

(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
2012 年 8 月 9 日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/105095 A1

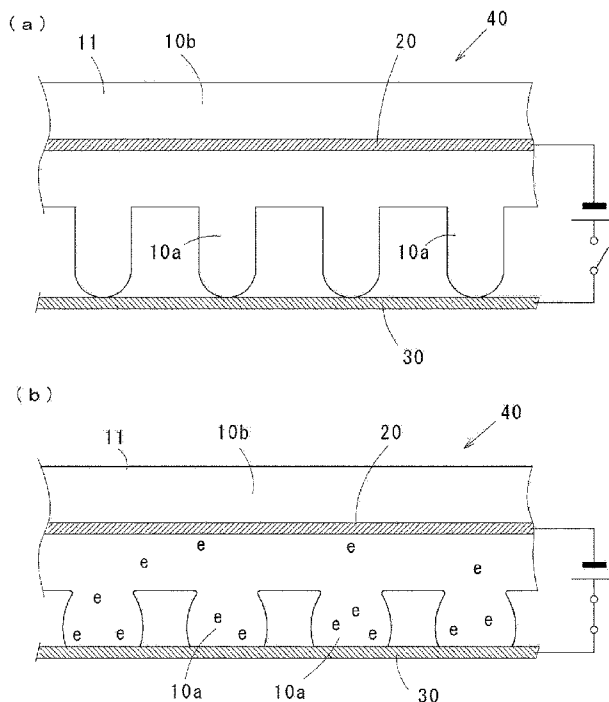
- (51) 国際特許分類:
H02N 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074929
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 28 日(28.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-021344 2011 年 2 月 3 日(03.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立
大学法人信州大学 (SHINSHU UNIVERSITY)
[JP/JP]; 〒3908621 長野県松本市旭三丁目 1 番 1
号 Nagano (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 橋本 稔
(HASHIMOTO, Minoru) [JP/JP]; 〒3868567 長野県上
田市常田三丁目 1 5 番 1 号 国立大学法人信州
大学繊維学部内 Nagano (JP). 前田 康博(MAEDA,
Yasuhiro) [JP/JP]; 〒3868567 長野県上田市常田三
- 丁目 1 5 番 1 号 国立大学法人信州大学繊維学
部内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 小宮 良雄, 外(KOMIYA, Yoshio et al.);
〒1020082 東京都千代田区一番町 2 2 番地 1
一番町セントラルビルディング 3 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: GEL ACTUATOR AND GEL USED THEREIN

(54) 発明の名称: ゲルアクチュエータ及びこれに用いるゲル

[図3]



(57) Abstract: Provided is a gel actuator having a positive electrode and a negative electrode arranged so that a gel is interposed therebetween and transformed to contract in the thickness direction due to the application of voltage to the positive electrode and the negative electrode. The gel actuator includes: a gel (11) having a protrusion (10a) of dielectric polymer material; a positive electrode (30) arranged in contact with the top of the protrusion (10a); and a negative electrode (20) arranged at a position interposing the protrusion (10a) between the negative electrode (20) and the positive electrode (30) in the height direction. By applying voltage between the positive electrode (30) and the negative electrode (20), creep deformation of the protrusion (10a) is caused so that the protrusion (10a) contacts the positive electrode (30) side and the gel (11) contracts in the thickness direction.

(57) 要約: 正極と負極とでゲルを挟む配置とし、正極と負極とに電圧を印加することによりゲルが変形して厚さ方向に収縮するゲルアクチュエータを提供する。誘電性高分子材料からなる突部 10a を備えるゲル 11 と、突部 10a の頂部に接して配される正極 30 と、正極 30 に対し、突部 10a を高さ方向に挟む位置に配される負極 20 とを備える。正極 30 と負極 20 との間に電圧を印加すると突部 10a が正極 30 側に付着するようにクリープ変形し、ゲル 11 が厚さ方向に収縮する。



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ゲルアクチュエータ及びこれに用いるゲル

技術分野

[0001] 本出願はゲルアクチュエータ及びこれに用いるゲルに関する。

背景技術

[0002] ポリ塩化ビニル (PVC) から形成したゲルは、電場を印加すると変形するという作用を有することから、この作用を利用したアクチュエータが提案されている。

図 1 1 は、屈曲型ゲルアクチュエータの屈曲作用を示す。図 1 1 (a) は、平板状に形成したゲル 5 の両面に、ゲル 5 の一端側を電極端から延出させて正極 6 a と負極 6 b を配した状態を示す。図 1 1 (b) は、正極 6 a と負極 6 b との間に電圧を印加した状態である。

[0003] 正極 6 a と負極 6 b との間に電圧を印加すると、負極 6 b からゲル 5 に電荷が注入され、正極 6 a 側に移動した電荷は、正極 6 a と放電する前に正極 6 a の付近に蓄積され、ゲル 5 を正極 6 a の付近に静電的に付着させる作用をなす。

ゲル 5 の変形は単純な屈曲ではなく、クリープ変形によって誘発されたものであり、正極 6 a の先端にゲル 5 が集中する変形となる。電場を除去すると放電によって電荷がなくなるからゲル 5 が正極 6 a に粘着する作用が消失し、ゲル 5 は本来備わっている弾性によって元の状態に復帰する (図 1 1 (a))。この屈曲変形は電圧の ON-OFF にともなって生じるから、この変形作用を利用してアクチュエータを形成することができる。

[0004] 図 1 2 (a)、(b) は、メッシュ状の電極を正極 7 a とし、ゲル 5 の下面に配した負極 7 b と正極 7 a との間に電圧を印加したときの作用を示す。図 1 2 (b) は電圧を印加した状態である。電圧を印加すると、ゲル 5 はクリープ変形により正極 7 a のメッシュの空隙内に入り込み、空隙内にゲル 5 が入り込むことによりゲルアクチュエータの厚さが全体として薄くなり、電

圧をOFFにするとゲル5は元に戻る。このように、正極7aと負極7bとの間の電圧をON-OFFすることにより、ゲルアクチュエータ全体として厚さ方向に膨縮する作用が生じるから、この膨縮作用を利用してアクチュエータを構成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-273204号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：日本ロボット学会誌Vol. 27, No. 7, pp. 718~724, 2009

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述したメッシュ状の正極を備えるアクチュエータは、電極とゲルとを交互に積み重ねる構造とすることによって所要の変位量（ストローク）を得ることが可能であり、また、比較的大きな加圧力（作用力）を得ることができ、数Hz～数十Hz程度の周期的な駆動が可能であるという利点がある。

しかしながら、メッシュ状の正極は、ゲルが入り込む空間を確保するためでもあるから、ある程度の太さの線を使用してスペースを確保する必要があり、このために素子が重くなるという問題や、剛性が高くなって柔軟性が阻害されるという問題があった。

[0008] 本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、正極にメッシュ状の電極を使用せずに、厚さ方向に収縮することを可能にするゲルと、このゲルを用いたゲルアクチュエータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本出願に係るゲルアクチュエータは、誘電性高分子材料からなる突部を備えるゲルと、前記突部の頂部に接して配される正極と、該正極に対し、前記突部を高さ方向に挟む位置に配される負極とを備えることを特徴とする。誘電性高分子材料からなる突部は、正極と負極との間に電圧を印加することに

より、負極側に吸着されるようにクリープ変形し、正極と負極との間隔を収縮させ、正極と負極との間に印加する電圧を解除すると、誘電性高分子材料自体の弾性により、元の状態に復帰する作用をなす。

前記ゲルアクチュエータは、前記正極と負極とを層間において電氣的に絶縁する配置として、複数個、積層して積層形のゲルアクチュエータとして構成することができる。

[0010] また、前記ゲルアクチュエータは、前記ゲルが、誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、前記負極が、前記シート部の前記突部を設けた面とは反対面に配された構成とすることができる。

