

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-128501
(P2010-128501A)

(43) 公開日 平成22年6月10日(2010.6.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 3/14 (2006.01)	GO2B 3/14	2H044
GO2B 7/04 (2006.01)	GO2B 7/04	Z 2H051
GO2B 7/28 (2006.01)	GO2B 7/04	E
	GO2B 7/11	Z

審査請求 未請求 請求項の数 26 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-267761 (P2009-267761)
 (22) 出願日 平成21年11月25日(2009.11.25)
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0118354
 (32) 優先日 平成20年11月26日(2008.11.26)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 10-2009-0106672
 (32) 優先日 平成21年11月5日(2009.11.5)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 390019839
 三星電子株式会社
 SAMSUNG ELECTRONICS
 CO., LTD.
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
 Gyeonggi-do 442-742
 (KR)
 (74) 代理人 110000671
 八田国際特許業務法人
 (72) 発明者 崔 承 太
 大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14
 -1番地 三星綜合技術院内

最終頁に続く

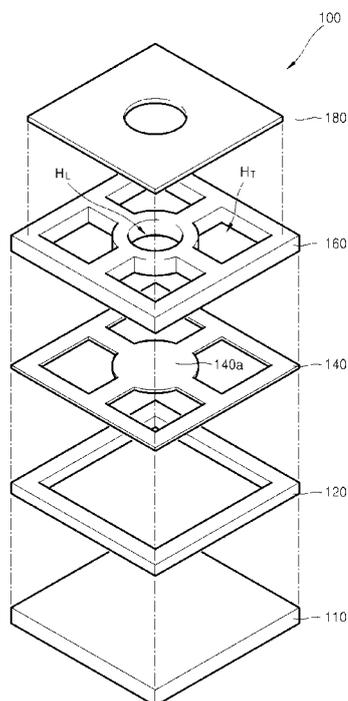
(54) 【発明の名称】 可変焦点レンズ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光学性能の向上と小型化とに適した構造を有する可変焦点レンズ及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 可変焦点レンズ及びその製造方法が開示される。該可変焦点レンズ100及びその製造方法によって提供される可変焦点レンズは、透光性基板110、透光性基板上に光学流体が充填される内部空間を形成するように設けられたスペーサフレーム120、複数のホールH_L、H_Tが形成され、スペーサフレームに隣接配された固定フレーム160、固定フレームの一面に形成された光学メンブレン140、及びアクチュエータ180を含む。該固定フレームは、光学流体に圧力を加えるアクチュエータと光学流体の流動とによって変形される光学メンブレンを支持する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透光性基板と、
前記透光性基板上に、内部空間を形成するように設けられたスペーサフレームと、
レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成され、対面する第1面及び第2面を有し、前記第1面が前記スペーサフレームに隣接するように配される固定フレームと、
前記固定フレームのレンズホールに対応するレンズ面を有し、前記第1面と対面するように配された光学メンブレンと、
前記内部空間を充填する光学流体と、
前記固定フレームに固設されたものであり、前記光学流体に圧力を印加し、前記レンズ面の形状を変化させるアクチュエータとを含む可変焦点レンズ。 10

【請求項 2】

前記スペーサフレームは、前記透光性基板のエッジを側壁として取り囲み、1つの内部空間を形成する形態に設けられることを特徴とする請求項1に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 3】

前記貫通ホールは、複数の貫通ホールによって構成され、
前記複数の貫通ホールは、前記レンズホールの周囲に形成されたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 4】

前記アクチュエータは、前記複数の貫通ホールを密封する形態に設けられたポリマーアクチュエータであることを特徴とする請求項3に記載の可変焦点レンズ。 20

【請求項 5】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第2面に形成され、
前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、固定フレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられることを特徴とする請求項4に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 6】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第1面に形成され、
前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられることを特徴とする請求項4に記載の可変焦点レンズ。 30

【請求項 7】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第1面に形成され、
前記光学メンブレンは、前記光学流体が充填された内部空間を密封する形態に、前記スペーサフレーム上に設けられることを特徴とする請求項4に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 8】

前記ポリマーアクチュエータは、P(VDF-TrFE-CFE)またはP(VDF-TrFE-CTFE)の材質からなることを特徴とする請求項4ないし請求項7のうち、いずれか1項に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 9】

前記光学メンブレンは、シリコン弾性重合体からなることを特徴とする請求項1ないし請求項8のうち、いずれか1項に記載の可変焦点レンズ。 40

【請求項 10】

前記透光性基板と前記スペーサフレームとが一体型に形成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項8のうち、いずれか1項に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 11】

前記固定フレームは、シリコン材質から形成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項8のうち、いずれか1項に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 12】

前記光学流体は、シリコンオイルであることを特徴とする請求項1ないし請求項8のうち 50

ち、いずれか 1 項に記載の記載の可変焦点レンズ。

【請求項 13】

所定の焦点距離を有する結像光学系に付加され、全体焦点距離を調節する可変焦点レンズにおいて、

透光性基板と、

前記透光性基板上に、内部空間を形成するように設けられたスペーサフレームと、

レンズホール及び少なくとも 1 つの貫通ホールが形成され、対面する第 1 面及び第 2 面を有し、前記第 1 面が前記スペーサフレームに隣接するように配される固定フレームと、前記固定フレームのレンズホールに対応するレンズ面を有し、前記第 1 面と対面するように配された光学メンブレンと、

前記内部空間を充填する光学流体と、

前記固定フレームに固設されたものであり、前記光学流体に圧力を印加し、前記レンズ面の形状を変化させるアクチュエータとを含み、

前記結像光学系からの光が入射される入射開口が A、画角が 2ω 、前記結像光学系から前記レンズ面までの距離が d であるとき、前記レンズホールの直径 D は、次の数式 (1) を満足する可変焦点レンズ。

【数 1】

$$D \geq A + 2d \cdot \tan \omega \quad \dots (1)$$

【請求項 14】

前記スペーサフレームは、前記透光性基板のエッジを側壁として取り囲み、1 つの内部空間を形成する形態に設けられることを特徴とする請求項 13 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 15】

前記貫通ホールは、複数の貫通ホールによって構成され、

前記複数の貫通ホールは、前記レンズホールの周囲に形成されたことを特徴とする請求項 13 または請求項 14 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 16】

