車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0 は、撮像部 1 2 0 3 1 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 1 2 0 3 0 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。

50

## 【1021】

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。

## 【1022】

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。

10

## 【1023】

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。

20

## 【1024】

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、運転者の操作に抛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。

## 【1025】

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。

30

## 【1026】

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126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いてもよい。

## 【1027】

図127は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

40

## 【1028】

図127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。

## 【1029】

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, 121

50

03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。

#### 【1030】

なお、図127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を上から見た俯瞰画像が得られる。

10

#### 【1031】

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。

#### 【1032】

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、この距離の時間的変化(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、0km/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。

20

#### 【1033】

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のドライバー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を介してドライバー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。

30

#### 【1034】

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否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。

40

50

## 【 1 0 3 5 】

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 1 2 0 3 1 に適用され得る。具体的には、撮像部 1 2 0 3 1 として、第 1 乃至第 2 6 の実施の形態に係るカメラモジュール 1 を適用することができる。撮像部 1 2 0 3 1 に本開示に係る技術を適用することにより、小型化しつつも、より見やすい撮影画像を得ることができたり、距離情報を取得することができる。また、得られた撮影画像や距離情報を用いて、ドライバの疲労を軽減したり、ドライバや車両の安全度を高めることが可能になる。

## 【 1 0 3 6 】

また、本技術は、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カメラモジュールへの適用に限らず、赤外線やX線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像するカメラモジュールや、広義の意味として、圧力や静電容量など、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カメラモジュール（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

10

## 【 1 0 3 7 】

本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術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。

## 【 1 0 3 8 】

例えば、上述した複数の実施の形態の全てまたは一部を組み合わせた形態を採用することができる。

20

## 【 1 0 3 9 】

なお、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、本明細書に記載されたもの以外の効果があってもよい。

## 【 1 0 4 0 】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

## ( 1 )

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離を調整する第 1 駆動部とを備える AF モジュール。

30

## ( 2 )

前記第 1 駆動部は、AF用コイルとAF用マグネットで構成され、

前記AF用コイルは、前記積層レンズ構造体と一体とされ、

前記第 1 駆動部は、前記積層レンズ構造体を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と前記受光素子との間の距離を調整する

前記 ( 1 ) に記載の AF モジュール。

## ( 3 )

前記AF用コイルは、前記積層レンズ構造体と接着されて、前記積層レンズ構造体と一体とされている

前記 ( 2 ) に記載の AF モジュール。

40

## ( 4 )

前記AF用コイルは、前記積層レンズ構造体の外周に巻き付けられており、

前記積層レンズ構造体を構成する複数枚の前記レンズ付き基板の平面形状は略八角形とされている

前記 ( 2 ) または ( 3 ) に記載の AF モジュール。

## ( 5 )

前記AF用コイルは、前記積層レンズ構造体の外周に巻き付けられており、

前記積層レンズ構造体を構成する複数枚の前記レンズ付き基板の平面形状は角丸の略四角形とされている

前記 ( 2 ) または ( 3 ) に記載の AF モジュール。

50

( 6 )

前記積層レンズ構造体を収納するレンズバレルをさらに備え、  
前記AF用コイルは、前記レンズバレルと接着されて、前記積層レンズ構造体と一体とされている

前記( 2 )のいずれかに記載のAFモジュール。

( 7 )

前記レンズバレルは、内周側に張り出した第1の張り出し部を有し、  
前記積層レンズ構造体は、前記第1の張り出し部に突き当てて位置合わせするように構成される

前記( 6 )に記載のAFモジュール。

10

( 8 )

前記レンズバレルは、外周側に張り出した第2の張り出し部をさらに有し、  
前記AF用コイルは、前記第2の張り出し部に突き当てて位置合わせするように構成される

前記( 7 )に記載のAFモジュール。

( 9 )

前記積層レンズ構造体の最上層の前記レンズ付き基板の上面に、絞り板またはカバーガラスを備え、

前記AF用コイルは、前記絞り板またはカバーガラスに突き当てて位置合わせするように構成される

20

前記( 2 )乃至( 5 )のいずれかに記載のAFモジュール。

( 10 )

前記積層レンズ構造体の最上層の前記レンズ付き基板の平面形状が、その他の前記レンズ付き基板の平面形状よりも大きく形成されており、

前記AF用コイルは、最上層の前記レンズ付き基板に突き当てて位置合わせするように構成される

前記( 2 )乃至( 5 )のいずれかに記載のAFモジュール。

( 11 )

前記AF用マグネットは、略四角形の前記レンズ付き基板の四隅と対向する位置に配置されている

30

前記( 2 )に記載のAFモジュール。

( 12 )

前記第1駆動部は、AF用コイルとAF用マグネットで構成され、  
前記AF用マグネットは、前記積層レンズ構造体と一体とされ、  
前記第1駆動部は、前記積層レンズ構造体を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と前記受光素子との間の距離を調整する

前記( 1 )に記載のAFモジュール。

( 13 )

前記積層レンズ構造体を収納するレンズバレルをさらに備え、  
前記AF用マグネットは、前記レンズバレルと接着されて、前記積層レンズ構造体と一体とされている

40

前記( 12 )に記載のAFモジュール。

( 14 )

前記AF用マグネットは、前記積層レンズ構造体と接着されて、前記積層レンズ構造体と一体とされている

前記( 12 )に記載のAFモジュール。

( 15 )

前記AF用マグネットの一部は、前記積層レンズ構造体を構成する複数枚のレンズ付き基板に埋め込まれている

前記( 14 )に記載のAFモジュール。

50

( 1 6 )

前記AF用マグネットは、略四角形の前記レンズ付き基板の四隅に配置されている前記( 1 2 )に記載のAFモジュール。

( 1 7 )

前記積層レンズ構造体を光軸方向と直交する方向に移動させる第2駆動部をさらに備える

前記( 1 )乃至( 1 6 )のいずれかに記載のAFモジュール。

( 1 8 )

前記第1駆動部は、前記受光素子を光軸方向に移動させて、前記積層レンズ構造体と受光素子との間の距離を調整する

前記( 1 )に記載のAFモジュール。

10

( 1 9 )

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記レンズにより集光された入射光を受光する受光素子と、

前記積層レンズ構造体と前記受光素子との間の距離を調整する駆動部とを備えるカメラモジュール。

( 2 0 )

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記レンズにより集光された入射光を受光する受光素子と、

前記積層レンズ構造体と前記受光素子との間の距離を調整する駆動部とを有するカメラモジュールを備える電子機器。

20

## 【符号の説明】

## 【1041】

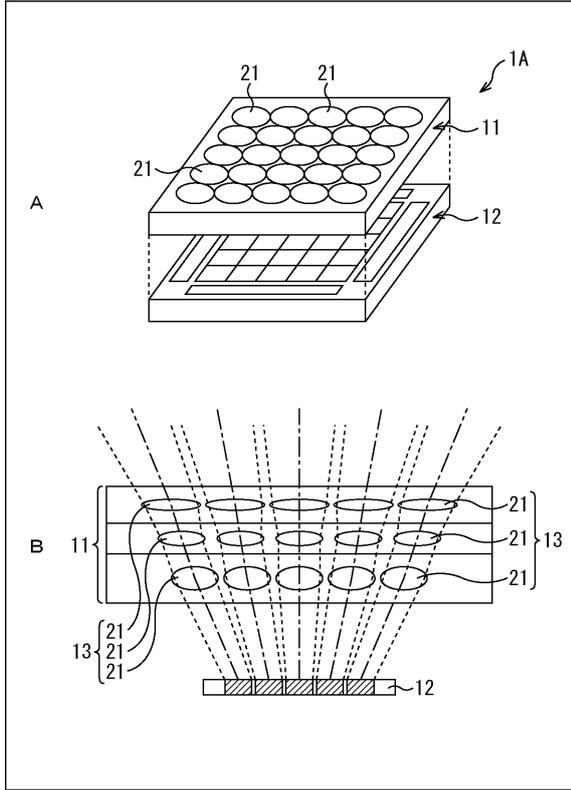
1 カメラモジュール, 11 積層レンズ構造体, 12 受光素子, 13 光学ユニット, 21 レンズ, 21V 形状可変レンズ, 41 (41a乃至41g) レンズ付き基板, 43 センサ基板, 51 絞り板, 52 開口部, 81 担体基板, 82 レンズ樹脂部, 83 貫通孔, 121 遮光膜, 122 上側表面層, 123 下側表面層, 141 エッチングマスク, 142 保護膜, 1501 カバーガラス, 1502 遮光膜, 1503 開口部, 1511, 1512 基板, 1531 レンズ付き基板, 1542 金属膜, 1551 第1の領域, 1552 第2の領域, 1561W 高濃度ドープ基板, 1631a1乃至1631a3 メモリ領域, 1641a1乃至1641a4 ロジック領域, 1642a1乃至1642a4 制御領域, 1701 第1の半導体基板, 1702 第2の半導体基板, 1703 第3の半導体基板, 2011 レンズ付き基板, 2012 積層レンズ構造体, 2040 担体基板, 2041 貫通孔, 2042 レンズ樹脂部, 2043 遮光膜, 2044 上側表面層, 2045 下側表面層, 3001 レンズパレル, 3002 AF用コイル, 3003a, 3003b サスペンション, 3005 AF用マグネット, 3013 第1の張り出し部, 3014 第2の張り出し部, 3021 AF駆動部, 3022 AFモジュール, 3121X X軸OIS駆動部, 3121Y Y軸OIS駆動部, 3211a乃至3211d 圧電駆動部, 3313 駆動体, 3312 圧電素子, 3314 ガイド体, 3315 押し付けバネ, 3411 レンズパレル, 3422 平行リンク, 3423 圧電アクチュエータ, 4000 撮像装置, 4001 イメージセンサ, 4002 カメラモジュール