また、前記ゲルアクチュエータは、前記ゲルが、誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された負極付きのゲルとして形成されていること、また、前記ゲルが、誘電性高分子材料からなるシート部の両面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された負極付きのゲルとして形成されていることによって、容易に組み立て可能であり、容易に積層形のゲルアクチュエータとして構成することができる。

また、前記負極上あるいは正極上に、前記突部がじかに設けられ、該突部を挟んで対となる電極が配された構成とすることができる。

[0011] また、前記ゲルアクチュエータに用いられるゲルとして、誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された構成を備えるもの、また、誘電性高分子材料からなるシート部の両面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された構成を備えるものが有効に用いられる。

発明の効果

[0012] 本発明に係るゲルアクチュエータ及びゲルは、メッシュ状の電極を使用することなく、ゲルのクリープ変形を利用して、正極と陰極間に印加する電圧をON-OFFすることにより、厚さ方向に収縮（膨縮）する作用をなし、この作用を利用してアクチュエータを構成することができる。ゲル自体の変形によ

り収縮作用をなすから、素子の小型化、軽量化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]ゲルアクチュエータに用いるゲルの構成を示す断面図である。
- [図2]ゲルの製造に用いる成形型の断面図である。
- [図3]ゲルアクチュエータの構成とその作用を示す説明図である。
- [図4]ゲルアクチュエータの変位特性についての測定結果を示すグラフである。
- [図5]印加電圧を変えて変位特性を測定した結果を示すグラフである。
- [図6]ゲルアクチュエータの発生力の測定結果を示すグラフである。
- [図7]印加電圧を変えてゲルアクチュエータの発生力を測定した結果を示すグラフである。
- [図8]ゲルアクチュエータの応答特性を測定した結果を示すグラフである。
- [図9]積層形のゲルアクチュエータの構成とその作用を示す説明図である。
- [図10]積層形のゲルアクチュエータの構成とその作用を示す説明図である。
- [図11]屈曲型ゲルアクチュエータの屈曲作用を示す説明図である。
- [図12]メッシュ状の電極によるゲルアクチュエータの作用を示す説明図である。

符号の説明

- [0014] 1 0、1 1、1 2 ゲル
- 1 0 a 突部
- 1 0 b シート部
- 1 5 成形型
- 1 5 b 平面凹部
- 1 5 c 突部形成用凹部
- 1 5 d 空気孔
- 2 0 負極
- 3 0 正極
- 4 0、4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d ゲルアクチュエータ

50、60 積層形のゲルアクチュエータ

発明を実施するための形態

[0015] (ゲルの構成例)

本発明に係るゲルアクチュエータは、正極と負極とでゲルを厚さ方向に挟み、正極と負極との間に電圧を印加した際に、ゲルが厚さ方向に収縮する作用を利用して構成される。本発明に係るゲルアクチュエータに用いるゲルは、全体形状が平板状に形成され表面に多数個の突部を形成したことを特徴とする。正極はゲルの表面に形成された突部の頂部に接触するように配置し、負極は突部を設けた面とは反対側の面に配置する。

[0016] 図1は、本発明に係るゲルアクチュエータに用いるゲル10の例を示す。

図1(a)に示したゲル10は、ゲルの基部をなすシート部10bの一方の面に、多数個の突部10aが形成されたものである。突部10aはシート部10b上に等間隔で、同一の高さに形成されている。図示例のゲル10の突部10aは、頂部が半球状となる円柱体に形成しているが、突部10aの形状は、円錐、円錐台、角錐、角錐台、球状、半球状等の任意の形状に設定できる。また、突部10aの高さ、幅(径)、配置間隔(配置密度)も限定されるものではない。また、シート部10bの厚さ、大きさ等も適宜設定することができ、シート部10bの平面形状も、円形、円環状、四角形、六角形等の任意の形状とすることができる。

[0017] 図1(b)は、突部10aを支持するシート部10bにあらかじめ負極20を埋設した、いわば負極付きのゲルの例を示す。この負極付きのゲル11を用いてゲルアクチュエータとするには、ゲル11の突部10aを設けた側に突部10aの頂部に接するように正極を配置し、正極と負極との間に電圧を印加するようにすればよい。

図1(a)に示すゲル10を用いてゲルアクチュエータにするには、突部10aの頂部に接触させて正極を配置し、シート部10bの突部10aを設けた側とは反対側の面に負極を接触させる。図1(a)に示すゲル10とくらべて図1(b)に示す負極付きのゲル11を使用すると、積層形のゲルア

クチュエータを容易に形成することができる。

[0018] 負極 20 は、金属箔等の導電材を用いて、突部 10a が設けられている平面領域の全域にわたって設ける。負極 20 は突部 10a に電場を作用させるものであるから材質や厚さがとくに限定されるものではない。金属箔にかえて、蒸着などの方法により導電層を設けて負極 20 とすることもできる。負極 20 は、通常はシート部 10b の全面に一面に設けるが、負極 20 に小孔を設けて突部 10a に作用させる電場を制御する等の改変を排除するものではない。

[0019] 図 1 (c) は、負極付きのゲルの他の例を示したもので、シート部 10b の両面に突部 10a を設けたゲル 12 の例である。シート部 10b に負極 20 を埋設し、シート部 10b の両面に突部 10a を形成する形状とすれば、両面の突部 10a に電場を作用させる際に負極 20 を共通の負極 20 として使用することができる。

図 1 (c) に示す負極付きのゲル 12 も、ゲルアクチュエータを積層形に形成することが容易であり、ゲル 12 に電場を作用させる電極を層間で共通に使用できるという利点がある。

[0020] (ゲルの製造方法)

ゲルアクチュエータに用いるゲルには、電場を作用させることによって屈曲変形やクリープ変形を生じる誘電性高分子材料が使用できる。このような誘電性高分子材料には、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリメタクリル酸メチル、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリ酢酸ビニル、ナイロン 6、ポリビニルアルコール、ポリカーボネイト、ポリエチレンテレフタレート、ポリアクリロニトリル等が用いられる。

[0021] 本実施形態においては、ゲルアクチュエータに用いるゲルの材料としてポリ塩化ビニル (PVC) を使用した。ポリ塩化ビニルは、電場の作用による変形量が大きく、耐久性にすぐれ、取り扱いが容易であるという利点がある。

実際には、PVC に可塑剤としてアジピン酸ジブチル (DBA) を加え、テトラヒドロフラン (THF) を溶媒として完全に溶解してゲル溶液とした後、ゲル溶液

をシャーレにキャストし、シャーレを水平にしてゲル溶液の上に成型型をかぶせ、数日間放置してTHFを完全に蒸発させ、乾燥させた後、成型型からゲルを外すことにより突部が形成されたゲルが得られる。

[0022] 図2に実験で使用したゲルの成形に用いた成型型15を示す。この成型型15は、平板状の基材15aの一方の面にシート部10bを成形する平面凹部15bを設け、平面凹部15bの底面に突部形成用凹部15cを設けたものである。成型型15をシャーレにキャストしたゲル溶液の上にのせると（図2の成型型15を下向きにする）、ゲル溶液が平面凹部15bと突部形成用凹部15cに入り込むから、この状態でゲル化させることによって、突部10aを備えるゲルが成形される。

成型型15には、突部形成用凹部15cの頂部（突部の先端となる部分）と外部とを連通する空気孔15dを設けている。この空気孔15dは、成型型15をゲル溶液の上にのせた際に、突部形成用凹部15cから空気が抜けるようにし、突部形成用凹部15cの頂部まで確実にゲル溶液が充填されて、突部10aが所定形状に成形されるようにするためのものである。

[0023] 図2に示した成型型15では、突部形成用凹部15cを円錐状に形成し、突部形成用凹部15cの深さ（突部の高さ）0.8mm、直径2mm、ピッチ（突部の頂部間の間隔）3mmとしている。空気孔15dの孔径は0.3mmである。平面凹部15bの深さ（シート部10bの厚さ）は1mmである。