前記アクチュエータは、前記複数の貫通ホールを密封する形態に設けられたポリマーアクチュエータであることを特徴とする請求項 15 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 17】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第 2 面に形成され、

前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、固定フレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられることを特徴とする請求項 16 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 18】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第 1 面に形成され、

前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられることを特徴とする請求項 16 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 19】

前記ポリマーアクチュエータは、前記第 1 面に形成され、

前記光学メンブレンは、前記光学流体が充填された内部空間を密封する形態に、前記スペーサフレーム上に設けられることを特徴とする請求項 16 に記載の可変焦点レンズ。

【請求項 20】

レンズホール及び少なくとも 1 つの貫通ホールが形成され、対面する第 1 面及び第 2 面を有する固定フレームを形成し、前記第 1 面の上に、前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、

前記レンズホールに対応するレンズ面を有する光学メンブレンを、前記第 2 面上に形成する段階と、

10

20

30

40

50

前記ポリマーアクチュエータ、固定フレーム、光学メンブレンと共に、所定内部空間を形成するように、スペーサフレームを形成する段階と、

前記内部空間を光学流体で充填する段階と、

前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階とを含む可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 1】

レンズホール及び少なくとも 1 つの貫通ホールが形成され、対面する第 1 面及び第 2 面を有する固定フレームを形成し、前記第 1 面の上に、前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、

前記レンズホールに対応するレンズ面を有する光学メンブレンを、前記第 1 面上に形成する段階と、

前記ポリマーアクチュエータ、光学メンブレンと共に、所定内部空間を形成するように、スペーサフレームを形成する段階と、

前記内部空間を光学流体で充填する段階と、

前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階とを含む可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 2】

レンズホール及び少なくとも 1 つの貫通ホールが形成された固定フレームを形成し、前記固定フレーム上に、前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、

対面する第 1 面及び第 2 面を有する光学メンブレンを準備し、前記光学メンブレンのエッジを側壁として取り囲む形態のスペーサフレームを、前記第 1 面上に形成して内部空間を形成する段階と、

前記内部空間に光学流体を注入する段階と、

前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階と、

前記ポリマーアクチュエータが形成された固定フレームを、前記光学メンブレンの第 2 面に付着する段階とを含む可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 3】

前記光学メンブレンをシリコン弾性重合体材質から形成することを特徴とする請求項 2 0 ないし請求項 2 2 のうち、いずれか 1 項に記載の記載の可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 4】

前記固定フレームをシリコン材質から形成することを特徴とする請求項 2 0 ないし請求項 2 2 のうち、いずれか 1 項に記載の記載の可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 5】

前記ポリマーアクチュエータを P (V D F - T r F E - C F E) または P (V D F - T r F E - C T F E) の材質から形成することを特徴とする請求項 2 0 ないし請求項 2 2 のうち、いずれか 1 項に記載の記載の可変焦点レンズの製造方法。

【請求項 2 6】

前記光学流体としてシリコンオイルを使用することを特徴とする請求項 2 0 ないし請求項 2 2 のうち、いずれか 1 項に記載の記載の可変焦点レンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変焦点レンズ及びその製造方法に係り、特に、ウェーハ上で製作可能な構造を有し、カメラモジュールなどの電子機器に適用されうる可変焦点レンズ及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線携帯通信機器は、単純な電話及びメッセージ伝達の機能を超え、カメラ、ゲーム、音楽再生、放送、インターネットなどの多様な機能を含む多目的電子機器として発展して

10

20

30

40

50

いる。これと共に、だんだんと小さい空間に多くの機能要素を集積して入れるための試みがなされているが、サイズを縮小させることが非常に困難なモジュールのうちの一つがカメラモジュールである。さらに良好な映像を得るために、自動焦点、手揺れ防止、ズームなどの機能を具現する要素を続けて追加しなければならないので、結像光学系のサイズを縮めるのは限界がある。

【0003】

既存カメラで、自動焦点機能を具現するための代表的な方法としては、ステップモータ (step motor) を使用する方法、ボイスコイルモータ (VCM: voice coil motor) を使用する方法、液体レンズを使用する方法などがある。前記方法のうち、ステップモータやボイスコイルモータを使用する方法は、サイズの制約のため

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述の必要性によって、本発明の実施例は、光学性能の向上と小型化とに適した構造を有する可変焦点レンズ及びその製造方法を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施例による可変焦点レンズは、透光性基板と、前記透光性基板上に、内部空間を形成するように作られたスペーサフレームと、レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成され、対面する第1面及び第2面を有し、前記第1面が前記スペーサフレームに隣接するように配される固定フレームと、前記固定フレームのレンズホールに対応するレンズ面を有し、前記第1面と対面するように配された光学メンブレンと、前記内部空間を充填する光学流体と、前記固定フレームに固設され、前記光学流体に圧力を印加し、前記レンズ面の形状を変化させるアクチュエータとを含む。

20

【0006】

前記スペーサフレームは、前記透光性基板のエッジを側壁として取り囲み、1つの内部空間を形成する形態に設けられうる。

30

【0007】

前記貫通ホールは、複数の貫通ホールによって構成され、前記複数の貫通ホールは、前記レンズホールの周囲に形成されうる。

【0008】

前記アクチュエータは、前記複数の貫通ホールを密封する形態に設けられるポリマーアクチュエータでありうる。

【0009】

本発明の一実施例によれば、前記ポリマーアクチュエータは、前記第2面に形成され、前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、固定フレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられうる。

40

【0010】

本発明の一実施例によれば、前記ポリマーアクチュエータは、前記第1面に形成され、前記光学流体は、前記透光性基板、スペーサフレーム、光学メンブレン及び前記ポリマーアクチュエータによって形成された空間を充填するように設けられうる。

【0011】

本発明の一実施例によれば、前記ポリマーアクチュエータは、前記第1面に形成され、前記光学メンブレンは、前記スペーサフレーム上に前記光学流体が充填された内部空間を密封する形態に設けられうる。

