

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5824791号
(P5824791)

(45) 発行日 平成27年12月2日 (2015. 12. 2)

(24) 登録日 平成27年10月23日 (2015. 10. 23)

(51) Int. Cl.

F I

G02B 7/04 (2006.01)
G03B 17/02 (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
H02N 11/00 (2006.01)

G O 2 B 7/04 E
 G O 2 B 7/04 D
 G O 3 B 17/02
 H O 4 N 5/225 D
 H O 2 N 11/00 Z

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-181716 (P2010-181716)
 (22) 出願日 平成22年8月16日 (2010. 8. 16)
 (65) 公開番号 特開2012-42560 (P2012-42560A)
 (43) 公開日 平成24年3月1日 (2012. 3. 1)
 審査請求日 平成25年7月16日 (2013. 7. 16)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100098785
 弁理士 藤島 洋一郎
 (74) 代理人 100109656
 弁理士 三反崎 泰司
 (74) 代理人 100130915
 弁理士 長谷部 政男
 (74) 代理人 100155376
 弁理士 田名網 孝昭
 (72) 発明者 加藤 祐作
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動装置、レンズモジュールおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズを駆動するレンズ駆動装置として構成され、
前記レンズを保持するためのレンズ保持部材と、
各々が前記レンズの光軸と直交する駆動面を有すると共に前記レンズの光軸に沿って前
記駆動面同士が対向するように配設され、各々が一对の電極膜と前記一对の電極膜の間に
挿設された高分子膜とを有する複数のポリマーアクチュエータ素子と、
前記複数のポリマーアクチュエータ素子の一端をそれぞれ固定する固定用部材と、
前記複数のポリマーアクチュエータ素子における前記一对の電極膜間に、駆動用電圧お
よび加熱用電圧の双方を供給する電圧供給部と
を備え、
前記レンズ保持部材が、
前記レンズを保持する保持部と、
前記保持部を支持すると共に、前記保持部と前記複数のポリマーアクチュエータ素子の
各他端とを接続する接続部と
を有し、
前記複数のポリマーアクチュエータ素子の前記駆動面同士の間、前記保持部が配置さ
れており、
前記固定用部材に、前記保持部が部分的に挿入可能な開口が形成されている
 駆動装置。

【請求項 2】

前記複数のポリマーアクチュエータ素子はそれぞれ、
前記固定用部材に固定された一端部分と、
前記一端部分の両端に設けられ、前記駆動面を構成する一対の突出部と
を有する請求項 1 に記載の駆動装置。

【請求項 3】

前記電圧供給部は、前記駆動用電圧に対して、高周波の交流電圧からなる加熱用電圧を重畳させて供給する

請求項 1 または請求項 2 に記載の駆動装置。

【請求項 4】

前記加熱用電圧が交流電圧である

請求項 1 または請求項 2 に記載の駆動装置。

【請求項 5】

直接もしくは間接的に検出された環境温度に基づいて、前記加熱用電圧を供給するか否か、ならびに供給する際の加熱用電圧の大きさおよび波形を決定する制御部を備えた

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の駆動装置。

【請求項 6】

レンズと、

前記レンズを駆動する駆動装置と

を備え、

前記駆動装置は、

前記レンズを保持するためのレンズ保持部材と、

各々が前記レンズの光軸と直交する駆動面を有すると共に前記レンズの光軸に沿って前記駆動面同士が対向するように配設され、各々が一対の電極膜と前記一対の電極膜の間に挿設された高分子膜とを有する複数のポリマーアクチュエータ素子と、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子の一端をそれぞれ固定する固定用部材と、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子における前記一対の電極膜間に、駆動用電圧および加熱用電圧の双方を供給する電圧供給部と

を備え、

前記レンズ保持部材が、

前記レンズを保持する保持部と、

前記保持部を支持すると共に、前記保持部と前記複数のポリマーアクチュエータ素子の各他端とを接続する接続部と

を有し、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子の前記駆動面同士の間、前記保持部が配置されており、

前記固定用部材に、前記保持部が部分的に挿入可能な開口が形成されている

レンズモジュール。

【請求項 7】

レンズと、

前記レンズにより結像されてなる撮像信号を取得する撮像素子と、

前記レンズを駆動する駆動装置と

を備え、

前記駆動装置は、

前記レンズを保持するためのレンズ保持部材と、

各々が前記レンズの光軸と直交する駆動面を有すると共に前記レンズの光軸に沿って前記駆動面同士が対向するように配設され、各々が一対の電極膜と前記一対の電極膜の間に挿設された高分子膜とを有する複数のポリマーアクチュエータ素子と、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子の一端をそれぞれ固定する固定用部材と、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子における前記一対の電極膜間に、駆動用電圧お

10

20

30

40

50

よび加熱用電圧の双方を供給する電圧供給部と

を備え、

前記レンズ保持部材が、

前記レンズを保持する保持部と、

前記保持部を支持すると共に、前記保持部と前記複数のポリマーアクチュエータ素子の各他端とを接続する接続部と

を有し、

前記複数のポリマーアクチュエータ素子の前記駆動面同士の間、前記保持部が配置されており、

前記固定用部材に、前記保持部が部分的に挿入可能な開口が形成されている

撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポリマーアクチュエータ素子を用いた駆動装置、ならびにそのような駆動装置を備えたレンズモジュールおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば携帯電話やパーソナルコンピュータ（PC）、あるいはPDA（Personal Digital Assistant）などの携帯型電子機器の高機能化が著しく進んでおり、レンズモジュールを搭載することにより撮像機能を備えたものが一般的となっている。このような携帯型電子機器においては、レンズモジュール内のレンズをその光軸方向へ移動させることにより、フォーカシングやズーミングが行われる。

【0003】

従来、レンズモジュール内のレンズの移動は、ボイスコイルモータやステッピングモータなどを駆動部として行う方法が一般的であった。一方で、最近では、コンパクト化の観点から、ポリマーアクチュエータ素子を駆動部として利用したものが開発されている（例えば特許文献1、2参照）。ポリマーアクチュエータ素子とは、例えば一對の電極間にイオン交換樹脂膜を挟むようにしたものである。このポリマーアクチュエータ素子は、一對の電極間に電位差が生じることにより、イオン交換樹脂膜が膜面に対して直交する方向へ変位する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-293006号公報

【特許文献2】特開2006-172635号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、このようなポリマーアクチュエータ素子では、一般に、上記したイオン交換樹脂膜内のイオンの移動度が、低温環境下では室温環境下と比べて低下する。このため、低温環境下では室温環境下と比べ、ポリマーアクチュエータ素子の動作速度が遅くなったり、変位量が小さくなってしまいうなど、特性が低下（劣化）してしまうという問題があった。

【0006】

そこで、このようなポリマーアクチュエータ素子の低温環境下での特性を改善させるため、外部に熱源（ヒーター等）を設けることが考えられるが、そのような専用の熱源を別途設けると、装置構成が大型化（複雑化）してしまうことになる。

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、小型化を図りつつ、低温

10

20

30

40

50

環境下での特性を向上させることが可能な駆動装置、ならびにそのような駆動装置を備えたレンズモジュールおよび撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の駆動装置は、レンズを駆動するレンズ駆動装置として構成されており、レンズを保持するためのレンズ保持部材と、各々がレンズの光軸と直交する駆動面を有すると共にレンズの光軸に沿って駆動面同士が対向するように配設され、各々が一對の電極膜とこれら一對の電極膜の間に挿設された高分子膜とを有する複数のポリマーアクチュエータ素子と、これら複数のポリマーアクチュエータ素子の一端をそれぞれ固定する固定用部材と、複数のポリマーアクチュエータ素子における一對の電極膜間に、駆動用電圧および加熱用電圧の双方を供給する電圧供給部とを備えたものである。上記レンズ保持部材は、レンズを保持する保持部と、この保持部を支持すると共に、保持部と複数のポリマーアクチュエータ素子の各他端とを接続する接続部とを有している。複数のポリマーアクチュエータ素子の駆動面同士の間に保持部が配置されており、固定用部材に保持部が部分的に挿入可能な開口が形成されている。

10

【0009】

本発明のレンズモジュールは、レンズと、このレンズをその光軸に沿って駆動する上記本発明の駆動装置とを備えたものである。

【0010】

本発明の撮像装置は、レンズと、このレンズにより結像されてなる撮像信号を取得する撮像素子と、レンズをその光軸に沿って駆動する上記本発明の駆動装置とを備えたものである。

20

【0011】

本発明の駆動装置、レンズモジュールおよび撮像装置では、ポリマーアクチュエータ素子に対して、駆動用電圧に加えて加熱用電圧が供給される。これにより、外部に専用の熱源を別途設けることなく、ポリマーアクチュエータ素子自身の発熱によって素子の温度が上昇する。

【発明の効果】

【0012】

本発明の駆動装置、レンズモジュールおよび撮像装置によれば、ポリマーアクチュエータ素子に対して駆動用電圧および加熱用電圧を供給するようにしたので、ポリマーアクチュエータ素子自身の発熱によって素子の温度を上昇させることができ、外部に専用の熱源を別途設けることなく、低温環境下における素子の動作速度等を改善することができる。よって、小型化を図りつつ、低温環境下での特性を向上させることが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施の形態に係る撮像装置を備えた電子機器の構成例を表す斜視図である。