[0024] なお、ゲルの成形に使用する成型型には、ゲルに形成する突部の大きさや形態に合わせて適宜形態の成型型を使用することができる。たとえば、突部形成用の凹部を設けるかわりにメッシュ状の型を用いてゲルに突部を形成することもできる。また、スクリーン印刷などの印刷法によりゲル溶液を塗布することによって突部を形成することも可能である。

[0025] 後述するゲルアクチュエータの特性の試験には、図1（b）に示す負極付きのゲル11を使用した。

この負極付きのゲル11は次のようにして作製した。PVCゲル溶液を10gシャーレにキャストし、数日間放置して乾燥させる（負極の下側のシート部を

形成)。次いで、負極となるステンレス箔（厚さ0.01mm）を乾燥させたゲルの上にのせ、その上からゲル溶液を4gキャストし、いったんステンレス箔を固定する。次いで、ステンレス箔の表面に薄く残ったゲルの上にゲル溶液を20gキャストし、その上に図2に示す成型型15をのせ、乾燥させ、成型型15からゲルを外して負極20が埋設されたゲル11を作製した。

[0026] （ゲルの作用）

図3（a）、（b）は、図1（b）に示した負極付きのゲル11に正極30を配して構成したゲルアクチュエータ40と、このゲルアクチュエータ40に電圧を印加した際の作用を示す。

ゲル11を厚さ方向に収縮させるには、突部10aの頂部に正極を接触させ、正極と負極との間に電圧を印加する。図3（a）は、ゲル11の突部10aを設けた面に正極30を配置し、正極30を突部10aに接触させた状態を示す。実際は、ガラス板上に正極30となるステンレス箔を配置し、突部10aを下向きにしてステンレス箔にゲル11をのせ、突部10aの頂部にステンレス箔（正極30）を接触させた。

[0027] 図3（a）は正極30と負極20との間に電圧を印加しない状態、図3（b）は電圧を印加した状態である。正極30と負極20との間に電圧を印加すると、電荷が負極20からゲル11に注入され、突部10aを通して正極30の付近に電荷が蓄積される。正極30の付近に電荷が蓄積されると、ゲルが静電的に正極30側に引き付けられ、突部10aがクリープ変形を起こし、正極30に突部10aが付着するように変形する。すなわち、電圧を印加すると、突部10aの高さが低くなり、ゲルアクチュエータ40の厚さは全体として薄くなる（収縮する）。また、電圧の印加を解除すると、放電によって電荷がなくなり、突部10aが正極30に付着する作用が消失し、ゲル自体の弾性によってゲルアクチュエータ40は元の状態に復帰する。

このように、ゲルアクチュエータ40の正極30と負極20との間に電圧を印加する操作をON-OFFさせる操作を繰り返すことにより、ゲルアクチュエータ40は厚さ方向に収縮した状態と元の厚さに復帰した状態とを交互に繰

り返す。

[0028] 図3は、図1(b)に示した負極付きのゲル11を用いたゲルアクチュエータ40について、正極30と負極20との間に電圧を印加した際の作用(動作)を示したものである。図1(a)、図1(c)に示したゲル10、12についても、正極30と負極20間に電圧を作用させることによって同様に作用するゲルアクチュエータを構成することができる。

[0029] 突部10aを備えるゲルを用いて構成するゲルアクチュエータは、正極30と負極20との間に電圧を印加した際に、突部10aがクリープ変形して負極20側に付着するようになる作用を利用して収縮するから、この作用を生じさせるゲルであれば任意の形態のゲルを使用することができる。たとえば、負極付きのゲルの形態として、シート部10bに負極20を埋設させた形態ではなく、シート部10bの一方の面に負極20を露出させて設け、負極20上に、じかにゲルからなる突部10aを設ける形態とすることもできる。また、シート部10bを設けずに負極20上、あるいは正極30上に、じかにゲルからなる突部10aを設け、突部10aを挟んで対となる電極を配するという構成とすることもできる。

[0030] (ゲルアクチュエータの駆動特性)

以下に、図3に示す負極付きのゲル11を用いたゲルアクチュエータ40(単層構造)について、駆動特性を調べた結果について述べる。

<変位特性>

図4は、ゲルアクチュエータに印加電圧を加えた際に、厚さ方向の変位量がどのように変化するかを測定した結果を示す。この測定結果は、印加電圧を1200[V]とした場合である。ゲルアクチュエータの変位量はレーザー式変位計測器を用いて計測した。電圧を印加した際にゲルアクチュエータが収縮し、電圧印加を解除すると元の厚さに復帰することがわかる。

図5は、図4の実験で使用した試料と同一の試料に対し、印加電圧を600[V]、1200[V]、1800[V]としたときの変位量を示す。

この測定結果は、印加電圧を大きくするにしたがって、変位量が増大する

ことを示している。印加電圧を1800[V]としたときのゲルアクチュエータの変位量は最大0.17[mm]である。この変位量はゲルアクチュエータ全体の厚さの約14%にあたる。

[0031] <発生力>

ゲルアクチュエータが収縮状態から元の状態に復帰する際に生じる押し出し力（発生力）を測定した。測定は、ゲルアクチュエータに電圧を印加して収縮させた状態から電圧を除去してゲルアクチュエータを膨張させ、そのときの押し出し力を力センサを用いて測定する方法によって行った。

ゲルアクチュエータの試料は、大きさ50[mm]の円板状、ゲルの厚さ（突部を含む）1.15[mm]、正極に厚さ0.01[mm]のステンレス箔を用いたものである。

図6は、印加電圧が1200[V]のときの押し出し力（発生力）を測定した結果を示す。押し出し力として、約350[Pa]が得られた。

図7は、印加電圧によって押し出し力がどのように変化するかを調べた結果を示す。図7は、印加電圧を大きくすることにより、押し出し力が増加することを示す。

[0032] <応答特性>

図3に示す負極付きのゲルを用いたゲルアクチュエータに電圧900[V]の正弦波を加え、ゲルアクチュエータの応答特性を測定した。印加する正弦波電圧の周波数を0.1~10[Hz]の間で変化させ、そのときの変位の振幅を測定した。図8は変位のゲイン線図である。-3[dB]になるまでのバンド幅は2[Hz]となっている。この測定結果は、前述したゲルアクチュエータは、印加電圧の周波数が2[Hz]程度であれば、十分に追従することを示す。

[0033] （ゲルアクチュエータの他の構成例）

上述した実験において使用したゲルアクチュエータは単一のゲルによって形成した単層構造のものである。ゲルアクチュエータは単層構造として使用することもできるし、単位となるゲルアクチュエータを厚さ方向に積み重ねた積層構造とすることもできる。

[0034] 図9（a）、（b）は、片面に突部10aを設けた負極付きのゲル11（図1（b））を用いて積層形のゲルアクチュエータ50を構成した例である。このゲルアクチュエータ50は、積層するゲルの突部10aを同じ向きとし、突部10aの頂部に正極30が接するように正極30を介在させて負極付きのゲル11を積層して形成している。

[0035] ゲルアクチュエータ50を構成する単位となるゲルアクチュエータ40a、40bの正極30を電源の正極に接続し、負極20を電源の負極に接続して電圧を印加する。

図9（b）が電圧を印加している状態である。ゲルアクチュエータ50に電圧を印加すると、各々のゲルアクチュエータ40a、40bがそれぞれ厚さ方向に収縮し、ゲルアクチュエータ50全体が厚さ方向に収縮する。ゲルアクチュエータ50の収縮量（変形量）は各々のゲルアクチュエータ40a、40bの収縮量が重畳されるから、単一のゲルアクチュエータを使用する場合にくらべて、積層形とすることによりゲルアクチュエータの変位量（収縮量）を大きくすることができる。

[0036] 図10（a）、（b）は、図1（c）に示す、ゲルの両面に突部10aを設けた負極付きのゲル12を用いて形成したゲルアクチュエータ60の例である。本実施形態のゲルアクチュエータ60においても、突部10aの頂部に正極30を接触させるように、積層するゲル12の突部10a間に正極30を介在させて積層する。