【0012】

本発明の一実施例による可変焦点レンズは、所定の焦点距離を有する結像光学系に付加

50

され、全体焦点距離を調節する可変焦点レンズにおいて、透光性基板と、前記透光性基板上に、内部空間を形成するように設けられたスペーサフレームと、レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成され、対面する第1面及び第2面を有し、前記第1面が前記スペーサフレームに隣接するように配される固定フレームと、前記固定フレームのレンズホールに対応するレンズ面を有し、前記第1面と対面するように配された光学メンブレンと、前記内部空間を充填する光学流体と、前記固定フレームに固設され、前記光学流体に圧力を印加し、前記レンズ面の形状を変化させるアクチュエータとを含み、前記結像光学系からの光が入射される入射開口がA、画角が 2ω 、前記結像光学系から前記レンズ面までの距離がdであるとき、前記レンズホールの直径Dは、次式(1)を満足する。

【0013】

【数1】

$$D \geq A + 2d \cdot \tan \omega \quad \dots (1)$$

【0014】

本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法は、レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成され、対面する第1面及び第2面を有する固定フレームを形成し、前記第1面上に、前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、前記レンズホールに対応するレンズ面を有する光学メンブレンを、前記第2面上に形成する段階と、前記ポリマーアクチュエータ、固定フレーム、光学メンブレンと共に、所定内部空間を形成するように、スペーサフレームを形成する段階と、前記内部空間を光学流体で充填する段階と、前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階とを含む。

【0015】

本発明の他の実施例による可変焦点レンズの製造方法は、レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成され、対面する第1面及び第2面を有する固定フレームを形成し、前記第1面上に、前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、前記レンズホールに対応するレンズ面を有する光学メンブレンを、前記第1面上に形成する段階と、前記ポリマーアクチュエータ、光学メンブレンと共に、所定内部空間を形成するように、スペーサフレームを形成する段階と、前記内部空間を光学流体で充填する段階と、前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階とを含む。

【0016】

本発明の他の実施例による可変焦点レンズの製造方法は、レンズホール及び少なくとも1つの貫通ホールが形成された固定フレームを形成し、前記固定フレーム上に前記固定フレームに固定されるように、ポリマーアクチュエータを形成する段階と、互いに対面する第1面及び第2面を有する光学メンブレンを準備し、前記第1面上に、前記光学メンブレンのエッジを側壁として取り囲む形態のスペーサフレームを形成して内部空間を形成する段階と、前記内部空間に光学流体を注入する段階と、前記スペーサフレーム上に、前記光学流体を密封する透光性基板を形成する段階と、前記ポリマーアクチュエータが形成された固定フレームを、前記光学メンブレンの第2面に付着する段階とを含む。

【発明の効果】

【0017】

本発明の実施例による可変焦点レンズは、レンズ厚を形成する光学流体の厚さを薄くすることができる構造を提示する。これにより、良好な光学性能を維持しつつも、レンズ径をさらに小さく形成でき、全体素子サイズが小さくなって量産に有利である。また、固定フレームが光学メンブレンを外部から支持する構造であって、接合部の信頼性が高い。

【0018】

本発明の実施例による製造方法は、本発明の実施例による可変焦点レンズを提供し、また、ポリマーアクチュエータを固定フレーム上に直接形成するという点で、製造工程がさ

10

20

30

40

50

らに容易である。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施例による可変焦点レンズの概略的な構造を示す分離斜視図である。

【図2】本発明の実施例による可変焦点レンズの概略的な構造を示す部分切開斜視図である。

【図3】本発明の実施例による可変焦点レンズの概略的な構造を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例による可変焦点レンズとの比較例として図示した可変焦点レンズの概略的な断面図である。

【図5】レンズ径と空間周波数との関係を、比較例と実施例とについて図示したグラフである。

10

【図6】レンズ径による形状エラーを、光学メンブレンの厚さ、ヤング率のいくつかの組み合わせについて表したグラフである。

【図7】本発明の他の実施例による可変焦点レンズの概略的な構成を示す断面図である。

【図8】本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズの概略的な構成を示す断面図である。

【図9】本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズの概略的な構成を示す断面図である。

【図10】本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズの概略的な構成を示す断面図である。

20

【図11A】本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図11B】本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図11C】本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図11D】本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図11E】本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

30

【図12A】本発明の他の実施例（図9）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図12B】本発明の他の実施例（図9）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図12C】本発明の他の実施例（図9）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図12D】本発明の他の実施例（図9）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図12E】本発明の他の実施例（図9）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

40

【図13A】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図13B】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図13C】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図13D】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【図14A】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

50

【図14B】本発明の他の実施例（図10）による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付された図面を参照しつつ、本発明の望ましい実施例について詳細に説明する。以下の図面で、同じ参照符号は、同じ構成要素を指し、図面上で、各構成要素のサイズは、説明の明瞭性のために便宜上誇張されていることがある。

【0021】

図1、図2及び図3は、それぞれ本発明の実施例による可変焦点レンズの構造を示す分離斜視図、部分切開斜視図及び断面図である。

10

【0022】

図面を参照すれば、可変焦点レンズ100は、透光性基板110、透光性基板110上に内部空間を形成するように設けられたスペーサフレーム120、複数のホール H_L 、 H_T が形成された固定フレーム160、固定フレーム160とスペーサフレーム120との間に設けられ、レンズ面140aを有する光学メンブレン140、前記内部空間を充填する光学流体170、固定フレーム160のホールを介して光学流体170に圧力を印加し、レンズ面140aの形状を変化させるアクチュエータ180を含む。

【0023】

透光性基板110は、光を透過させる透明または半透明の材質から形成され、例えば、ガラス基板が採用されうる。

20

【0024】

スペーサフレーム120は、透光性基板110上に内部空間を形成できる形態に設けられ、図示されているように、透光性基板110のエッジ方向を側壁として取り囲む形態を有することができる。このような構造により、前記内部空間は、1つの空間として形成され、内部空間が光学流体によって充填され、アクチュエータ180の圧力によってレンズ面140aが変形される時、光学流体の移動が同じ空間で起こる。すなわち、既存の構造で、別個に設けられる流体室とレンズ室とが、実施例では、物理的に区分されない形態である。スペーサフレーム120は、光学流体170のレンズ面140aまでの厚さを形成するために設けられるものであり、すなわち、スペーサフレーム120の厚さによって、レンズ厚が決まる。従って、精巧な外郭形状が要求されることはないので、シリコン材質ではない他の多様な材質から形成され、厚さを比較的自由に定めることができる。