30

40

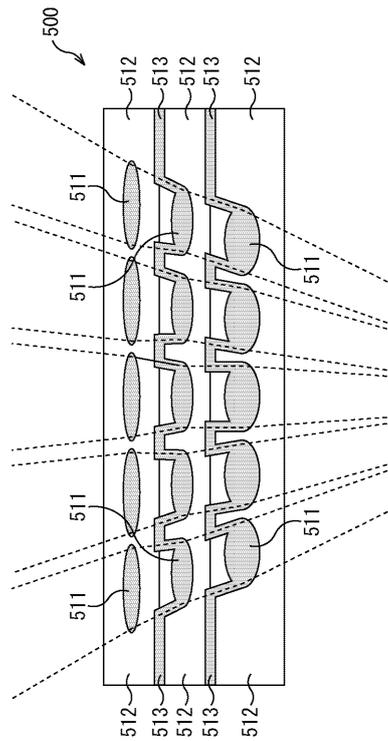
【 図 1 】

FIG. 1



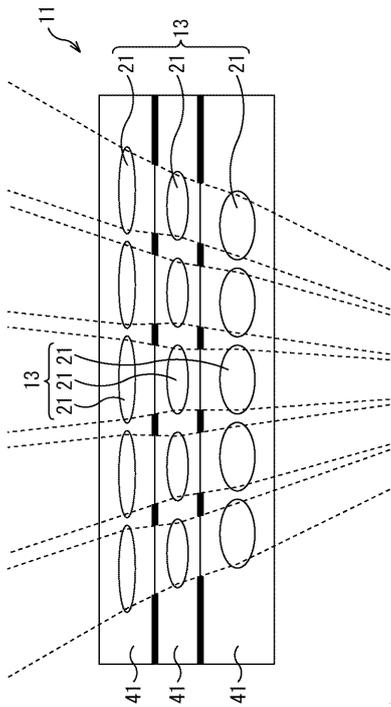
【 図 2 】

FIG. 2



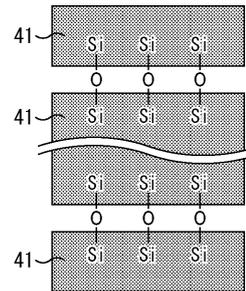
【 図 3 】

FIG. 3



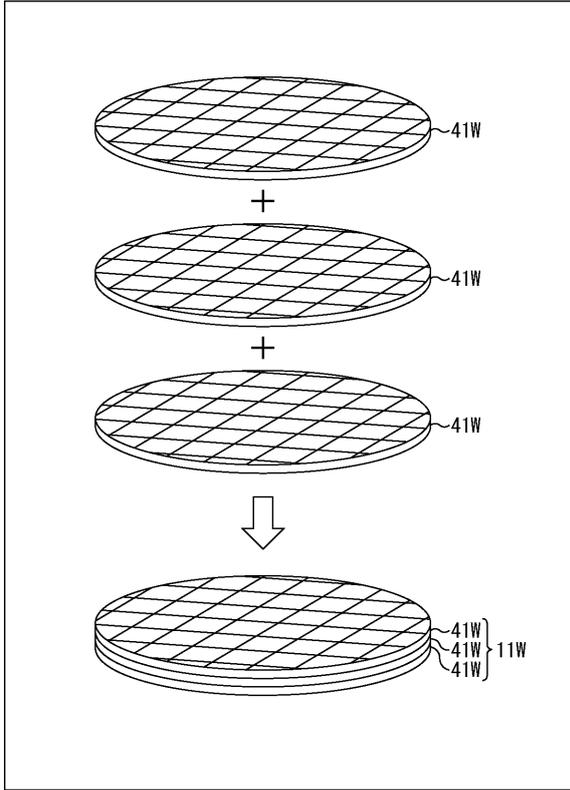
【 図 4 】

FIG. 4



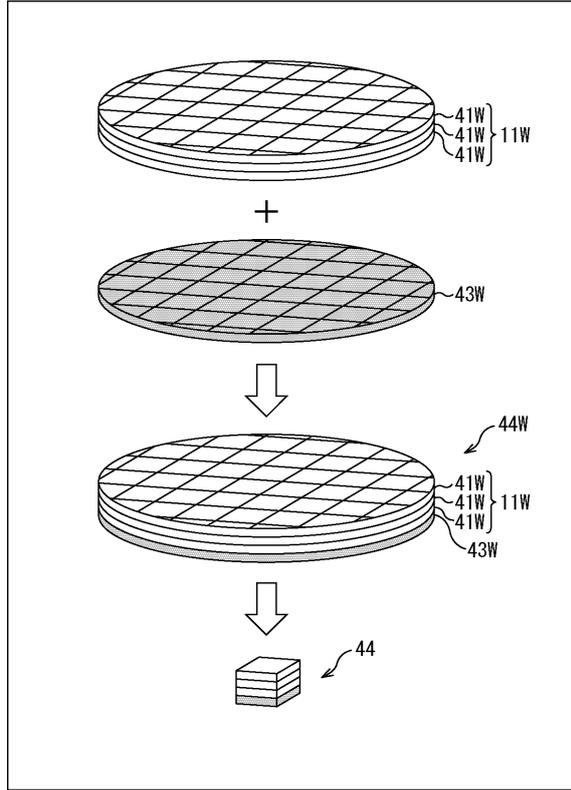
【 図 5 】

FIG. 5



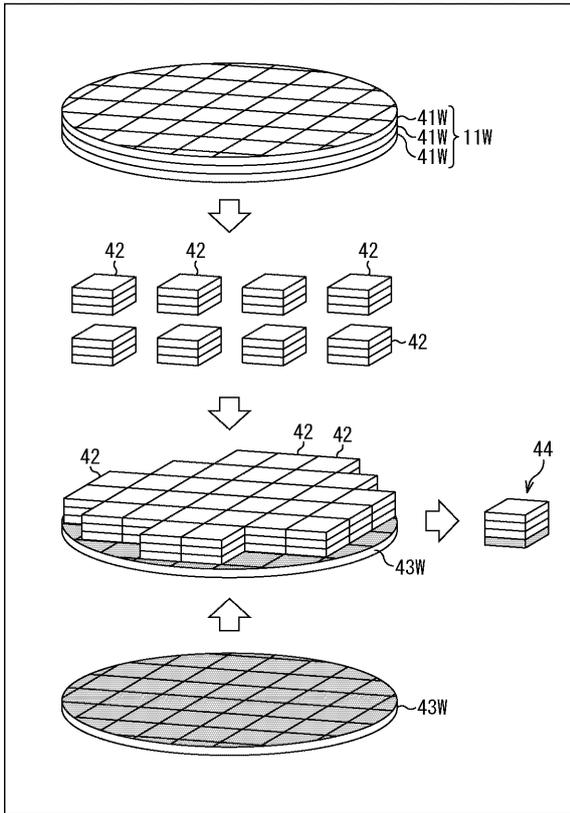
【 図 6 】

FIG. 6



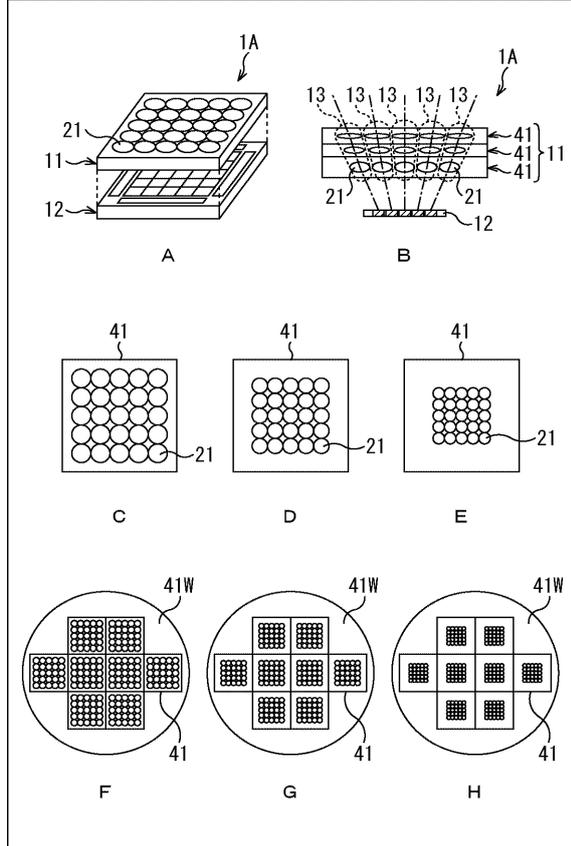
【 図 7 】

FIG. 7



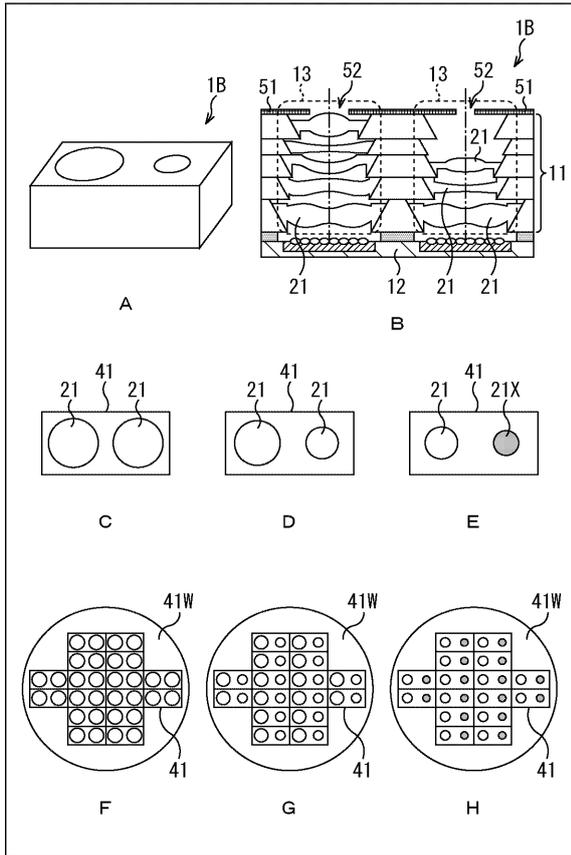
【 図 8 】

FIG. 8



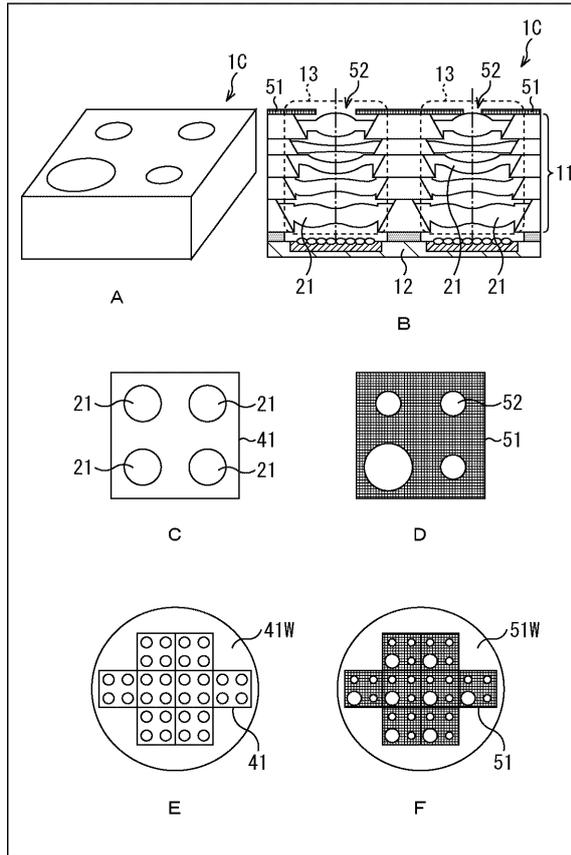
【 9 】

FIG. 9



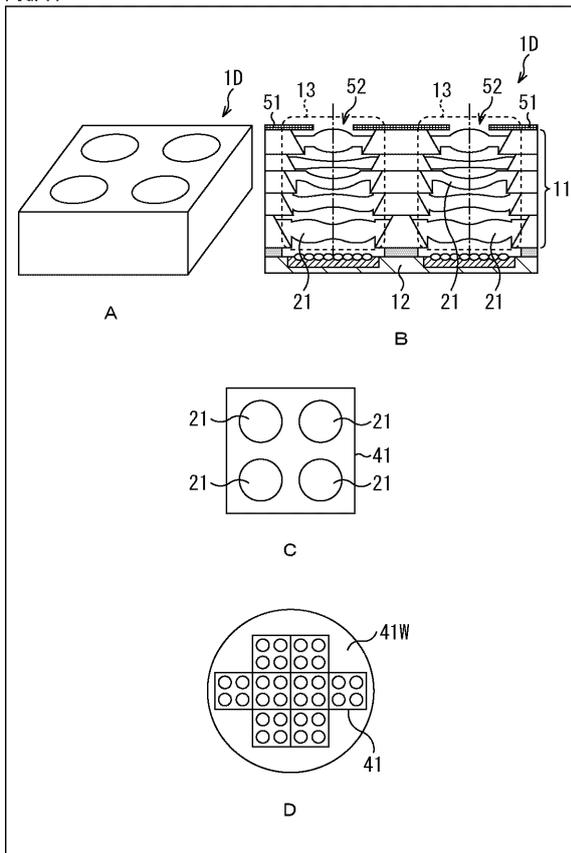
【 10 】

FIG. 10



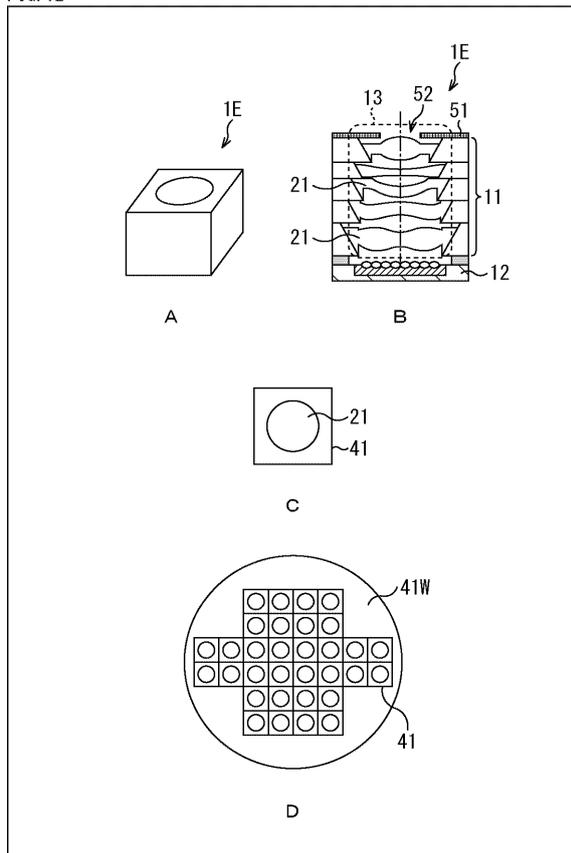
【 11 】

FIG. 11

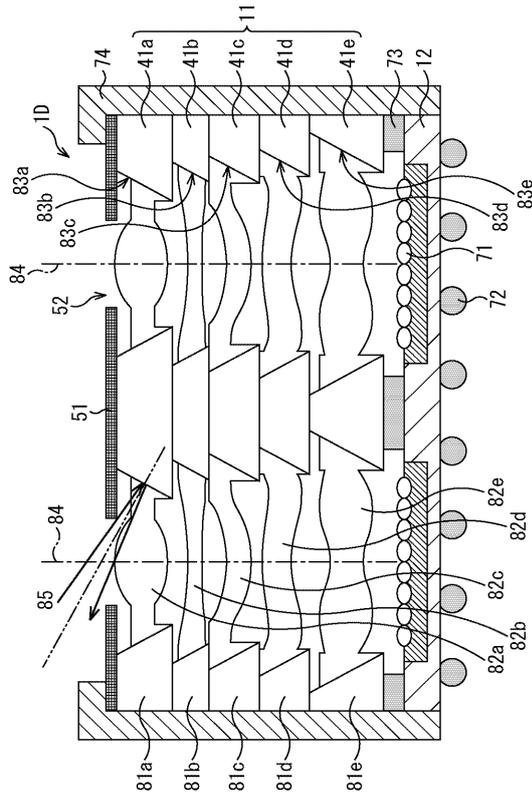


【 12 】

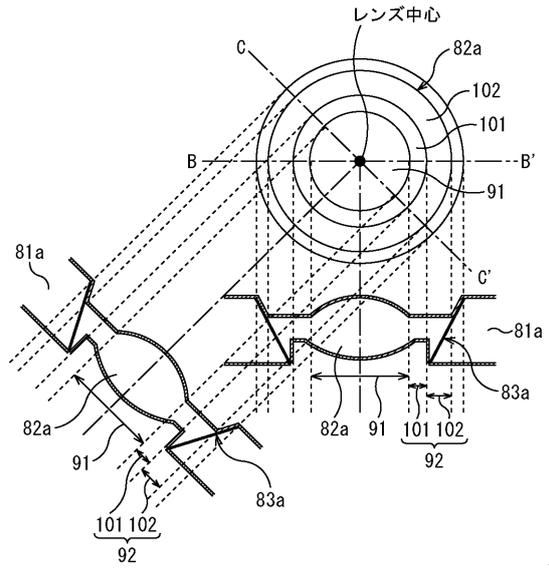
FIG. 12



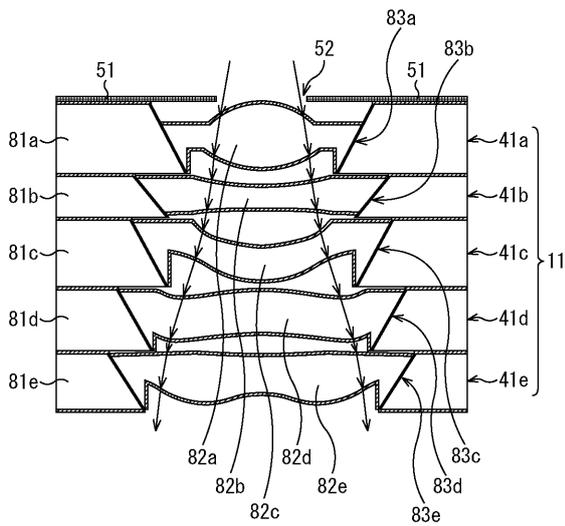
【図 13】  
FIG. 13



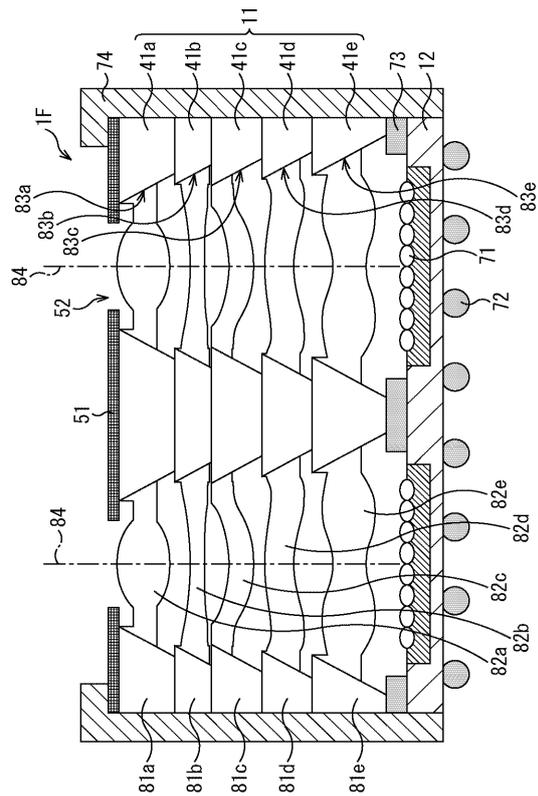
【図 14】  
FIG. 14



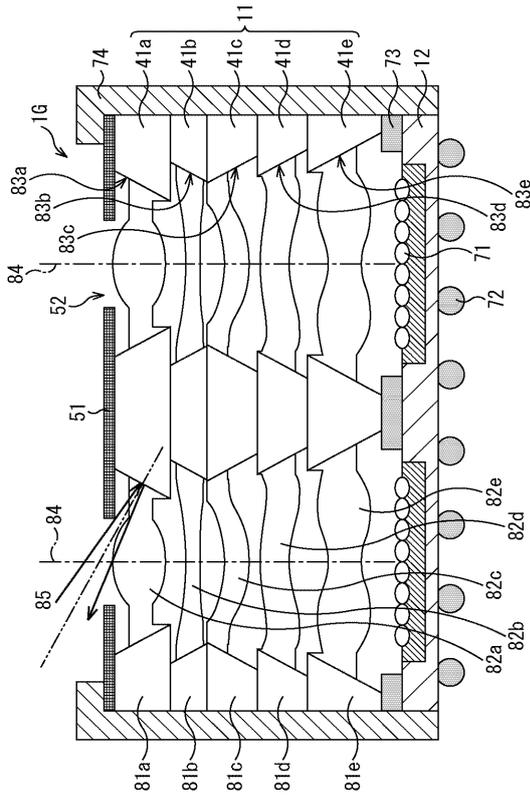
【図 15】  
FIG. 15



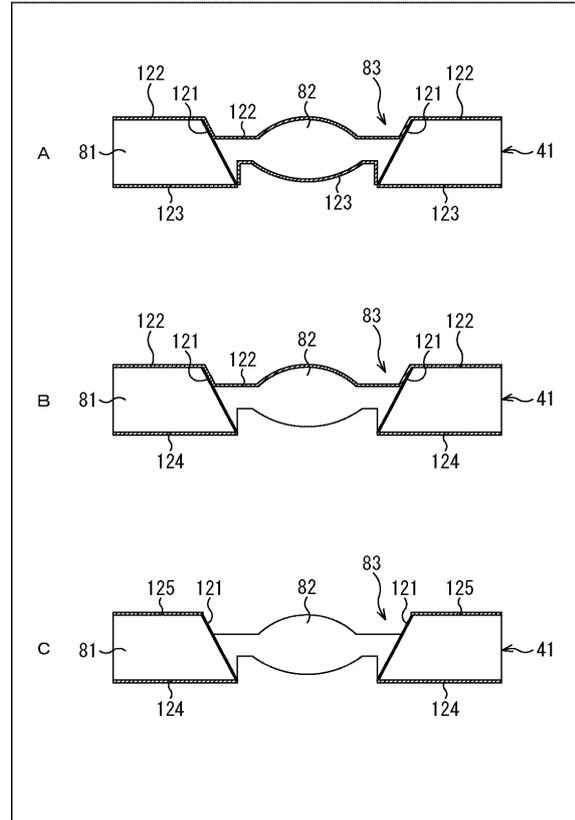
【図 16】  
FIG. 16



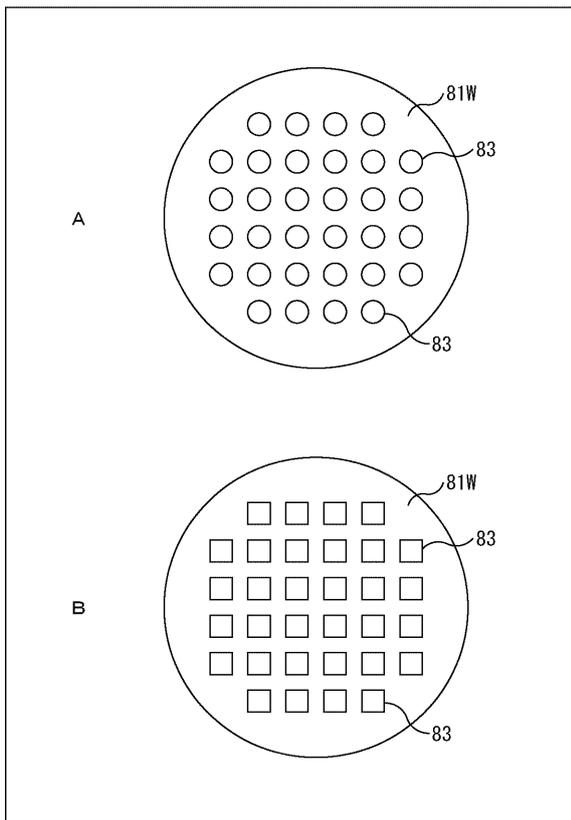
【 17 】  
FIG. 17



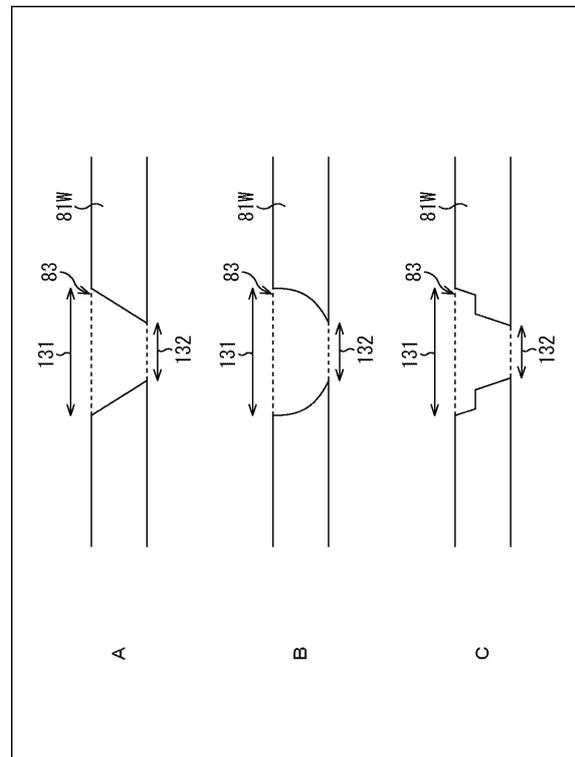
【 18 】  
FIG. 18



【 19 】  
FIG. 19

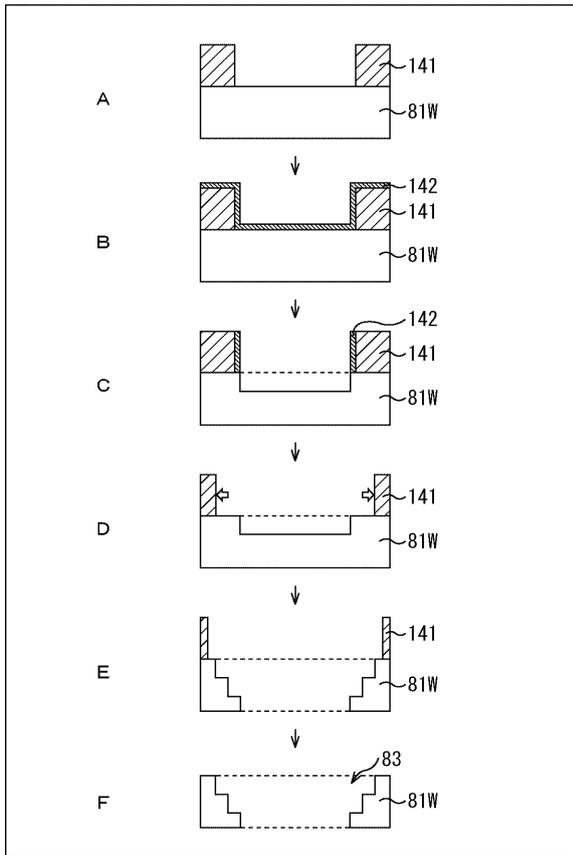


【 20 】  
FIG. 20



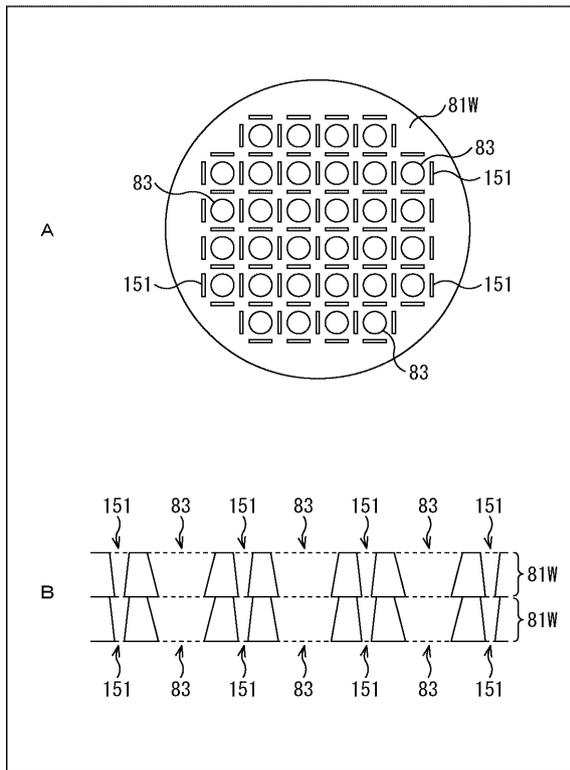