本実施形態のゲルアクチュエータ60においては、電圧を印加する際に、負極20がその両側にある突部10aに対して共通の電極として作用し、正極30がその両側にある突部10aに対して共通の電極として作用する。

[0037] 図10（b）は、ゲルアクチュエータ60に電圧を印加した状態を示している。単位となるゲルアクチュエータ40c、40dが厚さ方向に収縮し、ゲルアクチュエータ60が全体として厚さ方向に収縮する。

本実施形態のゲルアクチュエータ60は、ゲルの両面に突部10aを設けた負極付きのゲルを用いているから、片面に突部10aを設けた負極付きの

ゲルを用いた場合とくらべて、厚さ方向に小型化を図りながら変位量を大きくとることが可能となる。

[0038] 図9、10に示したゲルアクチュエータ50、60は単位となるゲル11、12を2つ積層した例であるが、ゲルアクチュエータの積層数は任意に選択することができる。単位となるゲルアクチュエータの積層数を増やすことによって、ゲルアクチュエータ全体の変位量を大きくすることができる。また、積層構造のゲルアクチュエータとすることにより、ゲルアクチュエータの変位にともなう発生力（押し出し力）を大きくすることもできる。

[0039] 図9に示すゲルアクチュエータ50では、シート部10bがゲル11を層間で積層する際に正極30と負極20とを電氣的に絶縁する作用を兼ねている。突部10aを備えるゲルを積層して積層形のゲルアクチュエータを形成する際には、層間で正極30と負極20とが電氣的に短絡しないように電氣的な絶縁を図る必要がある。ゲル11のように、絶縁層としてゲルを利用することもできるし、特定の絶縁層を設けてゲルを積層する構成とすることも可能である。

[0040] 本発明に係るゲルアクチュエータは、突部を備えるゲルを正極と負極とで厚さ方向に挟む配置とし、正極と負極との間に電圧を印加した際に突部が変形する作用を利用するから、正極と負極には金属箔のような薄い導電材を使用することができる。これにより、メッシュ電極を使用する場合とくらべて電極を薄くすることができ、多層にゲルアクチュエータを積層したような場合でも、小型化（薄型化）軽量化を図ることができる。また、ゲルは柔軟性に富んでおり、電極も薄く形成して柔軟性を備えるから、柔軟性が求められる駆動用として有効に利用することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 誘電性高分子材料からなる突部を備えるゲルと、
前記突部の頂部に接して配される正極と、
該正極に対し、前記突部を高さ方向に挟む位置に配される負極と、
を備えることを特徴とするゲルアクチュエータ。
- [請求項2] 請求項1記載のゲルアクチュエータを、前記正極と負極とを層間において電氣的に絶縁する配置として、複数個、積層して形成されていることを特徴とする積層形のゲルアクチュエータ。
- [請求項3] 前記ゲルは、誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、
前記負極は、前記シート部の前記突部を設けた面とは反対面に配されていることを特徴とする請求項1または2記載のゲルアクチュエータ。
- [請求項4] 前記ゲルは、
誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された負極付きのゲルとして形成されていることを特徴とする請求項1または2記載のゲルアクチュエータ。
- [請求項5] 前記ゲルは、
誘電性高分子材料からなるシート部の両面に前記突部が形成され、前記シート部に前記負極が埋設された負極付きのゲルとして形成されていることを特徴とする請求項1または2記載のゲルアクチュエータ。
- [請求項6] 前記負極上あるいは正極上に、前記突部がじかに設けられ、該突部を挟んで対となる電極が配されていることを特徴とする請求項1または2記載のゲルアクチュエータ。
- [請求項7] 請求項1または2記載のゲルアクチュエータに用いられるゲルであって、

誘電性高分子材料からなるシート部の一方の面に前記突部が形成され、

前記シート部に前記負極が埋設されていることを特徴とする負極付きのゲル。

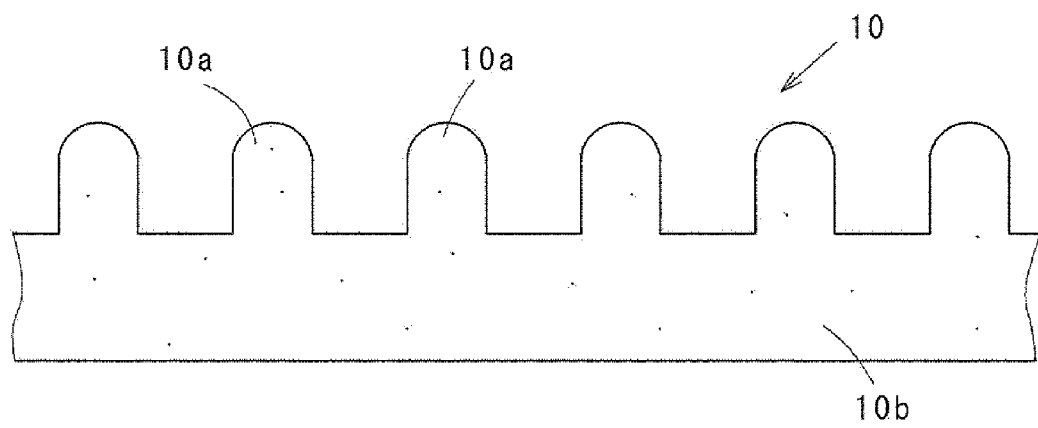
[請求項8]

請求項 1 または 2 記載のゲルアクチュエータに用いられるゲルであって、

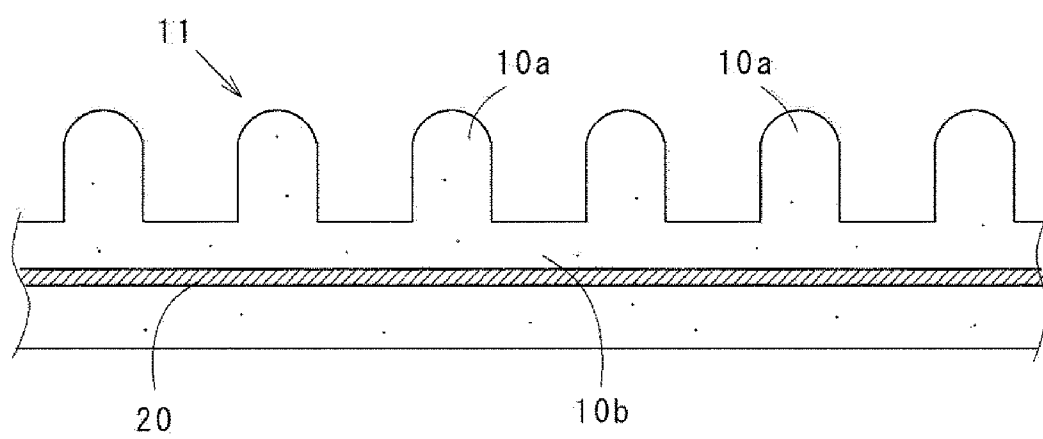
誘電性高分子材料からなるシート部の両面に前記突部が形成され、
前記シート部に前記負極が埋設されていることを特徴とする負極付きのゲル。

[図1]

