(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年4月15日(15.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/070809 A1

(51) 国際特許分類:
B06B 1/02 (2006.01)
B32B 25/00 (2006.01)
B32B 25/20 (2006.01)
H02N 11/00 (2006.01)
H01L 41/047 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)
H01L 41/297 (2013.01)
B32B 7/022 (2019.01)
B32B 7/025 (2019.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/037846

(22) 国際出願日： 2020年10月6日(06.10.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-185390 2019年10月8日(08.10.2019) JP

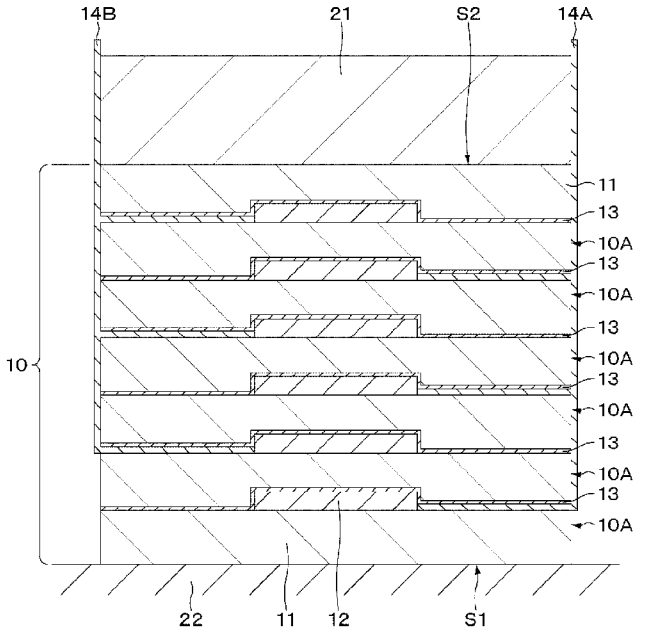
(71) 出願人: ソニー株式会社 (**SONY CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中丸 啓 (**NAKAMARU, Satoshi**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 中田 哲博(**NAKATA, Akihiro**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 中尾 道子(**NAKAO, Michiko**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 後藤 義夫(**GOTO, Yoshio**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 行本 智美(**YUKUMOTO, Tomomi**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニーグローバルマニュファクチャリング＆オペレーションズ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉浦 拓真, 外 (**SUGIURA, Takuma** et al.); 〒1710022 東京都豊島区南池袋１－１－１１ カドラービル４０２ Tokyo (JP).

(54) **Title:** ACTUATOR, METHOD OF MANUFACTURING SAME, DRIVING DEVICE, AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(54) 発明の名称： アクチュエータおよびその製造方法、駆動装置および電子機器



(57) **Abstract:** This actuator comprises a plurality of stacked electrode sheets and an adhesive layer provided between adjacent electrode sheets. The electrode sheet comprises an elastomer layer and an electrode provided on the elastomer layer. The plurality of electrode sheets are stacked such that the elastomer layers and the electrodes are alternately positioned, and the adhesive layer is thinner than the electrode.

WO 2021/070809 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：アクチュエータは、積層された複数の電極シートと、隣接する電極シートの間に設けられた接着層とを備える。電極シートは、エラストマー層と、エラストマー層上に設けられた電極とを備える。複数の電極シートは、エラストマー層と電極が交互に位置するように積層され、接着層は、電極よりも厚みが薄い。

明　細　書

発明の名称 ：

アクチュエータおよびその製造方法、駆動装置および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、アクチュエータおよびその製造方法、駆動装置および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する高分子アクチュエータは、広く知られている。高分子アクチュエータの一つとして、電極とエラストマー層とが交互に積層された積層型のアクチュエータがある（例えば特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１６／０３１１３７号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、積層型のアクチュエータでは、電極とエラストマー層の間の密着性が低い。このため、積層型のアクチュエータは絶縁耐圧が低い。

[0005] 本開示の目的は、電極とエラストマー層の間の密着性を向上することができるアクチュエータおよびその製造方法、駆動装置および電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の課題を解決するために、第１の開示は、

積層された複数の電極シートと、

隣接する電極シートの間に設けられた接着層と

を備え、

電極シートは、

エラストマー層と、

エラストマー層上に設けられた電極と

を備え、

複数の電極シートは、エラストマー層と電極が交互に位置するように積層され、

接着層は、電極よりも厚みが薄いアクチュエータである。

[0007] 第２の開示は、第１の開示のアクチュエータを備える駆動装置である。

[0008] 第３の開示は、第１の開示のアクチュエータを備える電子機器である。

[0009] 第４の開示は、

第１のエラストマー層上に電極を形成することと、

電極上に接着層を形成することと、

接着層により第１のエラストマー層に第２のエラストマー層を貼り合わせることと、

を含み、

接着層は、電極よりも厚みが薄いアクチュエータの製造方法である。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータの構成の一例を示す断面図である。

[図2]図２Ａ、図２Ｂ、図２Ｃ、図２Ｄ、図２Ｅ、図２Ｆはそれぞれ、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータの製造方法の一例を説明するための工程図である。

[図3]図３Ａ、図３Ｂはそれぞれ、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータの製造方法の一例を説明するための工程図である。

[図4]図４は、本開示の第１の実施形態の変形例に係るアクチュエータの構成の一例を示す断面図である。

[図5]図５は、本開示の第１の実施形態の変形例に係るアクチュエータの構成の一例を示す断面図である。

[図6]図６は、本開示の第１の実施形態の変形例に係るアクチュエータの構成の一例を示す断面図である。

[図7]図７は、本開示の第２の実施形態に係るアクチュエータの外観の一例を示す斜視図である。

[図8]図８は、図７のＶＩＩＩ－ＶＩＩＩ線に沿った断面図である。

[図9]図９は、本開示の第２の実施形態に係るアクチュエータの構成の一例を示す分解斜視図である。

[図10]図１０は、本開示の第２の実施形態の変形例に係るアクチュエータの構成の一例を示す断面図である。

[図11]図１１は、本開示の第２の実施形態の変形例に係るアクチュエータの構成の一例を示す分解斜視図である。

[図12]図１２は、応用例としての撮影装置の構成の一例を示す断面図である。

[図13]図１３Ａは、レンズおよびこのレンズを保持するホルダの構成の一例を示す平面図である。図１３Ｂは、図１３ＡのＸＩＩＩＢ－ＸＩＩＩＢに沿った断面図である。

[図14]図１４は、図１３Ｂの領域Ｒを拡大して表す断面図である。

[図15]図１５は、応用例としての表示装置の構成の一例を示す断面図である。

[図16]図１６は、応用例としての多点触感ディスプレイの構成の一例を示す断面図である。

[図17]図１７は、実施例１の誘電エラストマーアクチュエータの印加電界と発生応力の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 本開示の実施形態および応用例について以下の順序で説明する。なお、以下の実施形態および応用例の全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

１ 第１の実施形態（アクチュエータの例）

２　第２の実施形態（アクチュエータの例）

３　応用例（撮影装置の例）

４　応用例（表示装置の例）

５　応用例（多点触感ディスプレイの例）

[0012] ＜１　第１の実施形態＞

［アクチュエータの構成］

まず、図１を参照して、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータ１０の構成の一例について説明する。アクチュエータ１０は、積層型の誘電エラストマーアクチュエータ（Dielectric Elastomer Actuator：ＤＥＡ）である。アクチュエータ１０は、矩形のシート状を有する。アクチュエータ１０は、対向する第１の主面Ｓ１および第２の主面Ｓ２を有する。なお、本開示においては、シートには、フィルムも含まれるものと定義する。

[0013] アクチュエータ１０は、複数の電極シート１０Ａと、接着層１３と、取り出し電極１４Ａと、取り出し電極１４Ｂとを備える。なお、取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは必要に応じて備えられるものであって無くてもよい。

[0014] アクチュエータ１０は、電圧の印加により、アクチュエータ１０の面内方向に伸縮可能に構成されている。すなわち、アクチュエータ１０は、アクチュエータ１０の厚さ方向に変位可能に構成されている。

[0015] アクチュエータ１０は、各種の駆動装置または電子機器に適用可能である。この場合、アクチュエータ１０は、駆動装置または電子機器が有する基材２２上に固定される。また、アクチュエータ１０上には、駆動装置または電子機器が有する被駆動体２１が固定される。アクチュエータ１０と基材２２の間は接着材（図示せず）により貼り合わされ、アクチュエータ１０と被駆動体２１の間は接着材（図示せず）により貼り合わされている。なお、本開示においては、粘着（pressure sensitive adhesion）は接着（adhesion）の一種と定義する。

[0016] アクチュエータ１０が適用可能な駆動装置の具体例としては、レンズ駆動装置、手ぶれ補正装置、振動デバイス（触覚ディスプレイ、バイブレータ、

音響変換器（スピーカ等））が挙げられるが、これらに限定されるものではない。アクチュエータ１０が適用可能な電子機器の具体例としては、パーソナルコンピュータ、モバイル機器、携帯電話、タブレット型コンピュータ、表示装置、撮影装置、オーディオ機器、ゲーム機器、工業用器具、ロボット等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0017]（電極シート）

複数の電極シート１０Ａは積層され、積層体を構成している。電極シート１０Ａは、エラストマー層１１と、エラストマー層１１上に設けられた電極１２とを備える。複数の電極シート１０Ａは、エラストマー層１１と電極１２が交互に位置するように積層されている。絶縁性の観点からすると、アクチュエータ１０の第１、第２の主面Ｓ１、Ｓ２は、エラストマー層１１で覆われていることが好ましい。

[0018]（エラストマー層）

エラストマー層１１は、アクチュエータ１０の面内方向に伸縮性を有する。各エラストマー層１１は、一組の電極１２により挟まれている。エラストマー層１１は、誘電エラストマー層であり、矩形状を有するシートである。エラストマー層１１は、例えば、絶縁性伸縮材料として絶縁性エラストマーを含む。絶縁性エラストマーは、例えば、アクリルゴム、シリコーンゴム、エチレン－プロピレン－ジエン三元共重合体（ＥＰＤＭ）、天然ゴム（ＮＲ）、ブチルゴム（ＩＩＲ）、イソプレンゴム（ＩＲ）、アクリロニトリル－ブタジエン共重合ゴム（ＮＢＲ）、水素化アクリルニトリル－ブタジエン共重合ゴム（Ｈ－ＮＢＲ）、ヒドリン系ゴム、クロロプレンゴム（ＣＲ）、フッ素ゴムおよびウレタンゴム等のうちの少なくとも１種を含む。

[0019] エラストマー層１１は、必要に応じて添加剤を含んでいてもよい。添加剤は、例えば、架橋剤、可塑剤、老化防止剤、界面活性剤、粘度調整剤、補強剤および着色剤等のうちの少なくとも１種である。

[0020]（電極）

電極１２は、アクチュエータ１０の面内方向に伸縮性を有する。これによ

り、電極１２はエラストマー層１１の伸縮に追従して伸縮することができる。アクチュエータ１０の厚み方向に隣接する電極１２の間に、エラストマー層１１が挟まれている。各電極シート１０Ａに含まれる電極１２は、アクチュエータ１０の厚み方向に重なり合っている。電極１２の形状としては、例えば、矩形状等の多角形状、円形状または楕円形状等が挙げられる。

[0021] エラストマー層１１の厚みＤ１に対する電極１２の厚みＤ２の割合（Ｄ２／Ｄ１）が、好ましくは１／２以下、より好ましくは１／１０以上１／２以下である。割合（Ｄ２／Ｄ１）が１／２を超えると、電極１２の剛性の影響により変位量低下が顕著になる。一方、割合（Ｄ２／Ｄ１）が１／１０未満であると、電極１２の抵抗が増加して、応答性が悪くなる。

[0022] 電極１２は、導電性材料を含む。導電性材料は、例えば、導電性フィラーおよび導電性高分子のうちの少なくとも１種である。導電性フィラーの形状としては、例えば、球状、楕円体状、針状、板状、鱗片状、チューブ状、ワイヤー状、棒状（ロッド状）、繊維状、不定形状等が挙げられるが、特にこれらに限定されるものではない。なお、１種の形状の導電性フィラーのみを用いてもよいし、２種以上の形状の導電性フィラーを組み合わせて用いてもよい。

[0023] 導電性フィラーは、例えば、炭素系フィラー、金属系フィラー、金属酸化物系フィラーおよび金属被覆系フィラーのうちの少なくとも１種を含む。ここで、金属には、半金属が含まれるものと定義する。

[0024] 炭素系フィラーは、例えば、カーボンブラック（例えばケッチェンブラック、アセチレンブラック等）、ポーラスカーボン、炭素繊維（例えばＰＡＮ系、ピッチ系等）、カーボンナノファイバー、フラーレン、グラフェン、気相成長炭素繊維（ＶＧＣＦ）、カーボンナノチューブ（例えばＳＷＣＮＴ、ＭＷＣＮＴ等）、カーボンマイクロコイルおよびカーボンナノホーンのうちの少なくとも１種を含む。

[0025] 金属系フィラーは、例えば、銅、銀、金、白金、パラジウム、ニッケル、錫、コバルト、ロジウム、イリジウム、鉄、ルテニウム、オスミウム、マン

ガン、モリブデン、タングステン、ニオブ、タンタル、チタン、ビスマス、アンチモンおよび鉛のうちの少なくとも１種を含む。

[0026] 金属酸化物系フィラーは、例えば、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）、酸化亜鉛、酸化インジウム、アンチモン添加酸化錫、フッ素添加酸化錫、アルミニウム添加酸化亜鉛、ガリウム添加酸化亜鉛、シリコン添加酸化亜鉛、酸化亜鉛－酸化錫、酸化インジウム－酸化錫または酸化亜鉛－酸化インジウム－酸化マグネシウムを含む。

[0027] 金属被覆系フィラーは、ベースフィラーを金属で被覆したものである。ベースフィラーは、例えば、マイカ、ガラスビーズ、ガラス繊維、炭素繊維、炭酸カルシウム、酸化亜鉛または酸化チタンである。ベースフィラーを被覆する金属は、例えば、ＮｉおよびＡｌのうちの少なくとも１種を含む。