【図2】図1に示した電子機器を異なる方向から表した斜視図である。

【図3】図2に示した撮像装置の要部構成例を表す斜視図である。

40

【図4】図3に示したレンズモジュールを表す分解斜視図である。

【図5】図4に示した各固定電極の詳細な配置構成例を各制御ブロックとともに表わした模式図である。

【図6】ポリマーアクチュエータ素子の詳細構成例を表す断面図である。

【図7】ポリマーアクチュエータ素子、固定用部材および固定電極の一部分の詳細構成を表す断面図である。

【図8】ポリマーアクチュエータ素子の基本動作について説明するための断面模式図である。

【図9】図3に示したレンズモジュールの動作について説明するための斜視図である。

【図10】ポリマーアクチュエータ素子の温度特性の一例を表す特性図である。

50

【図 1 1】実施の形態に係る駆動用電圧および加熱用電圧の印加手法について説明するための模式斜視図である。

【図 1 2】実施の形態に係るポリマーアクチュエータ素子の加熱手法の一例を表す流れ図である。

【図 1 3】環境温度とポリマーアクチュエータ素子における駆動電流または動作速度との関係の一例を表す特性図である。

【図 1 4】駆動用電圧と加熱用電圧との関係について説明するための模式図である。

【図 1 5】実施の形態に係る加熱用電圧の波形例を表すタイミング図である。

【図 1 6】実施の形態の実施例に係る加熱用電圧の印加効果を表す特性図である。

【図 1 7】変形例 1 に係るポリマーアクチュエータ素子および固定電極の構成例を表す模式図である。

10

【図 1 8】変形例 2 に係る駆動用電圧および加熱用電圧の印加手法について説明するための模式斜視図である。

【図 1 9】変形例 2 の実施例に係る加熱用電圧の印加効果を表す特性図である。

【図 2 0】変形例 3 に係る駆動用電圧および加熱用電圧の印加手法について説明するための模式斜視図である。

【図 2 1】変形例 3 に係る駆動用電圧および加熱用電圧の波形例を表すタイミング図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

20

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態（ポリマーアクチュエータ素子の電極膜内において固定側に選択的に加熱用電圧を供給する例）

2. 変形例

変形例 1（ポリマーアクチュエータ素子の電極膜内において固定側から可動側に沿って加熱用電圧を供給する例 1）

変形例 2（ポリマーアクチュエータ素子の電極膜内において固定側から可動側に沿って加熱用電圧を供給する例 2）

30

変形例 3（ポリマーアクチュエータ素子の電極膜間に加熱用電圧を供給する例）

【0015】

<実施の形態>

[撮像装置を備えた電子機器の概略構成]

図 1 および図 2 は、本発明の一実施の形態に係る撮像装置（後述する撮像装置 2）を備えた電子機器の一例としての撮像機能付き携帯電話（携帯電話 1）の概略構成を斜視図で表したものである。この携帯電話 1 では、2 つの筐体 11 A、11 B 同士が、図示しないヒンジ機構を介して折り畳み自在に連結されている。

【0016】

図 1 に示したように、筐体 11 A の一方側の面には、各種の操作キー 12 が複数配設されると共に、その下端部にマイクロフォン 13 が配設されている。操作キー 12 は使用者（ユーザ）による所定の操作を受け付けて情報を入力するためのものである。マイクロフォン 13 は、通話時等における使用者の音声を入力するためのものである。

40

【0017】

筐体 11 B の一方側の面には、図 1 に示したように、液晶表示パネル等を用いた表示部 14 が配設されると共に、その上端部には、スピーカー 15 が配設されている。表示部 14 には、例えば、電波の受信状況や電池残量、通話相手の電話番号、電話帳として登録されている内容（相手先の電話番号や氏名等）、発信履歴、着信履歴等の各種の情報が表示されるようになっている。スピーカー 15 は、通話時等における通話相手の音声等を出力するためのものである。

50

【 0 0 1 8 】

図 2 に示したように、筐体 1 1 A の他方側の面にはカバーガラス 1 6 が配設されていると共に、筐体 1 1 A 内部のカバーガラス 1 6 に対応する位置に撮像装置 2 が設けられている。この撮像装置は、物体側（カバーガラス 1 6 側）に配置されたレンズモジュール 4 と、像側（筐体 1 1 A の内部側）に配置された撮像素子 3 とにより構成されている。撮像素子 3 は、レンズモジュール 4 内のレンズ（後述するレンズ 4 8）により結像されてなる撮像信号を取得する素子である。この撮像素子 3 は、例えば電荷結合素子（C C D : Charge Coupled Device）や C M O S（Complementary Metal Oxide Semiconductor）を搭載したイメージセンサからなる。

【 0 0 1 9 】

〔 撮像装置 2 およびレンズモジュール 4 の構成 〕

図 3 は、撮像装置 2 の要部構成を斜視図で表したものであり、図 4 は、この撮像装置 2 におけるレンズモジュール 4 の構成を分解斜視図で表したものである。また、図 5 は、このレンズモジュール 4 における各固定電極（後述する固定電極 4 4 0 A , 4 4 0 B , 4 4 0 C , 4 4 0 D）の詳細な配置構成例を、各制御ブロックとともに模式図で表わしたものである。

【 0 0 2 0 】

レンズモジュール 4 は、図 3 および図 4 に示したように、光軸 Z 1 に沿って像側（撮像素子 3 側）から物体側へと順に（Z 軸上の正方向に沿って）、支持部材 4 1、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1、レンズ保持部材 4 3 およびレンズ 4 8、ならびにポリマーアクチュエータ素子 4 4 2 を備えている。なお、図 3 では、レンズ 4 8 の図示を省略している。レンズモジュール 4 はまた、図 4 に示したように、固定用部材 4 2、固定電極 4 4 0 A , 4 4 0 B , 4 4 0 C , 4 4 0 D、押え部材 4 6 およびホール素子 4 7 A , 4 7 B を備えている。このレンズモジュール 4 は更に、図 5 に示したように、電圧供給部 4 5 1、制御部 4 5 2 および記憶部 4 5 3 を備えている。なお、これらのレンズモジュール 4 における部材のうちのレンズ 4 8 を除いたものが、本発明における「駆動装置（レンズ駆動装置）」の一具体例に対応している。

【 0 0 2 1 】

支持部材 4 1 は、レンズモジュール 4 全体を支持するためのベース部材（基体）であり、例えば液晶ポリマー等の硬質な樹脂材料からなる。

【 0 0 2 2 】

固定用部材 4 2 は、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の一端をそれぞれ固定するための部材であり、例えば液晶ポリマー等の硬質な樹脂材料からなる。この固定用部材 4 2 は、像側（図 3 および図 4 における下側）から物体側（上側）へと向けて配置された、下部固定用部材 4 2 D、中央（中部）固定用部材 4 2 C および上部固定用部材 4 2 U の 3 つの部材からなる。下部固定用部材 4 2 D と中央固定用部材 4 2 C との間には、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 の一端および固定電極 4 4 0 A , 4 4 0 B , 4 4 0 C , 4 4 0 D の一端がそれぞれ、挟み込まれて配置されている。一方、中央固定用部材 4 2 C と上部固定用部材 4 2 U との間には、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 2 の一端および固定電極 4 4 0 A , 4 4 0 B , 4 4 0 C , 4 4 0 D の他端がそれぞれ、挟み込まれて配置されている。また、これらのうちの中央固定用部材 4 2 C には、レンズ保持部材 4 3 の一部（後述する保持部 4 3 B の一部）を部分的に挟み込むための開口 4 2 C 0 が形成されている。これにより、レンズ保持部材 4 3 の一部がこの開口 4 2 C 0 内を移動できるようになるため、スペースを有効活用することができ、レンズモジュール 4 の小型化を図ることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

レンズ保持部材 4 3 は、レンズ 4 8 を保持するための部材であり、例えば液晶ポリマー等の硬質な樹脂材料からなる。レンズ保持部材 4 3 は、中心が光軸 Z 1 上になるようにして配置されている。このレンズ保持部材 4 3 は、レンズ 4 8 を保持する環状の保持部 4 3 B と、この保持部 4 3 B を支持すると共に、保持部 4 3 B とポリマーアクチュエータ素子

10

20

30

40

50

441, 442の各他端とを端部において互いに接続(連結)する接続部43Aとからなる。具体的には、ここでは接続部43Aの四隅と、ポリマーアクチュエータ素子441, 442における2対の突出部との間が接続されている。また、保持部43Bは、一对のポリマーアクチュエータ素子441, 442における後述する駆動面同士の間配置されている。

【0024】

ホール素子47A, 47Bはそれぞれ、レンズ保持部材43の移動量(変位量)を検出するために用いられる素子であり、例えばホール素子と磁石とを組み合わせたものが挙げられる。