【 図 2 1 】

FIG. 21



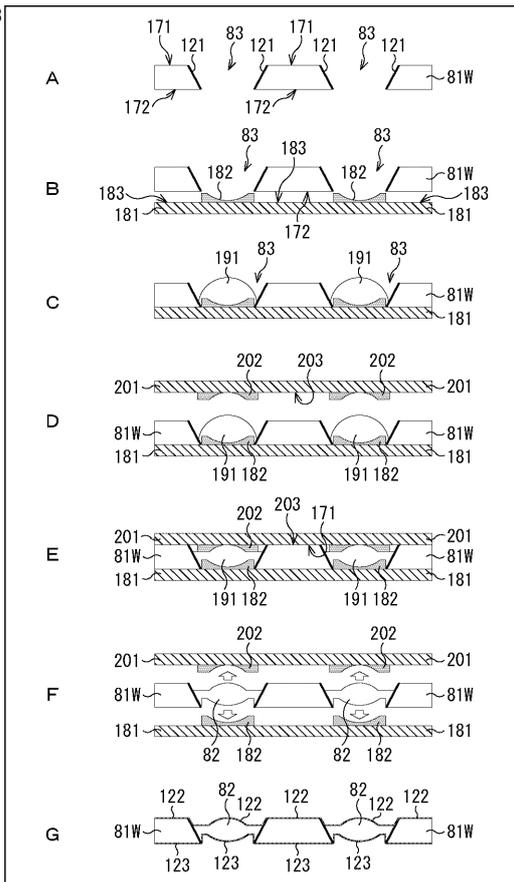
【 図 2 2 】

FIG. 22



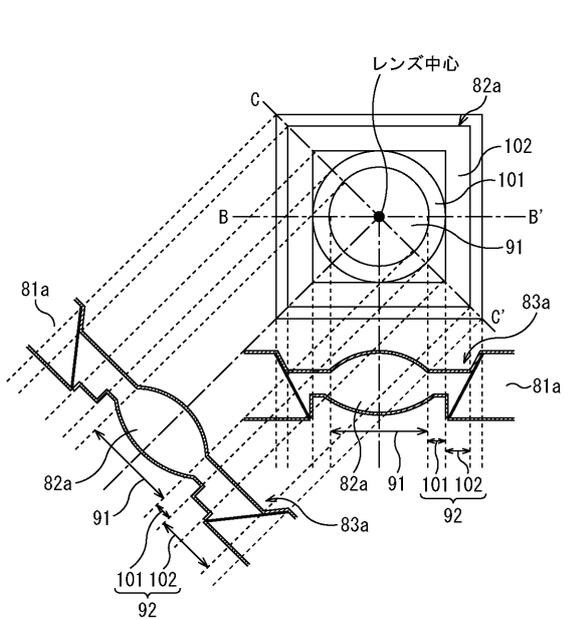
【 図 2 3 】

FIG. 23

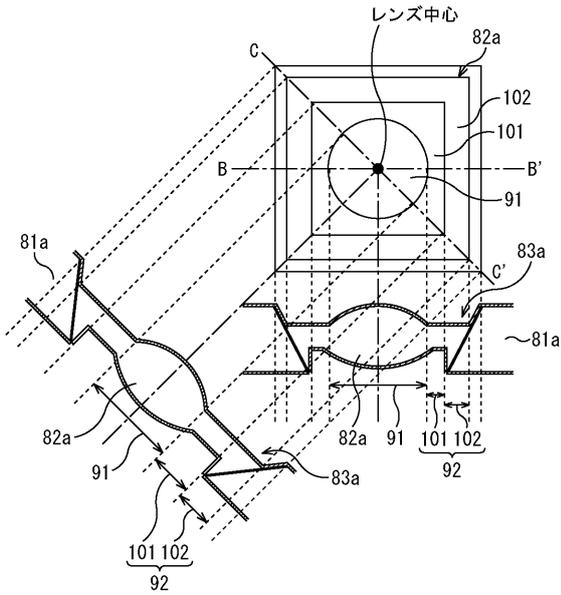


【 図 2 4 】

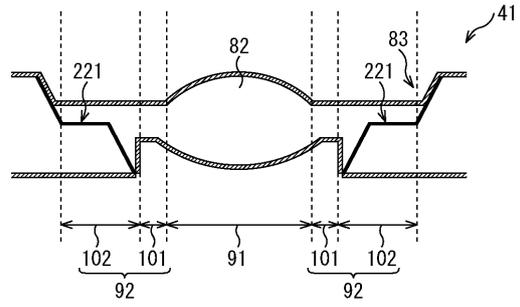
FIG. 24



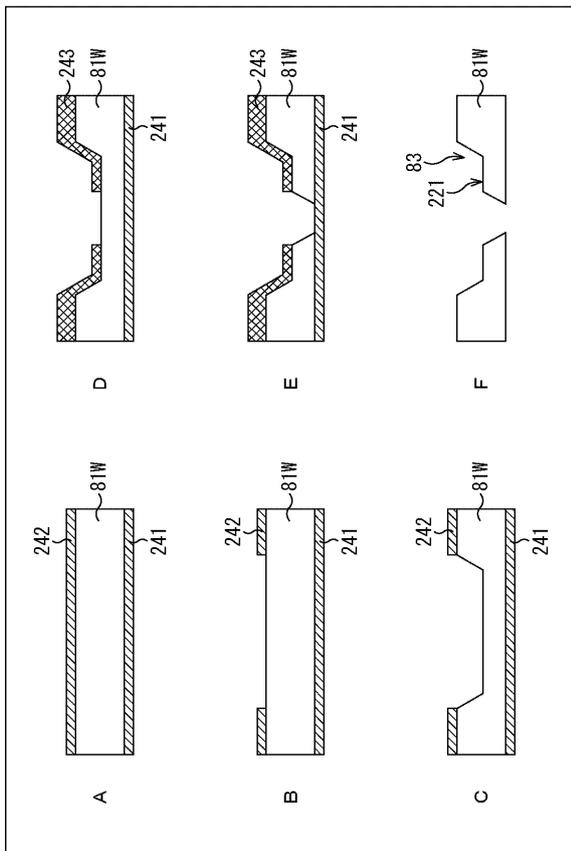
【図 25】  
FIG. 25



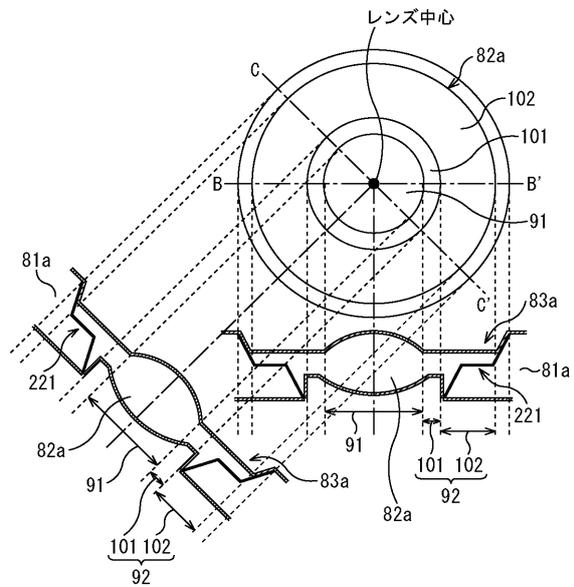
【図 26】  
FIG. 26



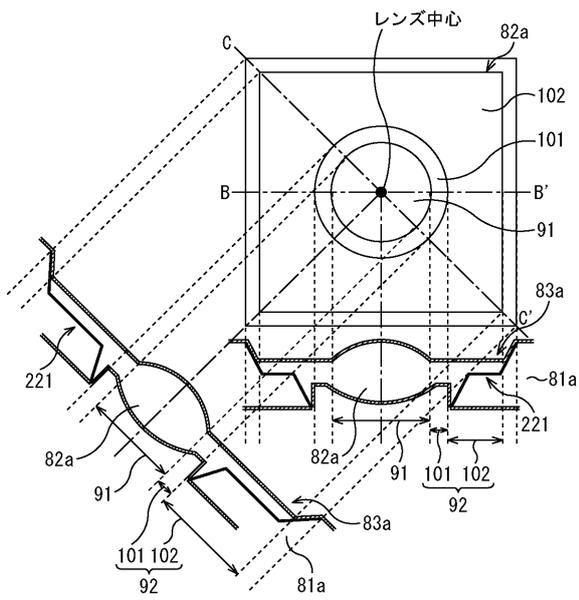
【図 27】  
FIG. 27



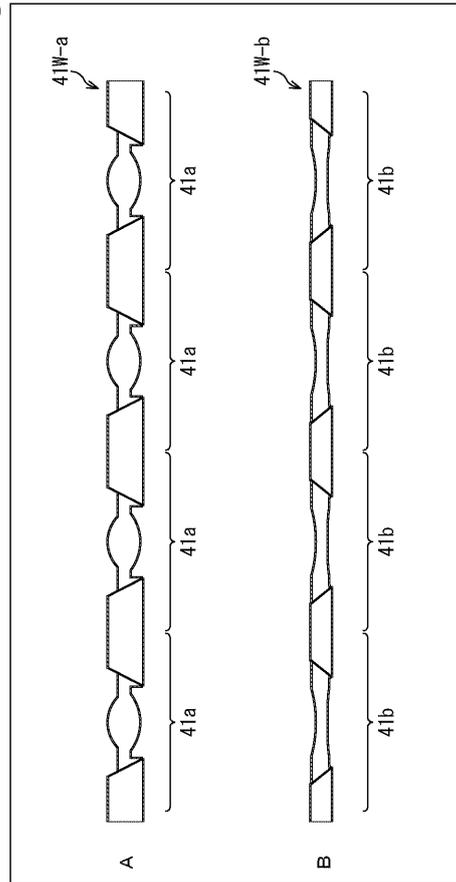
【図 28】  
FIG. 28



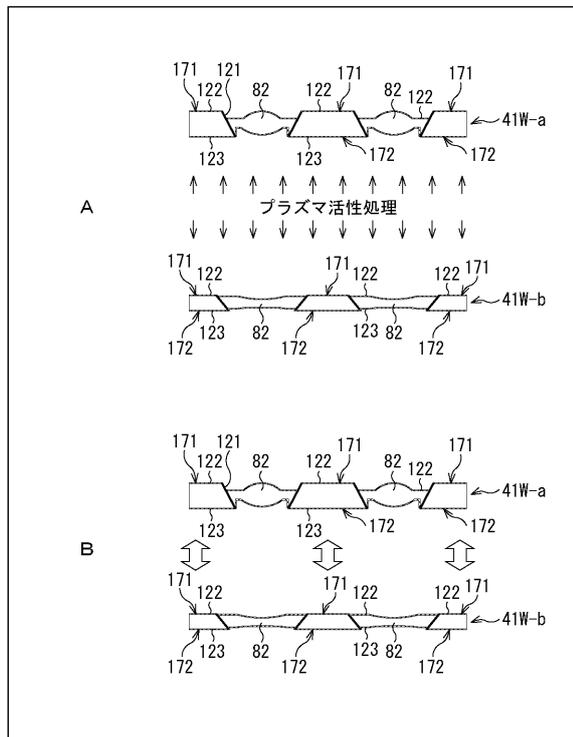
【図 29】  
FIG. 29



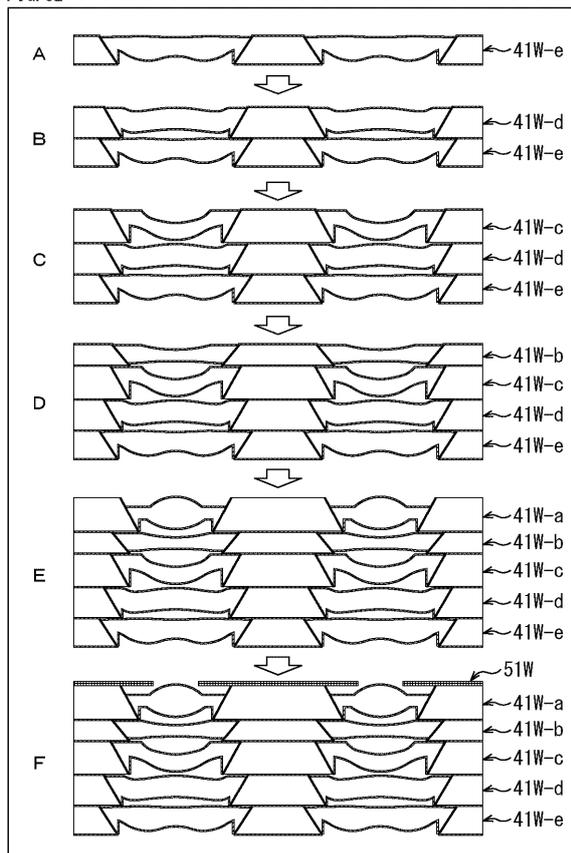
【図 30】  
FIG. 30



【図 31】  
FIG. 31

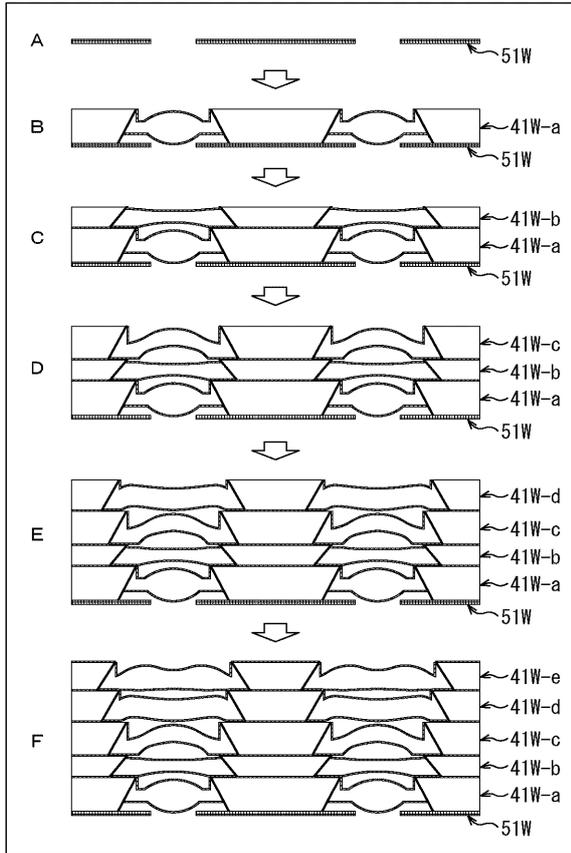


【図 32】  
FIG. 32



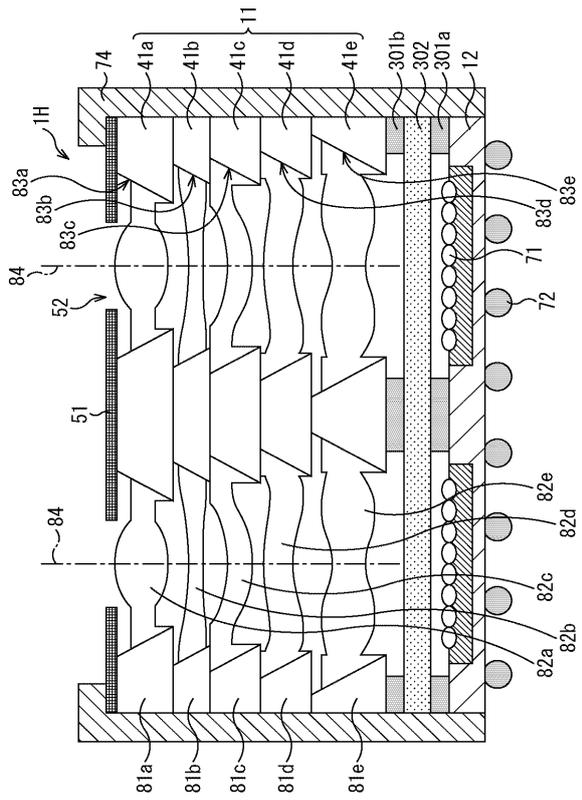
【 3 3 】

FIG. 33



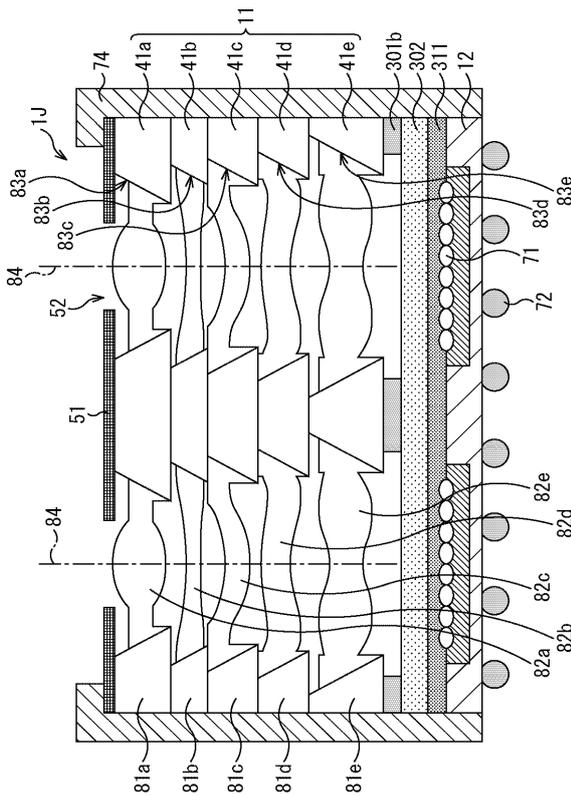
【 3 4 】

FIG. 34



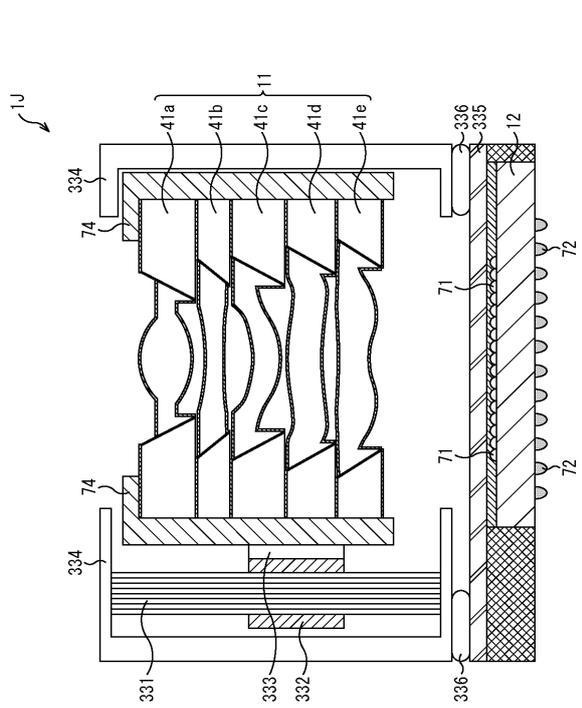
【 3 5 】

FIG. 35



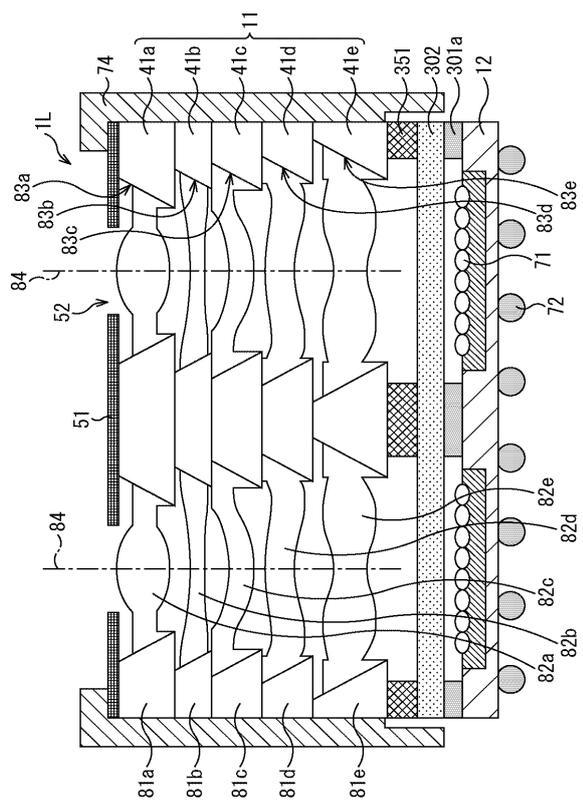
【 3 6 】

FIG. 36



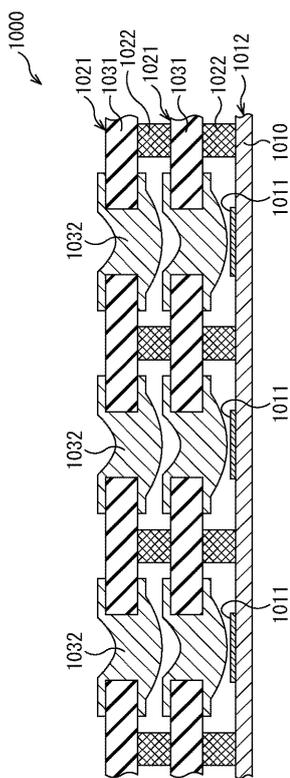
【 37 】

FIG. 37



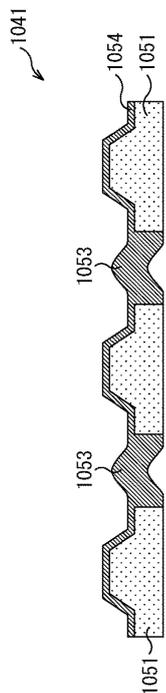
【 38 】

FIG. 38



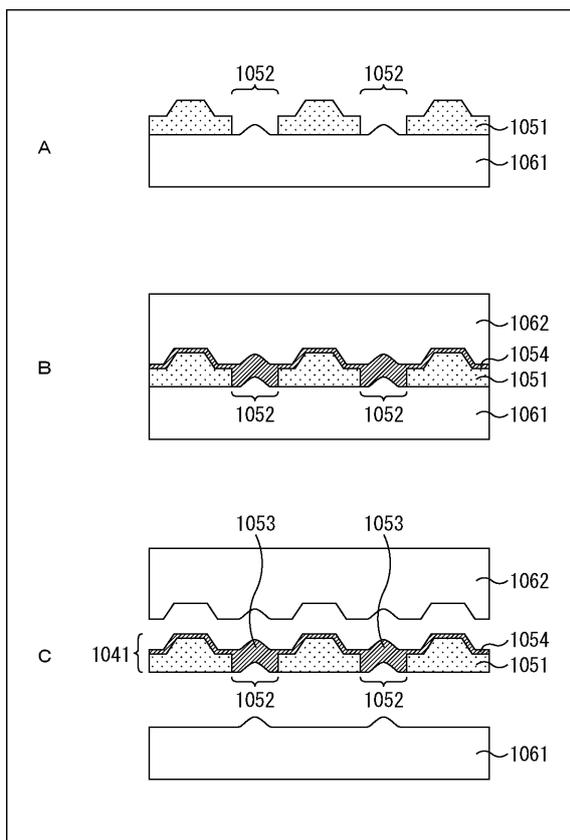
【 39 】

FIG. 39

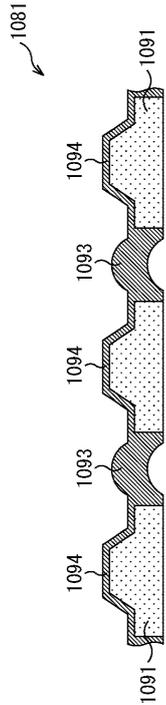


【 40 】

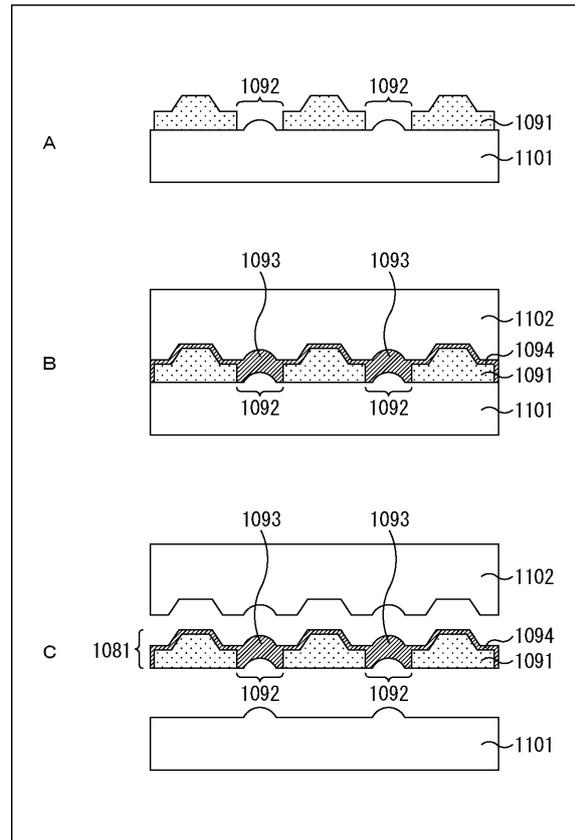
FIG. 40