[0028] 導電性高分子は、例えば、ポリエチレンジオキシチオフェン／ポリスチレンスルホン酸（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）、ポリアニリン、ポリアセチレンおよびポリピロールのうちの少なくとも１種を含む。

[0029] 電極１２が、必要に応じてバインダー、ゲル、懸濁液およびオイルのうちの少なくとも１種をさらに含んでいてもよい。バインダーは、伸縮性を有している。バインダーは、エラストマーであることが好ましい。エラストマーとしては、エラストマー層１１と同様のものを例示することができる。

[0030] 電極１２が、必要に応じて添加剤をさらに含んでいてもよい。添加剤としては、エラストマー層１１と同様のものを例示することができる。

[0031] 電極１２はコンポジット材料（複合材料）を含んでいてもよい。コンポジット材料は、例えば、導電性高分子および導電性フィラーの少なくとも１種とエラストマーとのコンポジット材料、伸縮性のイオン導電性材料と電界質とのコンポジット材料、導電性高分子および導電性フィラーの少なくとも１種と高分子の懸濁液（アクリルエマルジョン等）とのコンポジット材料、導電性高分子および導電性フィラーの少なくとも１種とブロックコポリマとのコンポジット材料、および高分子ゲルとイオン導電体とのコンポジット材料のうちの少なくとも１種を含む。

[0032]（接着層）

接着層１３は、隣接する電極シート１０Ａの間に設けられ、隣接する電極シート１０Ａを貼り合わせる。接着層１３は、隣接する電極シート１０Ａのエラストマー層１１と電極１２を接着する。隣接する電極シート１０Ａの密着性を向上するためには、接着層１３は、電極１２を覆っていることが好ましく、電極１２が設けられたエラストマー層１１の一主面全体を覆っていることがより好ましい。接着層１３は、電極１２よりも厚みが薄い。これにより、アクチュエータ１０の駆動電圧を低減することができる。接着層１３は、シリコーン系接着剤を含むことが好ましい。

[0033] 隣接する電極シート１０Ａ間の密着性（すなわち、隣接する電極シート１０Ａの電極１２とエラストマー層１１の間の密着性）を向上するためには、電極１２および接着層１３が同種の材料を含むことが好ましく、エラストマー層１１、接着層１３および電極１２が同種の材料を含むことがより好ましい。この場合、接着層１３に含まれる接着剤と電極１２に含まれるバインダーとが、同種の材料であってもよい。上記同種の材料は、シリコーン系材料であることが好ましい。

[0034]（取り出し電極）

取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは、伸縮性を有していることが好ましい。これにより、取り出し電極１４Ａ、１４Ｂがアクチュエータ１０の伸縮に追従して伸縮することができる。したがって、取り出し電極１４Ａ、１４Ｂがそれぞれ、アクチュエータ１０の伸縮に伴う取り出し電極１４Ａ、１４Ｂの破損や、エラストマー層１１からの剥離を抑制することができる。

[0035] 取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは、積層された電極シート１０Ａの電極１２と外部の電圧源（図示せず）とを電気的に接続する。取り出し電極１４Ａは、積層された複数の電極シート１０Ａのうち、アクチュエータ１０の第１の主面Ｓ１から見て奇数番目に位置する電極シート１０Ａの電極１２に接続される。取り出し電極１４Ｂは、積層された複数の電極シート１０Ａのうち、アクチュエータ１０の第１の主面Ｓ１から見て偶数番目に位置する電極シー

ト１０Ａの電極１２に接続される。取り出し電極１４Ａおよび取り出し電極１４Ｂは、積層されたエラストマー層１１間を通って、積層された電極シート１０Ａの周縁部の間から外部に取り出されている。取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは、積層された電極シート１０Ａの周縁部の異なる位置、例えば対向する位置から取り出される。

[0036] 取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは、導電性材料を含んでいる。導電性材料としては、電極１２と同様のものを例示することができる。取り出し電極１４Ａ、１４Ｂが、必要に応じて伸縮性を有するバインダーを含んでいてもよい。バインダーは、エラストマーであることが好ましい。エラストマーとしては、エラストマー層１１と同様のものを例示することができる。取り出し電極１４Ａ、１４Ｂは、例えば、線状を有している。

[0037] ［アクチュエータの動作］

次に、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータ１０の動作の一例について説明する。

[0038] 電極１２間に駆動電圧が印加されると、エラストマー層１１を挟んで隣接する電極１２、１２間にクーロン力による引力が作用する。このため、エラストマー層１１のうち電極１２、１２間に挟まれた部分は、その厚さ方向に圧縮されて薄くなる。したがって、第２の主面Ｓ２の位置、すなわち被駆動体２１の位置が下方に変位する。本明細書において、“下方”とは、第２の主面Ｓ２から第１の主面Ｓ１に向かうアクチュエータ１０の厚さ方向を意味するものとする。

[0039] 一方、エラストマー層１１を挟んで隣接する電極１２、１２間に印加されていた駆動電圧が解除されると、電極１２、１２間にクーロン力による引力が作用しなくなる。このため、エラストマー層１１のうち電極１２、１２間に挟まれた部分は元の厚さに戻る。したがって、第１の主面Ｓ１の位置、すなわち被駆動体２１の位置が上方に変位し元に戻る。本明細書において、“上方”とは、第１の主面Ｓ１から第２の主面Ｓ２に向かうアクチュエータ１０の厚さ方向を意味するものとする。

[0040] なお、アクチュエータ１０を各種の駆動装置または電子機器に適用する場合、アクチュエータ１０のデフォルトの状態（初期状態）が、アクチュエータ１０に予め規定の電圧が印加されている状態であってもよいし、アクチュエータ１０に電圧が印加されていない状態であってもよい。

[0041] ［アクチュエータの製造方法］

次に、図２Ａ～図２Ｆ、図３Ａ、図３Ｂを参照して、本開示の第１の実施形態に係るアクチュエータ１０の製造方法の一例について説明する。

[0042] （エラストマー層形成用塗料の調製工程）

エラストマーを溶剤に加えて分散させることにより、エラストマー層形成用塗料を調製する。必要に応じて、エラストマー以外の樹脂材料および添加剤のうちの少なくとも１種を溶剤に更に加えるようにしてもよい。例えば、基材（剥離基材）へのエラストマー層形成用塗料の塗布性やポットライフを向上させる目的で、必要に応じて界面活性剤、粘度調整剤、分散剤等の添加剤を加えてもよい。分散方法としては、攪拌、超音波分散、ビーズ分散、混錬、ホモジナイザー処理等を用いることが好ましい。

[0043] 溶剤は、エラストマーを分散できるものであればよく、特に限定されるものではない。例えば、水、エタノール、メチルエチルケトン、イソプロパノールアルコール、アセトン、アノン（シクロヘキサノン、シクロペンタノン）、炭化水素（ヘキサン）、アミド（ＤＭＦ）、スルフィド（ＤＭＳＯ）、ブチルセロソルブ、ブチルトリグリコール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノプロピルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコールイソプロピルエーテル、ジプロピレングリコールイソプロピルエーテル、

トリプロピレングリコールイソプロピルエーテル、メチルグリコール、テルピネオール、ブチルカルビトールアセテート等が挙げられる。

[0044]（導電性塗料の調製工程）

導電性材料を溶剤に加えて分散させることにより、電極形成用塗料である導電性塗料を調製する。必要に応じて、バインダーおよび添加剤のうちの少なくとも１種を溶剤に更に加えるようにしてもよい。例えば、エラストマー層２１Ａ、２２Ａへの導電性塗料の塗布性やポットライフを向上させる目的で、必要に応じて界面活性剤、粘度調整剤、分散剤等の添加剤を加えてもよい。導電性塗料は導電性インクであってもよいし、導電性ペーストであってもよい。分散手法としては、上記のエラストマー層形成用塗料の調製工程と同様のものを例示することができる。また、溶剤は、導電性材料を分散できるものであればよく、特に限定されるものではない。例えば、上記のエラストマー層形成用塗料の調製工程と同様のものを例示することができる

[0045]（エラストマー層の形成工程（１））

まず、図２Ａに示すように、エラストマー層形成用塗料を基材３１上に塗布し、エラストマー層１１を形成する。

[0046]（電極の形成工程）

次に、図２Ｂに示すように、電極形成用塗料をエラストマー層１１上に塗布し、電極１２を形成する。電極形成用塗料の塗布の方法（電極１２の形成方法）としては、スクリーン印刷、凹版印刷または凸版印刷が好ましい。

[0047]（エラストマー層の形成工程（２））

次に、図３Ａに示すように、エラストマー層形成用塗料を基材３２上にエラストマー層１１を形成したのち、図３Ｂに示すように、基材３２からエラストマー層１１を剥離し、基材３３上に移す。これにより、積層体３４が得られる。基材３３は、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等のフッ素樹脂を含む。このため、基材３３からエラストマー層１１を容易に剥離することができる。

[0048]（積層工程）

次に、図２Ｃに示すように、電極１２が形成されたエラストマー層１１上に、未硬化状態の接着層１３を形成する。次に、図２Ｄに示すように、積層体３４のエラストマー層１１が接着層１３側となるようにして、積層体３４を未硬化状態の接着層１３上に載せたのち、例えば熱処理により接着層１３を硬化させる。これにより、電極１２が形成されたエラストマー層１１の一主面に対して、積層体３４が貼り合わされる。接着層１３の硬化後、基材３３をエラストマー層１１から剥離する。続いて、図２Ｅおよび図２Ｆに示すように、上記の電極の形成工程と上記のエラストマー層の形成工程（２）を交互に繰り返して、積層体を形成する。これにより、誘電エラストマーアクチュエータ１０が得られる。

[0049] ［効果］

上述したように、第１の実施形態に係るアクチュエータ１０は、積層された複数の電極シート１０Ａと、隣接する電極シートの間に設けられた接着層１３とを備える。これにより、隣接する電極シート１０Ａ間の密着性、すなわち隣接する電極シート１０Ａの電極１２とエラストマー層１１の間の密着性を向上することができる。したがって、アクチュエータ１０の絶縁耐圧を向上することができる。

[0050] また、第１の実施形態に係るアクチュエータ１０では、接着層１３は、電極１２よりも厚みが薄い。これにより、アクチュエータ１０の駆動電圧を低減することができる。

[0051] ［変形例］

（変形例１）

上述の第１の実施形態では、取り出し電極１４Ａ、１４Ｂが、積層された電極シート１０Ａの周縁部の間から外部に取り出される場合について説明したが、取り出し電極１４Ａ、１４Ｂの構成はこれに限られるものではない。例えば、図４に示すように、積層された複数の電極シート１０Ａは、第２の主面Ｓ２からアクチュエータ１０の厚み方向に延びる孔部１１Ａおよび孔部１１Ｂを有し、取り出し電極１４Ａ、取り出し電極１４Ｂはそれぞれ、孔部

１１Ａ、孔部１１Ｂを介して第２の主面Ｓ２から外部に取り出されていてもよい。

[0052]（変形例２）

電極シート１０Ａが、図５に示すように、エラストマー層１１上に設けられたダミー電極（ダミー層）１２Ａをさらに備えるようにしてもよい。ダミー電極１２Ａは、電極１２の周囲に設けられている。ダミー電極１２Ａは、アクチュエータ１０の面内方向に伸縮性を有することが好ましい。これにより、ダミー電極１２Ａはエラストマー層１１の伸縮に追従して伸縮することができる。ダミー電極１２Ａは、電極１２と同様の材料により構成されていてもよいし、異なる材料で構成されていてもよいが、電極１２と同様の材料により構成されていることが好ましい。ダミー電極１２Ａが電極１２と同様の材料により構成されている場合には、電極１２とダミー電極１２Ａを同時に形成することができるので、アクチュエータ１０の製造プロセスを簡略化することができる。ダミー電極１２Ａが導電性を有する場合には、電極１２とダミー電極１２Ａとは離間される。ダミー電極１２Ａの厚みは、電極１２と同一またはほぼ同一であることが好ましい。

[0053] 上述のように電極シート１０Ａがダミー電極１２Ａを備えることで、電極１２の周囲で段差が発生することを抑制することができる。したがって、隣接する電極シート１０Ａ間の密着性を向上することができる。また、エラストマー層１１の平面性を保持することができるで、高品質なアクチュエータ１０を提供することができる。

[0054]（変形例３）

電極シート１０Ａが、図６に示すように、エラストマー層１１と電極１２の間に設けられた接着層１６をさらに備えるようにしてもよい。接着層１６の材料は、第１の実施形態における接着層１３と同様である。電極シート１０Ａが上述の構成を有することで、電極シート１０Ａを構成するエラストマー層１１と電極１２の間の密着性を向上することができる。したがって、アクチュエータ１０の絶縁耐圧をさらに向上することができる。

[0055]（変形例４）

上述の第１の実施形態では、アクチュエータ１０が矩形のシート状を有する場合について説明したが、アクチュエータ１０の形状はこれに限定されるものではなく、矩形以外の多角形状、円形状または楕円形状等であってもよい。

[0056]＜２　第２の実施形態＞

［アクチュエータの構成］

図７～図９を参照して、本開示の第２の実施形態に係るアクチュエータ１０の構成の一例について説明する。アクチュエータ１１０は、積層型の誘電エラストマーアクチュエータ（Dielectric Elastomer Actuator：ＤＥＡ）である。アクチュエータ１０は、矩形のシート状を有する。アクチュエータ１１０は、対向する第１の主面Ｓ１および第２の主面Ｓ２を有する。アクチュエータ１１０は、積層体１１１と、取り出し電極１１４Ａと、取り出し電極１１４Ｂとを備える。取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂは必要に応じて備えられるものであって無くてもよい。なお、第２の実施形態において第１の実施形態と同様の箇所には同一の符号を付して説明を省略する。