【0025】

固定電極440A, 440B, 440C, 440Dはそれぞれ、後述するポリマーアクチュエータ素子441, 442における電極膜(電極膜52A, 52B)に対して、電圧印加手段(後述する電圧供給部451)からの電圧を供給するための電極である。これらの固定電極440A, 440B, 440C, 440Dはそれぞれ、例えば金(Au)もしくは金めっきされた金属等からなり、ここでは図4および図5に示したように「コ」の字状となっている。そして、固定電極440A, 440B, 440C, 440Dはそれぞれ、中央固定用部材42Cの上下(Z軸方向に沿った両側面)を挟み込むようになっている。これにより、一对のポリマーアクチュエータ素子441, 442に対して、少ない配線で並列に同じ電圧を印加することが可能となっている。また、固定電極440A, 440B, 440C, 440Dを金めっきされた金属材料から構成した場合、表面の酸化等による接触抵抗の劣化を防ぐことができる。

【0026】

ここで、図5に示したように、固定用電極440Aは、ポリマーアクチュエータ素子441, 442におけるY軸方向に沿った一端側(図中の左側)において、これらの各上面と接触するように配置されている。固定用電極440Cは、ポリマーアクチュエータ素子441, 442におけるY軸方向に沿った他端側(図中の右側)において、これらの各上面と接触するように配置されている。一方、固定用電極440Bは、ポリマーアクチュエータ素子441, 442におけるY軸方向に沿った一端側において、これらの各下面と接触するように配置されている。固定用電極440Dは、ポリマーアクチュエータ素子441, 442におけるY軸方向に沿った他端側において、これらの各下面と接触するように配置されている。そして、図中に示したように、固定用電極440A, 440B間および固定電極440C, 440D間にはそれぞれ、ポリマーアクチュエータ素子441, 442を駆動(動作)させるための駆動用電圧Vdが、以下説明する電圧供給部451から供給されるようになっている。一方、固定用電極440A, 440C間および固定電極440B, 440D間にはそれぞれ、ポリマーアクチュエータ素子441, 442を加熱(発熱)させるための加熱用電圧Vhが、電圧供給部451から供給されるようになっている。ここで、加熱用電圧Vhが印加される固定電極440A, 440C間の距離および固定電極440B, 440D間の距離はそれぞれ、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の厚み(Z軸方向の長さ)よりも十分に長くなっていることが望ましい。ポリマーアクチュエータ素子441, 442の断面内の斜め方向に沿って電界(斜め電界)が生じないようにするためである。なお、この加熱用電圧Vhを用いたポリマーアクチュエータ素子441, 442の加熱手法の詳細については、後述する。

【0027】

図5に示した電圧供給部451は、上記したように、ポリマーアクチュエータ素子441, 442に対して、固定用電極440A, 440B, 440C, 440Dを介して駆動用電圧Vdおよび加熱用電圧Vhをそれぞれ供給するものである。具体的には、特に本実施の形態では、図中に示したように、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の各厚み方向に沿って(後述する一对の電極膜52A, 52B間に)、駆動用電圧Vdを供給している。一方、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の各延在方向に沿って(後述する各電極膜52A, 52Bの膜内方向に)、加熱用電圧Vhを供給している。なお、こ

10

20

30

40

50

これらの駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h の供給手法の詳細については、後述する。

【0028】

制御部452は、詳細は後述するが、直接もしくは間接的に検出された環境温度（環境温度 T ）に基づいて、加熱用電圧 V_h を供給するか否か、ならびに供給する際の加熱用電圧 V_h の大きさおよび波形等を決定するものである。このような制御部452は、例えばマイクロコンピュータ等からなる。なお、この制御部452による制御動作の詳細については後述する。

【0029】

記憶部453は、上記した制御部452による制御動作の際に用いられるデータ（後述する、環境温度 T と駆動電流 I や動作速度 v との関係を示す特性データ等）を、予め保持しておくメモリである。このような記憶部453としては、種々の方式の記憶手段を用いることが可能である。

【0030】

（ポリマーアクチュエータ素子441，442）

ポリマーアクチュエータ素子441，442はそれぞれ、レンズ48の光軸 Z_1 と直交する駆動面（ $X-Y$ 平面上の駆動面）を有し、この光軸 Z_1 に沿って駆動面同士が対向するように配置されている。ポリマーアクチュエータ素子441，442はそれぞれ、レンズ保持部材43（およびレンズ48）を光軸 Z_1 に沿って駆動するためのものである。

【0031】

これらのポリマーアクチュエータ素子441，442はそれぞれ、図6に示したように、イオン導電性高分子化合物膜51（以下、単に高分子化合物膜51という。）の両面に一对の電極膜52A，52Bが接着された断面構造を有する。換言すると、ポリマーアクチュエータ素子441，442はそれぞれ、一对の電極膜52A，52Bと、これらの電極膜52A，52Bの間に挿設された高分子化合物膜51とを有している。なお、ポリマーアクチュエータ素子441，442および電極膜52A，52Bは、それらの周囲が、高弾性を有する材料（例えばポリウレタンなど）からなる絶縁性の保護膜によって覆われていてもよい。

【0032】

ここで、図7に断面図（ $Z-X$ 断面図）で示したように、ポリマーアクチュエータ素子441では、電極膜52Aが、下部固定用部材42D側の固定電極440B，440Dと電氣的に接続され、電極膜52Bが、中央固定用部材42C側の固定電極440A，440Cと電氣的に接続されている。一方、ポリマーアクチュエータ素子442では、電極膜52Aが、中央固定用部材42C側の固定電極440B，440Dと電氣的に接続され、電極膜52Bが、上部固定用部材42U側の固定電極440A，440Cと電氣的に接続されている。なお、図7中に図示はしていないが、下部固定用部材42D側の固定電極440B，440Dから上部固定用部材42U側の固定電極440A，440Cまでの各部材・電極はそれぞれ、図4中に示した押え部材46（板ばね）によって一定の圧力で挟み込まれるようにして固定されている。これにより、大きな力を与えてもポリマーアクチュエータ素子441，442を破壊することがなく、これらのポリマーアクチュエータ素子441，442が変形した際も安定して電氣的な接続が可能となる。

【0033】

高分子化合物膜51は、電極膜52A，52Bの間に所定の電位差が生じることにより湾曲を生じるようになっている。この高分子化合物膜51にはイオン物質が含まれている。ここでの「イオン物質」とは、陽イオンおよび/または陰イオンと極性溶媒とを含むもの、あるいは液状の陽イオンおよび/または陰イオンを含むものを意味する。前者としては、例えば、陽イオンおよび/または陰イオンに極性溶媒が溶媒和したものが挙げられ、後者としては、例えばイオン液体が挙げられる。

【0034】

高分子化合物膜51を構成する材料としては、例えばフッ素樹脂あるいは炭化水素系などを骨格としたイオン交換樹脂が挙げられる。このイオン交換樹脂としては、陽イオン物

10

20

30

40

50

質が含浸される場合には陽イオン交換樹脂が好ましく、陰イオン物質が含浸される場合には陰イオン交換樹脂が好ましい。

【0035】

陽イオン交換樹脂としては、例えば、スルホン酸基あるいはカルボキシル基などの酸性基が導入されたものが挙げられる。具体的には、酸性基を有するポリエチレン、酸性基を有するポリスチレンあるいは酸性基を有するフッ素樹脂などである。中でも、陽イオン交換樹脂としては、スルホン酸基あるいはカルボン酸基を有するフッ素樹脂が好ましく、例えばナフィオン（デュポン株式会社製）が挙げられる。

【0036】

高分子化合物膜51に含浸されている陽イオン物質は、金属イオンと水とを含むもの、有機陽イオンと水とを含むもの、あるいはイオン液体であることが好ましい。金属イオンとしては、例えば、ナトリウムイオン（ Na^+ ）、カリウムイオン（ K^+ ）、リチウムイオン（ Li^+ ）あるいはマグネシウムイオン（ Mg^{2+} ）などの軽金属イオンが挙げられる。また、有機陽イオンとしては、例えば、アルキルアンモニウムイオンなどが挙げられる。これらの陽イオンは、高分子化合物膜51中において水和物として存在している。よって、陽イオンと水とを含む陽イオン物質が高分子化合物膜51中に含浸されている場合には、ポリマーアクチュエータ素子441, 442では、水の揮発を抑制するために全体として封止されていることが好ましい。

【0037】

イオン液体とは、常温熔融塩とも言われるものであり、燃性および揮発性が低い陽イオンと陰イオンとを含んでいる。イオン液体としては、例えば、イミダゾリウム環系化合物、ピリジニウム環系化合物あるいは脂肪族系化合物などが挙げられる。

【0038】

中でも、陽イオン物質は、イオン液体であることが好ましい。揮発性が低いため、高温雰囲気中あるいは真空中においてもポリマーアクチュエータ素子441, 442が良好に動作するからである。

【0039】

高分子化合物膜51を挟んで互いに対向する電極膜52A, 52Bは、それぞれ1種あるいは2種以上の導電性材料を含んでいる。電極膜52A, 52Bは、導電性材料粉末同士がイオン導電性高分子により結着されたものが好ましい。電極膜52A, 52Bの柔軟性が高まるからである。導電性材料粉末としてはカーボン粉末が好ましい。導電性が高く、比表面積が大きいため、より大きい変形量が得られるからである。カーボン粉末としては、ケッチェンブラックが好ましい。イオン導電性高分子としては、上記した高分子化合物膜51の構成材料と同様のものが好ましい。