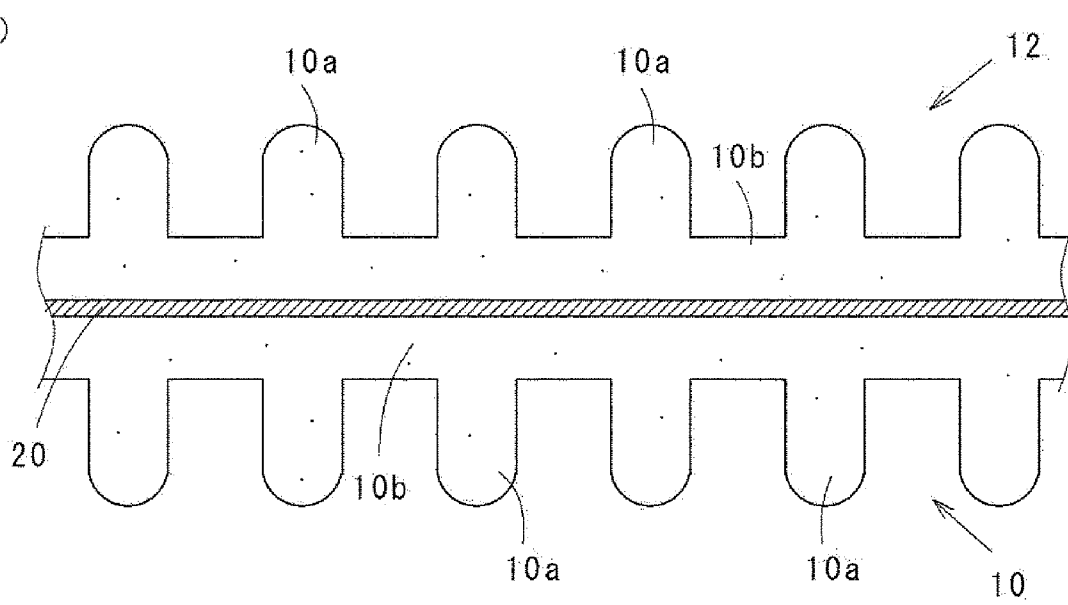
(a)



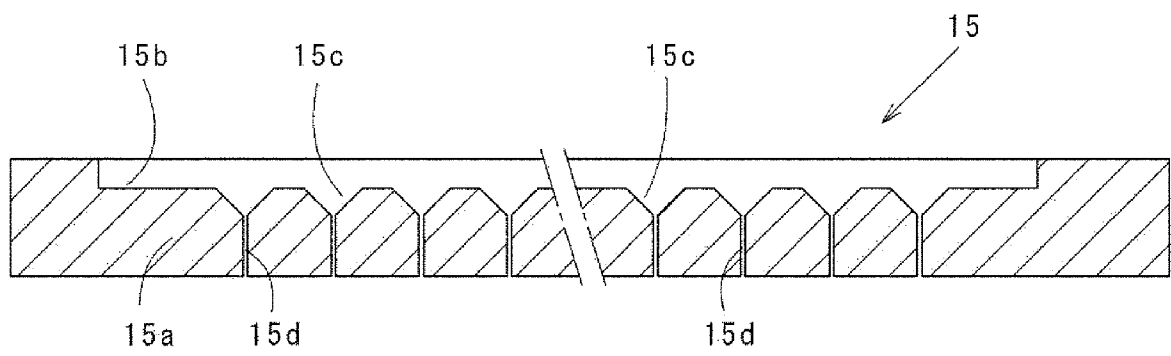
(b)



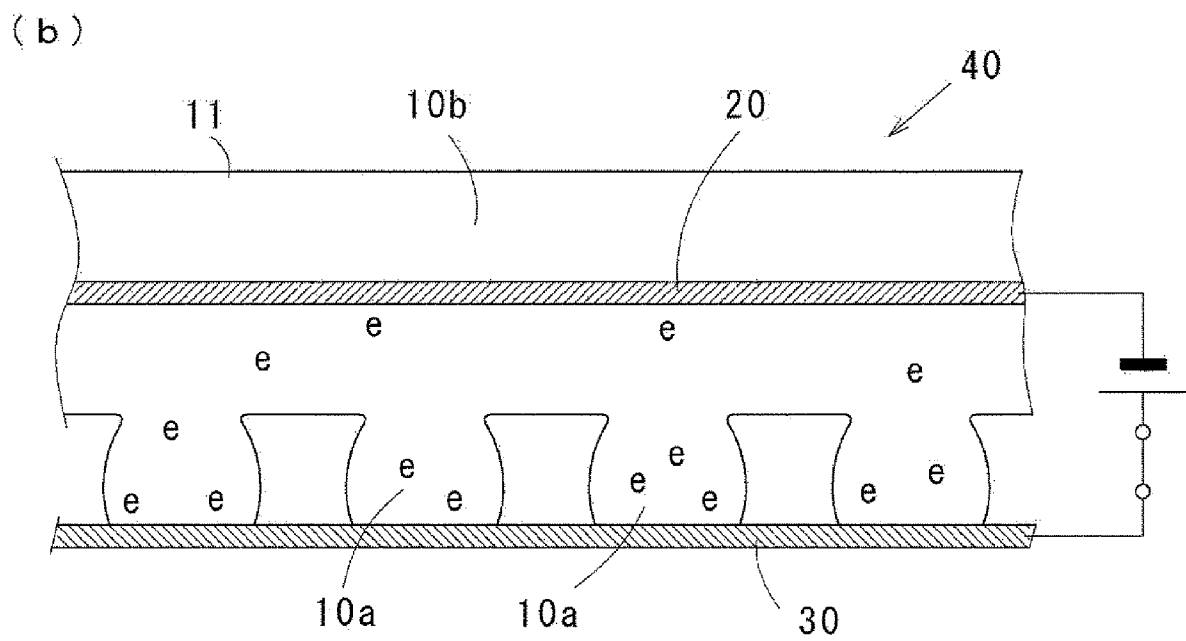
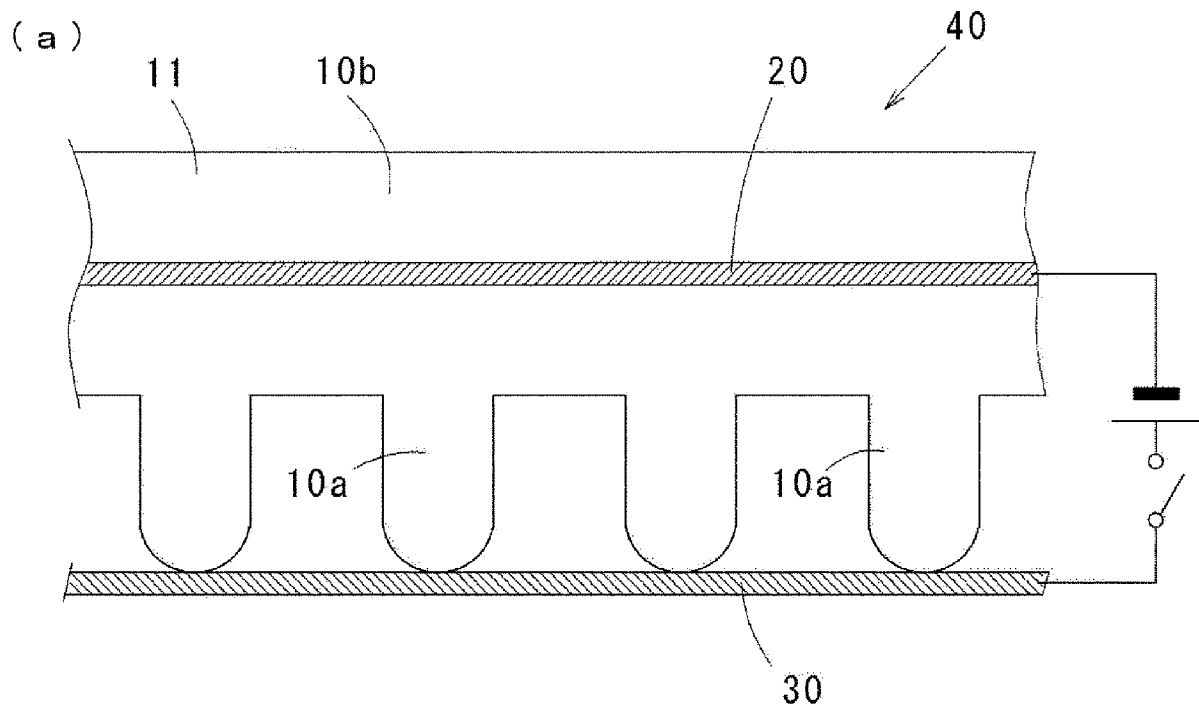
(c)