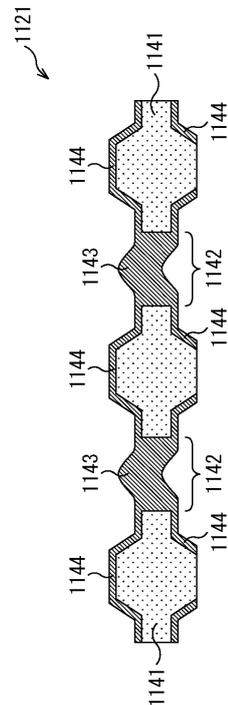
【 4 1 】  
FIG. 41



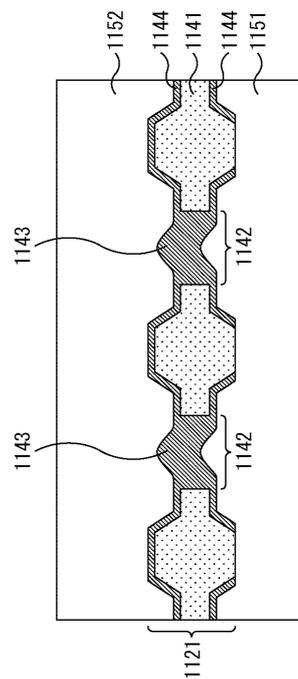
【 4 2 】  
FIG. 42



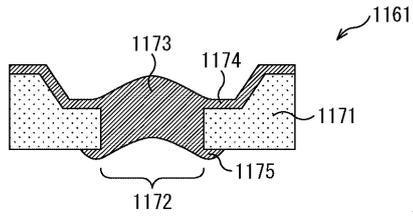
【 4 3 】  
FIG. 43



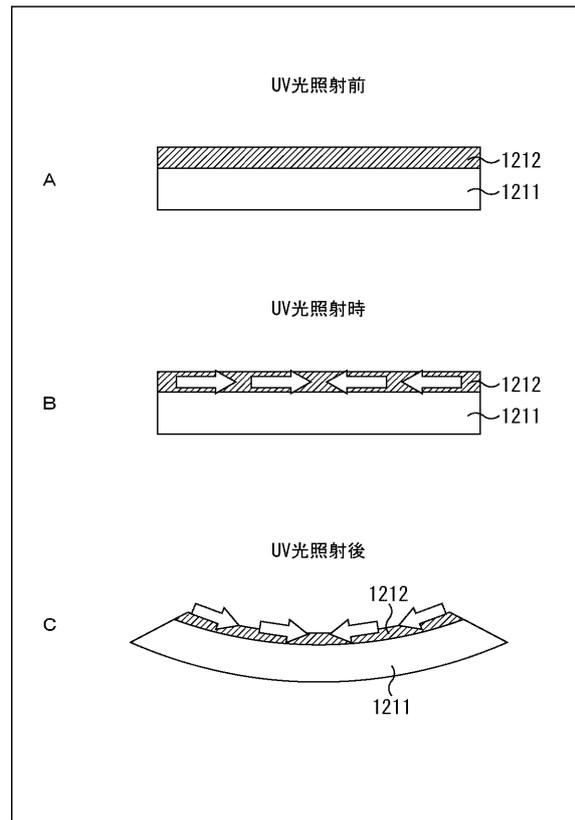
【 4 4 】  
FIG. 44



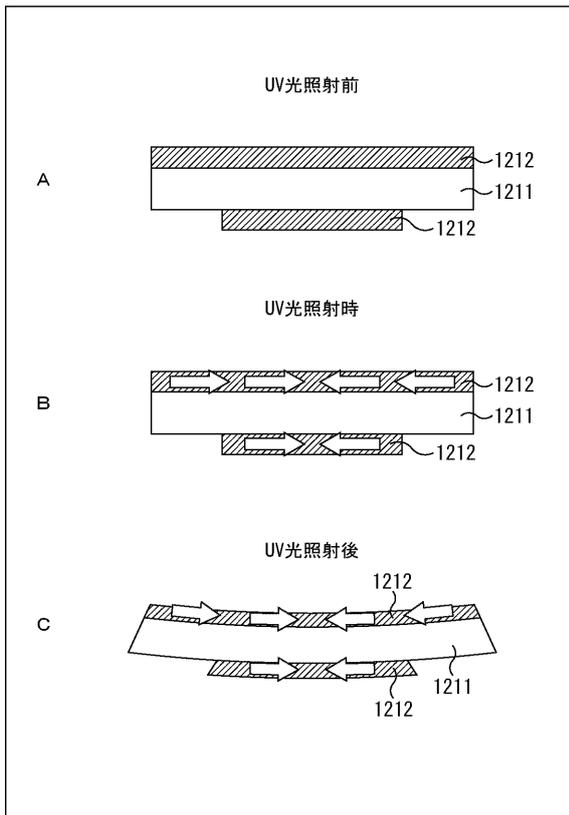
【 4 5 】  
FIG. 45



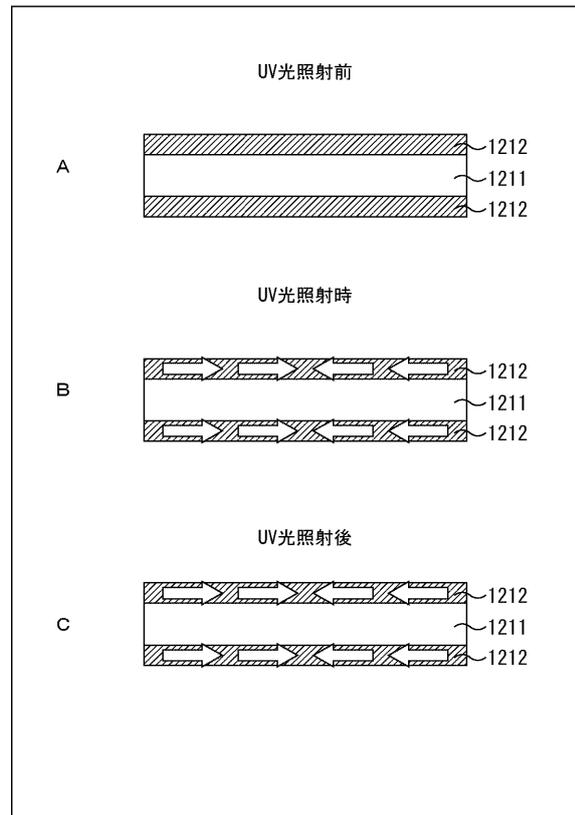
【 4 6 】  
FIG. 46



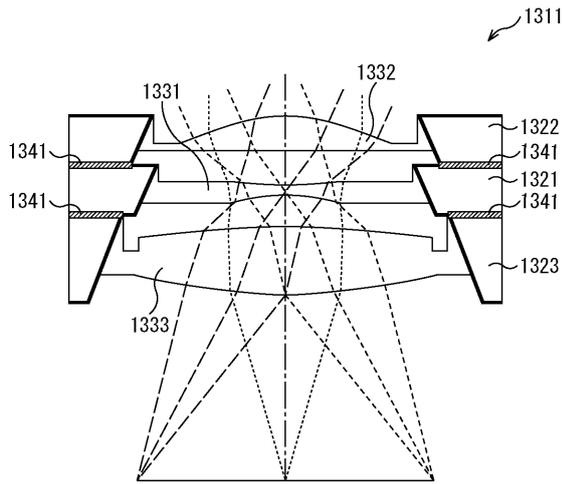
【 4 7 】  
FIG. 47



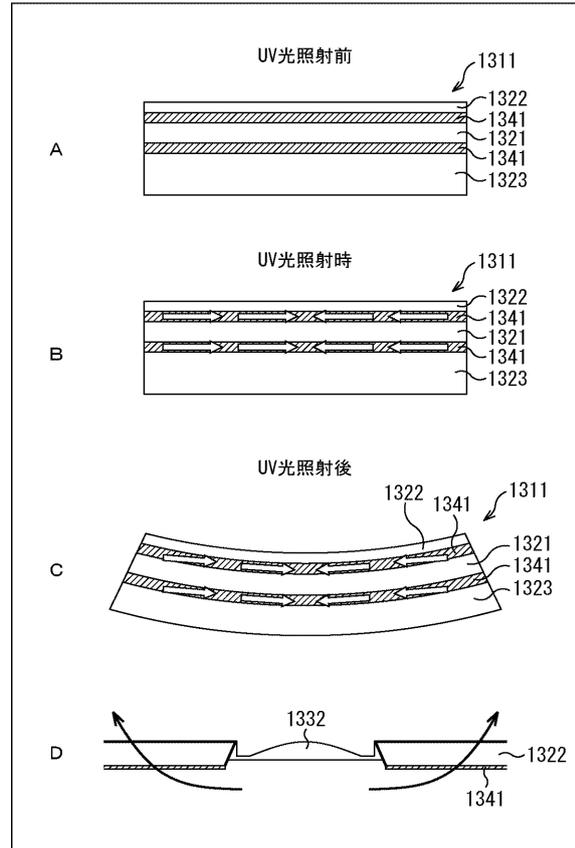
【 4 8 】  
FIG. 48



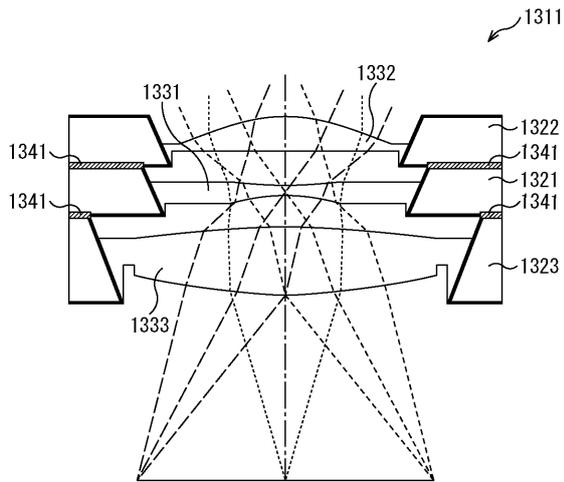
【図49】  
FIG. 49



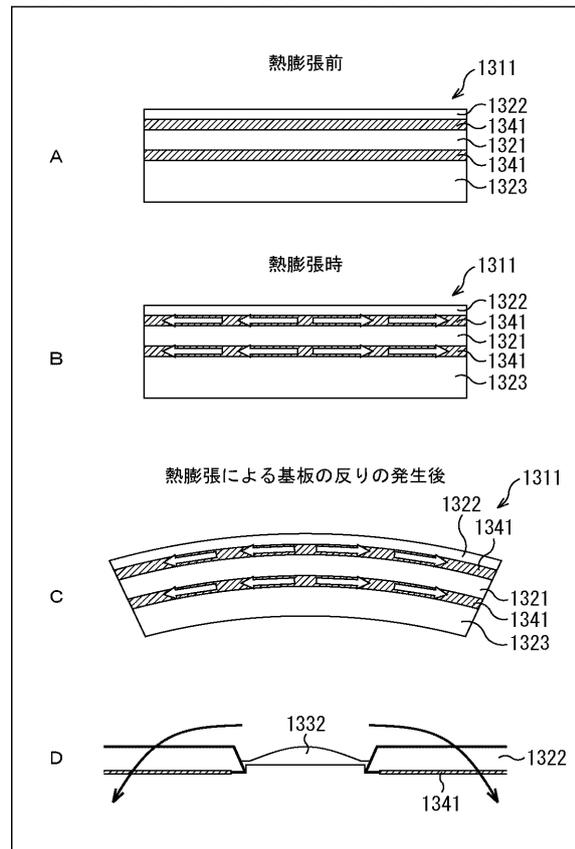
【図50】  
FIG. 50



【図51】  
FIG. 51

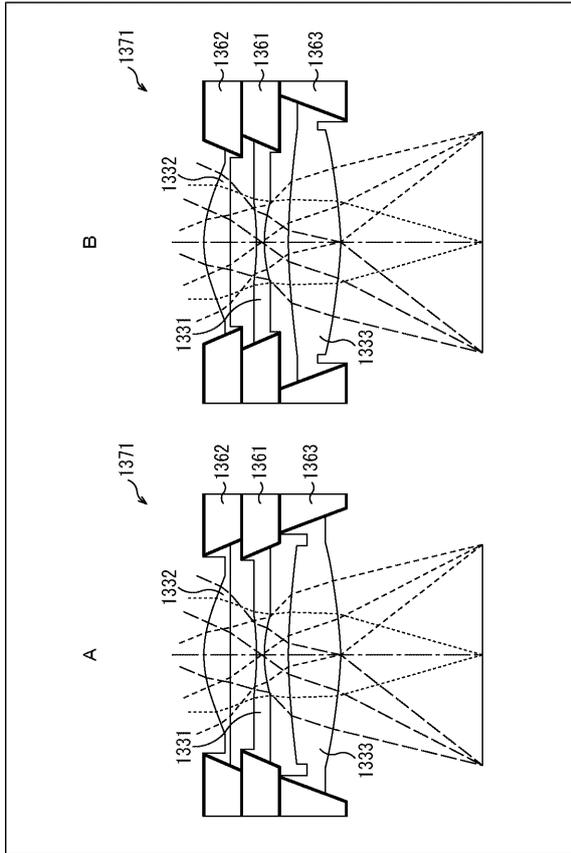


【図52】  
FIG. 52



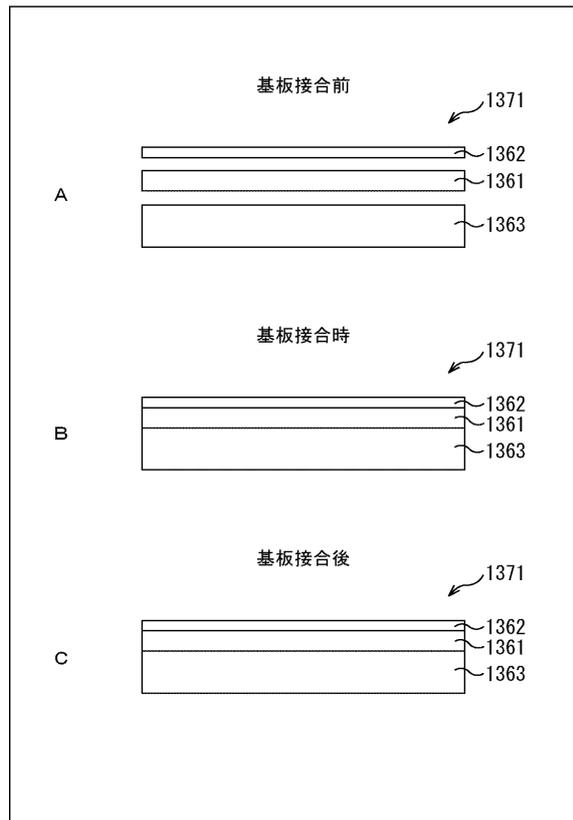
【 5 3 】

FIG. 53



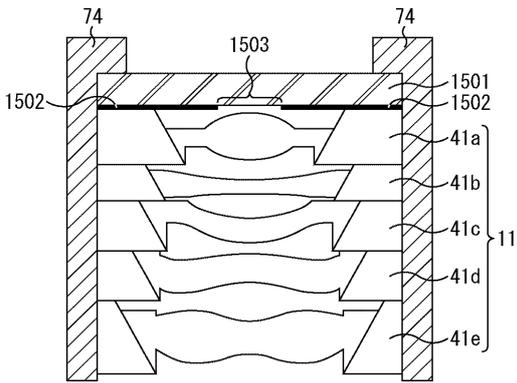
【 5 4 】

FIG. 54



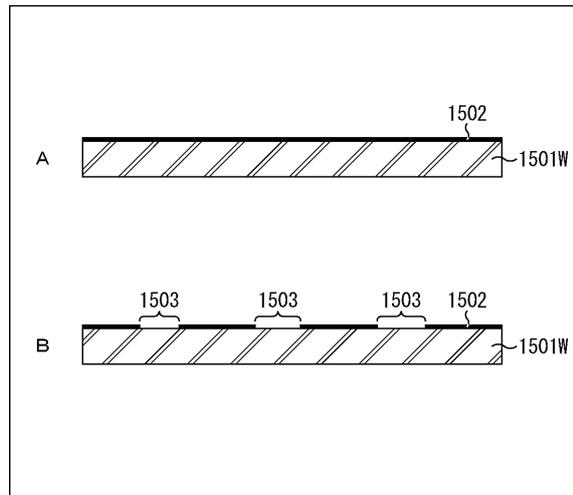
【 5 5 】

FIG. 55

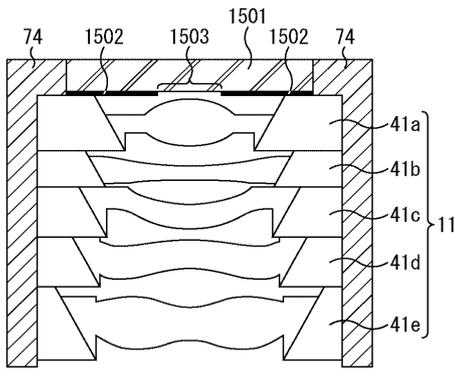


【 5 6 】

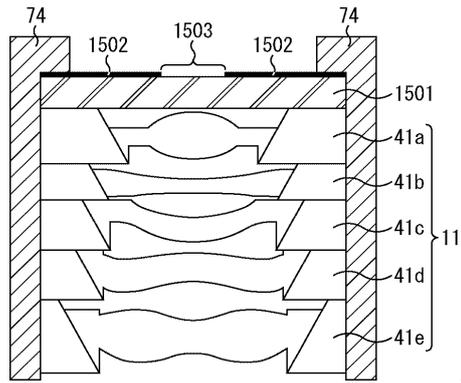
FIG. 56



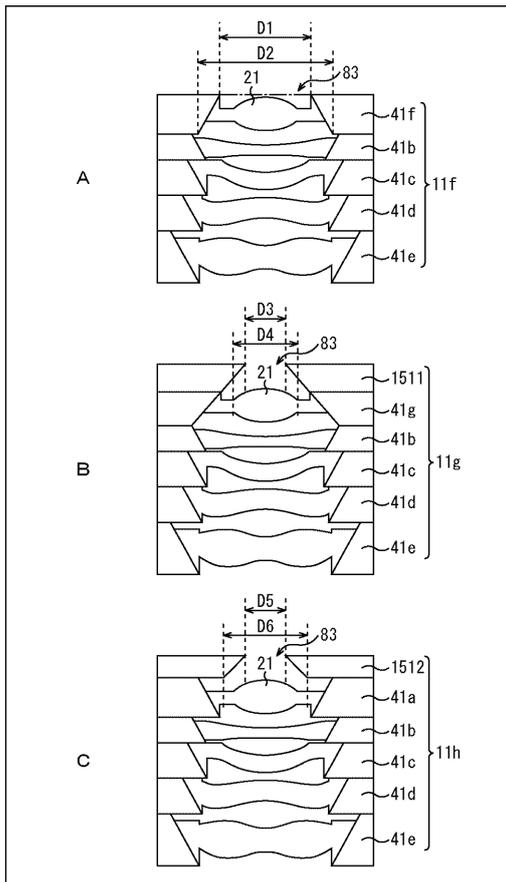
【 57 】  
FIG. 57



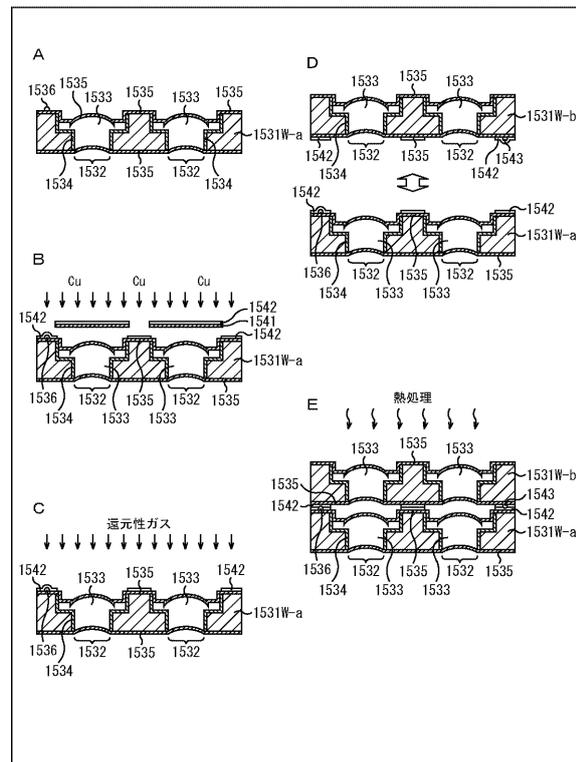
【 58 】  
FIG. 58



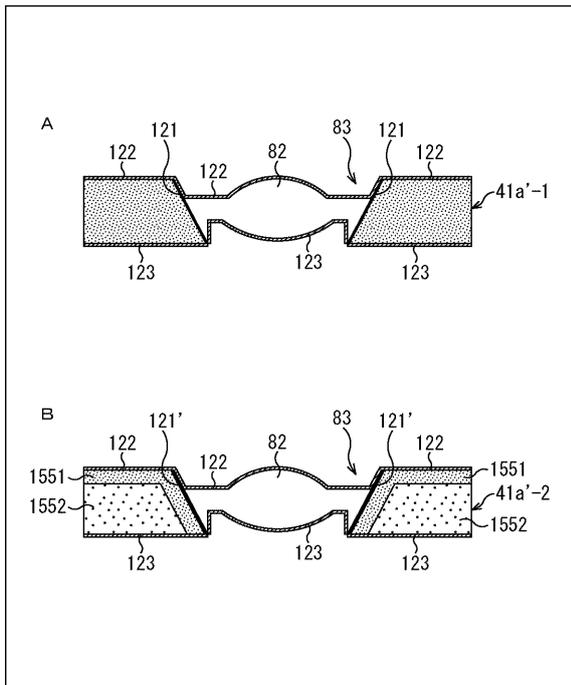
【 59 】  
FIG. 59



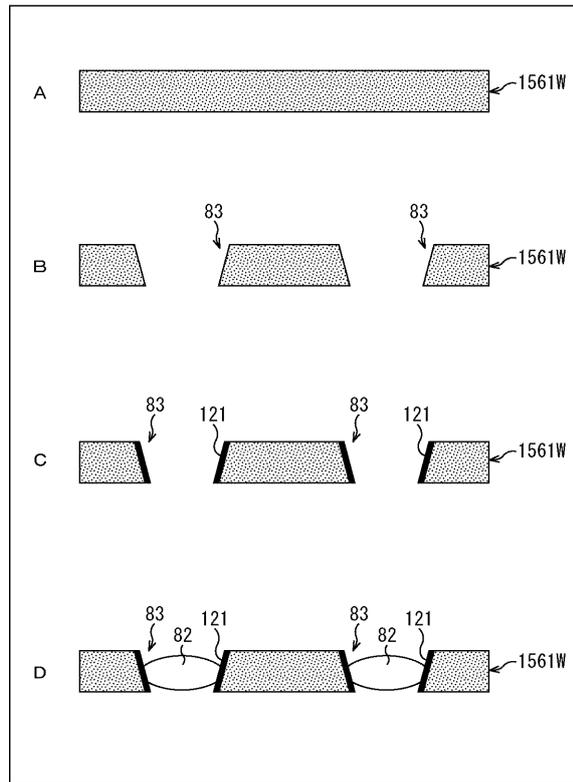
【 60 】  
FIG. 60



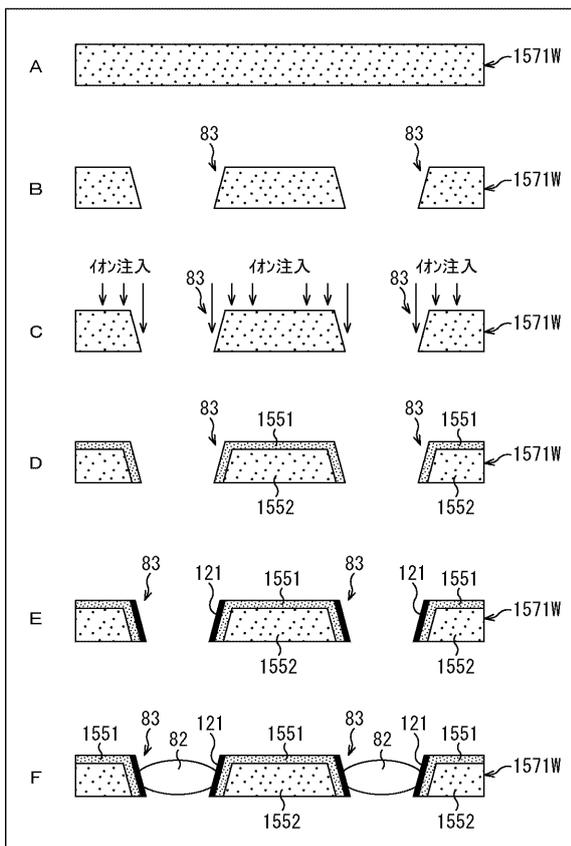