【0040】

電極膜52A, 52Bは、例えば、以下のようにして形成される。分散媒に導電性材料粉末と導電性高分子とを分散させた塗料を、高分子化合物膜51の両面に塗布したのち、乾燥させる。また、導電性材料粉末とイオン導電性高分子とを含むフィルム状のものを、高分子化合物膜51の両面に圧着するようにしてもよい。

【0041】

電極膜52A, 52Bは、多層構造になっていてもよく、その場合、高分子化合物膜51の側から順に、導電性材料粉末同士がイオン導電性高分子により結着された層と金属層とが積層された構造を有していることが好ましい。これにより、電極膜52A, 52Bの面内方向において電位がより均一な値に近づき、より優れた変形性能を得られるからである。金属層を構成する材料としては、金あるいは白金などの貴金属が挙げられる。金属層の厚さは任意であるが、電極膜52A, 52Bに電位が均一になるように連続膜となっていることが好ましい。金属層を形成する方法としては、めっき法、蒸着法あるいはスパッタ法などが挙げられる。

【0042】

高分子化合物膜51の大きさ（幅および長さ）は、例えばレンズ保持部材43の大きさ

10

20

30

40

50

や重量、あるいは必要な高分子化合物膜 5 1 の変位量に応じて任意に設定可能である。高分子化合物膜 5 1 の変位量は、要求されるレンズ保持部材 4 3 の光軸 Z 1 に沿った移動量に応じて設定されるようになっている。

【 0 0 4 3 】

[撮像装置 2 の作用・効果]

続いて、本実施の形態の撮像装置 2 の作用および効果について説明する。

【 0 0 4 4 】

(1 . ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の動作)

最初に、図 8 を参照して、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の動作について説明する。図 8 は、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の動作を、断面図を用いて模式的に表したものである。

10

【 0 0 4 5 】

まず、陽イオン物質として、陽イオンと極性溶媒とを含むものを用いた場合について説明する。

【 0 0 4 6 】

この場合、電圧無印加状態におけるポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は、陽イオン物質が高分子化合物膜 5 1 中にほぼ均一に分散することから、湾曲することなく平面状となる (図 8 (A)) 。ここで、電圧供給部 4 5 1 を用いて電圧印加状態とする (駆動用電圧 V_d の印加を開始する) と、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は以下のような挙動を示す。すなわち、例えば電極膜 5 2 A がマイナスの電位、電極膜 5 2 B がプラスの電位となるように電極膜 5 2 A , 5 2 B の間に所定の駆動用電圧 V_d を印加すると、陽イオンが極性溶媒と溶媒和した状態で電極膜 5 2 A 側に移動する。この際、高分子化合物膜 5 1 中では陰イオンがほとんど移動できないため、高分子化合物膜 5 1 では、電極膜 5 2 A 側が膨潤し、電極膜 5 2 B 側が収縮する。これにより、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は全体として、図 8 (B) に示したように電極膜 5 2 B 側に湾曲する。こののち、電極膜 5 2 A , 5 2 B の間の電位差を無くして電圧無印加状態とする (駆動用電圧 V_d の印加を停止する) と、高分子化合物膜 5 1 中において電極膜 5 2 A 側に偏っていた陽イオン物質 (陽イオンおよび極性溶媒) が拡散し、図 8 (A) に示した状態に戻る。また、図 8 (A) に示した電圧無印加状態から、電極膜 5 2 A がプラスの電位、電極膜 5 2 B がマイナスの電位となるように、電極膜 5 2 A , 5 2 B の間に所定の駆動電圧 V_d を印加すると、陽イオンが極性溶媒と溶媒和した状態で電極膜 5 2 B 側に移動する。この場合、高分子化合物膜 5 1 では、電極膜 5 2 A 側が収縮し電極膜 5 2 B 側が膨潤するので、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は全体として、電極膜 5 2 A 側に湾曲する。

20

30

【 0 0 4 7 】

次に、陽イオン物質として、液状の陽イオンを含むものであるイオン液体を用いた場合について説明する。

【 0 0 4 8 】

この場合においても、電圧無印加状態では、イオン液体が高分子化合物膜 5 1 中にほぼ均一に分散しているので、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 が図 8 (A) に示した平面状となる。ここで、電圧供給部 4 5 1 を用いて電圧印加状態とする (駆動用電圧 V_d の印加を開始する) と、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は以下のような挙動を示す。すなわち、例えば電極膜 5 2 A がマイナスの電位、電極膜 5 2 B がプラスの電位となるように電極膜 5 2 A , 5 2 B の間に所定の駆動電圧 V_d を印加すると、イオン液体のうちの陽イオンが電極膜 5 2 A 側に移動し、陰イオンは陽イオン交換膜である高分子化合物膜 5 1 中を移動できない。このため高分子化合物膜 5 1 では、その電極膜 5 2 A 側が膨潤し、電極膜 5 2 B 側が収縮する。これにより、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は全体として、図 8 (B) に示したように電極膜 5 2 B 側に湾曲する。こののち、電極膜 5 2 A , 5 2 B の間の電位差を無くして電圧無印加状態とする (駆動用電圧 V_d の印加を停止する) と、高分子化合物膜 5 1 中において電極膜 5 2 A 側に偏っていた陽

40

50

イオンが拡散し、図 8 (A) に示した状態に戻る。また、図 8 (A) に示した電圧無印加状態から、電極膜 5 2 A がプラスの電位、電極膜 5 2 B がマイナスの電位となるように、電極膜 5 2 A , 5 2 B の間に所定の駆動電圧 V_d を印加すると、イオン液体のうちの陽イオンが電極膜 5 2 B 側に移動する。この場合、高分子化合物膜 5 1 では、電極膜 5 2 A 側が収縮し電極膜 5 2 B 側が膨潤するので、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 は全体として、電極膜 5 2 A 側に湾曲する。

【 0 0 4 9 】

(2 . 撮像装置 2 の動作)

続いて、図 9 を参照して撮像装置 2 全体の動作について説明する。図 9 は、撮像装置 2 におけるレンズモジュール 4 の動作を斜視図で表したものであり、(A) は動作前の状態を、(B) は動作後の状態をそれぞれ示す。

10

【 0 0 5 0 】

この撮像装置 2 におけるレンズモジュール 4 では、前述した図 3 , 図 4 および図 9 (A) , (B) に示したように、一対のポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 によってレンズ保持部材 4 3 が駆動されることにより、レンズ 4 8 がその光軸 Z 1 に沿って移動可能となる。このようにしてレンズモジュール 4 では、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 を用いた駆動装置 (レンズ駆動装置) によって、レンズ 4 8 がその光軸 Z 1 に沿って駆動される。

【 0 0 5 1 】

(3 . ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の加熱手法)

20

続いて、本発明の特徴的部分の 1 つである、電圧供給部 4 5 1、制御部 4 5 2 および記憶部 4 5 3 によるポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の加熱手法 (加熱制御) について、詳細に説明する。

【 0 0 5 2 】

まず、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 では、例えば図 1 0 に示したように、低温環境下 (ここでは、例えば - 3 0 程度) では室温環境下 (ここでは、例えば 2 5 程度) と比べ、素子の特性が低下 (劣化) してしまう。具体的には、図中に示したポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 変位量 (ここでは規格化振幅として示した) や、動作速度が遅くなったりしてしまう。これは、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 では、前述した高分子化合物膜 5 1 (イオン交換樹脂膜) 内のイオンの移動度が、低温環境下では室温環境下と比べて低下することに起因している。

30

【 0 0 5 3 】

そこで、このようなポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の低温環境下での特性を改善させるため、素子の外部に熱源 (ヒーター等) を設けることが考えられる。ところが、そのような専用の熱源を別途設けると、装置構成が大型化 (複雑化) してしまうことになる。

【 0 0 5 4 】

そこで、本実施の形態では、電圧供給部 4 5 1 が以下詳述するように、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 に対して、固定用電極 4 4 0 A , 4 4 0 B , 4 4 0 C , 4 4 0 D を介して駆動用電圧 V_d に加えて加熱用電圧 V_h を供給する。これにより、上記したような専用の熱源を素子の外部に別途設けることなく、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 自身の発熱によって (素子自体を熱源とすることにより)、素子の温度が上昇する。その結果、後述するように、低温環境下におけるポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 の特性 (変位量や動作速度等) を改善することができる (例えば、図 1 0 中の矢印参照)。すなわち、低温環境下においても、室温環境下と同等またはそれ以上の特性を得ることが可能となっている。

40

【 0 0 5 5 】

具体的には、本実施の形態の電圧供給部 4 5 1 は、例えば図 1 1 (A) , (B) に模式的に示したように、ポリマーアクチュエータ素子 4 4 1 , 4 4 2 における一対の電極膜 5 2 A , 5 2 B 間に (ここでは Z 軸方向に沿って)、駆動用電圧 V_d を供給する。具体的に