[0057]　取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂは、配線（図示せず）を介して電圧源（図示せず）に電気的に接続される。アクチュエータ１１０は、電圧の印加により、アクチュエータ１１０の面内方向に伸縮可能に構成されている。すなわち、アクチュエータ１１０は、アクチュエータ１１０の厚さ方向に変位可能に構成されている。

[0058]（積層体）

積層体１１１は、複数の電極シート１１０Ａと、複数の電極シート１１０Ｂと、複数の接着層１３とを備える。複数の電極シート１１０Ａおよび複数の電極シート１１０Ｂは、電極シート１１０Ａと電極シート１１０Ａとが交互に位置するように積層され、積層体１１１を構成している。接着層１３は、隣接する電極シート１１０Ａ、１１０Ｂ間に設けられている。電極シート１１０Ａは、エラストマー層１１と、エラストマー層１１上に設けられた複

数の電極１１２Ａとを備える。電極シート１１０Ｂは、エラストマー層１１と、エラストマー層１１上に設けられた複数の電極１１２Ｂとを備える。なお、図９では、接着層１３の図示を省略している。以下の説明において、電極１１２Ａおよび電極１１２Ｂを特に区別しない場合には、電極１１２と記載する。

[0059] 電極シート１１０Ａの電極１１２Ａと電極シート１１０Ｂのエラストマー層１１とが接着層１３を介して対向すると共に、電極シート１１０Ｂの電極１１２Ｂと電極シート１１０Ａのエラストマー層１１とが接着層１３を介して対向している。各エラストマー層１１は、一組の電極１１２Ａ、１１２Ｂにより挟まれている。絶縁性の観点からすると、アクチュエータ１１０の第１、第２の主面Ｓ１、Ｓ２は、エラストマー層１１で覆われていることが好ましい。

[0060] （電極）

電極１１２Ａ、１１２Ｂは、アクチュエータ１１０の面内方向に伸縮性を有する。これにより、電極１１２Ａ、１１２Ｂはエラストマー層１１の伸縮に追従して伸縮することができる。複数の電極１１２Ａ、複数の１１２Ｂはそれぞれ、ストライプ状に配置されている。電極１１２Ｂは、電極１１２Ａに対向している。すなわち、各電極シート１１０Ａに含まれる電極１１２Ａと各電極シート１１０Ｂに含まれる電極１１２Ｂとは、アクチュエータ１０の厚み方向に重なりあっている。電極１１２Ａは、エラストマー層１１の第１の長辺部まで延設されている。電極１１２Ｂは、エラストマー層１１の第２の長辺部まで延設されている。これにより、アクチュエータ１１０の第１の長辺部側の側面から電極１１２Ａの端部が露出し、アクチュエータ１１０の第２の長辺部側の側面から電極１１２Ｂの端部が露出する。

[0061] 複数の電極１１２Ａは、接着層１３により覆われている。また、複数の電極１１２Ｂは、接着層１３により覆われている。接着層１３は、電極１１２Ａ、１１２Ｂよりも厚みが薄い。これにより、アクチュエータ１１０の駆動電圧を低減することができる。

[0062] 電極１１２Ａ、１１２Ｂの材料は、第１の実施形態における電極１２の材料と同様である。

[0063] （取り出し電極）

取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂは、伸縮性を有していることが好ましい。これにより、取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂがアクチュエータ１１０の伸縮に追従して伸縮することができる。したがって、取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂがそれぞれ、アクチュエータ１１０の第１、第２の長辺側の側面から剥離することを抑制できる。

[0064] 取り出し電極１１４Ａは、アクチュエータ１１０の第１の長辺部側の側面に設けられている。取り出し電極１１４Ａは、アクチュエータ１１０の第１の長辺部側の側面から露出した電極１１２Ａの端部に接触している。取り出し電極１１４Ｂは、アクチュエータ１１０の第２の長辺部側の側面に設けられている。取り出し電極１１４Ｂは、アクチュエータ１１０の第２の長辺部側の側面から露出した電極１１２Ｂの端部に接触している。

[0065] 取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂは、導電性材料を含んでいる。導電性材料としては、第１の実施形態における電極１２と同様のものを例示することができる。取り出し電極１１４Ａ、１１４Ｂが、必要に応じて伸縮性を有するバインダーを含んでいてもよい。バインダーは、エラストマーであることが好ましい。エラストマーとしては、第１の実施形態におけるエラストマー層１１と同様のものを例示することができる。

[0066] ［効果］

上述したように、第２の実施形態に係るアクチュエータ１１０は、交互に積層された複数の電極シート１１０Ａおよび電極シート１１０Ｂと、隣接する電極シート１１０Ａ、１１０Ｂ間に設けられた接着層１３とを備える。これにより、隣接する電極シート１１０Ａ、１１０Ｂ間の密着性、すなわち電極シート１１０Ａの電極１１２Ａと電極シート１１０Ｂをエラストマー層１１の間の密着性、および電極シート１１０Ｂの電極１１２Ｂと電極シート１１０Ａをエラストマー層１１の間の密着性を向上することができる。したが

って、アクチュエータ１１０の絶縁耐圧を向上することができる。

[0067] ［変形例］

（変形例１）

図１０、図１１に示すように、電極シート１１０Ａが複数のダミー電極１１２Ｃをさらに備えると共に、電極シート１１０Ｂが複数のダミー電極１１２Ｄをさらに備えるようにしてもよい。ダミー電極１１２Ｃ、１１２Ｄは、アクチュエータ１１０の面内方向に伸縮性を有する。これにより、ダミー電極１１２Ｃ、１１２Ｄはエラストマー層１１の伸縮に追従して伸縮することができる。

[0068] ダミー電極１１２Ｃは、エラストマー層１１上のうち、隣り合う電極１１２Ａの間隙に設けられている。複数のダミー電極１１２Ｃは、エラストマー層１１の一方の主面にストライプ状に配置されている。ダミー電極１１２Ｄは、エラストマー層１１上のうち、隣り合う電極１１２Ｂの間隙に設けられる。複数のダミー電極１１２Ｃは、エラストマー層１１の一方の主面にストライプ状に配置されている。

[0069] 上述のように電極シート１１０Ａが複数のダミー電極１１２Ｃをさらに備えると共に、電極シート１１０Ｂが複数のダミー電極１１２Ｄをさらに備えることで、電極１１２Ａの間隙の部分および電極１１２Ｂの間隙の部分で段差が発生することを抑制することができる。したがって、隣接する電極シート１１０Ａ、１１０Ｂ間の密着性をさらに向上することができる。また、エラストマー層１１の平面性を向上することができるで、高品質なアクチュエータ１０を提供することができる。

[0070] （変形例２）

上述の第２の実施形態では、複数の電極１１２Ａ、１１２Ｂがストライプ状に配置されている場合について説明したが、複数の電極１１２Ａ、１１２Ｂの配置形態はこれに限定されるものではなく、メッシュ状、格子状、ドット状、ミアンダ状、放射状、幾何学模様状、ミアンダ状、同心状（例えば同心円状）、螺旋状、蜘蛛の巣状、ツリー状、魚の骨状または網目状等に配置

されていてもよい。

[0071] ＜３　応用例＞

図１２は、応用例としての撮影装置３００の構成の一例を示す断面図である。撮影装置３００は、いわゆる一眼レフカメラであり、カメラ本体３１０と、このカメラ本体に対して着脱自在に構成された撮影レンズ３２０とを備える。撮影装置３００は、電子機器の一例である。

[0072] （カメラ本体）

カメラ本体３１０は、撮像素子３１１、モニタ３１２および電子ビューファインダ３１３等を備える。撮像素子３１１は、撮影レンズ３２０を通じた入射光Ｌにより形成される被写体光像を光電変換して撮像画像信号を生成する。撮像素子３１１は、例えば、ＣＣＤイメージセンサまたはＣＭＯＳイメージセンサにより構成される。

[0073] 撮像素子３１１から出力される撮像画像信号は、図示を省略した画像処理部により解像度変換等の画像処理がなされて、モニタ３１２および電子ビューファインダ３１３に表示される。また、シャッターボタンが押下されたときには、撮像画像信号は、圧縮処理および記録エンコード処理がなされた後、図示を省略した記録媒体に格納される。

[0074] モニタ３１２および電子ビューファインダ３１３は、有機ＥＬ（Electro-Luminescence）ディスプレイまたは液晶ディスプレイ等の表示装置により構成される。

[0075] （撮影レンズ）

撮影レンズ３２０は、レンズ光学系３２１およびレンズ制御部（図示せず）等を備える。レンズ光学系３２１は、複数枚のレンズ３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃ、およびこれらのレンズ３２１Ａ、３２１Ｂ、３２１Ｃをそれぞれ支持する複数のホルダ（支持部材）３２２Ａ、３２２Ｂ、３２２Ｃ等を備える。ホルダ３２２Ａは、第１の実施形態またはその変形例に係るアクチュエータ１０を複数備え、これらのアクチュエータ１０を介してレンズ３２１Ａを支持している。但し、ホルダ３２２Ａが、第１の実施形態またはその変

形例に係るアクチュエータ１０に代えて、第２の実施形態またはその変形例に係るアクチュエータ１１０を備えるようにしてもよい。

[0076] 図１３Ａは、レンズ３２１Ａおよびこのレンズ３２１Ａを保持するホルダ３２２Ａの構成の一例を示す平面図である。図１３Ｂは、図１３ＡのＸＩＩＩＢ－ＸＩＩＩＢに沿った断面図である。図１４は、図１３Ｂの領域Ｒを拡大して表す断面図である。レンズ３２１Ａは、オートフォーカス用レンズである。ホルダ３２２Ａは、レンズ支持部３３１と、複数のアクチュエータ１０と、ホルダ本体３３２とを備える。

[0077] レンズ支持部３３１は、リング状を有する。レンズ支持部３３１は、内周面にレンズ３２１Ａを支持する。レンズ支持部３３１とレンズ３２１Ａにより被駆動体が構成される。ホルダ本体３３２は、リング状を有する。ホルダ本体３３２は、複数のアクチュエータ１０を介して、レンズ支持部３３１を支持する。ホルダ本体３３２は、レンズ支持部３３１とレンズ３２１Ａにより構成される被駆動体を支持する基材の一例である。

[0078] アクチュエータ１０は、オートフォーカス用アクチュエータである。アクチュエータ１０は、レンズ３２１Ａを、入射光Ｌの光軸方向に移動させる。アクチュエータ１０の第２の主面Ｓ２が、レンズ支持部３３１に固定されている。アクチュエータ１０の第１の主面Ｓ１が、ホルダ本体３３２に固定されている。

[0079] レンズ３２１Ｃは、振れ補正用レンズである。ホルダ３２２Ｃは、振れ補正アクチュエータ（図示せず）を備える。振れ補正アクチュエータは、レンズ３２１Ｃを、入射光Ｌの光軸に垂直な面内において移動させる。

[0080] レンズ制御部は、オートフォーカス用アクチュエータ１０および振れ補正用アクチュエータを制御する。

[0081] ＜４　応用例＞

図１５は、応用例としての表示装置４００の構成の一例を示す断面図である。表示装置４００は、いわゆる平面スピーカであり、バックシャーシ４０１、表示パネル４０２、第２の実施形態またはその変形例に係るアクチュエ

ータ１１０、および制御部（図示せず）等を備える。なお、表示装置４００が、第２の実施形態またはその変形例に係るアクチュエータ１１０に代えて、第１の実施形態またはその変形例に係るアクチュエータ１０を複数備えるようにしてもよい。表示装置４００は、電子機器または駆動装置の一例である。

[0082] バックシャーシ４０１は、アクチュエータ１１０を支持する基材の一例であり、表示装置４００の背面を構成する。バックシャーシ４０１は、アクチュエータ１１０の第１の主面Ｓ１に設けられている。バックシャーシ４０１は、表示パネル４０２と対向する支持面４０１Ｓを有する。

[0083] 表示パネル４０２は、アクチュエータ１１０により駆動される被駆動体の一例であり、例えば、有機ＥＬパネルまたは液晶パネルである。表示パネル４０２は、アクチュエータ１１０の第２の主面Ｓ２に設けられている。表示パネル４０２は、バックシャーシ４０１と対向する背面４０２Ｓを有する。

[0084] アクチュエータ１１０の第１の主面Ｓ１が、支持面４０１Ｓに固定されている。アクチュエータ１１０の第２の主面Ｓ２が、背面４０２Ｓに固定されている。アクチュエータ１１０は、表示パネル４０２を騒動させることにおり、平面波（音波）を放出する。制御部は、表示パネル４０２およびアクチュエータ１１０の駆動を制御する。

[0085] ＜５　応用例＞

図１６は、応用例としての多点触感ディスプレイ５００の構成の一例を示す断面図である。多点触感ディスプレイ５００は、筒状を有すること以外の点では、第２の実施形態もしくはその変形例に係るアクチュエータ１１０と同様である。多点触感ディスプレイ５００は、駆動装置の一例である。

[0086] 多点触感ディスプレイ５００では、内周面Ｓ１が身体部位５０１に装着される。多点触感ディスプレイ５００が装着される身体部位５０１としては、例えば、腕、脚または指等が挙げられるが、これに限定されるものではない。

実施例

[0087] 以下、実施例により本開示を具体的に説明するが、本開示はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

[0088] ［実施例１］

（エラストマー層の形成工程（１））

まず、２液混合系の付加重合型シリコーン材料を真空撹拌脱泡した後、フィルムアプリケータにより基材（ＰＥＴシート（ＯＨＰ（Overhead projector）シート））上に塗布し、正方形のシート状を有するエラストマー層を形成した。

[0089] （電極の形成工程）

次に、以下の組成を有する電極形成用塗料を準備し、スクリーン印刷機によりエラストマー層上に印刷し、正方形状の電極を形成した。

＜電極形成用塗料の組成＞

付加重合型シリコーン材料（東レ・ダウコーニング株式会社製、MS-1003）：４質量部

アセチレンブラック（デンカ株式会社製、Li-100）：０．８質量部

メチルシロキサン（ダウコーニング社製、OS-10）：３６質量部

[0090] （エラストマー層の形成工程（２））

次に、上述のエラストマー層の形成工程（１）と同様にして、基材（ＰＥＴシート（ＯＨＰ（Overhead projector）シート））上にエラストマー層を形成したのち、基材からエラストマー層を剥離し、ＰＴＦＥ（ポリテトラフルオロエチレン）シート上に移した。これにより、シート積層体が得られた。