30

【0025】

固定フレーム160は、アクチュエータ180と光学メンブレン140との変形時に、これらを支持するために、アクチュエータ180に固設されるものであり、例えば、シリコン材質から形成され、複数のホール H_L 、 H_T を含む。該複数のホールは、レンズホール H_L と、レンズホール H_L の周辺に形成された貫通ホール H_T とを含む。レンズホール H_L は、光学メンブレン140のレンズ面140aに対応する領域であり、アクチュエータ180が光学流体170に圧力を加えるとき、レンズ面140aの形状が変わりうる空間を提供する。貫通ホール H_T は、アクチュエータ180の作動時に、これを介して光学流体170に圧力を印加するように設けられ、図面には、4つで図示されているが、それは例示的なものである。

40

【0026】

光学メンブレン140は、レンズホール H_L を密封するレンズ面140aを有し、固定フレーム160の一面に設けられる。光学メンブレン140は、例えば、図示されているように、固定フレーム160のレンズホール H_L を密封し、貫通ホール H_T は、いずれもオープンな形状に設けられうる。ただし、これは例示的なものであり、貫通ホール H_T の一部だけをオープンにしたり、貫通ホール H_T を密封する形態に設けられることも可能である。光学メンブレン140は、透明であって弾性を有する物質、例えば、シリコン弾性重合体（elastomer）からなりうる。また、耐久性及び柔軟性にすぐれるポリジメチルシロキサン（PDMS：polydimethylsiloxane）が採用され

50

うる。光学メンブレン140のレンズ面140aにはまた、反射防止コーティング層及び赤外線遮断コーティング層のような機能性コーティング層または保護層がさらに形成される。

【0027】

アクチュエータ180は、貫通ホール H_T を介して、光学流体170に圧力を印加するように設けられるものであり、一般的に使われている多様な方式のアクチュエータが使われうる。本実施例で、アクチュエータ180としては、厚さが非常に薄くて消費電力の少ないエレクトロアクティブポリマー(EAP: electro active polymer)からなる一般的なポリマーアクチュエータが使われ、リラクサ強誘電体P(VDF-TrFE-CFE)、リラクサ強誘電体P(VDF-TrFE-CTFE)のような混成重合体から製作されたリラクサ強誘電体(relaxor ferroelectric)ポリマーアクチュエータが採用される(VDF: vinylidene fluoride、TrFE: trifluoroethylene、CFE: chlorofluoroethylene、CTFE: chlorotrifluoroethylene)。アクチュエータ180は、その構成が詳細に図示されているわけではないが、電圧印加によって、電歪(electrostrictive strain)が誘発され、隣接した光学流体170に圧力を印加する。アクチュエータ180は、複数の貫通ホール H_T を介して、個別的に圧力印加調節が可能ないように、複数の部分に分けられた構成を有することも可能である。

10

【0028】

本実施例で、アクチュエータ180は、貫通ホール H_T を密封する形態に設けられたポリマーアクチュエータ180であり、固定フレーム160の他の一面、すなわち、光学メンブレン140が設けられた面の向かい側面に形成されている。これによって、透光性基板110、スペーサフレーム120、固定フレーム160、光学メンブレン140及びポリマーアクチュエータ180によって形成された空間が流体室FC(fluid chamber)になり、この中に光学流体170が充填されている。光学流体170としては、例えば、シリコンオイルが採用されうる。

20

【0029】

図面では、ポリマーアクチュエータ180が、貫通ホール H_T を密封する形態に設けられているが、これは例示的なものであり、一般的な弾性膜が貫通ホール H_T を密封し、弾性膜上にポリマーアクチュエータ180が形成される構成も可能である。

30

【0030】

本発明の実施例による可変焦点レンズ100の作用について、断面図を図示した図3を参照しつつ、さらに詳細に説明すれば、次の通りである。

【0031】

可変焦点レンズ100の焦点距離変化は、ポリマーアクチュエータ180の駆動によってなされる。ポリマーアクチュエータ180が、電圧印加によって、点線で示されたように、下に湾曲変形されるとき(図3の左右両側)、光学流体170に流動が形成され、流体室FC形状が変化し、光学メンブレン140のレンズ面140a部分が突き出すように変形される(図3の中央)。このような変形が起きるとき、本発明の実施例の可変焦点レンズ100は、固定フレーム160が光学メンブレン140を外部から支持する形態で、光学メンブレン140と固定フレーム160との接合部の信頼性がさらに高い構造となる。

40

【0032】

レンズ面140aの変形量は、ポリマーアクチュエータ180の変形及び光学メンブレン140の物性、例えば、ヤング率(Young's modulus)とポアソン比(Poisson's ratio)とによって決まる。レンズ面140aの曲率は、光学流体170の屈折率と共に、焦点距離を変化させる要因になるので、適切な範囲で焦点調節が可能ないように、ポリマーアクチュエータ180を駆動させる。

【0033】

50

本発明の実施例による可変焦点レンズ100は、単独で使われることも可能であるが、所定焦点距離を有する結像光学系に付加され、全体焦点距離を調節できるように使われる。この場合、結像光学系（図示せず）からの光が可変焦点レンズ100に入射される入射開口がA、画角が 2ω 、結像光学系からレンズ面140aまでの距離がdであるとき、可変焦点レンズ100でのレンズ径に該当する長さDは、次の数式(1)を満足しなければならない。

【0034】

【数2】

$$D \geq A + 2d \cdot \tan \omega \quad \dots (1)$$

10

【0035】

ここで、距離dは、結像光学系で、可変焦点レンズ100側の最初の光学要素からレンズ面140aまでの距離であり、可変焦点レンズ100の厚さtが大きくなるほどに大きくなる。可変焦点レンズ100の厚さtは、光学流体170のレンズ面140aまでの厚さとして定義される。本発明の実施例で、前記厚さtは、スペーサフレーム120の厚さによって決まるが、すなわち、スペーサフレーム120の厚さを小さく形成するほど、レンズ径Dを小さくすることが可能である。