50

は、固定電極 440A, 440B 間および固定電極 440C, 440D 間にそれぞれ、駆動用電圧 V_d を供給している。一方、本実施の形態の電圧供給部 451 は、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における各電極膜 52A, 52B の膜内方向に（ここでは Y 軸方向に沿って）、加熱用電圧 V_h を供給する。具体的には、固定電極 440A, 440C 間および固定電極 440B, 440D 間にそれぞれ、加熱用電圧 V_h を供給している。より詳細には、本実施の形態では図中の矢印で示したように、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における固定用部材 42 側（固定側）の領域（根元側の領域）に対して、選択的に加熱用電圧 V_h を供給している。換言すると、電圧供給部 451 は、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の根元側の領域における幅方向（ここでは Y 軸方向）に沿って、加熱用電圧 V_h を供給している。これにより、後述する変形例 2 の手法（固定側から可動側に沿って加熱用電圧 V_h を供給する手法の一例）と比べて、加熱用電圧 V_h を供給するための配線構造を簡単（シンプル）にすることができる。また、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 内で変位量が相対的に大きい根元領域を選択的に加熱させることになるため、上記変形例 2 の手法と比べて効率良く素子を加熱させることが可能となる。

10

【0056】

ここで、図 12 は、本実施の形態に係るポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の加熱手法の一例を、流れ図で表わしたものである。

【0057】

この加熱手法ではまず、前提として電圧供給部 451 が、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 に対して駆動用電圧 V_d を供給することにより、これらのポリマーアクチュエータ素子 441, 442 を動作（変形）させる（ステップ S11）。

20

【0058】

次いで、図示しない測定部（検出部）によって、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の周囲の環境温度 T を、直接もしくは間接的に測定（検出）する（ステップ S12）。具体的には、例えば熱電対などの外部温度センサ等によって、環境温度 T を直接検出する。あるいは、例えば素子に流れる駆動電流 I （駆動用電圧 V_d = 一定のとき）と環境温度 T との関係を示す特性データや、素子の動作速度 v と環境温度 T との関係を示す特性データ等（例えば図 13 参照）を用いて、測定した駆動電流 I や動作速度 v に基づいて間接的に環境温度 T を検出する。このとき、駆動電流 I の測定は例えば図示しない電流計を用い、動作速度 v の測定は、例えばホール素子 47A, 47B における測定結果を用いることができる。また、上記した環境温度 T と駆動電流 I や動作速度 v との関係を示す特性データ等は、例えば記憶部 453 に予め保持しておくことができる。

30

【0059】

次に、制御部 452 は、このようにして直接もしくは間接的に検出された環境温度 T に基づいて、まず、加熱用電圧 V_h を供給するか否か（供給する必要があるか否か）を判定（決定）する（ステップ S13）。具体的には、例えば所定の閾値温度 T_{th} と比べて検出された環境温度 T のほうが低い（低温環境下である）場合には、制御部 452 は、加熱用電圧 V_h を供給する必要があると判定する。一方、上記した閾値温度 T_{th} と比べて検出された環境温度 T のほうが高い（低温環境下ではない）場合には、制御部 452 は、加熱用電圧 V_h を供給する必要がないと判定する。ここで、制御部 452 が加熱用電圧 V_h を供給する必要がないと判定（決定）した場合には（ステップ S13：N）、電圧供給部 451 は、加熱用電圧 V_h を供給しない（あるいは供給を停止する、加熱用電圧 V_h の値を下げる等）（ステップ S14）。なお、この後は後述するステップ S17 へと進むことになる。

40

【0060】

一方、制御部 452 が加熱用電圧 V_h を供給する必要があると判定（決定）した場合には（ステップ S13：Y）、次に制御部 452 は、上記した環境温度 T に基づいて、供給する際の加熱用電圧 V_h の大きさおよび波形等を判定（決定）する（ステップ S15）。具体的には、加熱用電圧 V_h の大きさ（電圧値）、直流（DC）電圧もしくは交流（AC

50

）電圧のいずれであるのか、交流電圧の場合にはその周波数等である。なお、このとき同じ加熱用電圧 V_h を供給する場合、固定電極 440A, 440B, 440C, 440D の抵抗値が低いほうが、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における発熱量が大きいことになる。これは、ジュール熱 $Q = (\text{駆動用電圧 } V_d^2 / \text{固定電極の抵抗値 } R)$ という関係式によるものである。

【0061】

ここで、前述の図5に示した固定電極 440A, 440B, 440C, 440D の配置構成において、例えば図14(A)に模式的に示した状況を考える。このとき、Y軸方向に沿ったポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の両端における駆動用電圧 V_{d1} , V_{d2} が互いに等しくなるように供給するという条件下では、供給される電圧の組み合わせは、図14(B), (C)に示した以下の2通りとなる。なお、図中において、 V_d , V_{d1} , V_{d2} はそれぞれ、任意の直流または交流の駆動用電圧 (0V) を、 V_h , V_{h1} , V_{h2} はそれぞれ、任意の直流または交流の加熱用電圧 (0V) を表し、各矢印の向きは電圧降下の向き (正の電位差) を示している。

【0062】

まず、図14(A)に示した状況において、上記したように駆動用電圧 V_{d1} , V_{d2} が互いに等しい ($V_{d1} = V_{d2}$) とし (高分子化合物膜 51 内のイオンに偏りが生じないようにするとき) には、キルヒホッフの法則により、以下の (1) 式が成り立つ。ここで、上記した $V_{d1} = V_{d2}$ の条件を、この (1) 式に代入すると、 $V_{h1} = V_{h2}$ が成り立つ。したがって、 $V_{h1} = V_{h2} > 0$ のとき (図14(B)に対応) と、 $V_{h1} = V_{h2} < 0$ のとき (図14(C)に対応) とで、2通りの電圧の組み合わせがあることになる。なお、このときの駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h はそれぞれ互いに独立な任意の電圧である (それぞれの電圧値や位相は異なっていてもよい)。また、固定電極 440A, 440B, 440C, 440D へ供給する電圧を調整することにより、駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h を独立して決定することが可能となっている。

$$V_{d1} = V_{h1} + V_{d2} - V_{h2} \quad \dots\dots (1)$$

【0063】

また、ここで加熱用電圧 V_h としては、例えば図15(A)に示したような直流電圧、あるいは例えば図15(B)に示したような交流電圧を用いることができるが、交流電圧を用いたほうが望ましい。これは、高分子化合物膜 51 内において膜厚方向に沿ってイオンに偏りが生じないようにする (不要な変形を生じさせないようにする) ためである。

【0064】

次に、電圧供給部 451 は、このようにして制御部 452 によって決定された加熱用電圧 V_h を、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 へ供給する (ステップ S16)。そして、制御部 452 は、例えばユーザからの司令等に応じて、図12に示した加熱制御全体を終了させるか否かを判定する (ステップ S17)。そして、加熱制御を終了させない (続行する) と判定した場合には (ステップ S17: N)、再び前述したステップ S12 へと戻る一方、加熱制御を終了させると判定した場合には (ステップ S17: Y)、全体の制御が終了となる。

【0065】

ここで、図16は、本実施の形態の実施例に係る加熱用電圧 V_h の印加効果を表したものである。この図16において、(A)は、時間 (電圧印加時間) とポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の変位量との関係を示し、(B)は、加熱用電圧 V_h とポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の動作時の振幅との関係を示す。なお、この実施例では、環境温度 $T = -20$ 、駆動用電圧 $V_d = 1V (\pm 1V)$ 、駆動用電圧 V_d の周波数 $f = 1Hz$ とした。また、図16(A)中の矢印は、駆動用電圧 V_d の供給を開始したタイミングを示している。

【0066】

まず、図16(A)により、加熱用電圧 $V_h = 0V$, $5V$ の場合を比較すると、加熱用電圧 $V_h = 5V$ を供給することにより、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の変

10

20

30

40

50

位量が大きく増加し、低温環境下での特性が改善していることが分かる。また、図16(B)により、この加熱用電圧 V_h の電圧値が増加するのに応じて、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の振幅が指数関数的に増加し、低温環境下での特性がより改善していることが分かる。

【0067】

以上のように本実施の形態では、ポリマーアクチュエータ素子441, 442に対して駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h を供給するようにしたので、ポリマーアクチュエータ素子441, 442自身の発熱によって素子の温度を上昇させることができ、外部に専用の熱源を別途設けることなく、低温環境下における素子の変位量や動作速度等を改善することができる。よって、小型化(軽量化)を図りつつ、低温環境下での特性を向上させることが可能となる。

10

【0068】

また、ポリマーアクチュエータ素子441, 442における固定用部材42側(固定側)の領域(根元側の領域)に対して選択的に加熱用電圧 V_h を供給するようにしたので、後述する変形例2の手法と比べ、加熱用電圧 V_h を供給するための配線構造を簡単(シンプル)にすることができる。また、ポリマーアクチュエータ素子441, 442内で変位量が相対的に大きい根元領域を選択的に加熱させることになるため、上記変形例2の手法と比べて効率良く素子を加熱させることが可能となる。