[0091] （積層工程）

次に、電極を形成したエラストマー層上に、電極のシリコーンバインダーと同様の付加重合型シリコーン材料（東レ・ダウコーニング株式会社製、MS-1003）を全面に薄く一回塗工し、未硬化状態の接着層を形成した。次に、シート積層体のエラストマー層が電極に対向するようにして、シート積層体を未硬化状態の接着層上に載せたのち、１１０℃の条件で接着層を硬化させた

。これにより、電極が形成されたエラストマー層の一主面に対して、シート積層体のエラストマー層が貼り合わされた。硬化後、ＰＴＦＥシートをエラストマー層から剥離した。続いて、上記の電極の形成工程と上記のエラストマー層の形成工程（２）を交互に繰り返して、エラストマー層／電極／エラストマー層／電極／エラストマー層／電極／エラストマー層からなる合計７層の積層体を形成した。これにより、目的とする誘電エラストマーアクチュエータが得られた。

[0092] ［比較例１］

積層工程において、密着層の形成を省略したこと以外は実施例１と同様にして誘電エラストマーアクチュエータを得た。

[0093] ［評価］

（エラストマー層の厚み）

実施例１、比較例１のエラストマー層の厚みを断面の観察写真から測定した。ここで、エラストマー層の厚みは、アクチュエータが延伸されていない状態での厚み（初期厚）を示す。また、電極とエラストマー層が分離している状態が確認された。

[0094] （密着性）

ＪＩＳ－Ｋ－５６００による２５マスのクロスカット試験により、実施例１、比較例１のアクチュエータに剥離試験を行った。その結果、以下のことがわかった。エラストマー層と電極の間に接着層を含まない比較例１の誘電エラストマー層では、電極部分（エラストマー層と電極の間）で多くのエラストマー層が剥離する。これに対して、エラストマー層と電極の間に接着層を含むアクチュエータ（実施例１）では、下地となる基材（ＰＥＴシート表面）で多くのエラストマー層が剥離した。したがって、エラストマー層と電極の間に接着層を含むアクチュエータでは、エラストマー層と電極の間に接着層を含まないアクチュエータに比べて、エラストマー層と電極の間において高い密着性が得られる。

[0095] （破壊絶縁耐圧）

実施例１のアクチュエータの破壊絶縁耐圧を以下のようにして測定した。破壊絶縁耐圧は電界強度を１Ｖ／μｍあたり１０ｓｅｃのペースで上昇させていったときに、４ｃｍ×４ｃｍの面積のアクチュエータのエラストマー層が絶縁破壊したときの印加電界強度を測定し、破壊絶縁耐圧とした。破壊判定は、高電圧発生装置（ＮＦ回路設計ブロック社製、ＨＶＡ４３２１）のｏｖｅｒ　ｌｏａｄランプの点灯で判断した。

[0096]（静電容量）

電極が適切に形成されているかを確認するために、実施例１のアクチュエータの静電容量を測定した。静電容量は、ＮＦ回路設計ブロック社製のＬＣＲメーターを用いて１００Ｈｚの条件で測定した。その結果、表１に示すように、２．５４ｎＦの静電容量が得られた。この静電容量は、実施例１のアクチュエータに関して計算により算出した静電容量（２．５ｎＦ）とほぼ同等の値であった。この結果から、今回作製した実施例１のアクチュエータでは、電極が適切に形成されていると考えられる。

[0097]（発生応力）

実施例１のアクチュエータの発生応力を以下のようにして測定した。アクチュエータを島津製作所製の万能試験器オートグラフＡＧＳ－Ｘに固定し、１軸方向に１．１倍に伸ばした条件で電界を印加したときに、ロードセルに発生した力を発生応力とした。

[0098] 印加電界と発生応力の関係を図１７示す。図１７には、矩形構造による減衰係数を０．６と見込んで計算した理論値も示している。図１７から、理論値とほぼ等しい結果が得られていることが確認できる。エラストマー層と電極の界面起因と思われる損失等はほぼ見られなかった。電界強度が大きくなるほど、測定値と理論値のずれが大きくなる傾向が見られるが、これは座屈の影響によるものと考えられる。

[0099] 表１は、実施例１、比較例１のアクチュエータの構成および評価結果を示す。

[表1]

	アクチュエータの構成						破壊絶縁耐圧 [V/μm]	静電容量 [nF]
	エラストマー層 厚み [μm]	エラストマー層 層数	電極 厚み [μm]	電極 層数	接着層 有無	延伸倍率		
実施例1	42	4	3.8	3	有り	1.0	91	2.54
比較例1	42	4	3.8	3	無し	1.0	—	—

[0100] 表２は、実施例１のアクチュエータの評価結果を示す。

[表2]

	延伸倍率	静電容量 [nF]	応力測定試験	
			発生応力 [kPa]	印加電界 [V/μm]
実施例1	1.1	2.48	1.7	8.9
			4.4	17.8
			9.4	26.7
			12.2	31.1
			15.0	35.6
			17.8	40.0
			19.4	44.4
			24.4	48.9
			26.1	53.3

[0101] 表１、表２において、延伸倍率は、延伸前のアクチュエータの一辺あたりの長さをＬ０に対する、延伸後のアクチュエータの一辺あたりの長さＬ１の比率（Ｌ１／Ｌ０）を意味する。

[0102] 以上、本開示の実施形態および変形例について具体的に説明したが、本開示は、上述の実施形態および変形例に限定されるものではなく、本開示の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の実施形態および変形例において挙げた構成、方法、工程、形状、材料および数値等はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、方法、工程、形状、材料および数値等を用いてもよい。上述の実施形態および変形例の構成、方法、工程、形状、材料および数値等は、本開示の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。上述の実施形態および変形例で例示した材料は、特に断らない限り、１種を単独でまたは２種以上を組み合わせて用いることができる。

[0103] また、本開示は以下の構成を採用することもできる。

（１）

積層された複数の電極シートと、

隣接する前記電極シートの間に設けられた接着層と

を備え、

前記電極シートは、

エラストマー層と、

前記エラストマー層上に設けられた電極と

を備え、

複数の前記電極シートは、前記エラストマー層と前記電極が交互に位置するように積層され、

前記接着層は、前記電極よりも厚みが薄いアクチュエータ。

（２）

前記エラストマー層の厚みＤ１に対する前記電極の厚みＤ２の割合（Ｄ２／Ｄ１）が、１／２以下である（１）に記載のアクチュエータ。

（３）

前記電極および前記接着層が、同種の材料を含む（１）または（２）に記載のアクチュエータ。

（４）

前記エラストマー層、前記電極および前記接着層が、同種の材料を含む（１）または（２）に記載のアクチュエータ。

（５）

前記同種の材料が、シリコーン系材料である（３）または（４）に記載のアクチュエータ。

（６）

前記接着層が、前記電極を覆う（１）から（５）のいずれかに記載のアクチュエータ。

（７）

前記電極シートは、前記エラストマー層と前記電極との間に設けられた接

着層をさらに備える（１）から（６）のいずれかに記載のアクチュエータ。

（８）

第１の取り出し電極および第２の取り出し電極をさらに備え、

前記第１の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て奇数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第２の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て偶数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第１の取り出し電極および前記第２の取り出し電極は、積層された前記電極シートの周縁部の間から外部に取り出されている（１）から（７）のいずれかに記載のアクチュエータ。

（９）

第１の取り出し電極および第２の取り出し電極をさらに備え、

前記第１の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て奇数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第２の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て偶数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

積層された複数の前記電極シートは、前記アクチュエータの厚み方向に延びる第１の孔部および第２の孔部を有し、

前記第１の取り出し電極、前記第２の取り出し電極はそれぞれ、前記第１の孔部、前記第２の孔部を介して外部に取り出されている（１）から（７）のいずれかに記載のアクチュエータ。

（１０）

前記電極シートは、前記エラストマー層上に設けられたダミー電極をさらに備える（１）から（９）のいずれかに記載のアクチュエータ。

（１１）

（１）から（１０）のいずれかに記載のアクチュエータを備える駆動装置。

（１２）

（１）から（１０）のいずれかに記載のアクチュエータを備える電子機器。

（１３）

第１のエラストマー層上に電極を形成することと、

前記電極上に接着層を形成することと、

前記接着層により前記第１のエラストマー層に第２のエラストマー層を貼り合わせることと、

を含み、

前記接着層は、前記電極よりも厚みが薄いアクチュエータの製造方法。

（１４）

前記電極の形成方法が、スクリーン印刷、凹版印刷または凸版印刷である（１３）に記載のアクチュエータの製造方法。

符号の説明

[0104] １０、１１０　アクチュエータ

１１　エラストマー層

１１Ａ、１１Ｂ　孔部

１２、１１２Ａ、１１２Ｂ　電極

１３　接着層

１４Ａ、１４Ｂ　取り出し電極

１２Ａ、１１２Ｃ、１１２Ｄ　ダミー電極

１１１　積層体

３００　撮影装置（電子機器）

４００　表示装置（電子機器、駆動装置）

５００　多点触感ディスプレイ（駆動装置）

Ｓ１　　第１の主面

Ｓ２　　第２の主面

請求の範囲

[請求項1] 積層された複数の電極シートと、

隣接する前記電極シートの間に設けられた接着層と

を備え、

前記電極シートは、

エラストマー層と、

前記エラストマー層上に設けられた電極と

を備え、

複数の前記電極シートは、前記エラストマー層と前記電極が交互に位置するように積層され、

前記接着層は、前記電極よりも厚みが薄いアクチュエータ。

[請求項2] 前記エラストマー層の厚みＤ１に対する前記電極の厚みＤ２の割合（Ｄ２／Ｄ１）が、１／２以下である請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項3] 前記電極および前記接着層が、同種の材料を含む請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項4] 前記エラストマー層、前記電極および前記接着層が、同種の材料を含む請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項5] 前記同種の材料が、シリコーン系材料である請求項３に記載のアクチュエータ。

[請求項6] 前記接着層が、前記電極を覆う請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項7] 前記電極シートは、前記エラストマー層と前記電極との間に設けられた接着層をさらに備える請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項8] 第１の取り出し電極および第２の取り出し電極をさらに備え、

前記第１の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て奇数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第２の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのう

ち、前記アクチュエータの一方の主面から見て偶数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第１の取り出し電極および前記第２の取り出し電極は、積層された前記電極シートの周縁部の間から外部に取り出されている請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項9] 第１の取り出し電極および第２の取り出し電極をさらに備え、

前記第１の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て奇数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

前記第２の取り出し電極は、積層された複数の前記電極シートのうち、前記アクチュエータの一方の主面から見て偶数番目に位置する前記電極シートの前記電極に接続され、

積層された複数の前記電極シートは、前記アクチュエータの厚み方向に延びる第１の孔部および第２の孔部を有し、

前記第１の取り出し電極、前記第２の取り出し電極はそれぞれ、前記第１の孔部、前記第２の孔部を介して外部に取り出されている請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項10] 前記電極シートは、前記エラストマー層上に設けられたダミー電極をさらに備える請求項１に記載のアクチュエータ。

[請求項11] 請求項１に記載のアクチュエータを備える駆動装置。

[請求項12] 請求項１に記載のアクチュエータを備える電子機器。

[請求項13] 第１のエラストマー層上に電極を形成することと、

前記電極上に接着層を形成することと、

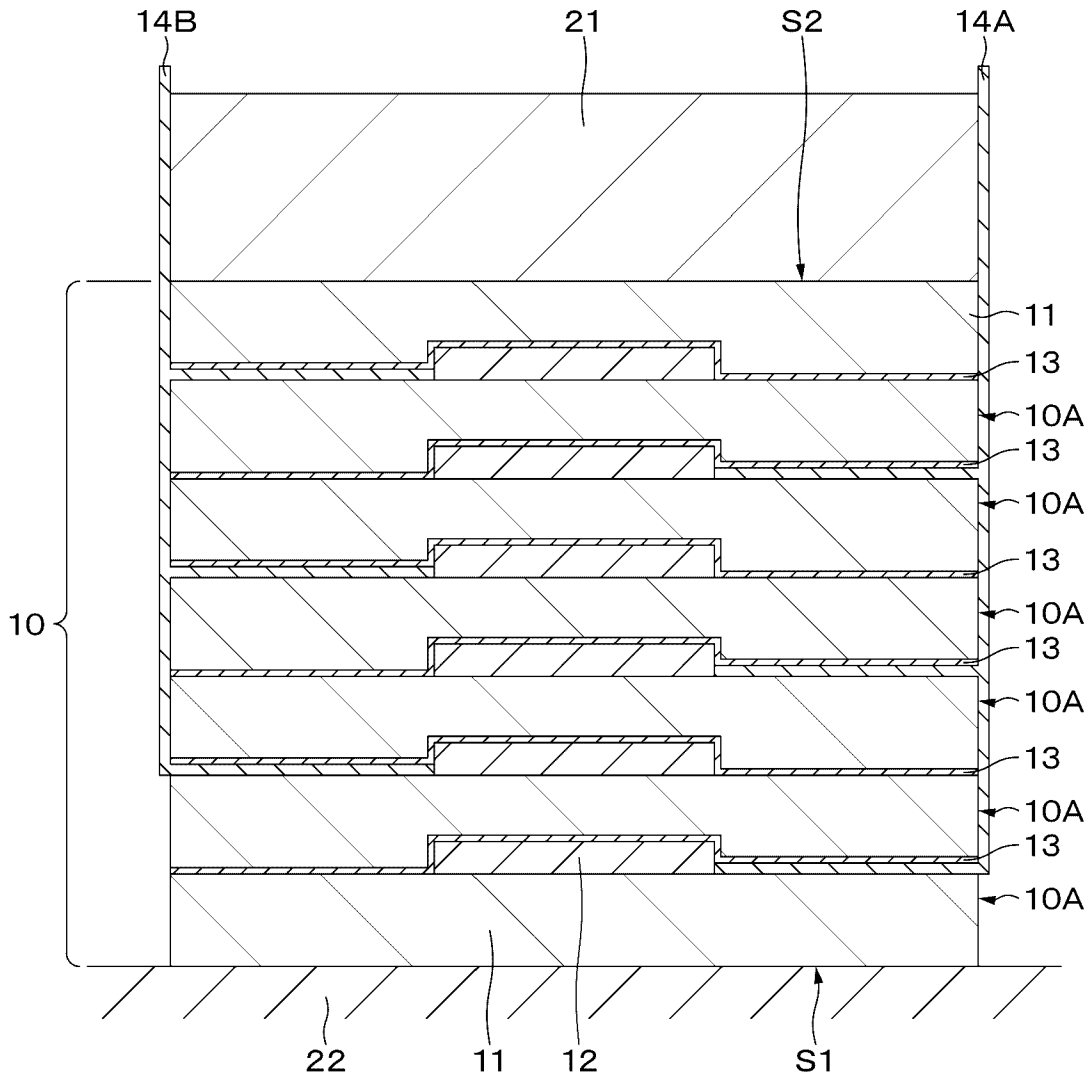
前記接着層により前記第１のエラストマー層に第２のエラストマー層を貼り合わせることと、