【0036】

本発明の実施例による可変焦点レンズ100との比較例として図示した図4を参照すれば、比較例の可変焦点レンズ1は、基板10上に形成された固定フレーム20、固定フレーム20の全面を覆うメンブレン40、及びメンブレン40の上面に設けられたアクチュエータ60を含む。このような構造で、可変焦点レンズ1の厚さを形成する光学流体の厚さは、固定フレーム20の厚さによって決まるが、固定フレーム20は、一般的にシリコン基板から製造されており、その厚さが少なくとも300 μm 以上になる。従って、このような構造の可変焦点レンズ1を、所定焦点距離を有する結像光学系に付加し、全体焦点距離を調節しようとするとき、前記数式(1)に示された距離dを狭めるのに限界があって、従って、レンズ径Dを縮めるのにも限界がある。

20

【0037】

このように、レンズ厚を小さくすることは、数式(1)の条件を満足するレンズ径を縮めることができる効果がある。それだけではなく、光学性能の面を考慮するときも、レンズ厚が小さい場合、同じ光学性能を小さいレンズ径で具現する効果があって、これは、図5のグラフを介して知ることができる。

30

【0038】

図5は、レンズ径と空間周波数との関係を、比較例と実施例とについて図示したグラフである。比較例のレンズ厚は、300 μm であり、実施例のレンズ厚は、150 μm である場合である。グラフは、0.7フィールド(field)を基準に、MTF(modulation transfer function)30%になる空間周波数を図示したものであり、実施例の場合、空間周波数が比較例の場合よりもさらに高く示されることが分かる。例えば、レンズ厚が小さい実施例の場合、同じ空間周波数を、比較例よりも小さいレンズ径で具現できるのである。

40

【0039】

レンズ径を縮めることは、全体素子のサイズを縮めるという効果があって、それ以外にも、重力による形状エラーを減らす効果がある。図6は、レンズ径による形状エラーを、レンズ面140aを形成する光学メンブレン140の厚さ(tm)、ヤング率(E)のいくつかの組み合わせについて示したグラフである。可変焦点レンズ100が使われるとき、一般的に、図3の断面図での側部、すなわち、左側または右側が重力方向になる。その場合、重力による光学流体170の流動は、レンズ面140a形状の歪曲を起こす。かような形状エラー(shape)は、光学メンブレン140の最大反り特性であって、次の数式(2)の通り定義される。

50

【 0 0 4 0 】

【 数 3 】

$$e_{shape} = F \frac{\rho D^5}{Et^3} \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

【 0 0 4 1 】

ここで、 ρ は、光学流体 170 の密度、 t は、光学メンブレン 140 の厚さ、 E は、光学メンブレン 140 のヤング率、 D は、レンズ径、 F は、ロード分布係数 (load distribution factor) である。

10

【 0 0 4 2 】

前記数式 (2) は、表面張力やプレテンション (pretension) の影響を考慮しない近似式であり、図 6 のグラフを図示するための F 値の計算のために、FEA (finite element analysis) 専用シミュレーターを使用した。

【 0 0 4 3 】

形状エラーは、光学流体 170 の密度、光学メンブレン 140 の厚さ、物性と関連しており、それだけではなく、レンズ径に大きく依存する。グラフを参照すれば、例えば、形状エラーを $2 \mu\text{m}$ 以下に維持しようとするとき、レンズ径が小さいほど、さらに多様な場合にも、かような条件が具現できる。レンズ径が 3.0 mm である場合、3 つの場合、すなわち、メンブレン厚が $100 \mu\text{m}$ である 2 つの場合と、メンブレン厚が $75 \mu\text{m}$ であ

20

【 0 0 4 4 】

図 7 は、本発明の他の実施例による可変焦点レンズ 200 の概略的な構成を示す断面図である。可変焦点レンズ 200 は、側面フレームが一体型に形成された透光性基板 130、レンズ面 140 a を有する光学メンブレン 140、固定フレーム 160 及びポリマーアクチュエータ 180 を含む。本実施例は、図 1 ないし図 3 で説明した実施例と比較するとき、スペーサフレーム 120 (図 3) が透光性基板 110 (図 3) に一体型に形成された構造である点でのみ差がある。透光性基板 130、光学メンブレン 140、ポリマーアク

30

【 0 0 4 5 】

図 8 は、本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズ 300 の概略的な構成を示す断面図である。本実施例は、レンズ面 145 a を有する光学メンブレン 145 が、単に固定フレーム 160 のレンズホールを覆う形状を有し、スペーサフレーム 120 と固定フレーム 160 との接合面側には延びていないという点でのみ、図 1 ないし図 3 の実施例で説明した構造と差がある。この場合、レンズ厚になる光学流体 170 の厚さは、スペーサ

40

【 0 0 4 6 】

図 9 は、本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズ 400 の概略的な構成を示す断面図である。本実施例は、ポリマーアクチュエータ 180 が固定フレーム 160 に形成された面が、光学メンブレン 142 が固定フレーム 160 に形成された面と同じ面であるという点で、図 1 ないし図 3 の実施例で説明した構造と差がある。この場合、透光性基板 110、スペーサフレーム 120、光学メンブレン 142 及び前記ポリマーアクチュエータ 180 によって形成された空間が流体室 FC をなし、ここに光学流体 170 が充填される

50

。スペーサフレーム 120 の厚さによってレンズ厚が定義され、これによって釣り合ったレンズ径が決まる点、ポリマーアクチュエータ 180 の駆動によって、レンズ面 142 a の変形が起き、焦点距離が可変される作用は、同一である。図面では、固定フレーム 160 の一面領域のうち、ポリマーアクチュエータ 180 が形成されていない領域にだけ、光学メンブレン 140 が形成されていると図示されているが、ポリマーアクチュエータ 180 の一部や全体を覆う形態に形成されることも可能である。

【0047】

図 10 は、本発明のさらに他の実施例による可変焦点レンズ 500 の概略的な構成を示す断面図である。本実施例は、光学メンブレン 148 が光学流体 170 が充填された内部空間を密封する形態に、スペーサフレーム 120 上に形成された点で、図 9 の実施例と差がある。この場合、透光性基板 110、スペーサフレーム 120、光学メンブレン 148 によって形成された空間が流体室 FC をなし、ここに光学流体 170 が充填される。スペーサフレーム 120 の厚さによってレンズ厚が定義され、これによって釣り合ったレンズ径が決まる点、ポリマーアクチュエータ 180 の駆動によって、レンズ面 148 a の変形が起き、焦点距離が可変される作用は、同一である。

10

【0048】

図 11 A ないし図 11 E は、本発明の実施例による可変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【0049】