【0069】

<変形例>

20

続いて、上記実施の形態の変形例(変形例1~3)について説明する。なお、実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0070】

[変形例1]

図17(A)~(C)はそれぞれ、変形例1に係るポリマーアクチュエータ素子441, 442および固定電極(ここでは一例として固定電極440A, 440C)の構成例を模式図で表わしたものである。本変形例では、基本的には上記実施の形態の固定電極の構成を用いつつ、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の各電極膜52A, 52B内において全面に(固定側から可動側に沿って)加熱用電圧 V_h を供給するようになっている。

30

【0071】

具体的には、図17(A)に示した例では、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の電極膜52B上における固定用部材42側(固定側)に、ここでは一对の固定電極440A, 440Cが設けられている。そして、ポリマーアクチュエータ素子441, 442には、これら固定電極440A, 440C間の領域において、固定側の端部からその反対側に向けて(X軸の正方向に向けて)、素子全体(各膜)が切り抜かれてなる切り欠き40C(第1の切り欠き部)が形成されている。これにより、上記実施の形態の固定電極の構成を用いつつ、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の各電極膜52A, 52B内において全面に(固定側から可動側に沿って)加熱用電圧 V_h を供給することが可能となっている。すなわち、後述する変形例2の手法と比べて固定電極の構成を簡易にしつつ、各電極膜52A, 52B内において全面に(固定側から可動側に沿って)加熱用電圧 V_h を供給することが可能となっている。

40

【0072】

また、図17(B)に示した例においても、ポリマーアクチュエータ素子441, 442の電極膜52B上における固定用部材42側(固定側)に、一对の固定電極440A, 440Cが設けられている。そして、ポリマーアクチュエータ素子441, 442には、これら固定電極440A, 440C間の領域において、固定側の端部からその反対側に向けて(X軸の正方向に向けて)、電極膜52B, 52Aが選択的に切り抜かれてなる切り欠き40C(第2の切り欠き部)が形成されている。これにより、図17(A)の例と同様に、上記実施の形態の固定電極の構成を用いつつ、ポリマーアクチュエータ素子441

50

、442の各電極膜52A、52B内において全面に（固定側から可動側に沿って）加熱用電圧Vhを供給することが可能となっている。また、図17（A）に示した例と比べ、この図17（B）に示した例のほうが、切り欠き40Cを形成し易いという利点もある。

【0073】

更に、図17（C）に示した例においても、ポリマーアクチュエータ素子441、442の電極膜52B上における固定用部材42側（固定側）に、一对の固定電極440A、440Cが設けられている。そして、電極膜52B（52A）上には、一对の固定電極440A、440C間を固定側からその反対側（可動側）を経由して電氣的に接続する配線40W（例えば金属配線）が設けられている。これにより、上記実施の形態の固定電極と基本的に同様の構成を用いつつ、ポリマーアクチュエータ素子441、442の各電極膜52A、52B内において全面に（固定側から可動側に沿って）加熱用電圧Vhを供給することが可能となっている。また、この図17（C）に示した例では、同じ加熱用電圧Vhのときでは、図17（A）、（B）に示した例と比べて加熱効率を向上させることができ、より温度上昇させ易い構造となっている。

【0074】

このようにして本変形例では、ポリマーアクチュエータ素子441、442の各電極膜52A、52B内において、全面に（固定側から可動側に沿って）加熱用電圧Vhを供給することができるため、素子全体を加熱させることが可能となる。また、以下説明する変形例2の手法と比べ、固定電極の構成を簡易にしつつ実現することができる。

【0075】

[変形例2]

図18（A）、（B）はそれぞれ、変形例2に係る駆動用電圧Vdおよび加熱用電圧Vhの印加手法を模式斜視図で表わしたものである。本変形例では、上記実施の形態および変形例1とは固定電極の構成を変更しつつ、変形例1と同様に、ポリマーアクチュエータ素子441、442の各電極膜52A、52B内において全面に（固定側から可動側に沿って）加熱用電圧Vhを供給するようになっている。

【0076】

具体的には、本変形例の電圧供給部451は、例えば図18（A）、（B）に模式的に示したように、まず上記実施の形態と同様に、ポリマーアクチュエータ素子441、442における一对の電極膜52A、52B間に、駆動用電圧Vdを供給する。具体的には、固定電極440A、440B間および固定電極440C、440D間にそれぞれ、駆動用電圧Vdを供給している。また、上記実施の形態と同様に、ポリマーアクチュエータ素子441、442における各電極膜52A、52Bの膜内方向に、加熱用電圧Vhを供給する。具体的には、固定電極440A、440C間および固定電極440B、440D間にそれぞれ、加熱用電圧Vhを供給している。

【0077】

ただし、本変形例の電圧供給部451は、上記実施の形態とは異なり、図中の矢印で示したように、ポリマーアクチュエータ素子441、442における固定用部材42側（固定側、根元側）の領域からその反対側（可動部側）に沿って（ここではX軸方向に沿って）、加熱用電圧Vhを供給している。換言すると、電圧供給部451は、ポリマーアクチュエータ素子441、442の根元側から先端方向に沿って（長さ方向に）、加熱用電圧Vhを供給している。このため、本変形例では、固定部側には固定電極440C、440Dのみが設けられており、固定電極440A、440Bは可動部側（先端部側）に設けられている。

【0078】

これにより、本変形例においても上記変形例1と同様に、ポリマーアクチュエータ素子441、442の各電極膜52A、52B内において全面に（固定側から可動側に沿って）加熱用電圧Vhを供給することが可能となっている。

【0079】

ここで、図19は、本変形例の実施例に係る加熱用電圧Vhの印加効果を表したもので

10

20

30

40

50

ある。この図 19 において、(A) は、時間 (電圧印加時間) とポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の変位量との関係を示し、(B) は、加熱用電圧 V_h とポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の動作時の振幅との関係を示す。なお、この実施例では、環境温度 $T = -20$ 、駆動用電圧 $V_d = 2V (\pm 2V)$ 、駆動用電圧 V_d の周波数 $f = 1Hz$ とした。また、図 19 (A) 中の矢印は、駆動用電圧 V_d の供給を開始したタイミングを示している。

【0080】

まず、図 19 (A) により、熱用電圧 $V_h = 0V$, $4V$ の場合を比較すると、加熱用電圧 $V_h = 4V$ を供給することにより、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の変位量が大きく増加し、低温環境下での特性が改善していることが分かる。また、図 19 (B) により、この加熱用電圧 V_h の電圧値が増加するのに応じて、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の振幅が指数関数的に増加し、低温環境下での特性がより改善していることが分かる。

10

【0081】

このようにして本変形例においても、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の各電極膜 52A, 52B 内において、全面に (固定側から可動側に沿って) 加熱用電圧 V_h を供給することができるため、素子全体を加熱させることが可能となる。

【0082】

[変形例 3]

図 20 (A), (B) はそれぞれ、変形例 3 に係る駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h の印加手法を模式斜視図で表わしたものである。本変形例では、これまで説明した実施の形態および変形例 1, 2 とは異なり、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 の電極膜 52A, 52B 間に加熱用電圧 V_h を印加するようになっている。

20

【0083】

具体的には、本変形例の電圧供給部 451 は、例えば図 20 (A), (B) に模式的に示したように、まず上記実施の形態等と同様に、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における一対の電極膜 52A, 52B 間に、駆動用電圧 V_d を供給する。具体的には、本変形例では固定電極 440C, 440D 間に、駆動用電圧 V_d を供給している。

【0084】

ただし、本変形例の電圧供給部 451 は、上記実施の形態等とは異なり、図中の矢印で示したように、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における一対の電極膜 52A, 52B 間に、駆動用電圧 V_d に加えて加熱用電圧 V_h をも供給している。具体的には、本変形例では固定電極 440C, 440D 間に、加熱用電圧 V_h も供給している。このように、本変形例では、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 における一対の電極膜 52A, 52B 間に、駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h の双方を供給するようになっている。

30

【0085】

詳細には、例えば図 21 (A), (B) にそれぞれ示したように、電圧供給部 451 は、直流電圧あるいは交流電圧からなる駆動用電圧 V_d に対して、高周波 (例えば、 $1kHz$ 程度) の交流電圧からなる加熱用電圧 V_h を重畳させて供給する。

40

【0086】

このような構成により本変形例では、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 が追従 (変形) することができない程度の高周波の加熱用電圧 V_h が駆動用電圧 V_d に重畳されるため、上記実施の形態等と同様の効果を得ることが可能である。すなわち、ポリマーアクチュエータ素子 441, 442 自身の発熱によって素子の温度を上昇させることができ、外部に専用の熱源を別途設けることなく、低温環境下における素子の変位量や動作速度等を改善することができる。よって、小型化 (軽量化) を図りつつ、低温環境下での特性を向上させることが可能となる。また、特に本変形例では、図 20 (A), (B) に示したように、2 つの固定電極 440C, 440D のみを設ければよいことになるため、4 つの固定電極 440A, 440B, 440C, 440D が設けられている上記実施の形態