を含み、

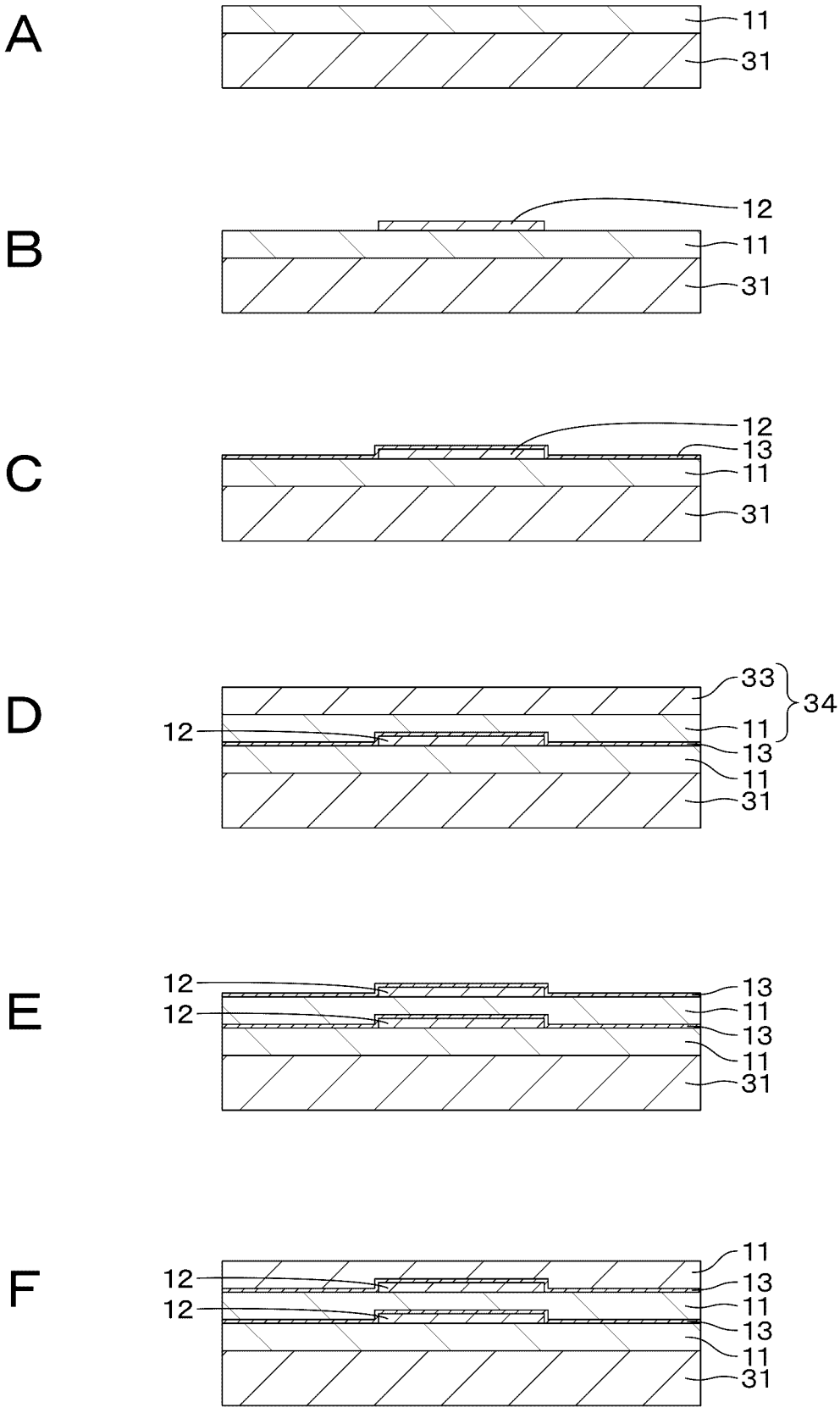
前記接着層は、前記電極よりも厚みが薄いアクチュエータの製造方法。

［請求項14］　前記電極の形成方法が、スクリーン印刷、凹版印刷または凸版印刷である請求項１３に記載のアクチュエータの製造方法。

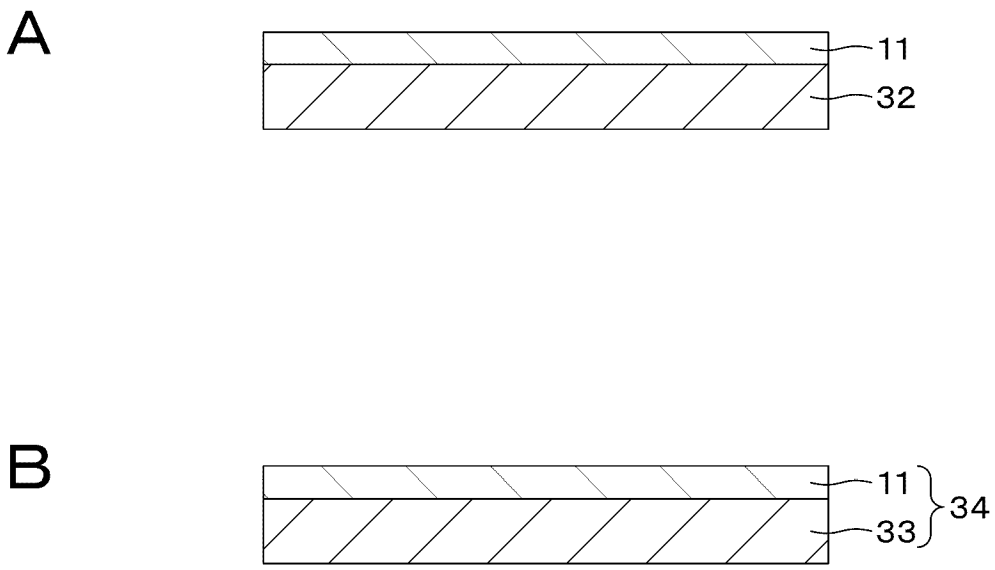
[図1]


14B
21
S2
14A
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
22
11
12
S1

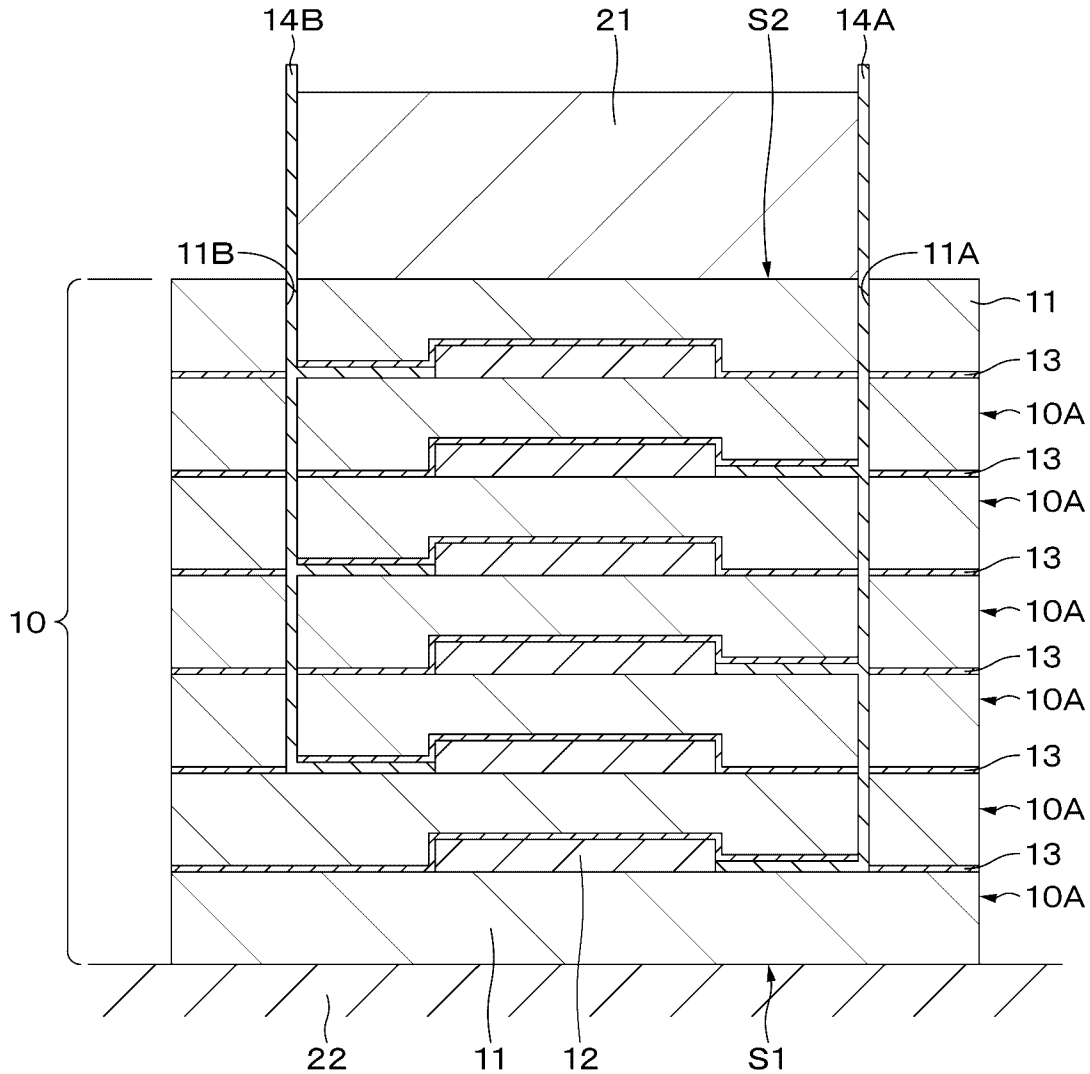
[図2]


A
11
31
B
12
11
31
C
12
13
11
31
D
33
34
12
11
13
11
31
E
12
12
13
11
13
11
31
F
11
12
13
12
11
13
11
31

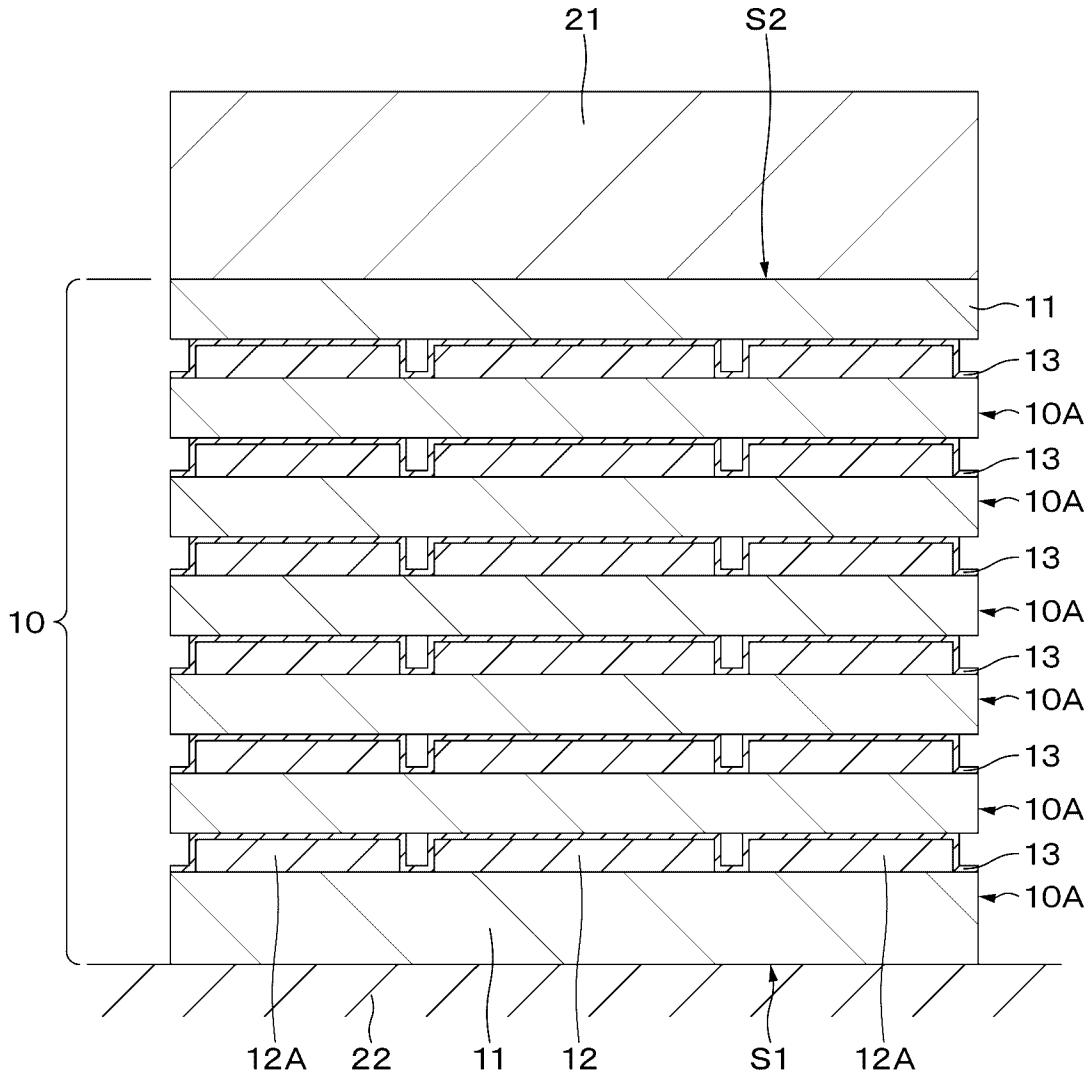
[図3]