【 6 1 】  
FIG. 61



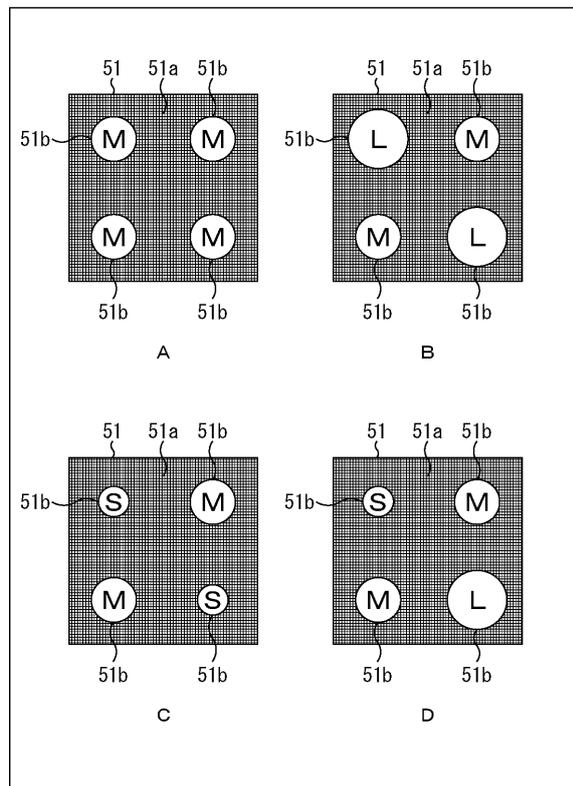
【 6 2 】  
FIG. 62



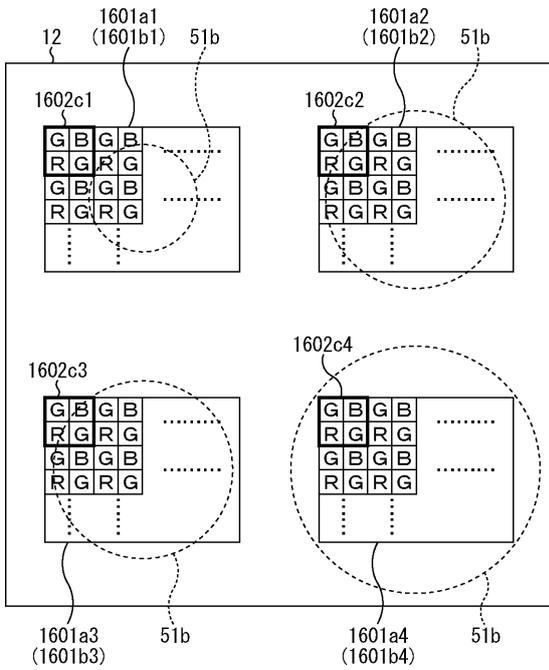
【 6 3 】  
FIG. 63



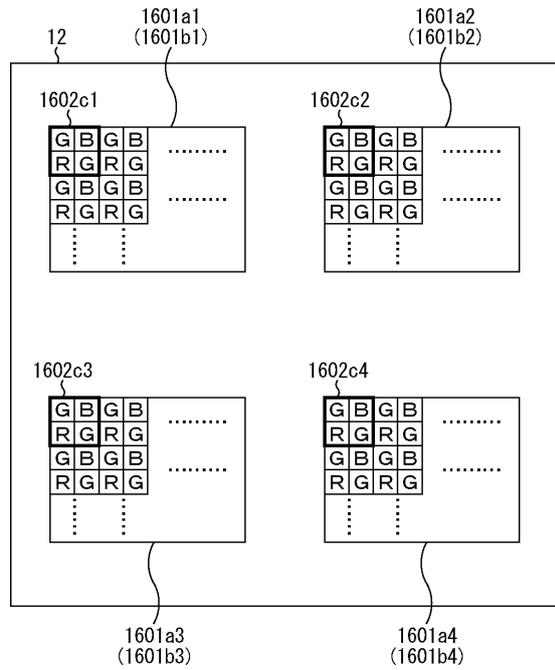
【 6 4 】  
FIG. 64



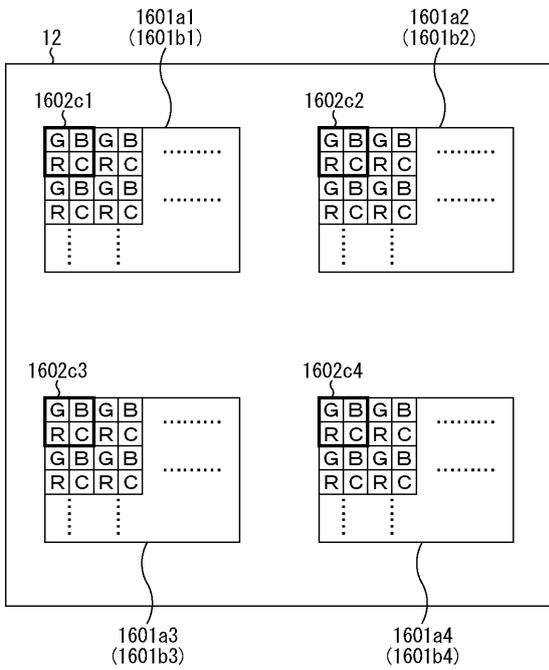
【 65 】  
FIG. 65



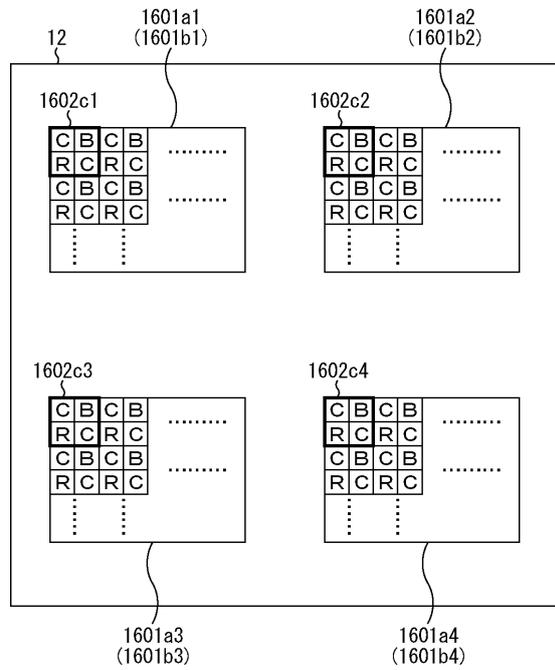
【 66 】  
FIG. 66



【 67 】  
FIG. 67

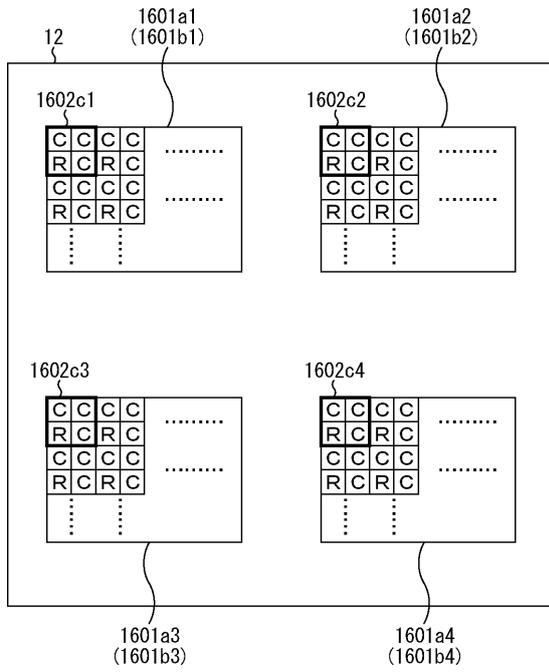


【 68 】  
FIG. 68



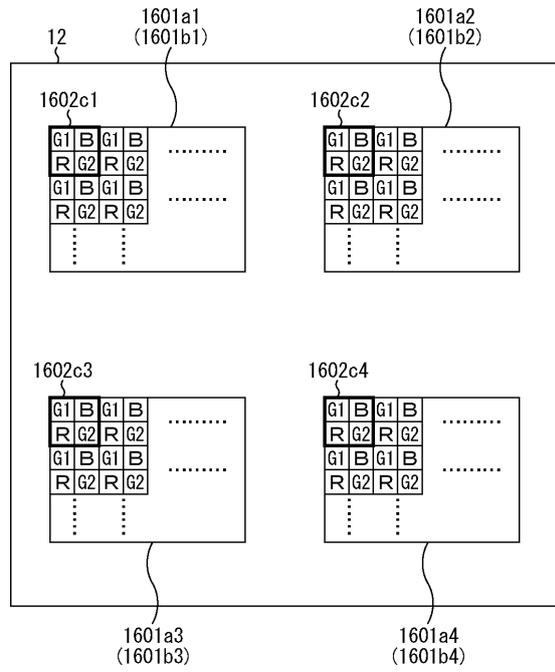
【 69 】

FIG. 69



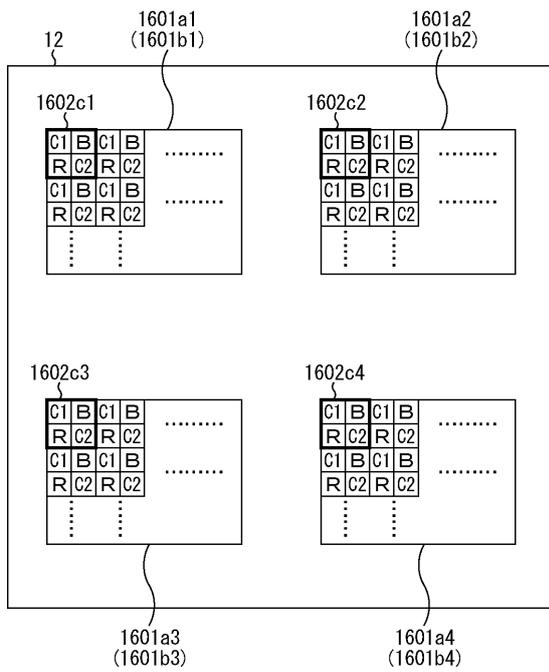
【 70 】

FIG. 70



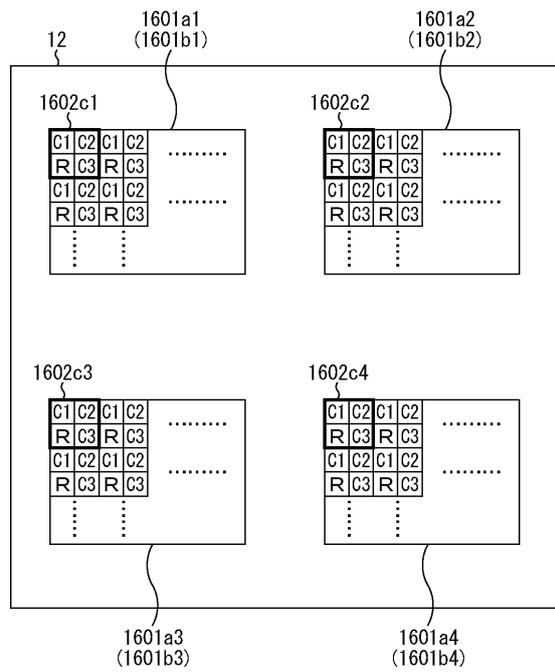
【 71 】

FIG. 71



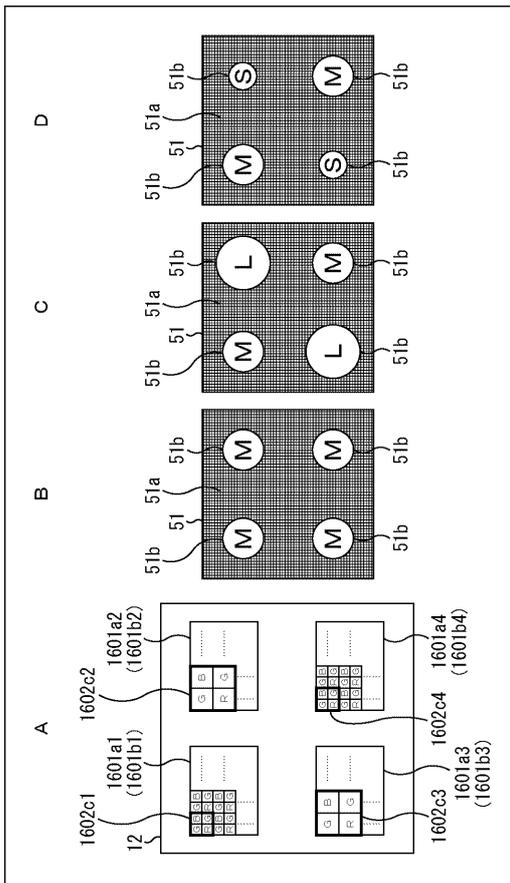
【 72 】

FIG. 72



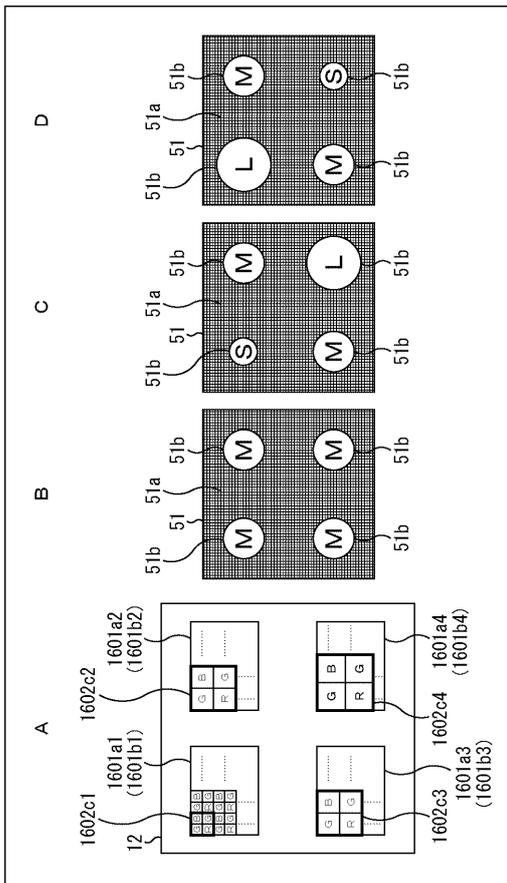
【 7 3 】

FIG. 73



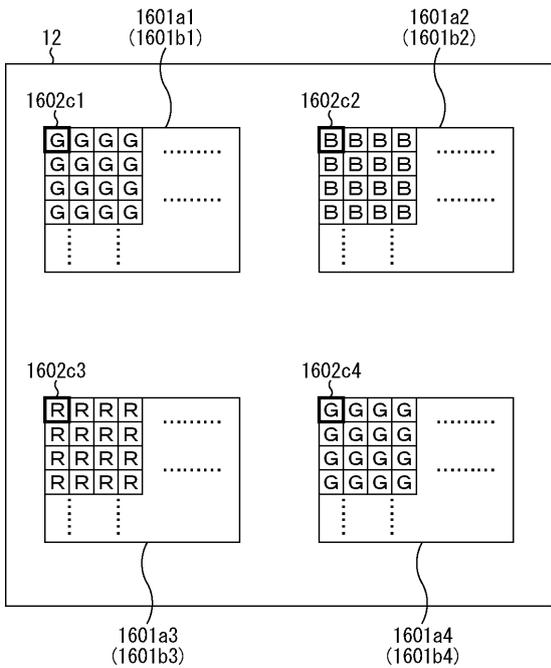
【 7 4 】

FIG. 74



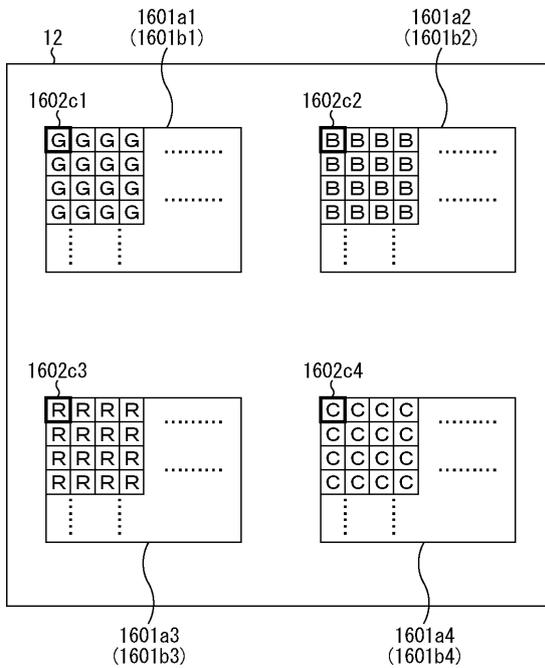
【 7 5 】

FIG. 75

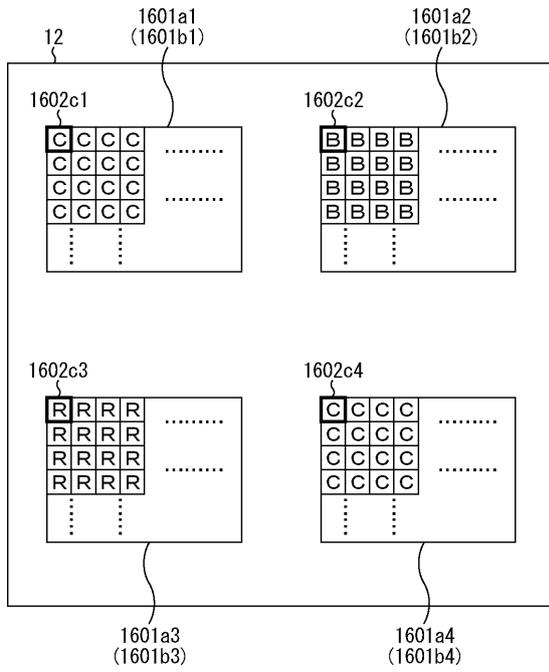


【 7 6 】

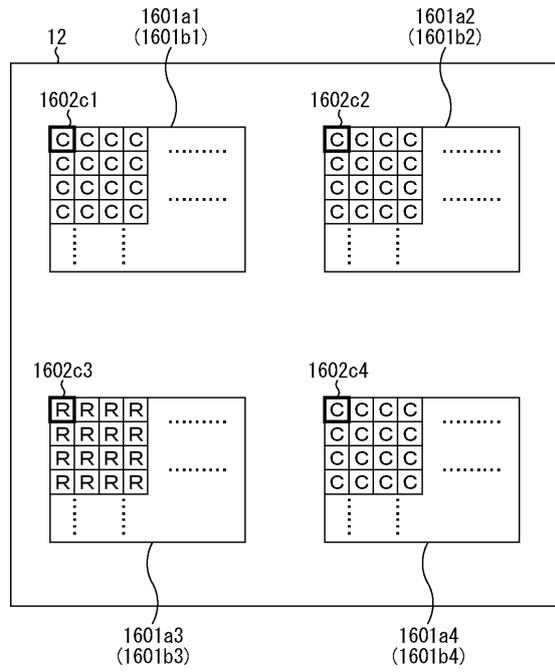
FIG. 76



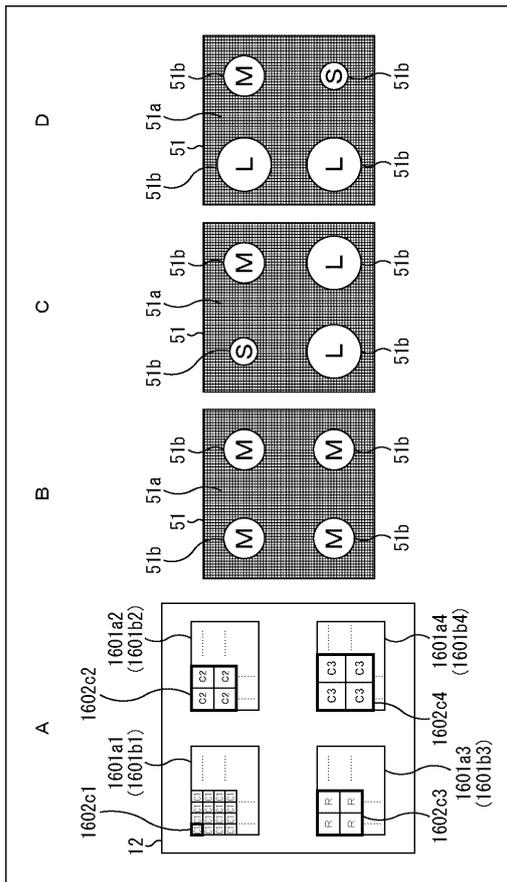
【 77 】  
FIG. 77



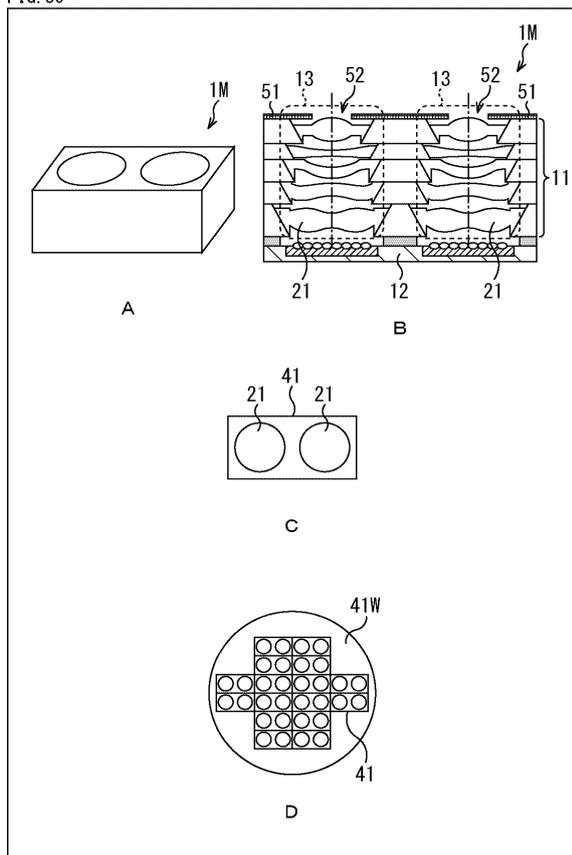
【 78 】  
FIG. 78



【 79 】  
FIG. 79

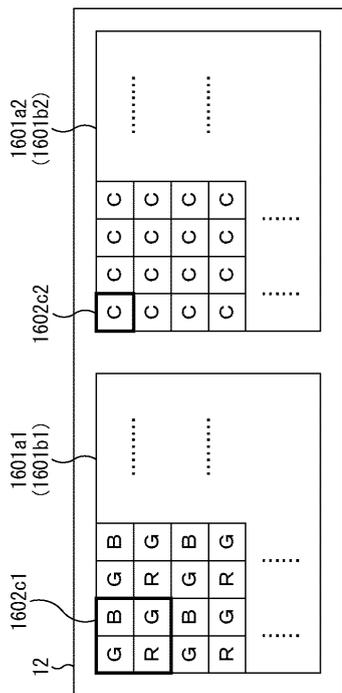


【 80 】  
FIG. 80



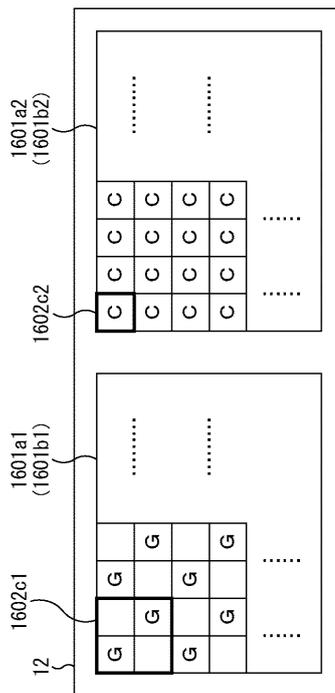
【 8 1 】

FIG. 81



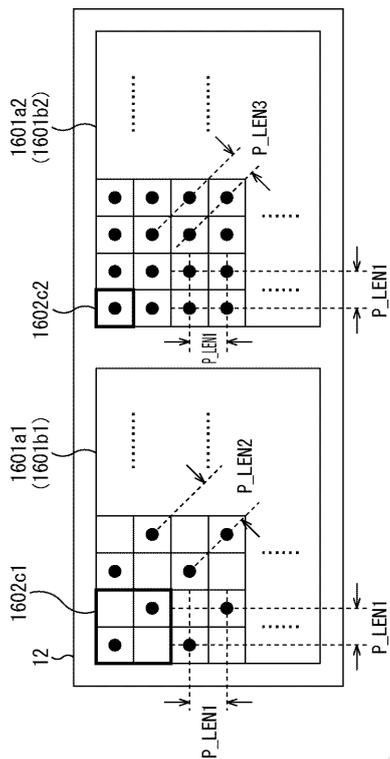
【 8 2 】