50

等と比べ、より簡易な構成で実現することができ、更なる小型化（軽量化）を図ることが可能となる。

【 0 0 8 7 】

[その他の変形例]

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。

【 0 0 8 8 】

例えば、駆動用電圧 V_d および加熱用電圧 V_h の供給手法およびそれらの波形等は、上記実施の形態等で説明したものには限られず、他の供給手法および波形等を用いるようにしてもよい。また、上記実施の形態等で説明した電圧供給部 451 としては、駆動用電圧 V_d を供給する部分と加熱用電圧 V_h を供給する部分とで別々に設けるようにしてもよく、あるいは、これら 2 種類の電圧を供給する部分を共通化して（1 つにして）設けるようにしてもよい。ただし、駆動用電圧 V_d を供給する部分と加熱用電圧 V_h を供給する部分とで別々に設けるようにした場合、駆動用電極と加熱用電極とを別々に設ける必要がある。これは、仮にこれらの電極が共通化された場合、個別の電圧を供給することができなくなるためである。

10

【 0 0 8 9 】

また、上記実施の形態等では、一对のポリマーアクチュエータ素子を設けた場合について説明したが、必ずしも一对ではなくてもよく、1 つあるいは 3 つ以上のポリマーアクチュエータ素子を設けるようにしてもよい。

20

【 0 0 9 0 】

更に、ポリマーアクチュエータ素子の形状については、上記実施の形態等にしたものには限定されず、またその積層構造についても、上記実施の形態等で説明したものに限定されず、適宜変更可能である。加えて、レンズモジュール（駆動装置）における各部材の形状や材料等についても、上記実施の形態等で説明したものには限られない。

【 0 0 9 1 】

加えて、上記実施の形態等では、本発明の駆動装置の一例として、レンズをその光軸に沿って駆動するレンズ駆動装置を挙げて説明したが、この場合には限られない。すなわち、本発明の駆動装置は、そのようなレンズ駆動装置以外にも、例えば絞り（特開 2008 - 259381 号公報等参照）などを駆動する駆動装置等にも適用することが可能である。また、本発明の駆動装置、レンズモジュールおよび撮像装置は、上記実施の形態等で説明した携帯電話以外にも、種々の電子機器に適用することが可能である。

30

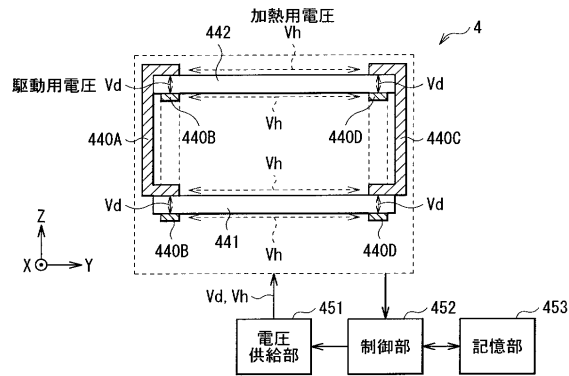
【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

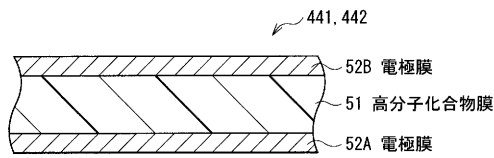
1 ... 携帯電話、2 ... 撮像装置、3 ... 撮像素子、4 ... レンズモジュール、40C ... 切り欠き、40W ... 配線、41 ... 支持部材、42 ... 固定用部材、42U ... 上部固定用部材、42C ... 中央固定用部材、42D ... 下部固定用部材、43 ... レンズ保持部材、441, 442 ... ポリマーアクチュエータ素子、440A, 440B, 440C, 440D ... 固定電極、451 ... 電圧供給部、452 ... 制御部、453 ... 記憶部、46 ... 押え部材、47A, 47B ... ホール素子、48 ... レンズ、51 ... 高分子化合物膜、52A, 52B ... 電極膜、Z1 ... 光軸、 V_d ... 駆動用電圧、 V_h ... 加熱用電圧。