まず、図 11 A のように、固定フレーム 160 を準備し、一面に、ポリマーアクチュエータ 180 を接合する。固定フレーム 160 は、複数の貫通ホールを有する形状に、例えば、図 1 で図示した形状を有することができ、シリコン基板に、一般的なエッチング工程または機械加工などの方法を使用して形成できる。ポリマーアクチュエータ 180 は、P(VDF-TrFE-CFE)、P(VDF-TrFE-CTFE) のような混成重合体で製作されたリラクサ強誘電体 (relaxor ferroelectric) ポリマーアクチュエータになりうる。

20

【0050】

次に、図 11 B を参照すれば、固定フレーム 160 の他の一面に、光学メンブレン 140 を形成する。光学メンブレン 140 は、透光性弾性膜であり、例えば、シリコン弾性重合体 (elastomer) からなりうる。また、耐久性及び柔軟性にすぐれるポリジメチルシロキサン (PDMS) からなりうる。光学メンブレン 140 は、固定フレーム 160 上に直接接合形成されうるが、この場合、光学メンブレン 140 が固定フレーム 160 の一面に全体的に形成された後、ポリマーアクチュエータ 180 と対面する部分を除去する段階を経ることができ。

30

【0051】

次に、図 11 C のように、流体室 FC が形成されるように、スペーサフレーム 120 を形成する。図面では、固定フレーム 160 とスペーサフレーム 120 との間に、光学メンブレン 140 の一部が介在されていると図示されているが、光学メンブレン 140 でレンズ面を形成する領域以外の部分の形状は、これと異なることが可能であり、すなわち、スペーサフレーム 120 と固定フレーム 160 とが接合される領域に、光学メンブレン 140 がいないこともある。スペーサフレーム 120 を接合するとき、真空接合したり、または接着物質 (adhesive) を使用できる。スペーサフレーム 120 は、レンズ厚を形成するために設けられるものであり、精巧な外郭形状が要求されるものではない。従って、シリコン材質ではない他の多様な材質から形成され、厚さを比較的自由に定めることができる。

40

【0052】

次に、図 11 D のように、光学流体 170 で流体室 FC を充填する。光学流体 170 は、例えば、シリコンオイルでありうる。

【0053】

次に、図 11 E のように、透光性基板 110 で、光学流体 170 を密封する。透光性基

50

板 1 1 0 を、光を透過させる部材として、例えば、ガラス基板にすることができる。

【 0 0 5 4 】

前述の段階によって、本発明の実施例の変焦点レンズ 1 0 0 が製造される。

【 0 0 5 5 】

図 1 2 A ないし図 1 2 E は、本発明の他の実施例による変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【 0 0 5 6 】

まず、図 1 2 A のように、固定フレーム 1 6 0 を準備し、一面に、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 を接合する。固定フレーム 1 6 0 は、複数の貫通ホールを有する形状に、例えば、図 1 で図示した形状を有することができ、シリコン基板に、一般的なエッチング工程、または機械加工などの方法を使用して形成できる。ポリマーアクチュエータ 1 8 0 は、P (V D F - T r F E - C F E)、P (V D F - T r F E - C T F E) のような混成重合体で製作されたリラクサ強誘電体ポリマーアクチュエータになりうる。

10

【 0 0 5 7 】

次に、図 1 2 B を参照すれば、固定フレーム 1 6 0 の一面に、光学メンブレン 1 4 0 を形成する。このとき、固定フレーム 1 6 0 がポリマーアクチュエータ 1 8 0 に形成された面と同じ面に、光学メンブレン 1 4 0 が形成される。図面では、固定フレーム 1 6 0 の一面領域のうち、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 が形成されていない領域にだけ光学メンブレン 1 4 0 が形成されていると図示されているが、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 の一部や全体を覆う形態に形成されることも可能である。光学メンブレン 1 4 0 は、透光性弾性膜であり、例えば、シリコン弾性重合体またはポリジメチルシロキサン (P D M S) からなりうる。

20

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 2 C のように、流体室 F C が形成されるように、スペーサフレーム 1 2 0 を形成する。すなわち、スペーサフレーム 1 2 0、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 及び光学メンブレン 1 4 0 によって形成される空間が、光学流体が充填される流体室 F C になる。スペーサフレーム 1 2 0 を接合するとき、真空接合したり、または接着物質を使用できる。

【 0 0 5 9 】

次に、図 1 2 D のように、光学流体 1 7 0 を流体室 F C に充填し、図 1 1 E のように、透光性基板 1 1 0 で、光学流体 1 7 0 を密封する。

30

【 0 0 6 0 】

前述の段階によって、本発明の実施例の変焦点レンズ 4 0 0 が製造される。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 A ないし図 1 3 D、図 1 4 A 及び 1 4 B は、本発明の他の実施例による変焦点レンズの製造方法の段階について説明する図面である。

【 0 0 6 2 】

まず、図 1 3 A を参照すれば、固定フレーム 1 6 0 上に、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 を形成する。固定フレーム 1 6 0 は、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 の変形を支持するために、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 に固設される。固定フレーム 1 6 0 は、レンズホールと複数の貫通ホールとを有する形状に、例えば、図 1 で図示した形状を有することができる。

40

【 0 0 6 3 】

図 1 3 B を参照すれば、光学メンブレン 1 4 8 を準備し、光学メンブレン 1 4 8 のエッジを側壁として取り囲む形態のスペーサフレーム 1 2 0 を光学メンブレン 1 4 8 の一面に付着させ、流体室 F C になる内部空間を形成する。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 C を参照すれば、前記内部空間に光学流体 1 7 0 を注入し、透光性基板 1 1 0 をスペーサフレーム 1 2 0 に接合し、光学流体 1 7 0 を密封する。

【 0 0 6 5 】

50

図 1 3 D を参照すれば、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 が形成された固定フレーム 1 6 0 を、光学メンブレン 1 4 8 の他の一面に付着させ、可変焦点レンズ 5 0 0 が製造される。

【 0 0 6 6 】

前述の図 1 3 A ないし図 1 3 D の各段階の順序は、例示的なものであり、必要によって変更されうる。例えば、図 1 4 A のように、光学メンブレン 1 4 8 の一面上に、スペーサフレーム 1 2 0 を付着させ、流体室 F C になる内部空間を形成し、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 が接合された固定フレーム 1 6 0 を、光学メンブレン 1 4 8 の他の一面に接合した後、図 1 4 B のように、内部空間を光学流体 1 7 0 で充填した後、透光性基板 1 1 0 をスペーサフレーム 1 2 0 上に形成することも可能である。

