

(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
2010年6月3日(03.06.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/061916 A1

- (51) 国際特許分類:
F03G 7/08 (2006.01) H01L 41/22 (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01) H01L 41/24 (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01) H02N 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/070036
- (22) 国際出願日: 2009年11月27日(27.11.2009)
- (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 2008-303935 2008年11月28日(28.11.2008) JP
特願 2009-186532 2009年8月11日(11.08.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東日本旅客鉄道株式会社(East Japan Railway Company) [JP/JP]; 〒1518578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 Tokyo (JP). ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社(JR East Consultants Company) [JP/JP]; 〒1518512 東京都渋谷区代々木2-2-6 Tokyo (JP). 京セラ株式会社(KYOCERA

CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

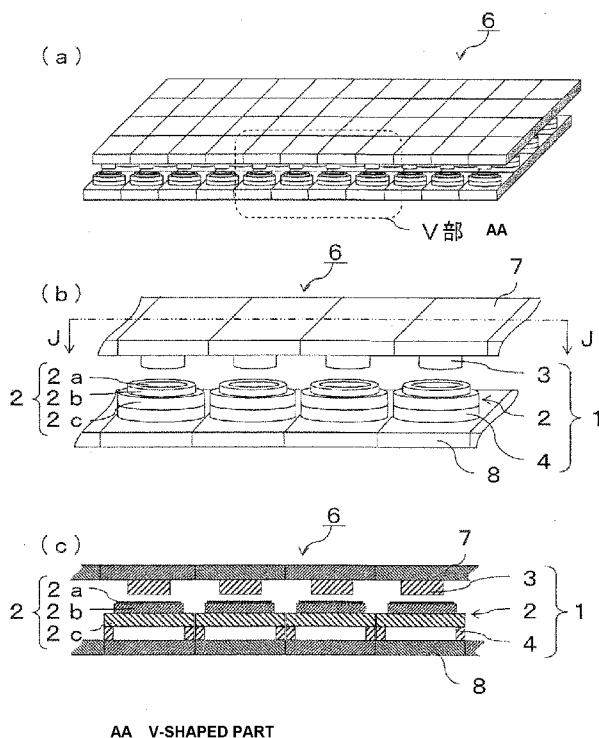
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐藤 敏彦(SATO, Toshihiko) [JP/JP]; 〒1518578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道株式会社内 Tokyo (JP). 小林 三昭(KOBAYASHI, Mitsuaki) [JP/JP]; 〒1518512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社内 Tokyo (JP). 深見 じゅん(FUKAMI, Jun) [JP/JP]; 〒1518512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社内 Tokyo (JP). 吉村 健一(YOSHIMURA, Kenichi) [JP/JP]; 〒8994312 鹿児島県霧島市国分山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 Kagoshima (JP). 石川 和洋(ISHIKAWA, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒8994396 鹿児島県霧島市国分山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内 Kagoshima (JP).

[続葉有]

(54) Title: POWER GENERATION MEMBER, POWER GENERATION DEVICE USING SAME, AND POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システム

[図10]



(57) Abstract: Provided are a power generation member which generates a high power, a power generation device which uses the member, and a power generation system. The power generation member (1) includes: a piezoelectric element (2) having electrodes (2a, 2c) formed on the both main surfaces of a sheet-shaped piezoelectric ceramics (2b); a pressing member (3) which presses the piezoelectric element (2) from one of the main surfaces; and a support member (4) which supports the piezoelectric element (2) at the other main surface. The support member (4) supports the periphery of the piezoelectric element (2). The pressing member (3) presses the piezoelectric element (2) by the flat pressing plane inside the support member (4). The piezoelectric ceramic (2b) is sufficiently bent by the pressure energy generated when a human being walks or the vibration energy generated when a vehicle runs. Thus, a large distortion can be obtained so as to reduce the compensation of electric charge generated and effectively obtain a high power.

(57) 要約:

[続葉有]



(74) 代理人: 田中 光雄, 外 (TANAKA, Mitsuo et al.);
〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7
号 I M P ビル 青山特許事務所 Osaka (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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

発電力の高い発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システムを提供する。板状の圧電セラミックス 2 b の両主面に電極 2 a, 2 c が形成された圧電素子 2 と、圧電素子 2 を一方主面側から押圧する押圧部材 3 と、圧電素子 2 を他方主面側で支持する支持部材 4 とを備えてなる発電部材 1 であって、支持部材 4 は圧電素子 2 の周辺部を支持し、押圧部材 3 は圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で平面状の押圧面により押圧する発電部材 1 である。人が歩行する際に生じる圧力のエネルギーや車等が走行する際に生じる振動エネルギーによって、圧電セラミックス 2 b が十分に撓み、大きなひずみを得ることができるとともに、発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、高い電力を効率よく得ることができる。