A
11
32
B
11
33
34

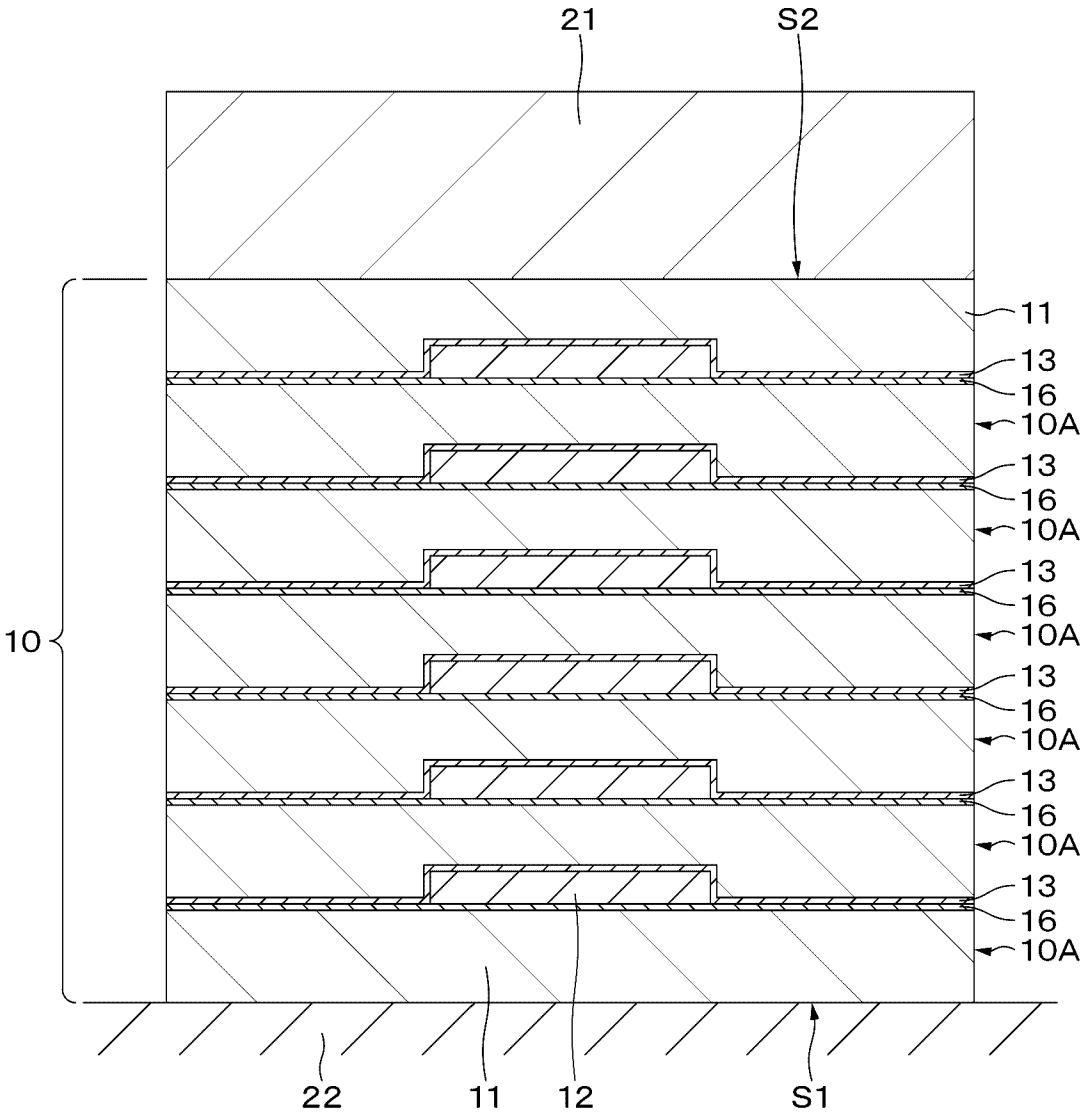
[図4]


14B
21
S2
14A
11B
11A
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
22
11
12
S1

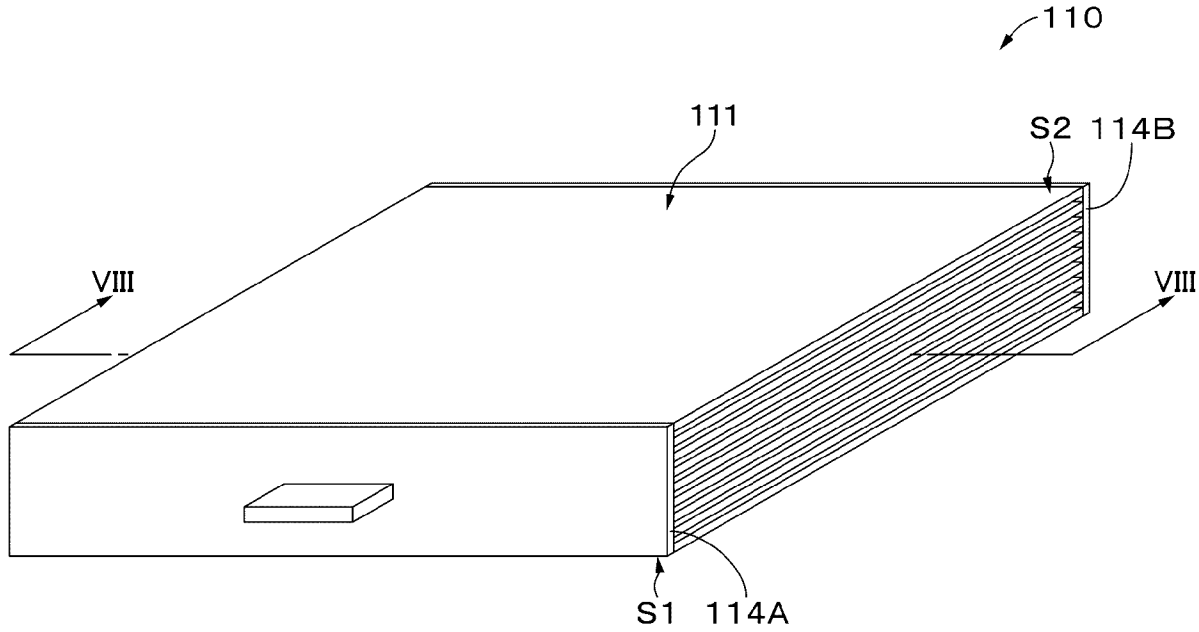
[図5]


21
S2
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
12A
22
11
12
S1
12A

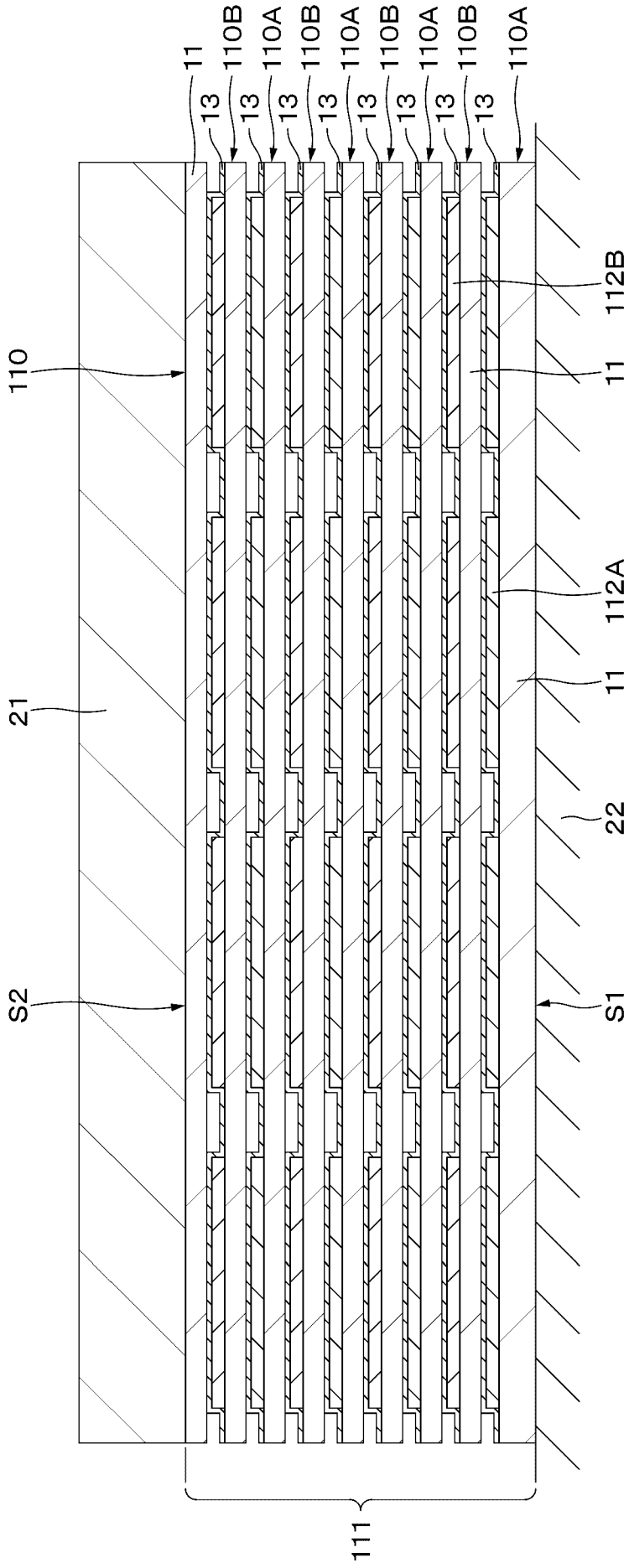
[図6]



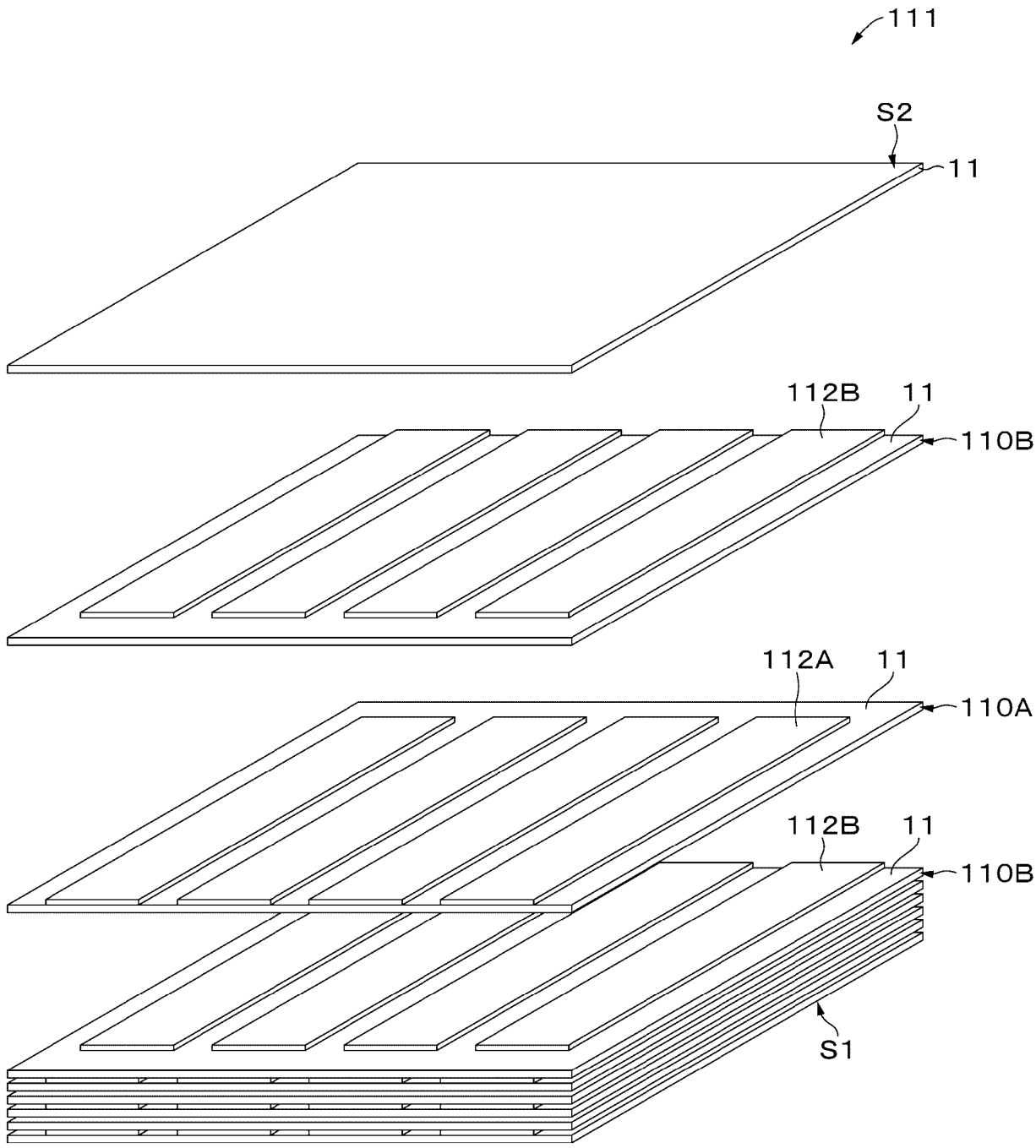
[図7]