10

【 0 0 6 7 】

以上、本発明の実施例による可変焦点レンズ及びその製造方法によれば、レンズ径を縮めることが容易であり、信頼性が高い可変焦点レンズが提供される。

【 0 0 6 8 】

かような説明のために、多くのことが例示されたが、本発明がそれらに制限されるものではない。例えば、図面では、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 は、電圧印加によって下に湾曲変形され、これによって、レンズ面 1 4 0 a , 1 4 2 a , 1 4 5 a , 1 4 8 a が突き出して変形されると示されているが、ポリマーアクチュエータ 1 8 0 が上に湾曲変形され、レンズ面 1 4 0 a , 1 4 2 a , 1 4 5 a , 1 4 8 a がへこむように変形されることも可能である。また、透光性基板 1 1 0 がレンズ面 1 4 0 a , 1 4 2 a , 1 4 5 a , 1 4 8 a に対応する領域が平坦であると図示されているが、必要によって、へこんだり、または突き出した面に形成されることも可能である。

20

【 0 0 6 9 】

かような本願発明は、理解を助けるために図面に図示された実施例を参考に説明したが、それらは例示的なものに過ぎず、当分野で当業者ならば、それらから多様な変形及び均等な他実施例が可能であるという点を理解することができるであろう。従って、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲によって決まるのである。

【 符号の説明 】

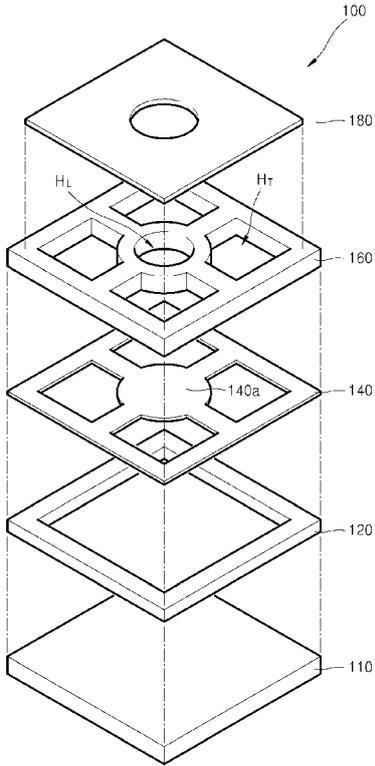
【 0 0 7 0 】

1 , 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 可変焦点レンズ
 1 0 基板
 2 0 , 1 6 0 固定フレーム
 4 0 メンブレン
 6 0 , 1 8 0 アクチュエータ
 1 1 0 , 1 3 0 透光性基板
 1 2 0 スペーサフレーム
 1 4 0 , 1 4 2 , 1 4 5 , 1 4 8 光学メンブレン
 1 4 0 a , 1 4 2 a , 1 4 5 a , 1 4 8 a レンズ面
 1 7 0 光学流体
 A 入射開口
 D レンズ径
 F C 流体室
 H_L , H_T レンズホール
 d 結像光学系からレンズ面までの距離
 t 可変焦点レンズの厚さ