40

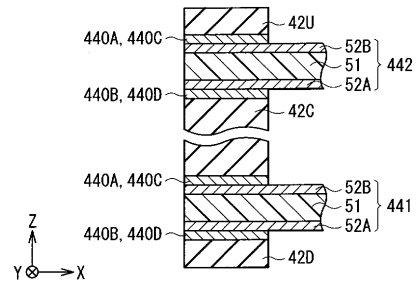
【図 5】



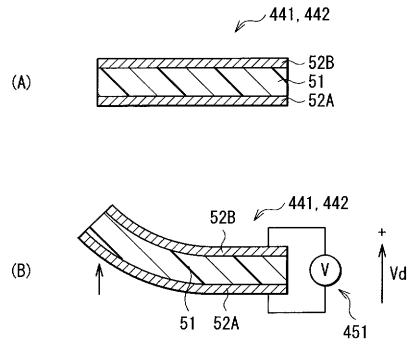
【図 6】



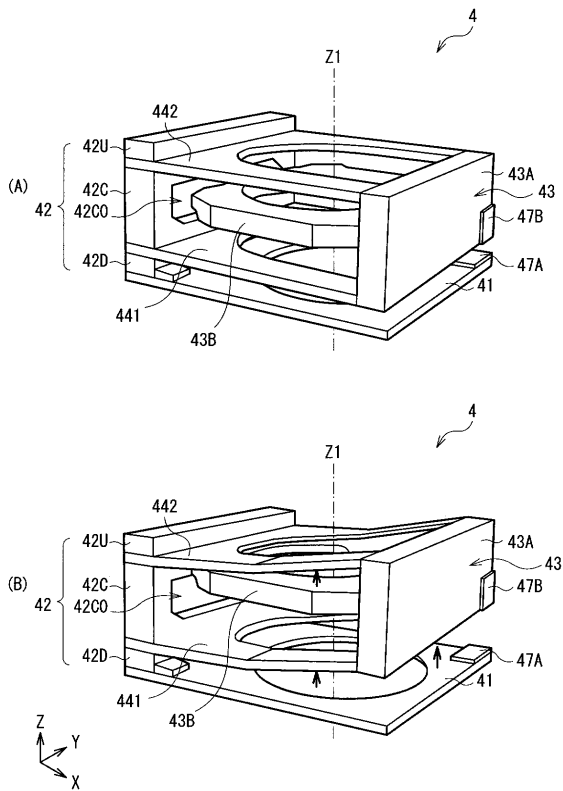
【図 7】



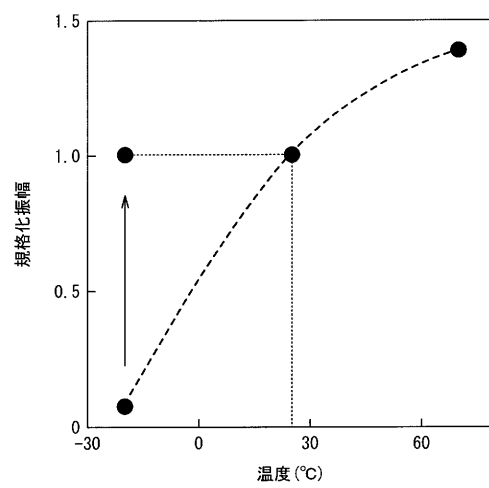
【図 8】



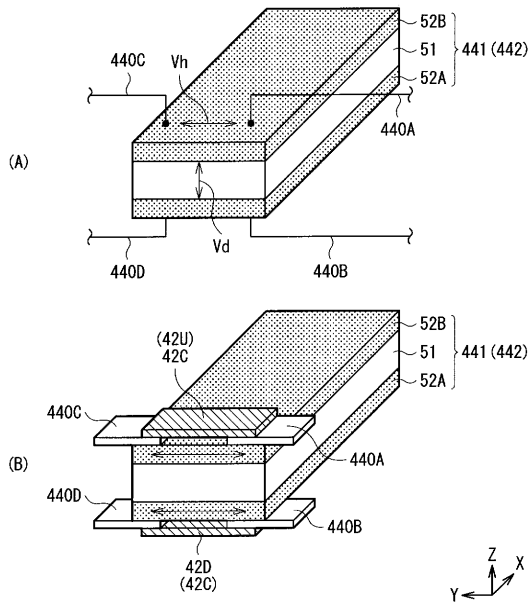
【図 9】



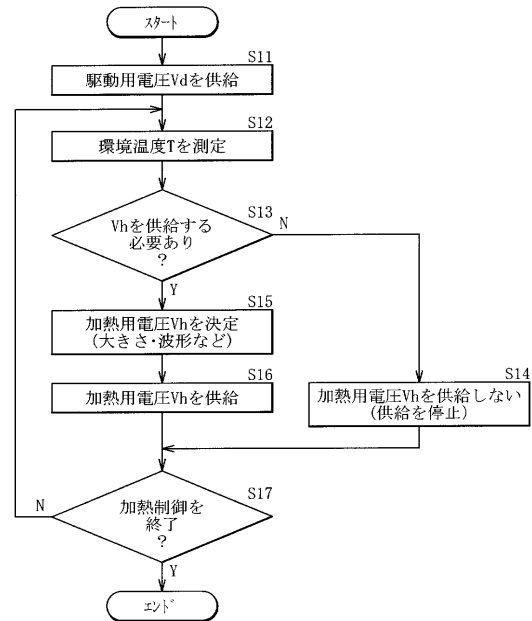
【図 10】



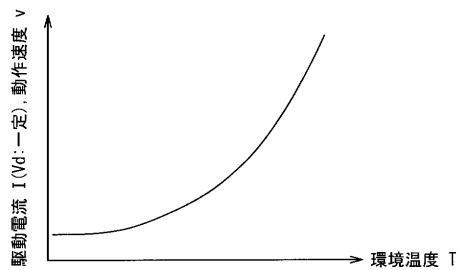
【図 1 1】



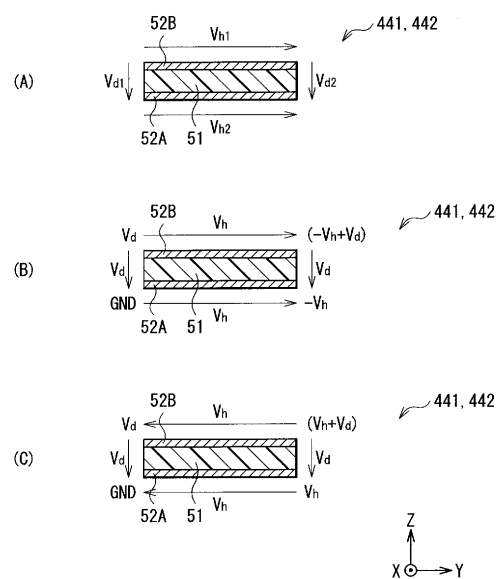
【図 1 2】



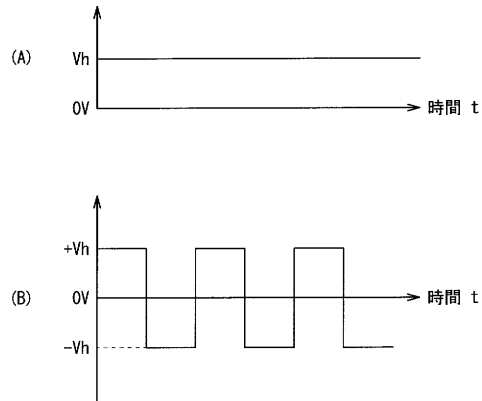
【図 1 3】



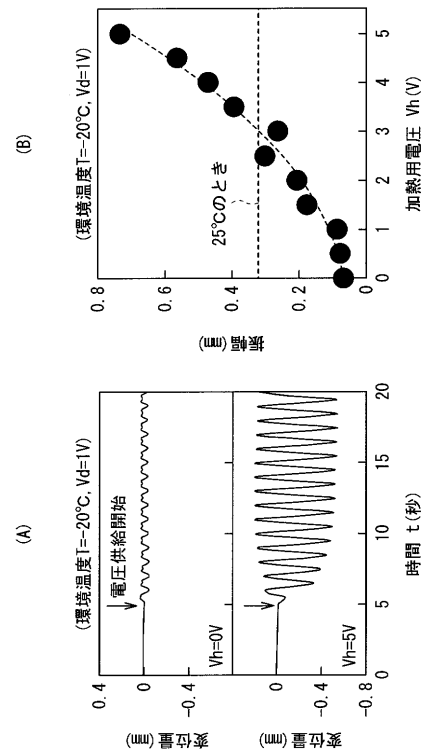
【図 1 4】



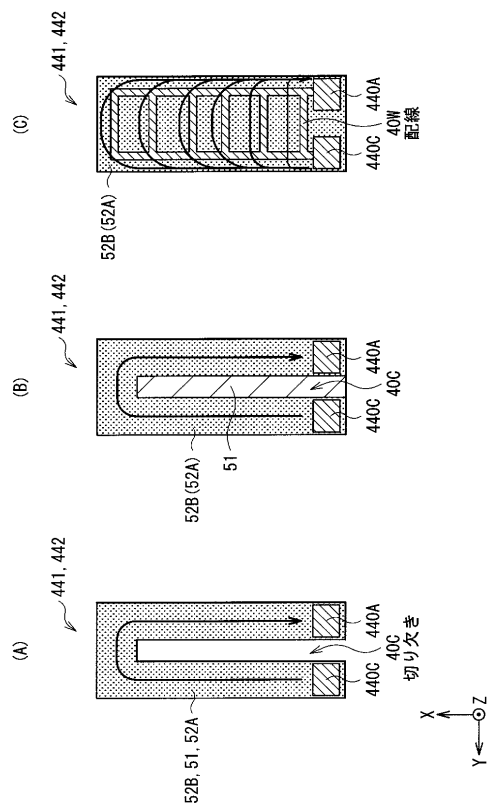
【図 15】



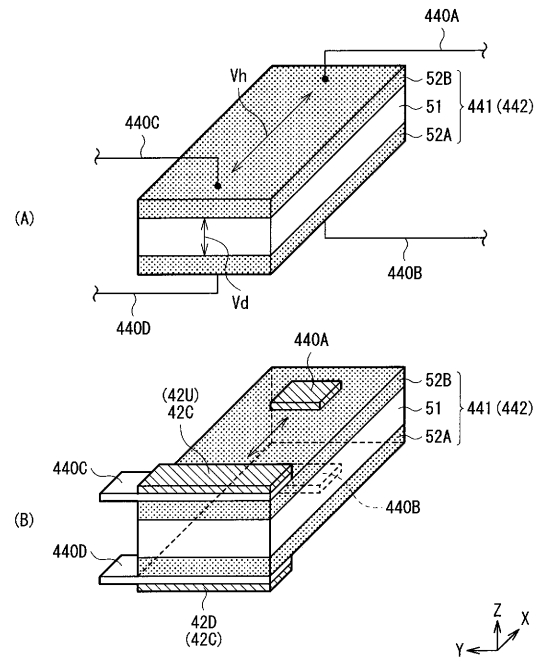
【図 16】



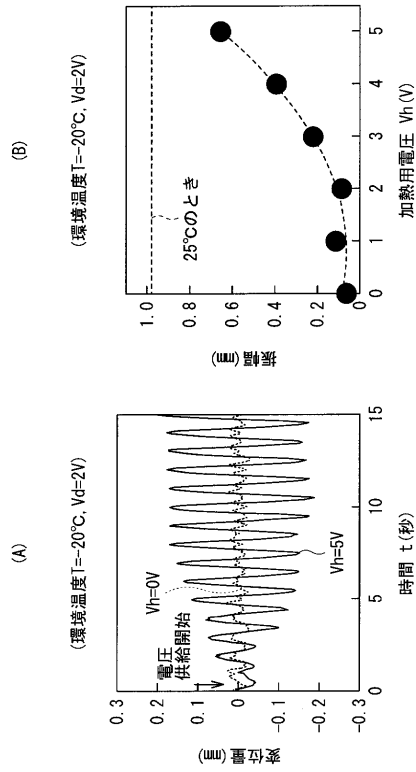
【図 17】



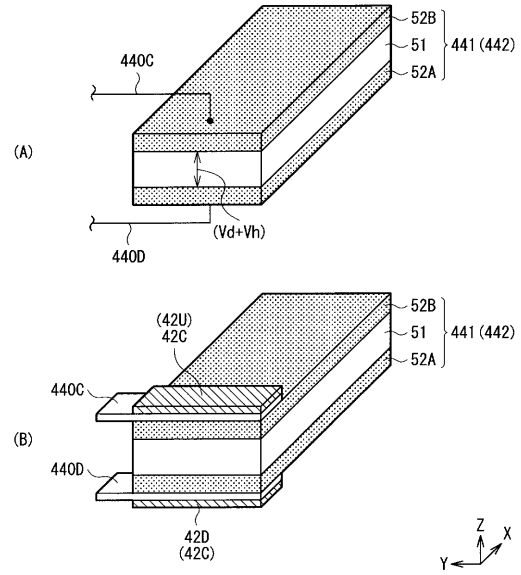
【図 18】



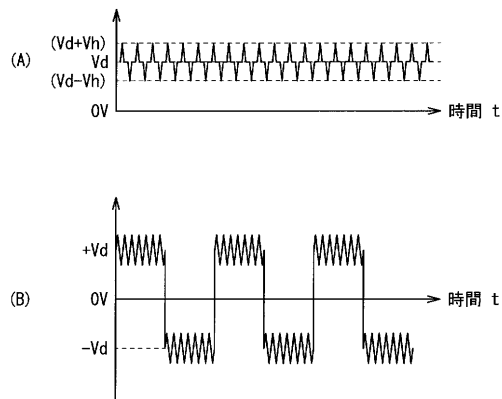
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 石田 武久
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 永井 信之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 登丸 久寿

- (56)参考文献 国際公開第2011/114435(WO, A1)
特開2006-293006(JP, A)
国際公開第2009/076477(WO, A1)
特開2008-216074(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G02B | 7/04 |
| G03B | 17/02 |
| H02N | 11/00 |
| H04N | 5/225 |