FIG. 82



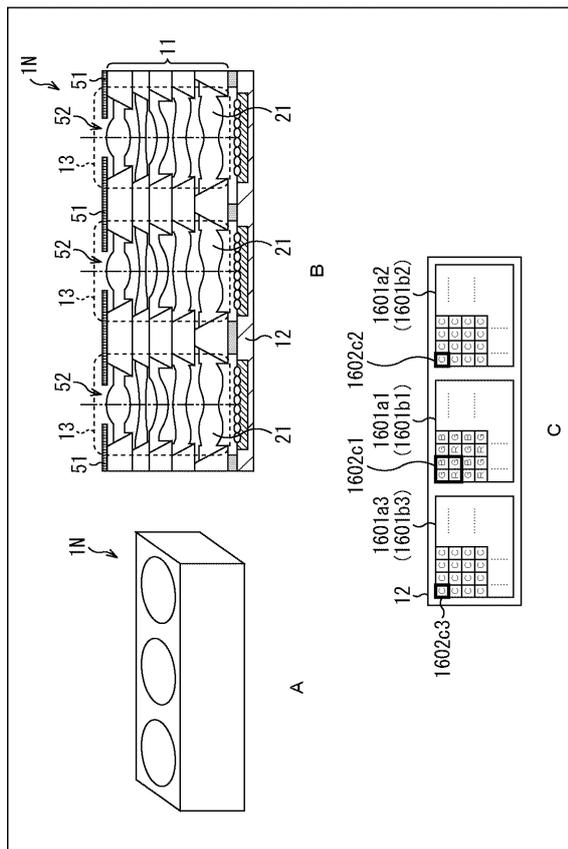
【 8 3 】

FIG. 83



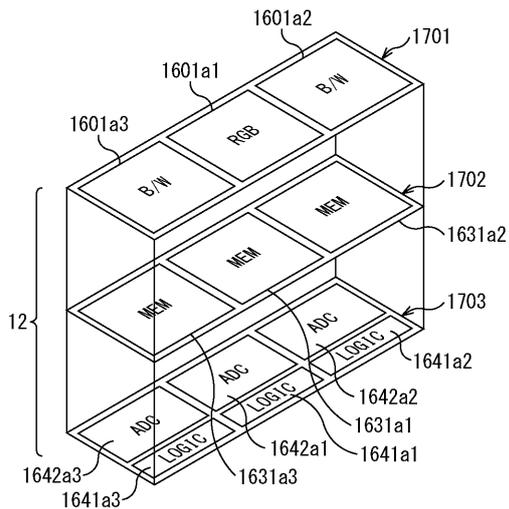
【 8 4 】

FIG. 84



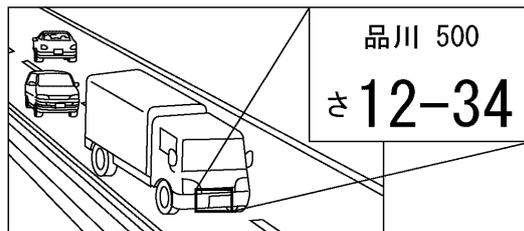
【図 85】

FIG. 85



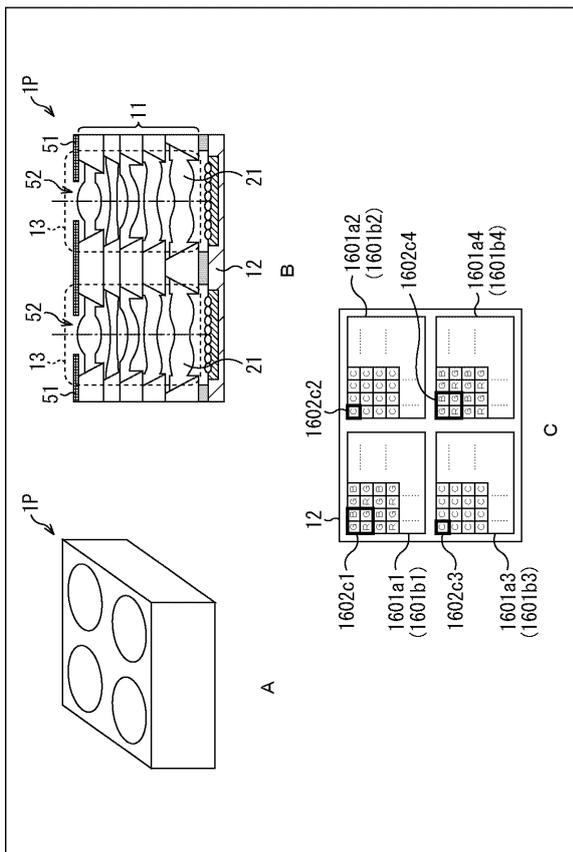
【図 86】

FIG. 86



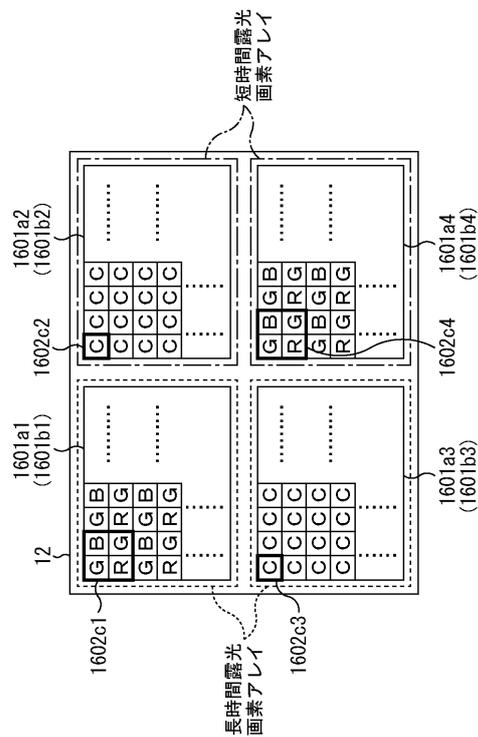
【図 87】

FIG. 87

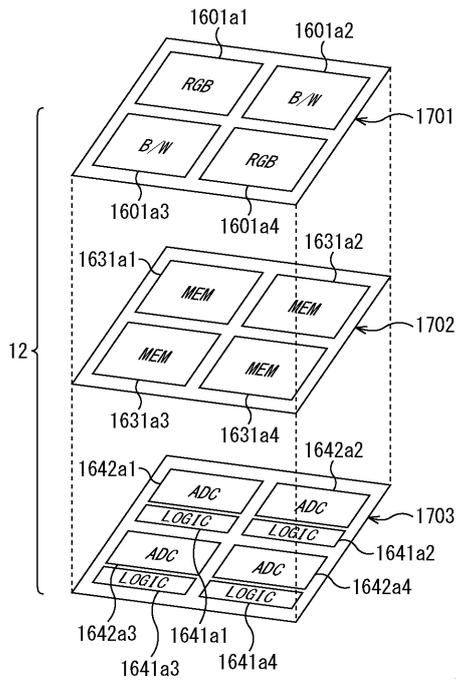


【図 88】

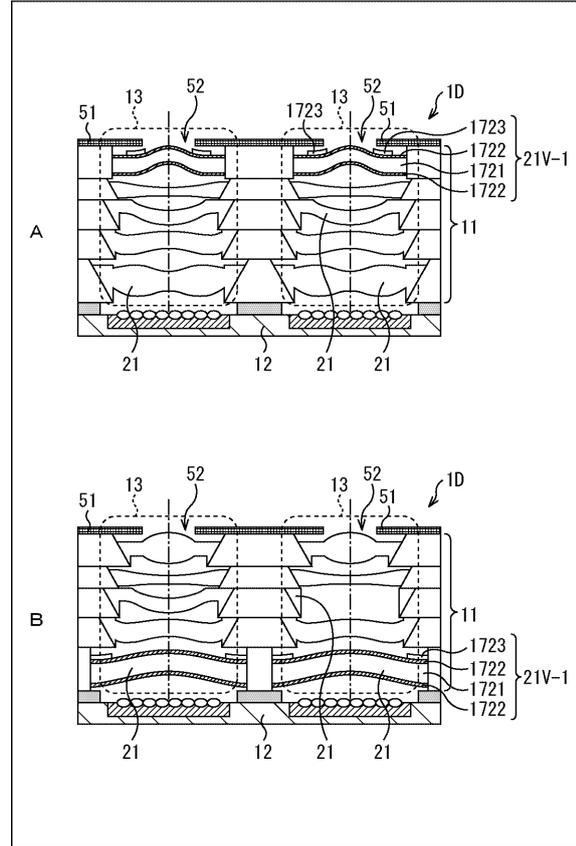
FIG. 88



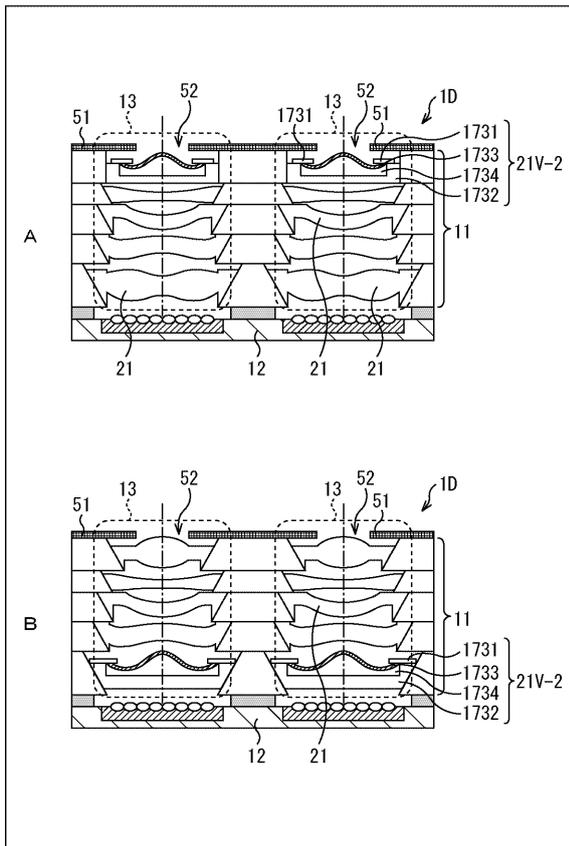
【 89 】  
FIG. 89



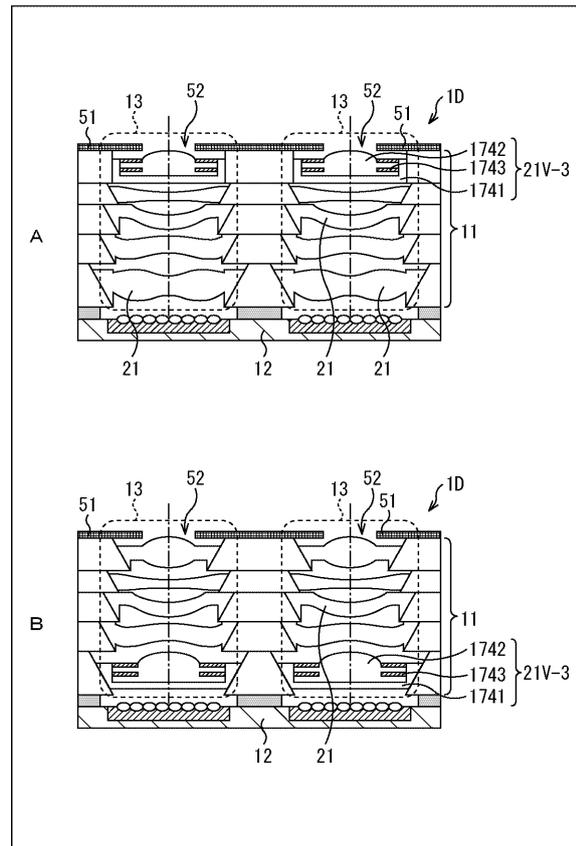
【 90 】  
FIG. 90



【 91 】  
FIG. 91

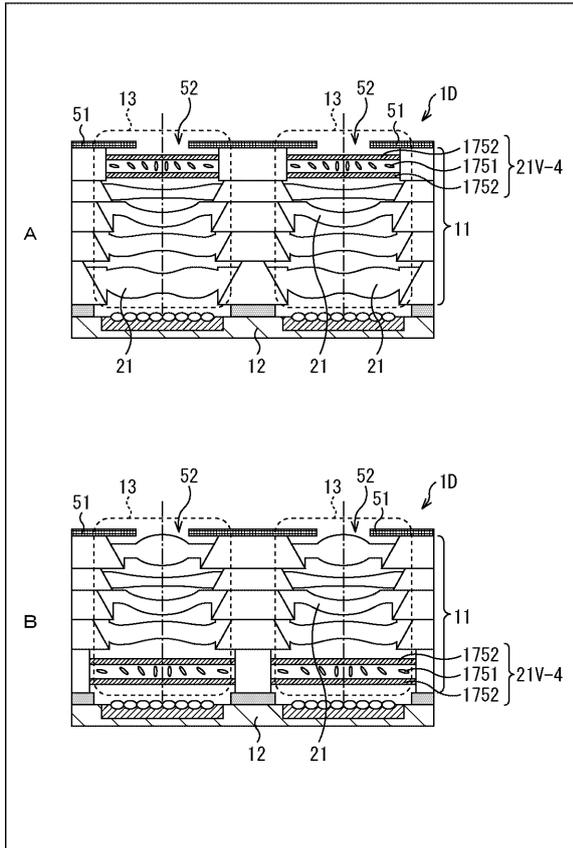


【 92 】  
FIG. 92



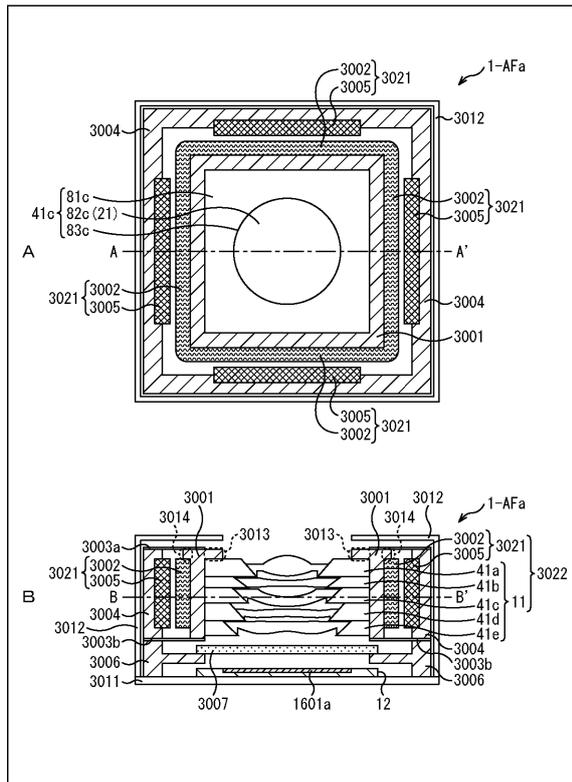
【 9 3 】

FIG. 93



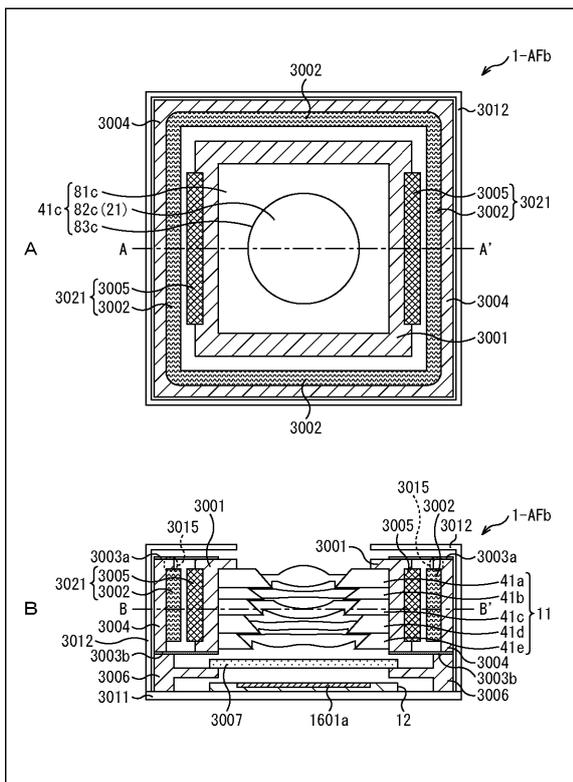
【 9 4 】

FIG. 94



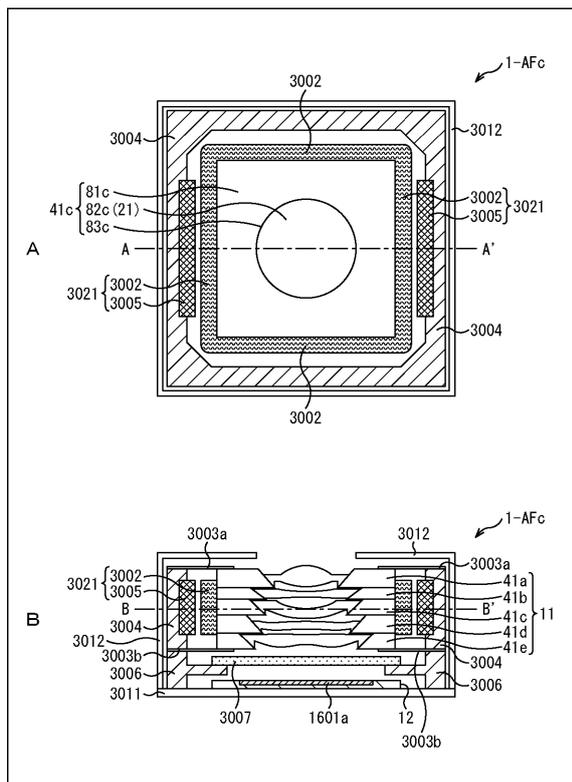
【 9 5 】

FIG. 95



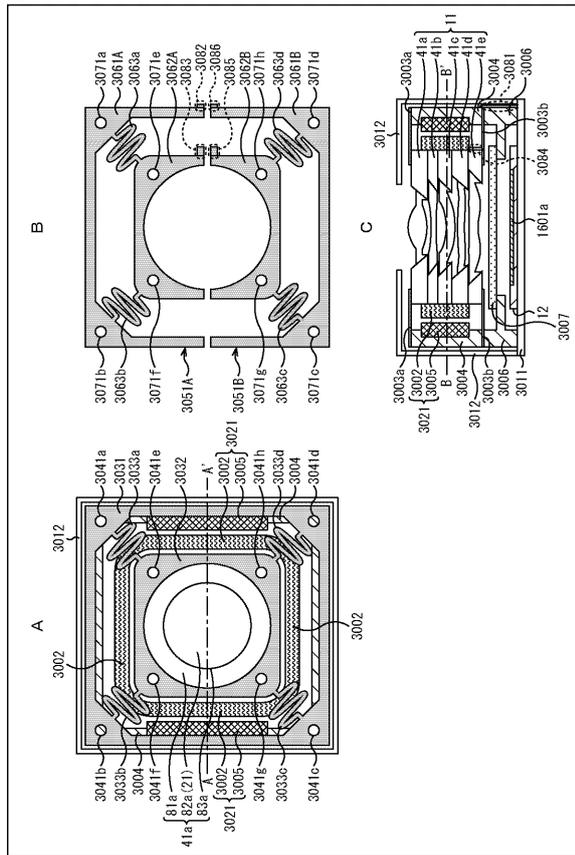
【 9 6 】

FIG. 96



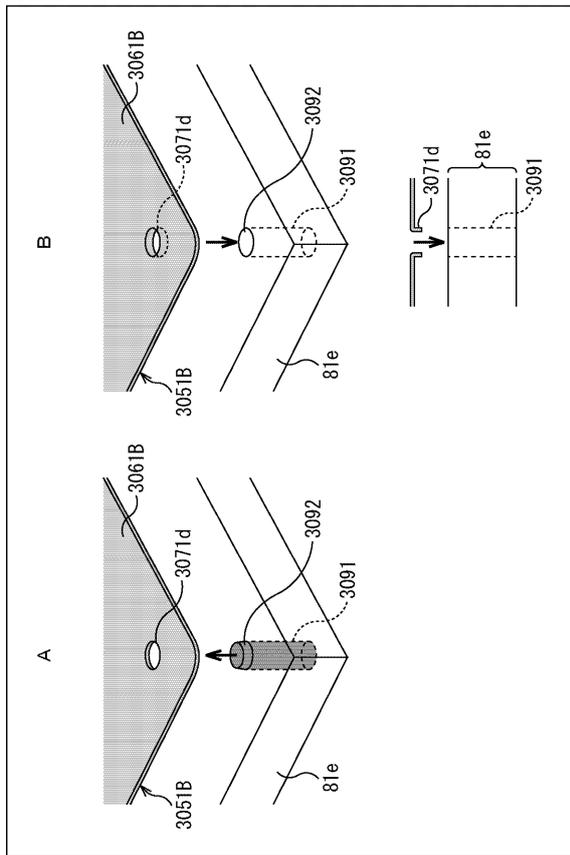
【 97 】

FIG. 97



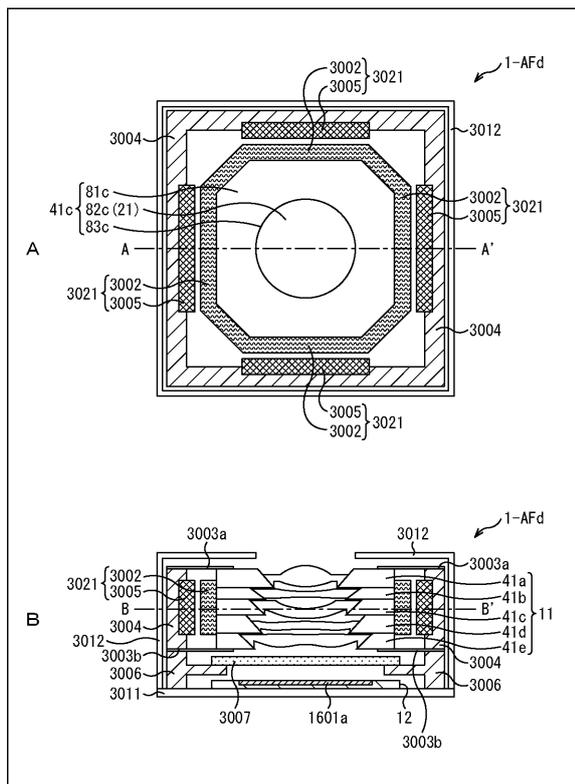
【 98 】

FIG. 98



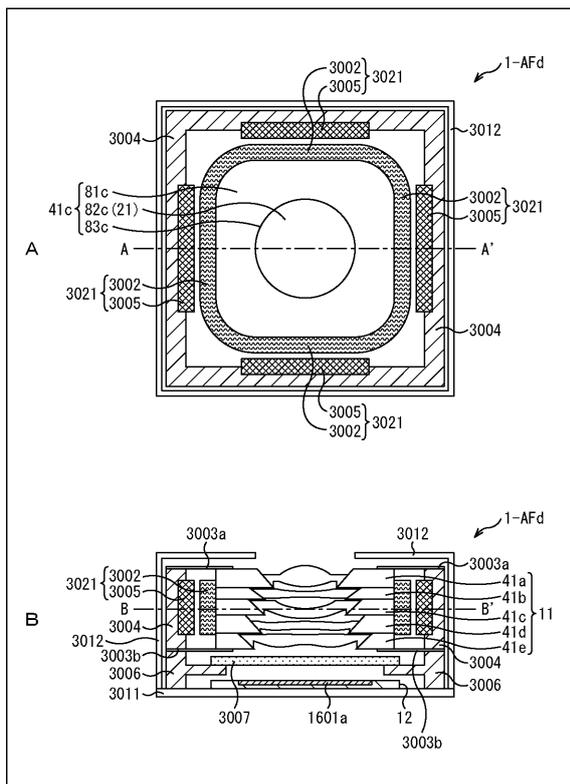
【 99 】

FIG. 99



【 100 】

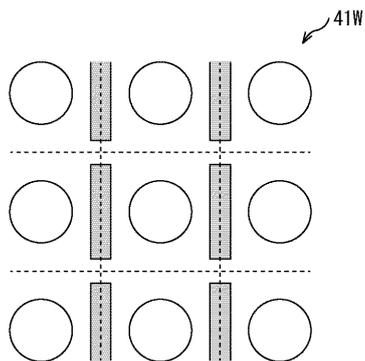
FIG. 100





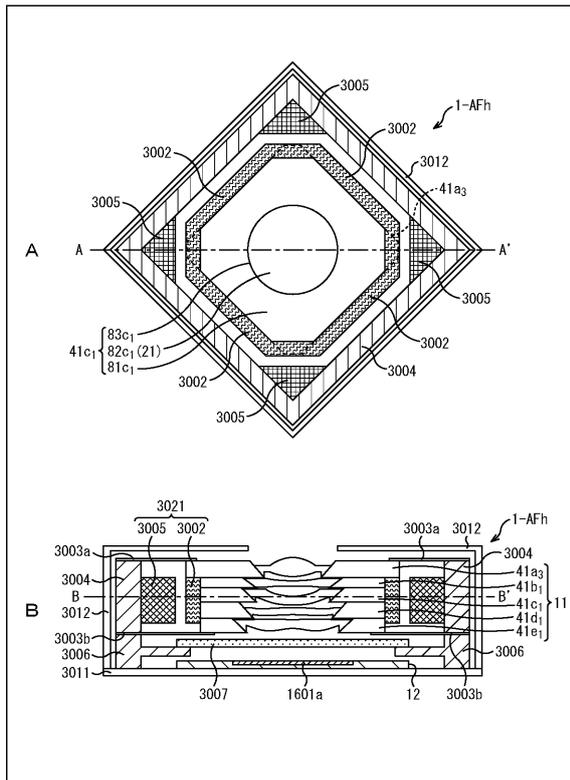
【 105 】

FIG. 105



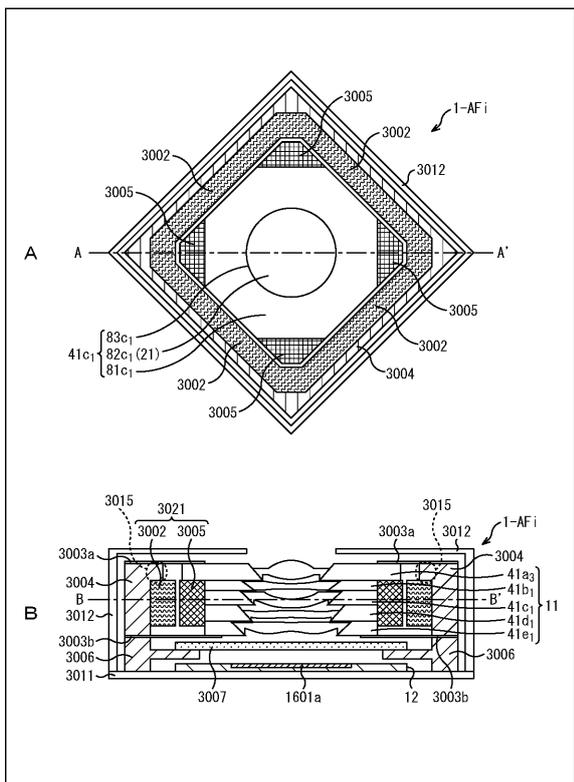
【 106 】

FIG. 106