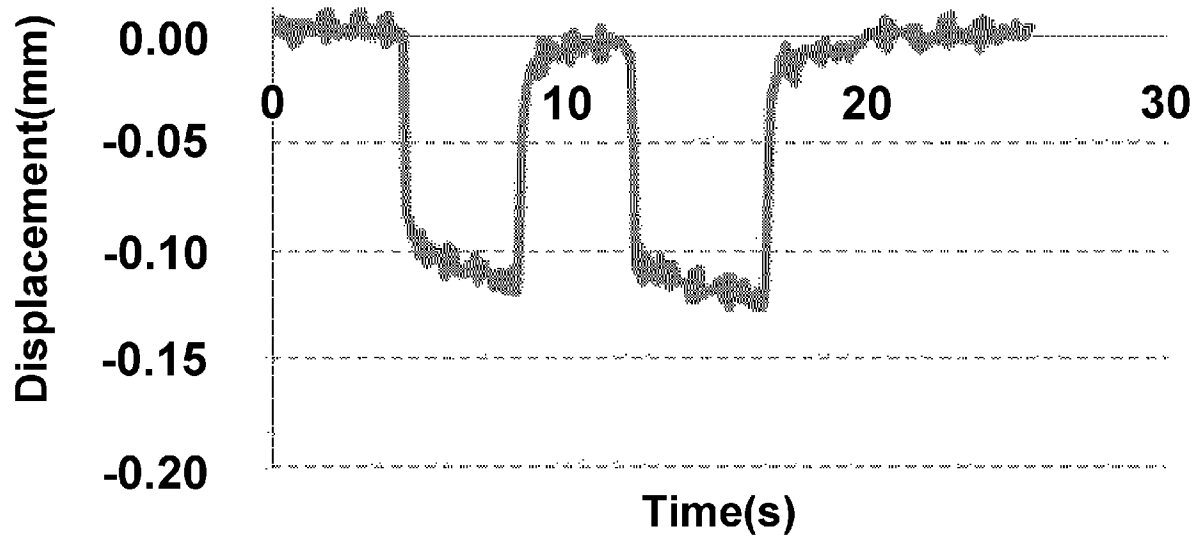
[図2]



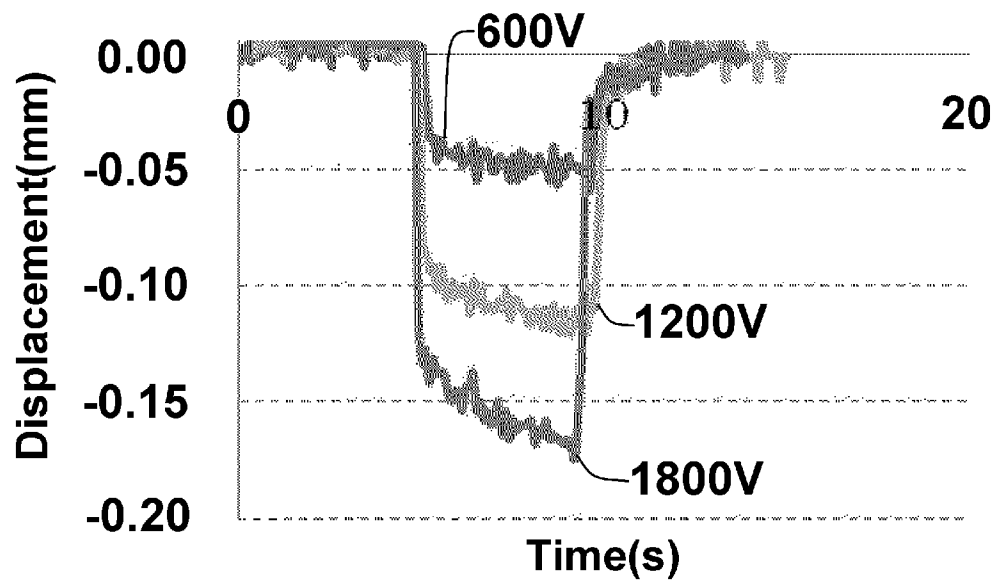
[図3]



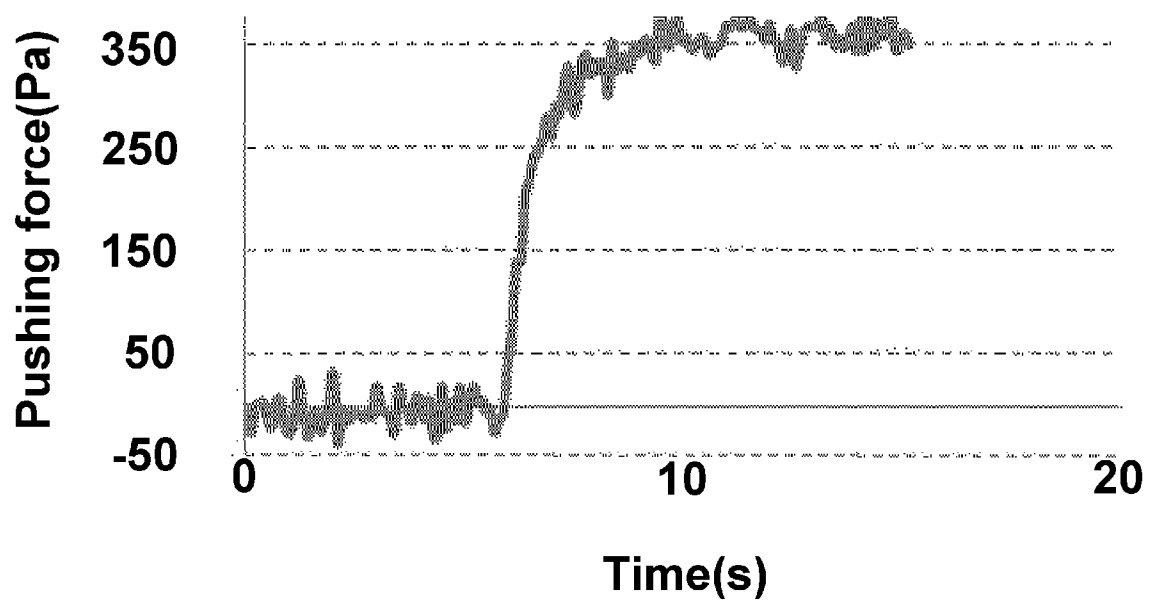
[図4]



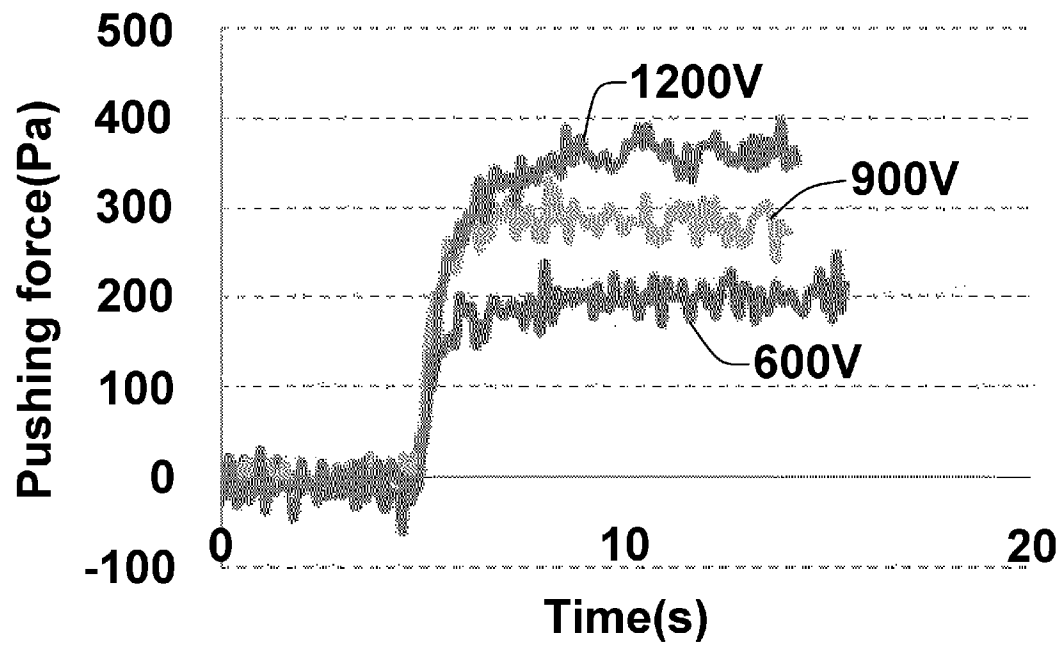
[図5]