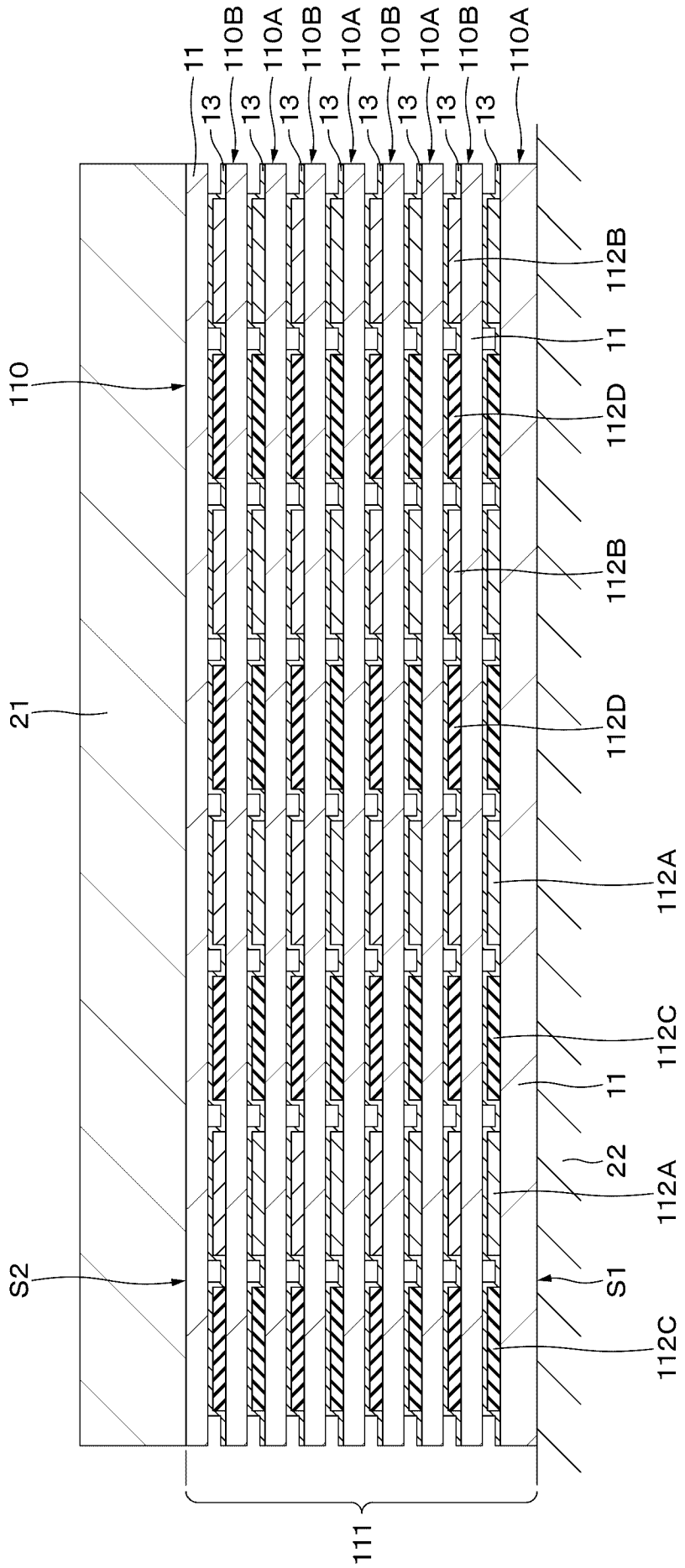
[図8]


11
110B
110A
110B
110A
110B
110A
110B
110A
13
110
112B
11
112A
11
21
22
S2
S1
111

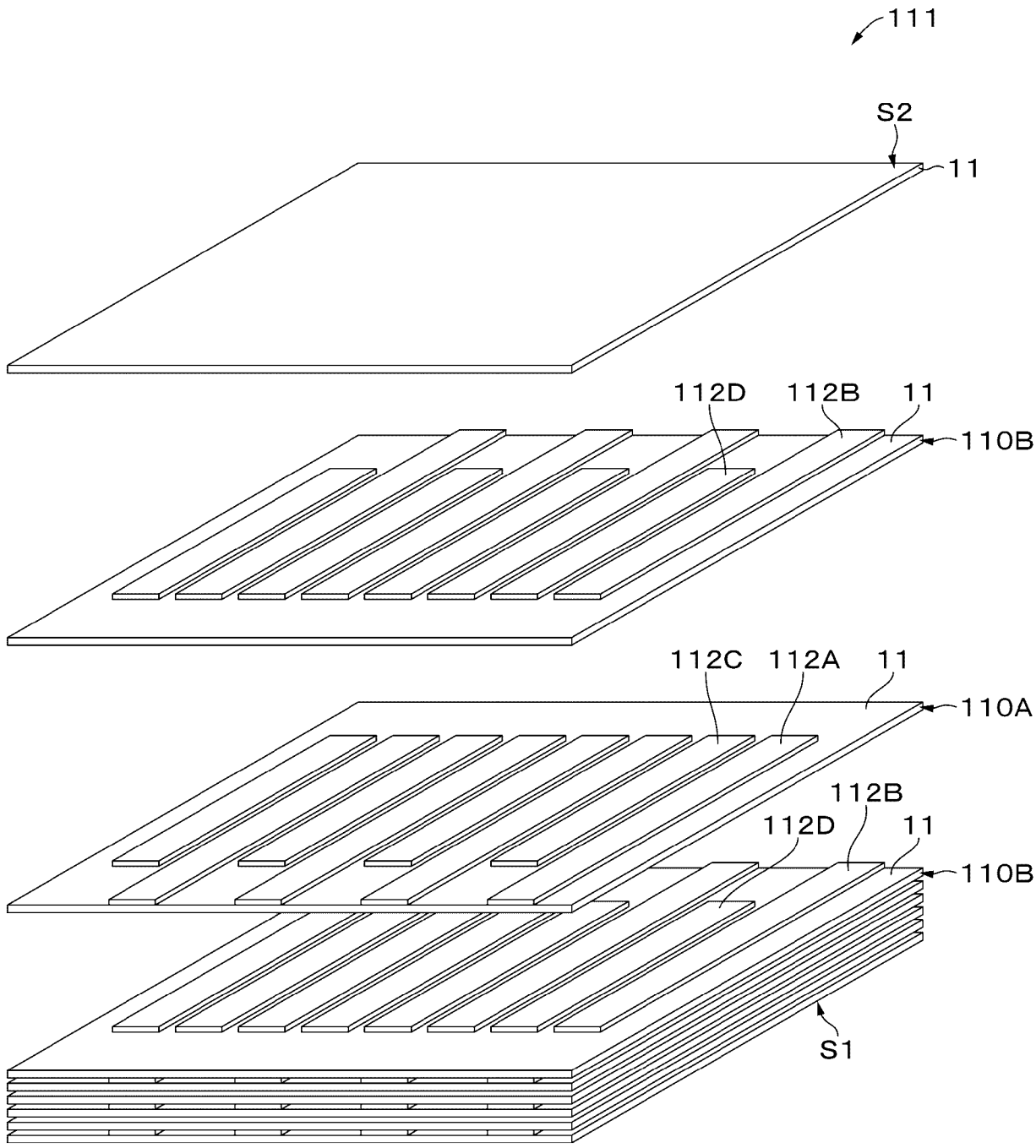
[図9]



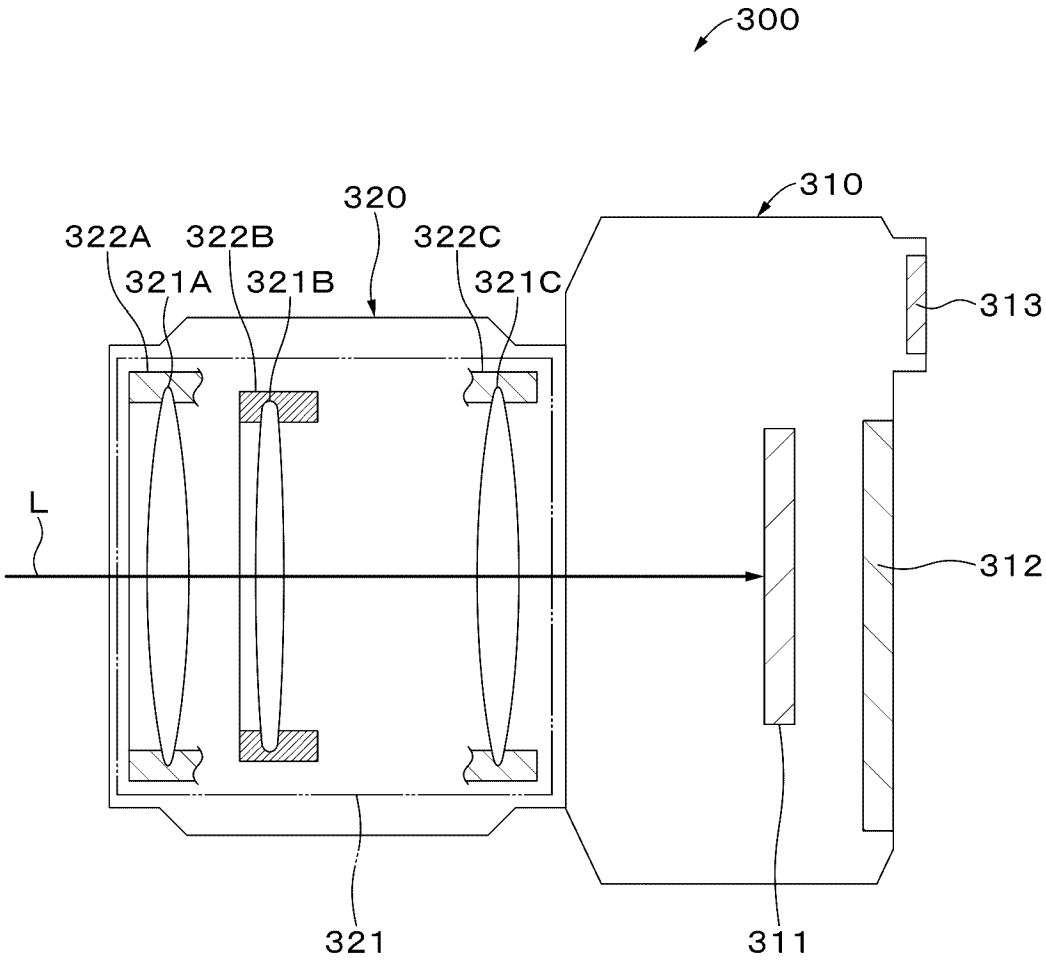
[図10]



[図11]

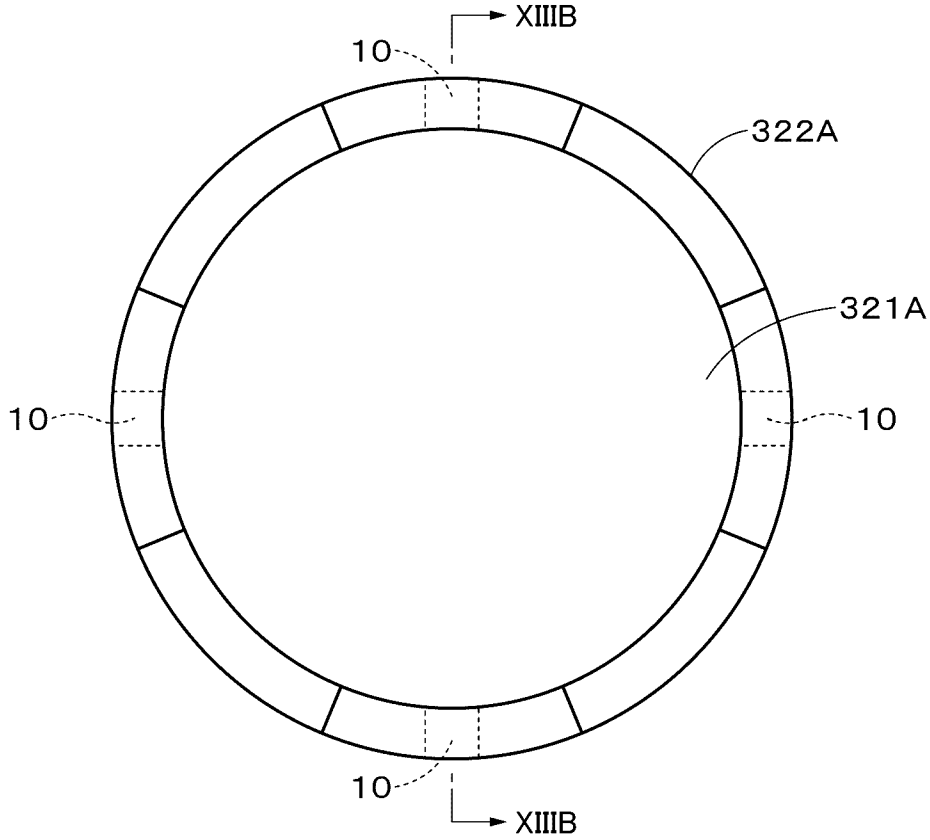

111
S2
11
112D
112B
11
110B
112C
112A
11
110A
112B
112D
11
110B
S1

[図12]