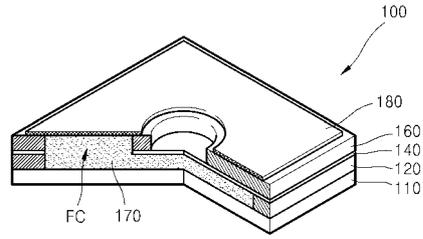
30

40

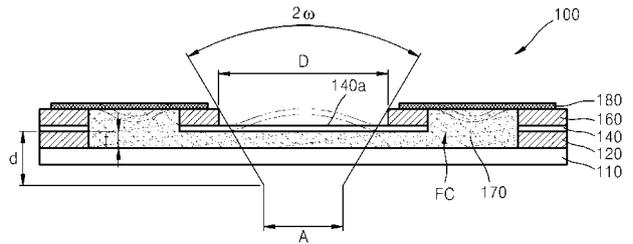
【 図 1 】



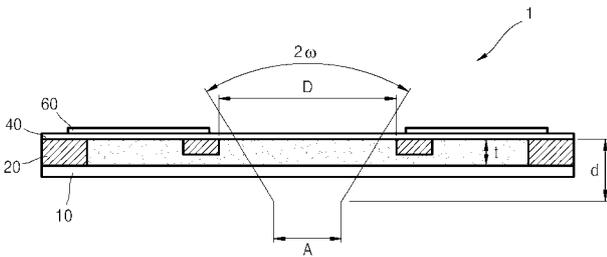
【 図 2 】



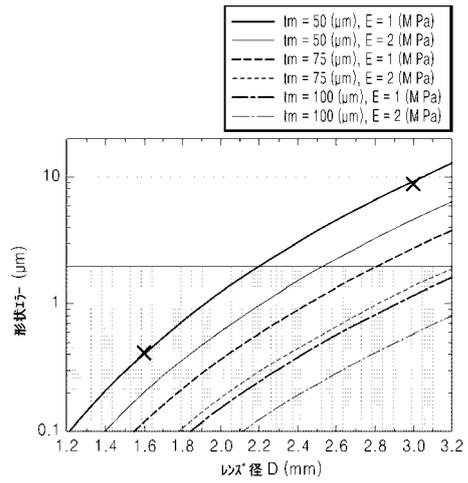
【 図 3 】



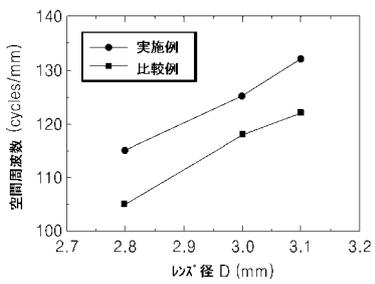
【 図 4 】



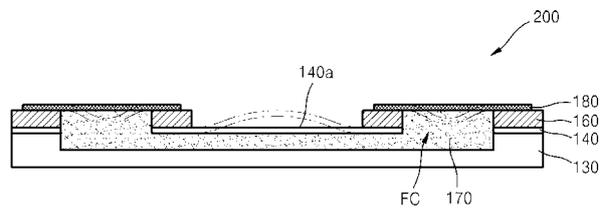
【 図 6 】



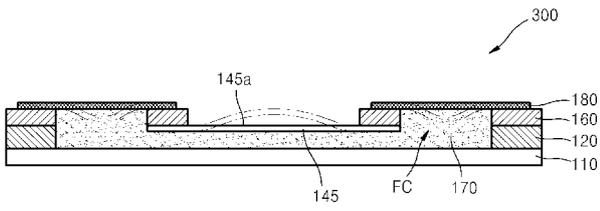
【 図 5 】



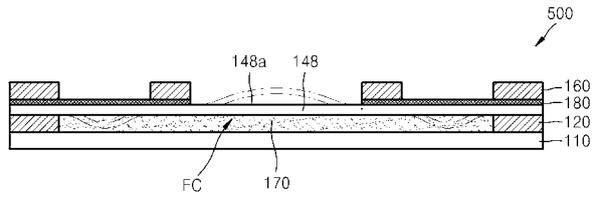
【 図 7 】



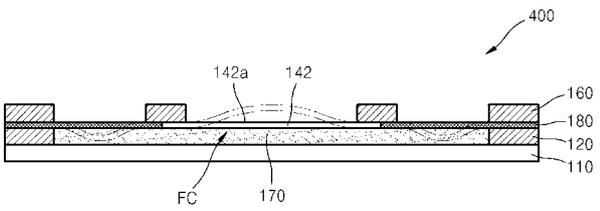
【図 8】



【図 10】



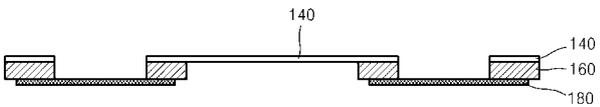
【図 9】



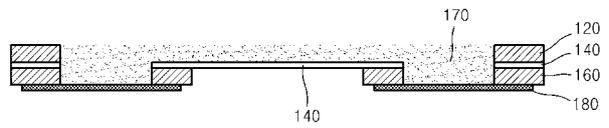
【図 11 A】



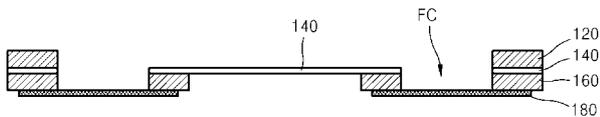
【図 11 B】



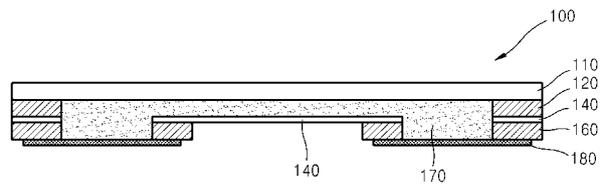
【図 11 D】



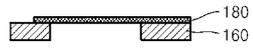
【図 11 C】



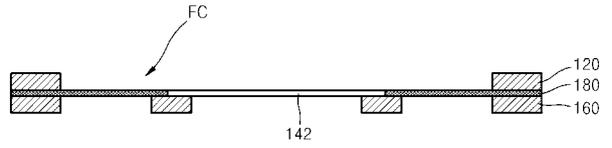
【図 11 E】



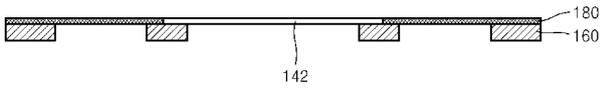
【図 1 2 A】



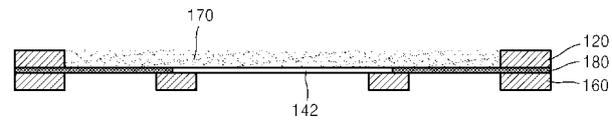
【図 1 2 C】



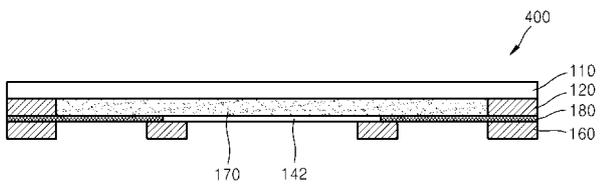
【図 1 2 B】



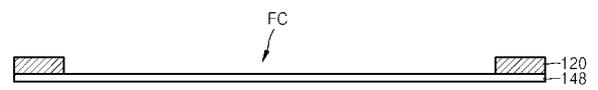
【図 1 2 D】



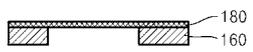
【図 1 2 E】



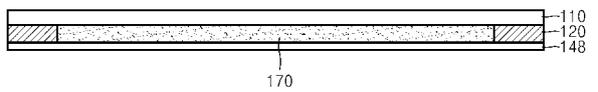
【図 1 3 B】



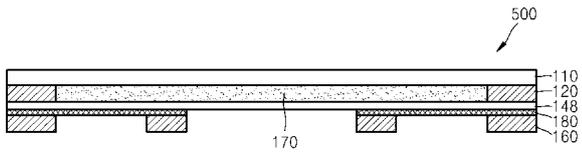
【図 1 3 A】



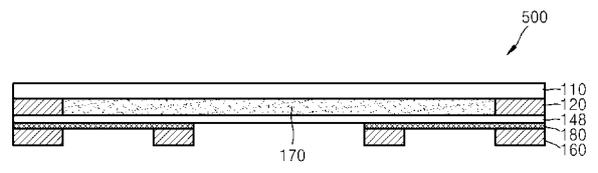
【図 1 3 C】



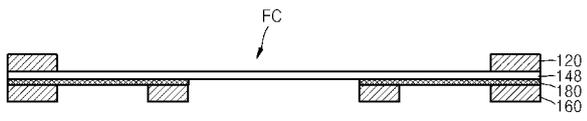
【図 1 3 D】



【図 1 4 B】



【図 1 4 A】



フロントページの続き

- (72)発明者 李 昇 浣
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山 1 4 - 1 番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 李 政 か
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山 1 4 - 1 番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 權 鍾 午
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山 1 4 - 1 番地 三星綜合技術院内
- F ターム(参考) 2H044 BE01 BF01
2H051 FA01