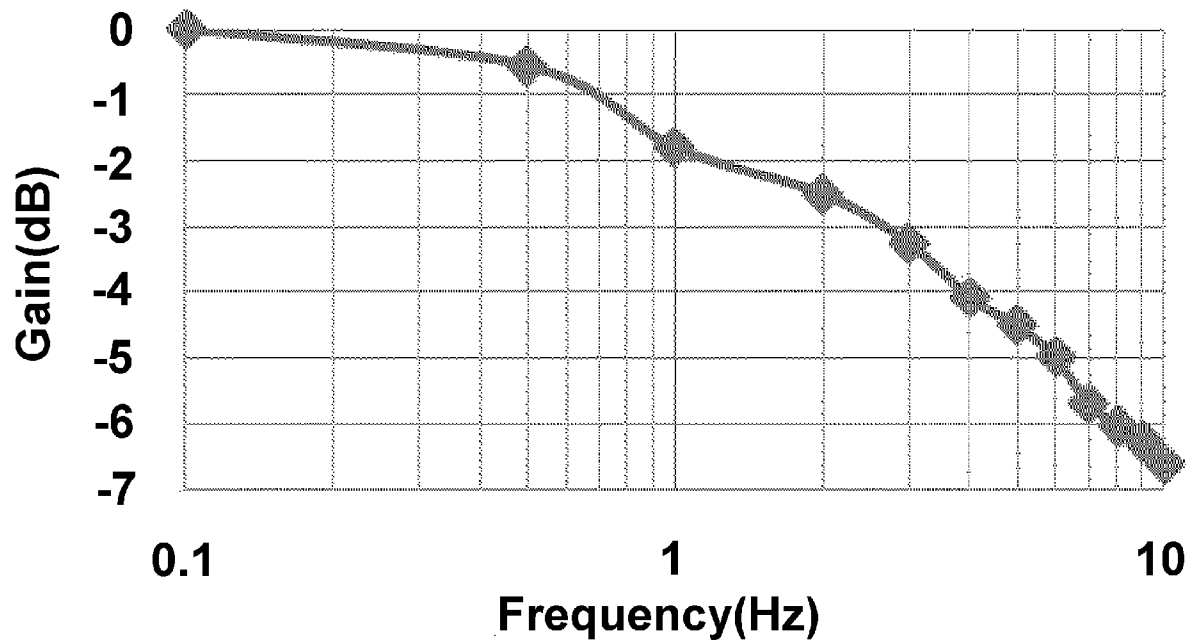
[図6]



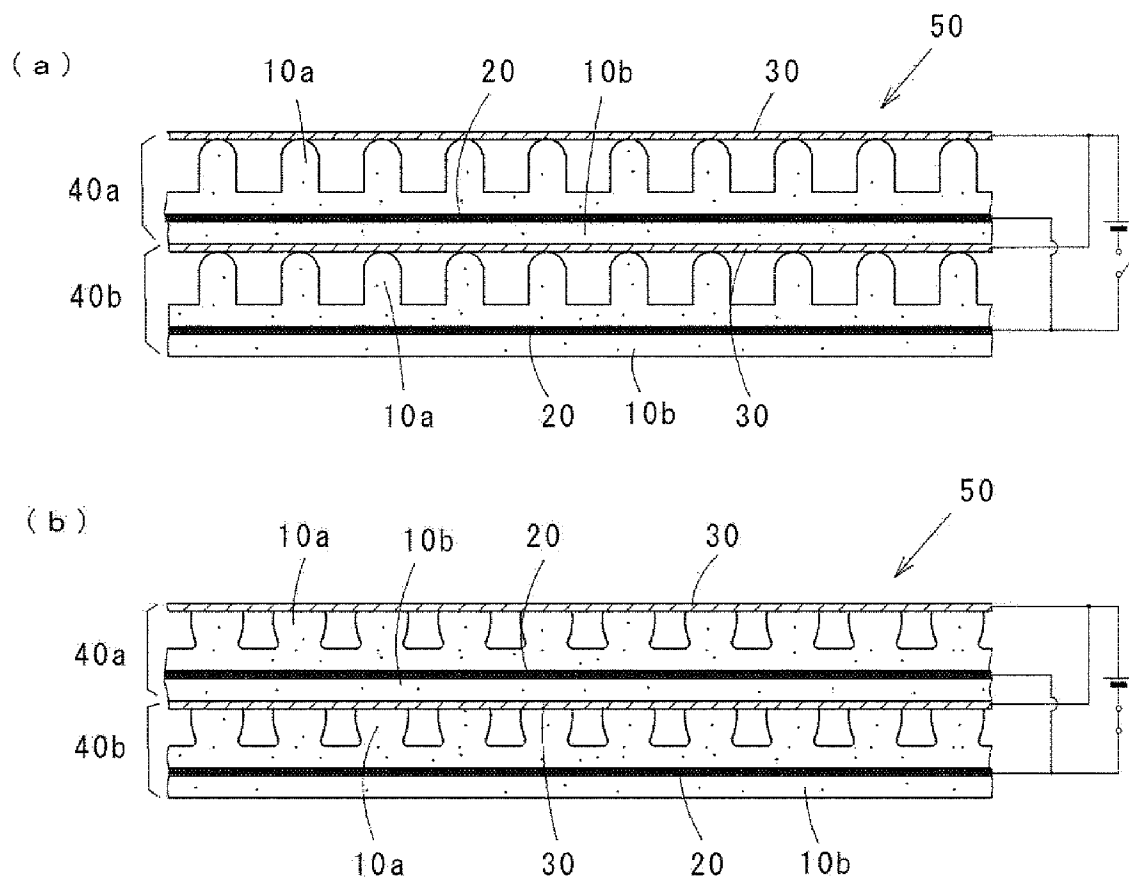
[図7]



[図8]

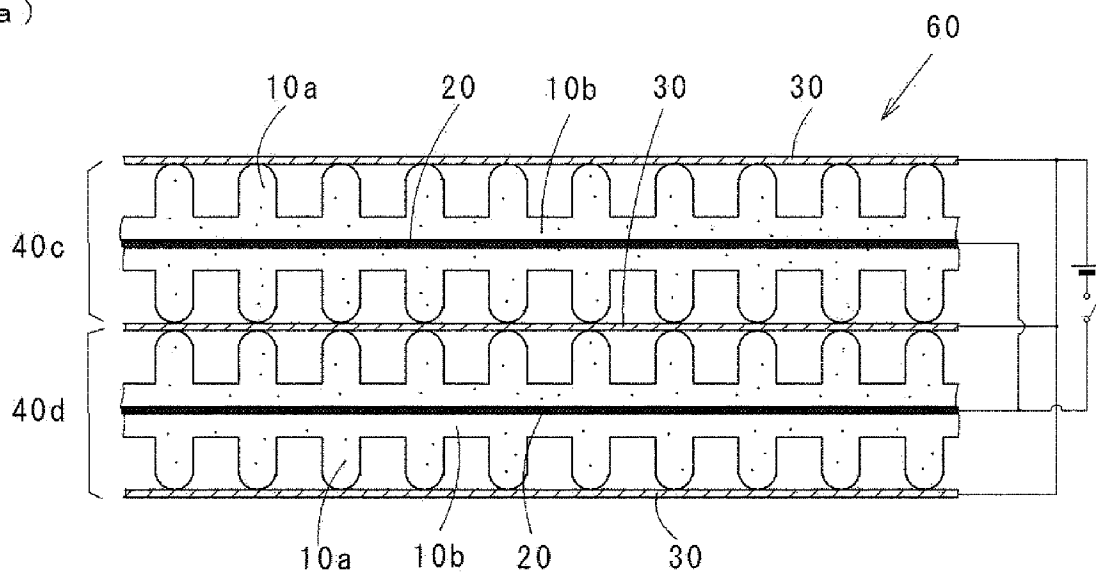


[図9]