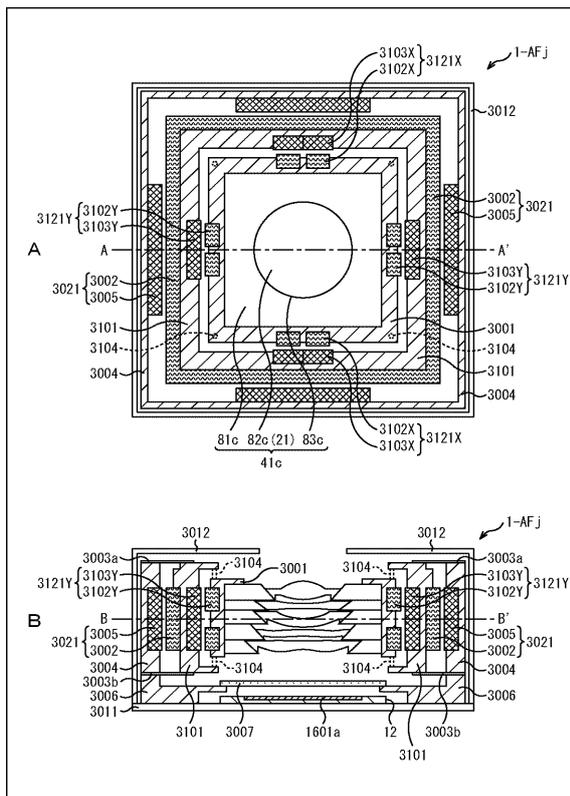
【 107 】

FIG. 107



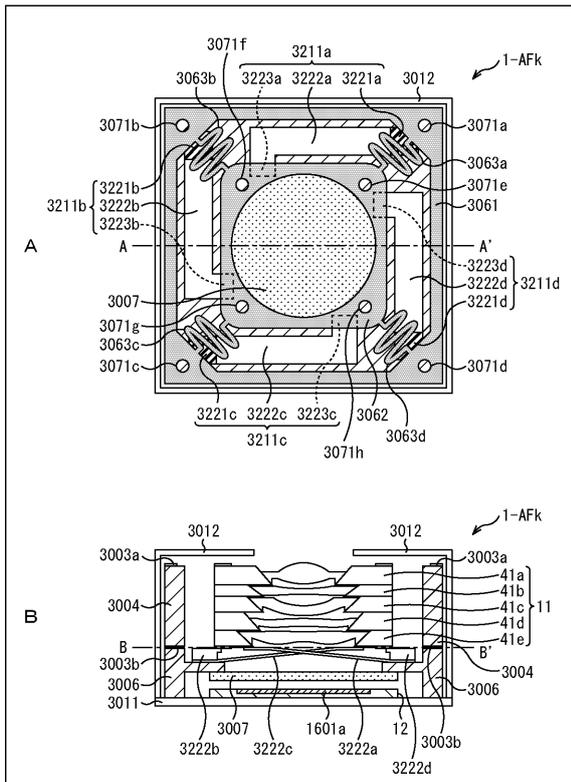
【 108 】

FIG. 108



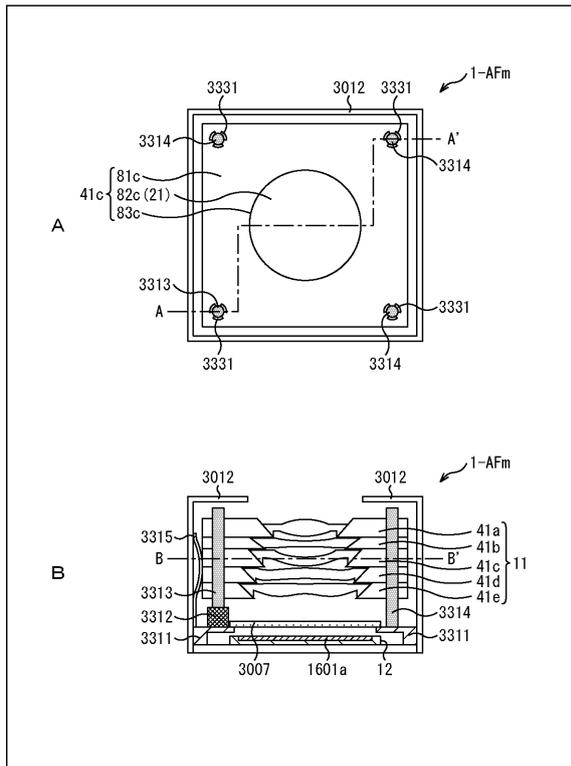
【 109 】

FIG. 109



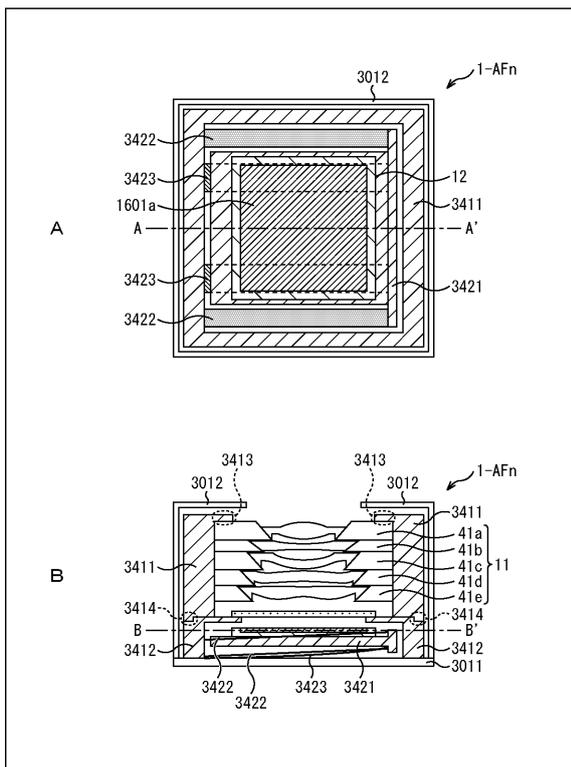
【 110 】

FIG. 110



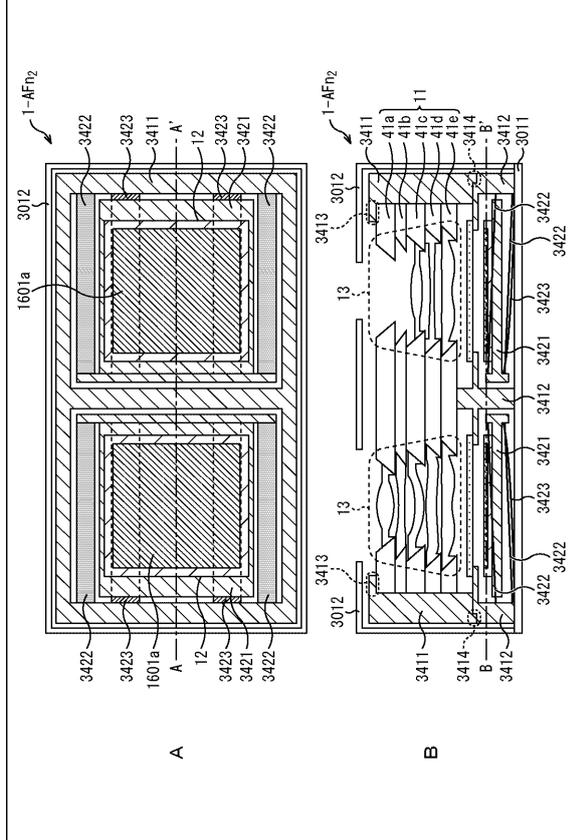
【 111 】

FIG. 111

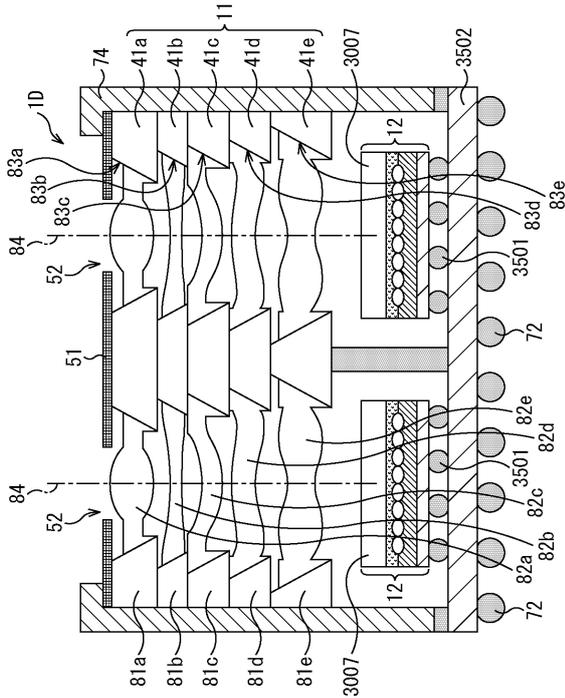


【 112 】

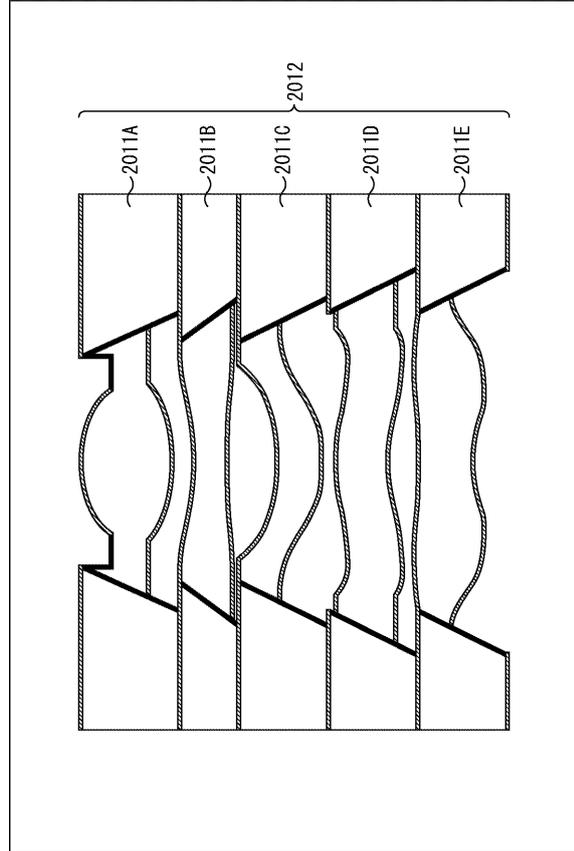
FIG. 112



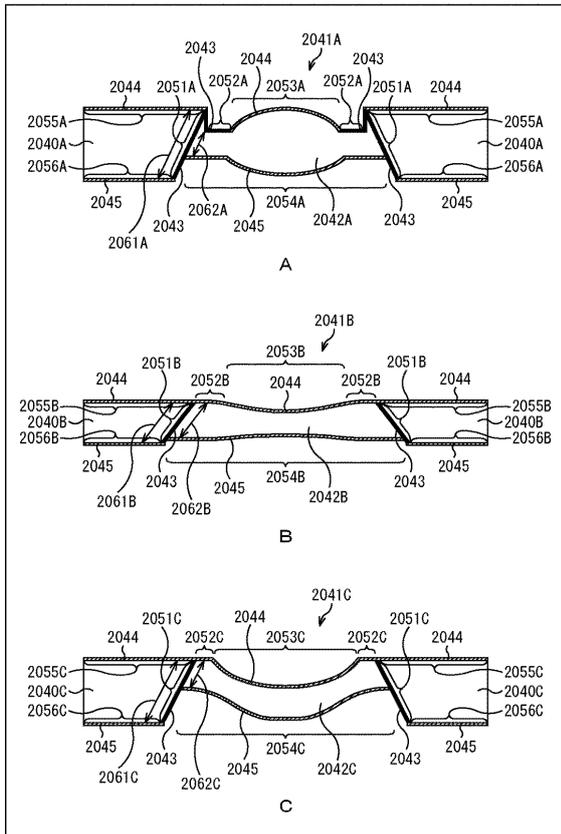
【 1 1 3 】  
FIG. 113



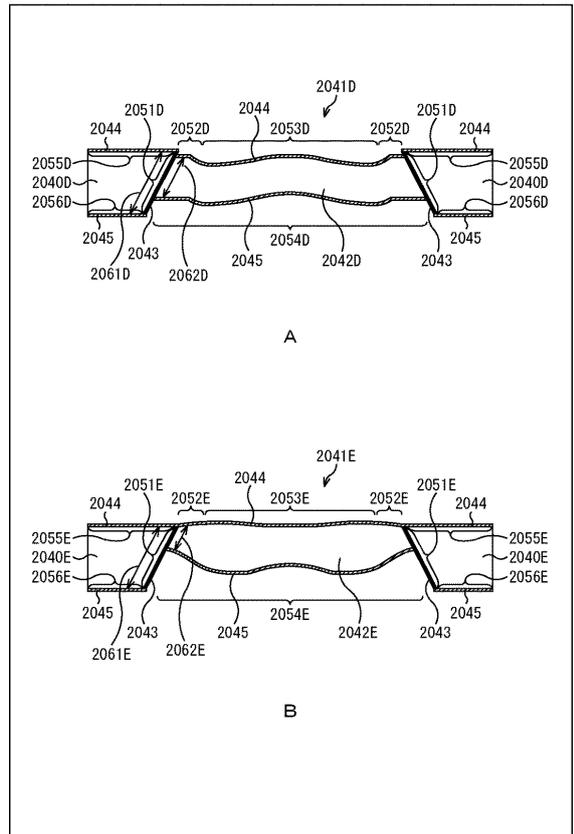
【 1 1 4 】  
FIG. 114



【 1 1 5 】  
FIG. 115

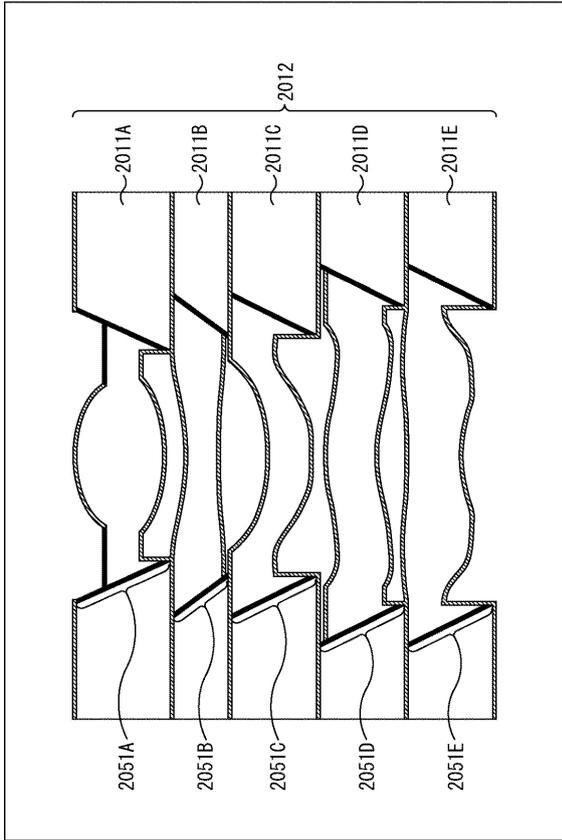


【 1 1 6 】  
FIG. 116



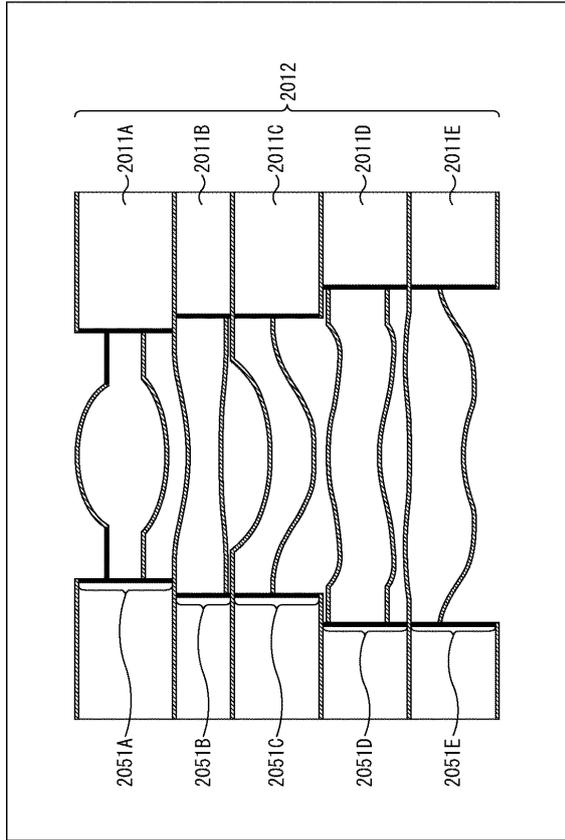
【 117 】

FIG. 117



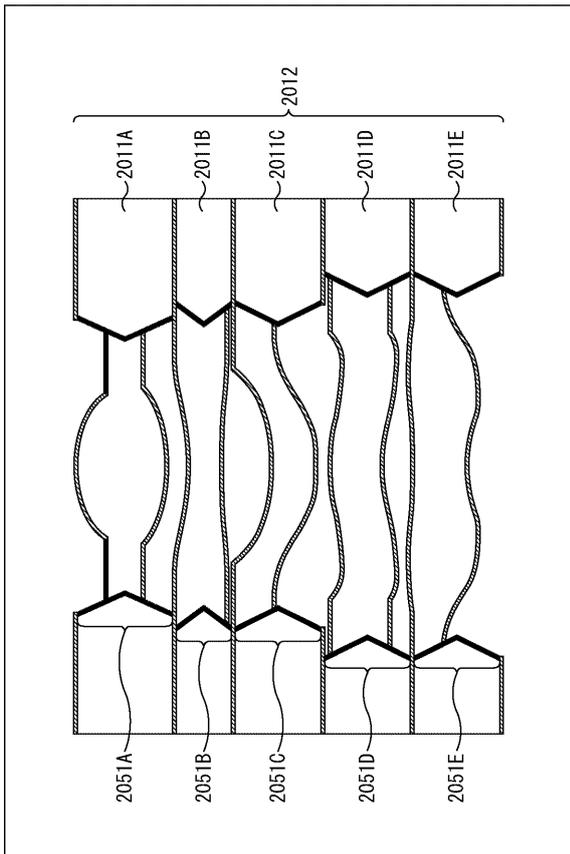
【 118 】

FIG. 118



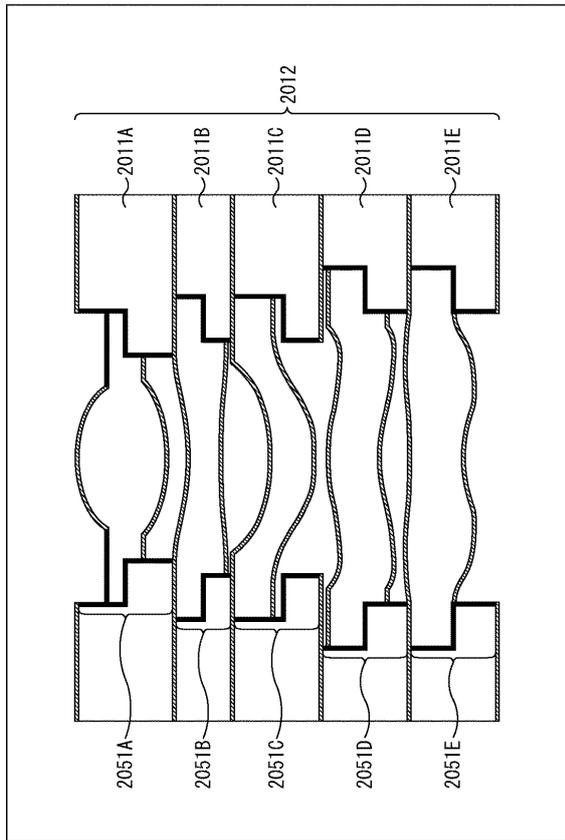
【 119 】

FIG. 119



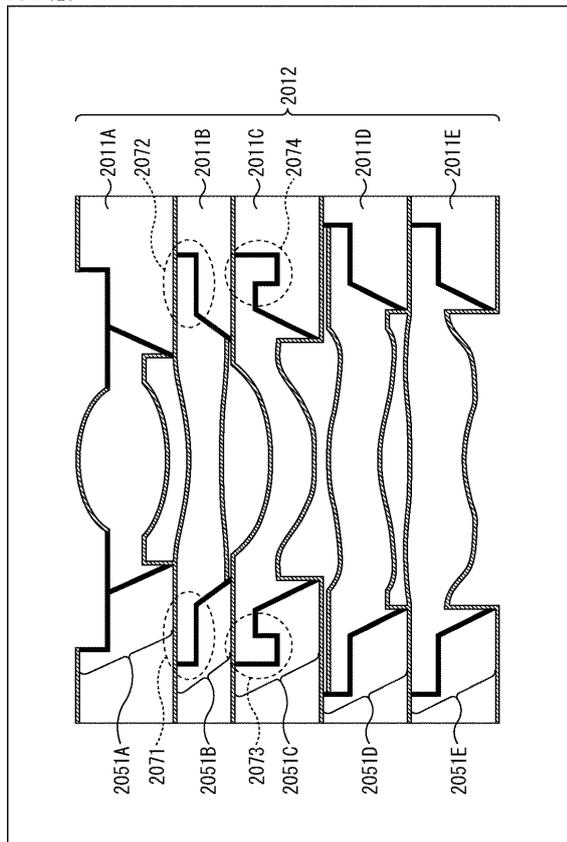
【 120 】

FIG. 120



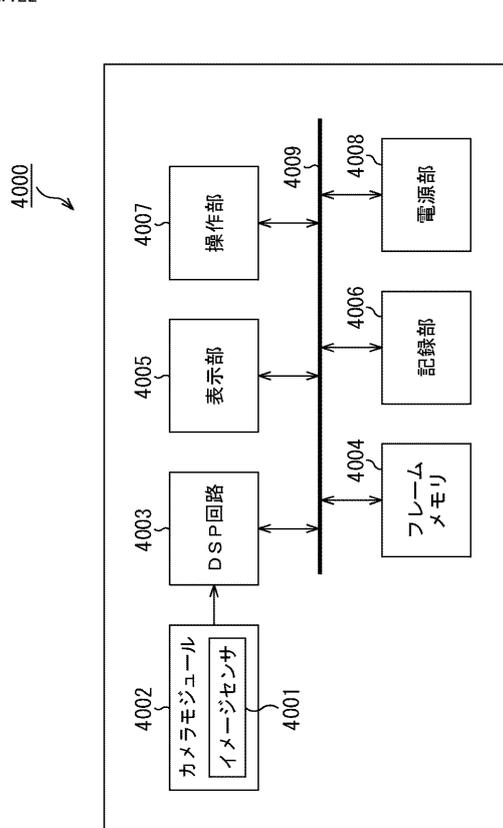
【図121】

FIG. 121

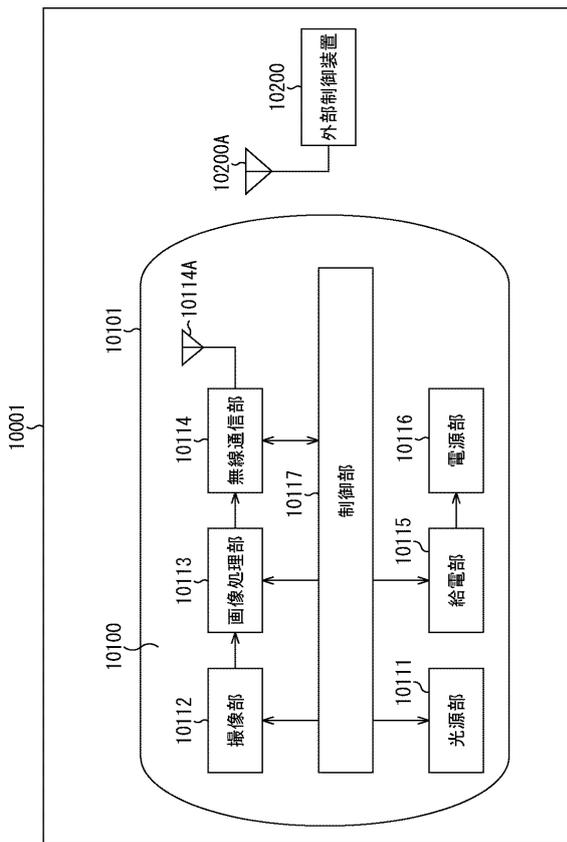


【図122】

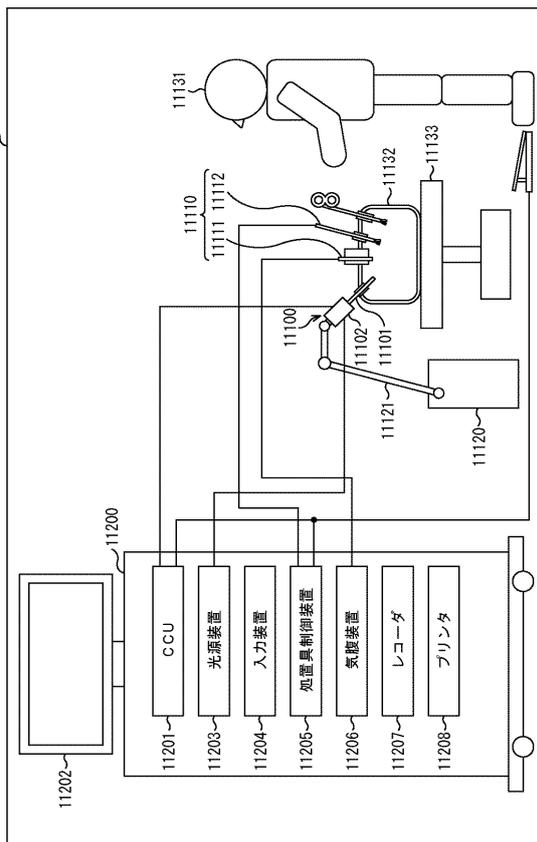
FIG. 122



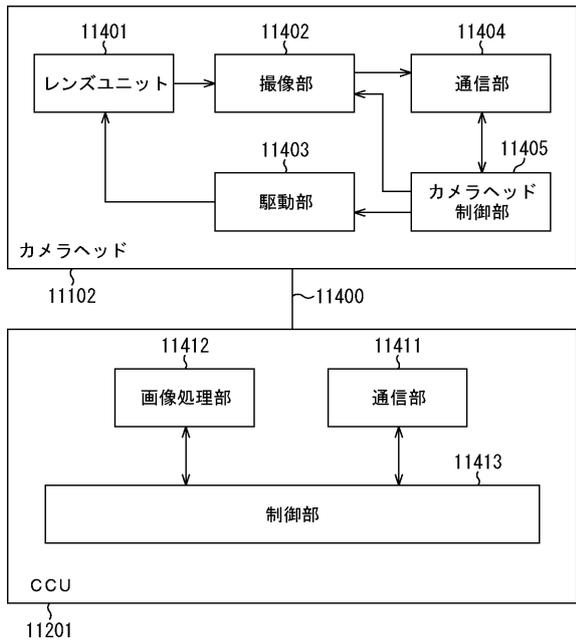
【図123】



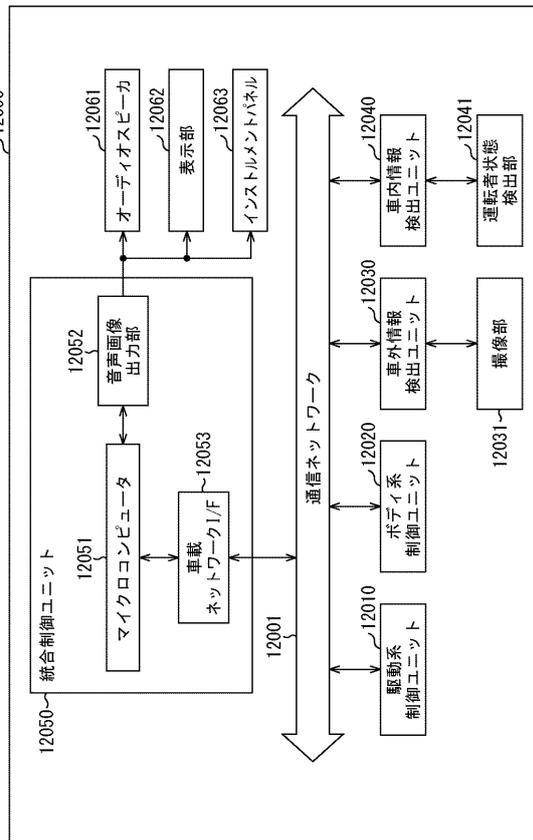
【図124】



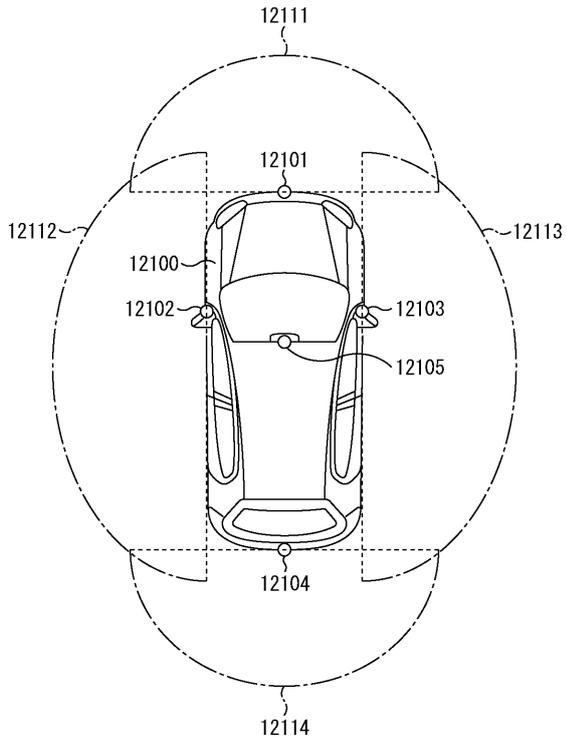
【図125】



【図126】



【図127】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
<b>G 0 2 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	1/04
<b>G 0 2 B</b>	<b>3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	3/00
			G 0 2 B	3/04
				A

- (72)発明者 松谷 弘康  
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
- (72)発明者 伊藤 啓之  
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
- (72)発明者 齋藤 卓  
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
- (72)発明者 大島 啓示  
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
- (72)発明者 岩崎 正則  
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
- (72)発明者 林 利彦  
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
- (72)発明者 佐藤 修三  
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
- (72)発明者 藤井 宣年  
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
- (72)発明者 田澤 洋志  
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
- (72)発明者 白岩 利章  
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
- (72)発明者 守屋 雄介  
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
- (72)発明者 石田 実  
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

審査官 三宅 克馬

- (56)参考文献 特開2012-032778(JP,A)  
特表2005-539276(JP,A)  
特開2009-279790(JP,A)  
特開2012-037549(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	7 / 0 2
G 0 3 B	5 / 0 0
G 0 2 B	1 / 0 4
G 0 2 B	3 / 0 0