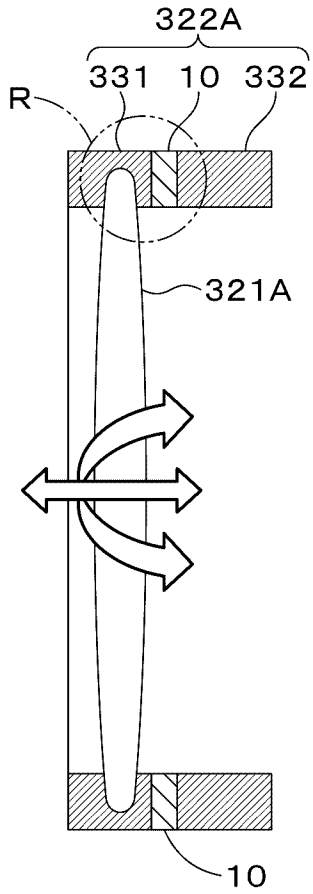


[図13]

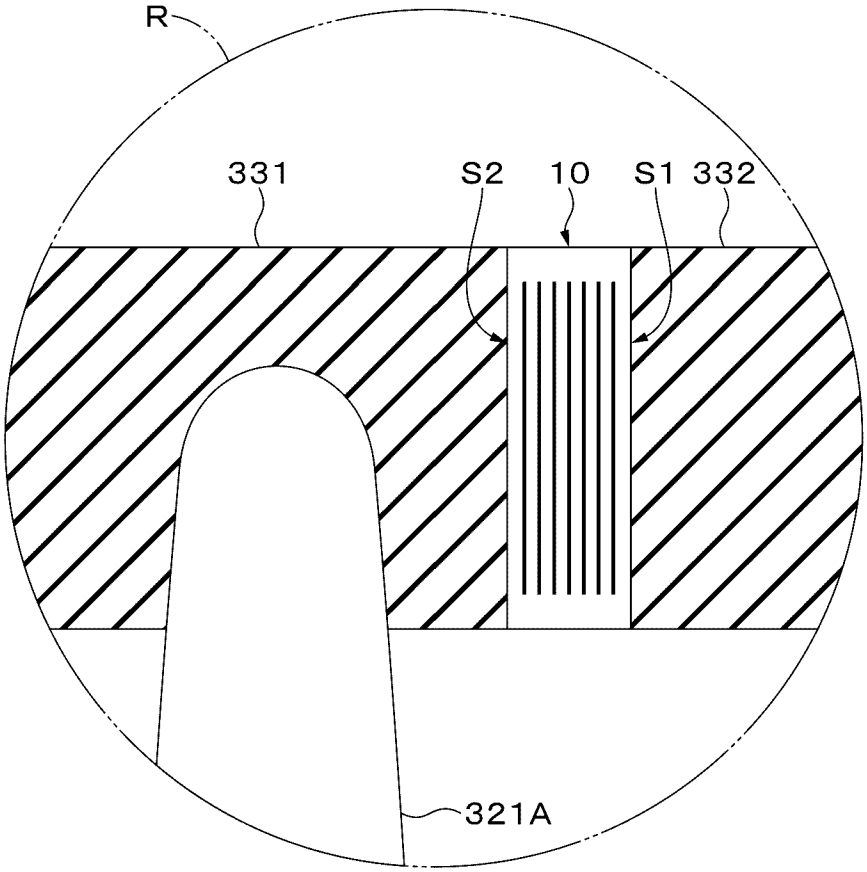
A



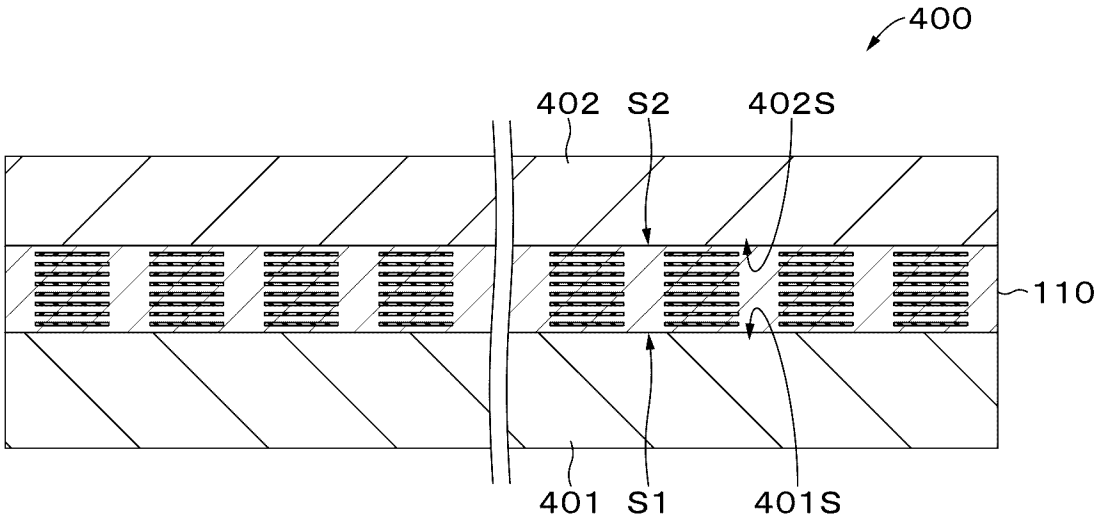
B



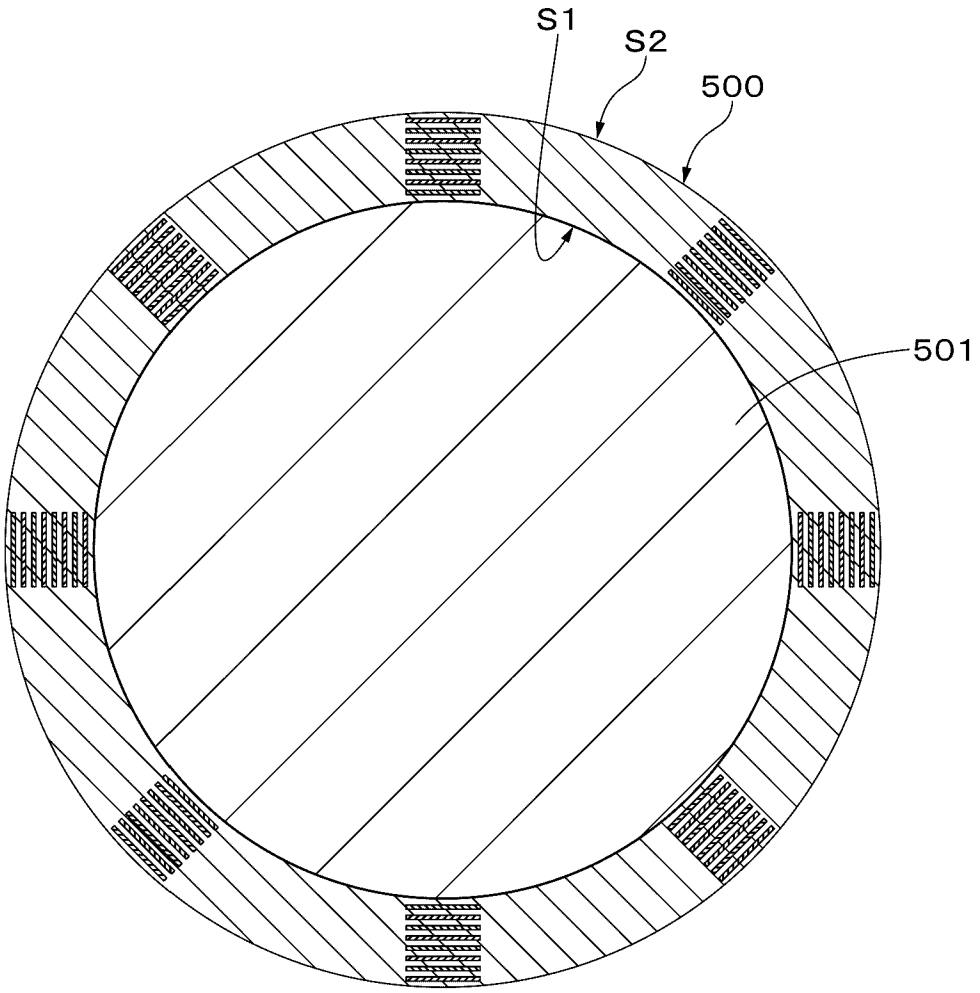
[図14]



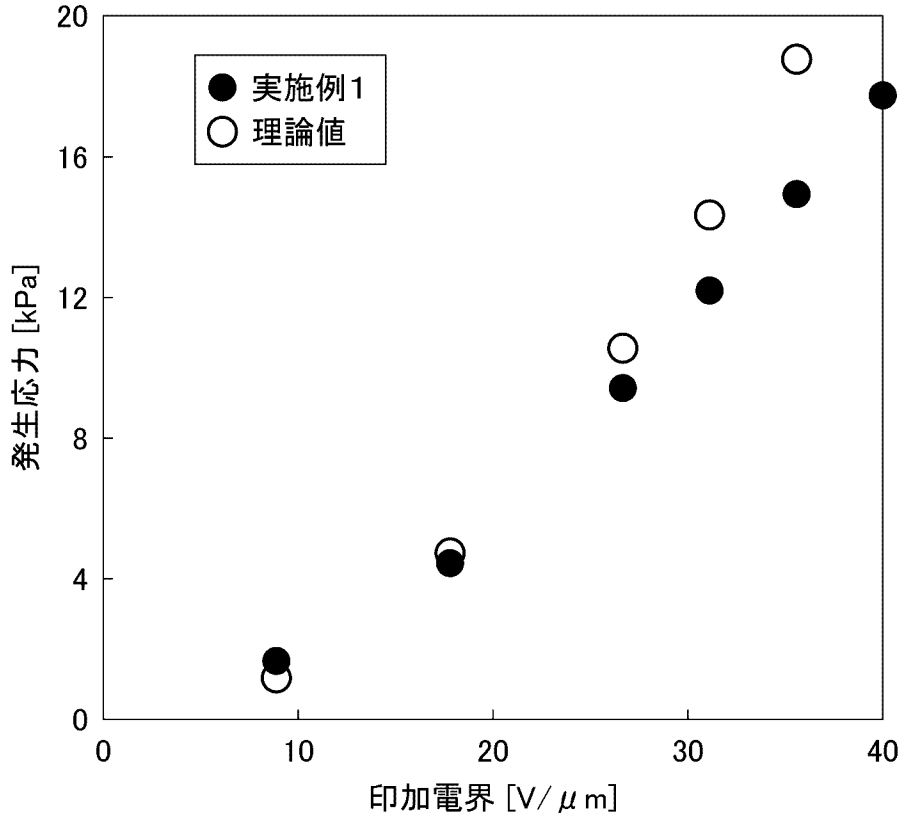
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/037846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B06B 1/02(2006.01)i; B32B 25/00(2006.01)i; B32B 25/20(2006.01)i; H02N 11/00(2006.01)i; H01L 41/047(2006.01)i; H01L 41/083(2006.01)i; H01L 41/09(2006.01)i; H01L 41/297(2013.01)i; B32B 7/022(2019.01)i; B32B 7/025(2019.01)i
FI: H02N11/00 Z; B32B25/00; B32B7/025; B32B7/022; B32B25/20; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/047; H01L41/297; B06B1/02 Z
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B06B1/02; B32B25/00; B32B25/20; H02N11/00; H01L41/047; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/297; B32B7/022; B32B7/025

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2019/065010 A1 (TOYOTA GOSEI CO., LTD.) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraphs [0019]-[0052], [0063], [0070], fig. 1-6	1-14
Y	WO 2018/008466 A1 (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) paragraphs [0021]-[0042], [0056], fig. 1	1-14
Y	WO 2016/031137 A1 (SONY CORP.) 03 March 2016 (2016-03-03) paragraphs [0002], [0012], [0049], [0060], claim 18, fig. 1-2	11-12, 14
A	WO 2016/132921 A1 (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 25 August 2016 (2016-08-25) paragraphs [0069]-[0071], [0109], fig. 4	1-14

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 November 2020 (18.11.2020)	08 December 2020 (08.12.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/037846

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/065010 A1	04 Apr. 2019	(Family: none)	
WO 2018/008466 A1	11 Jan. 2018	US 2019/0155422 A1 paragraphs [0043]-[0082], [0102], fig. 1 DE 112017003424 T5 CN 109416601 A KR 10-2019-0024956 A	
WO 2016/031137 A1	03 Mar. 2016	(Family: none)	
WO 2016/132921 A1	25 Aug. 2016	TW 201643394 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/037846

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B06B 1/02(2006.01)i; B32B 25/00(2006.01)i; B32B 25/20(2006.01)i; H02N 11/00(2006.01)i; H01L 41/047(2006.01)i; H01L 41/083(2006.01)i; H01L 41/09(2006.01)i; H01L 41/297(2013.01)i; B32B 7/022(2019.01)i; B32B 7/025(2019.01)i
FI: H02N11/00 Z; B32B25/00; B32B7/025; B32B7/022; B32B25/20; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/047; H01L41/297; B06B1/02 Z

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

B06B1/02; B32B25/00; B32B25/20; H02N11/00; H01L41/047; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/297; B32B7/022; B32B7/025

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2019/065010 A1 (豊田合成株式会社) 04.04.2019 (2019-04-04) [0019]-[0052],[0063],[0070], 図１－６	1-14
Y	WO 2018/008466 A1 (信越ポリマー株式会社) 11.01.2018 (2018-01-11) [0021]-[0042], [0056], 図１	1-14
Y	WO 2016/031137 A1 (ソニー株式会社) 03.03.2016 (2016-03-03) [0002], [0012], [0049], [0060], [請求項１８], 図１－２	11-12,14
A	WO 2016/132921 A1 (信越ポリマー株式会社) 25.08.2016 (2016-08-25) [0069]-[0071],[0109], 図４	1-14

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
18.11.2020	08.12.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
三澤　哲也 3V 9827
電話番号 03-3581-1101 内線 3357

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/037846

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/065010 A1	04.04.2019	（ファミリーなし）	
WO 2018/008466 A1	11.01.2018	US 2019/0155422 A1 [0043]-[0082], [0102], 図1 DE 112017003424 T5 CN 109416601 A KR 10-2019-0024956 A	
WO 2016/031137 A1	03.03.2016	（ファミリーなし）	
WO 2016/132921 A1	25.08.2016	TW 201643394 A	