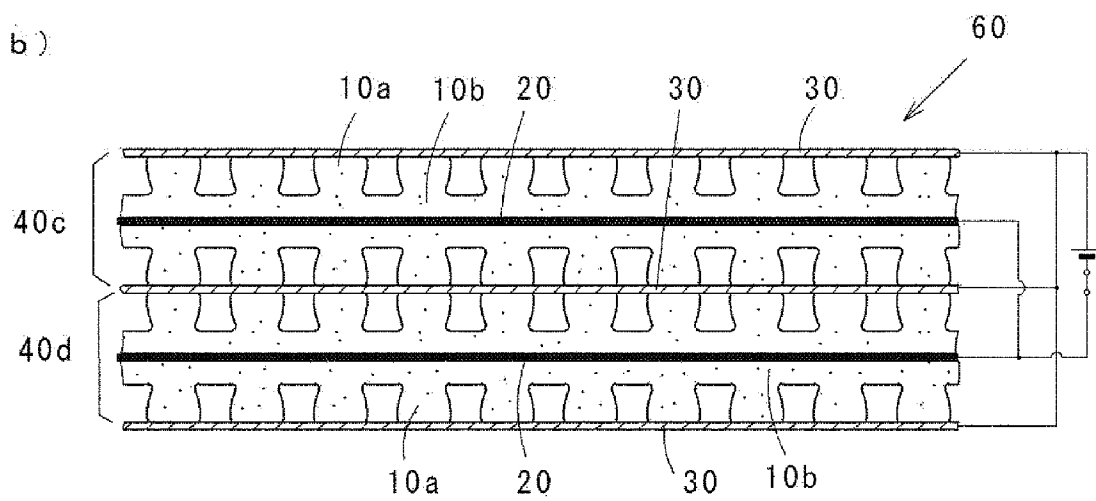


[図10]

(a)

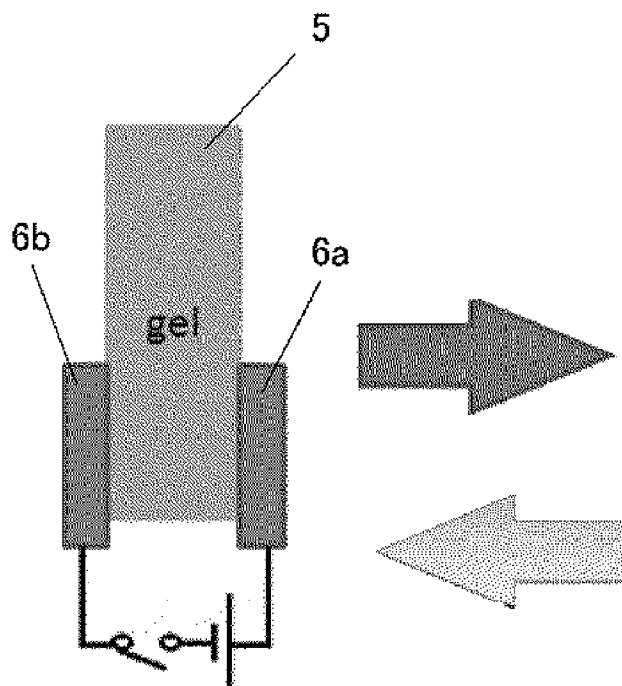


(b)

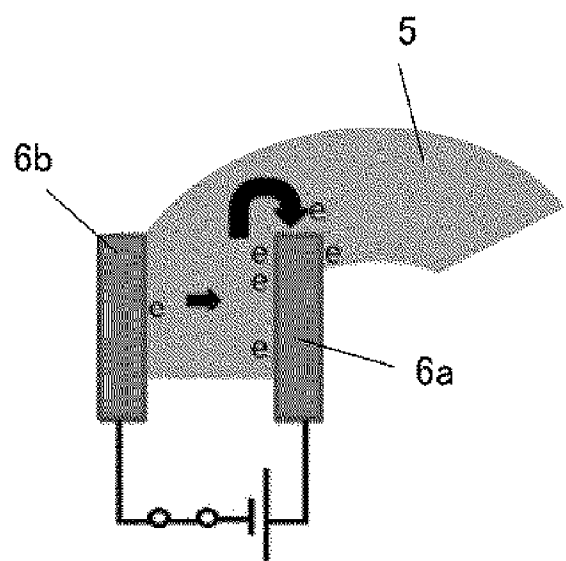


[図11]

(a)

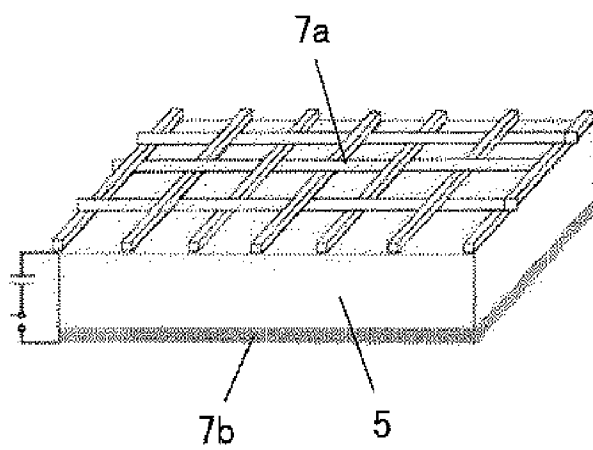


(b)

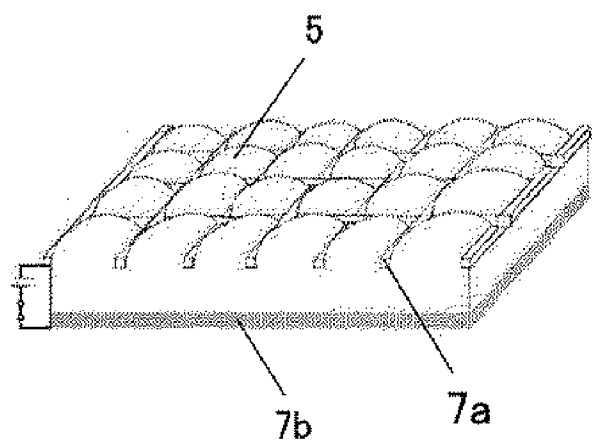


[図12]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N11/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02N11/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
A	JP 2000-101159 A (Nitta Corp.), 07 April 2000 (07.04.2000), entire text; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2-41685 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 09 February 1990 (09.02.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2003-282982 A (Nitta Corp.), 03 October 2003 (03.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8



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

09 November, 2011 (09.11.11)

Date of mailing of the international search report

22 November, 2011 (22.11.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074929

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-25316 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 02 February 1993 (02.02.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2010-74900 A (Panasonic Corp.), 02 April 2010 (02.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02N11/00 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02N11/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 2000-101159 A（ニッタ株式会社）2000.04.07, 全文, 第1図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2-41685 A（株式会社豊田中央研究所）1990.02.09, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2003-282982 A（ニッタ株式会社）2003.10.03, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-8

☒ 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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

0 9 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

下原 浩嗣

3 V

9 1 7 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5-25316 A (株式会社豊田中央研究所) 1993. 02. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-74900 A (パナソニック株式会社) 2010. 04. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8