明 細 書

発明の名称：

発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーまたは車や電車の走行の際に生じる振動エネルギーを利用して発電する機能を有する発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、CO₂の排出を伴わないクリーンエネルギーとして、駅、空港などの公共施設やデパートなどの床、階段を人が歩行する際に生じる圧力のエネルギーまたは道路、橋、駐車場もしくは線路を車や電車等が走行する際に生じる振動エネルギーを利用して、圧電セラミックスをひずませることにより発生した電圧を取り出して発電する発電システムが注目されている。

[0003] この発電システムは、圧電セラミックスを備える発電部材を用いた発電装置から構成されており、このような発電部材、発電装置および発電システムについて、いくつかの例が特許文献1～3に提案されている。

[0004] 特許文献1では、人、車両、または列車を含む移動物体が通過する通路に設置された圧電部材を備え、この圧電部材上を移動物体が通過することにより圧電部材にかかる圧力によって生じた電力を取り出す発電システムが提案されている。これによれば、駅構内等の既存の設備中に発電システムを構成することができ、電力の供給源は、人や車両の移動そのものであり、極めて効率的に電力を発生させることができるというものである。

[0005] また、特許文献2では、階段の踏み板および昇降口周辺の床に押圧発電素子を配置し、該押圧発電素子を充電装置と接続した発電装置が提案されている。これによれば、階段の上り下りの際に押圧発電素子を足で踏みつけることにより発電することができるとともに、長時間使用しても故障がほとんど発生しないため、実用上メンテナンスフリーの発電装置とすることができる。

というものである。

[0006] また、特許文献3では、建築用床板素材において圧電セラミックスを電極で挟んだ構造を有し、外部の加重圧力による発電機能を有する床板素材が提案されている。図16は、特許文献3に記載されている圧電セラミックス材料の両端に金属電極を取り付けた圧電素子の斜視図である。また、図17は、特許文献3に記載されている圧電素子を備えた床板素材を示す、(a)は基本構造の分解図であり、(b)は床板素材の断面図である。

[0007] 図16に示す圧電素子23は、円柱状に加工された圧電セラミックス21の両端に蒸着等により金属電極22が形成されている。そして、床板素材20は、図17(a)に床板素材20の基本構造を示すように、電気的特性の高い支持材料24の複数の孔に圧電素子23を嵌め込み、金属電極22と電気的に導通があるように上下を金属板25で挟み、さらに、その上下を通常使用される床板材料26で挟んでこれらが密着されている。そして、図17(b)の床板素材20の断面図に示すように、この床板素材20に人の体重等により圧力が加わると、圧電素子23に圧力が伝わり、その両端に電圧が発生し、発生した電圧は上下の金属板25を通して外部に取り出される。この床板素材20を階段や廊下に敷設することにより、廊下の照明やエレベーターやエスカレーターの補助電力を供給することができるので、省エネルギーに寄与する建築材料となるというものである。

[0008] 特許文献1：特開2006-197704号公報

特許文献2：特開平11-353913号公報

特許文献3：特開平5-39661号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1に記載の発電システムは、圧電部材を発電に用いることができるという性質に基づき、専用の施設の建設を必要としない画期的な発電システムではあるものの、高い電圧を取り出すための圧電部材の構成や効率的な発電方法について十分に開示されたものではなかった。

[0010] また、特許文献２に記載の発電装置も、押圧発電素子を足で踏みつけることにより発電することができるので、エネルギーを有効に利用することができる発電装置ではあるものの、押圧発電素子の押圧方法が十分に検討されたものではなく、必ずしも高い電力を得られるものではなかった。

[0011] また、特許文献３に記載の床板素材２０は、電圧を取り出して発電する方法が具体的に示されてはいるものの、圧電セラミックス２１が円柱状であるため、人の体重等により加わる圧力が床板材料２６および金属板２５を介して圧電素子２３に伝わったとしても、圧電セラミックス２１が十分にひずむことができず、高い電力を得られるものではなかった。

[0012] 本発明は、上記課題を解決すべく案出されたものであり、発電力の高い発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システム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

[0013] 本発明の発電部材は、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、前記支持部材は前記圧電素子の周辺部を支持し、前記押圧部材は前記圧電素子を前記支持部材の内側で平面状の押圧面により押圧することを特徴とするものである。

[0014] また、本発明の発電部材は、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、前記支持部材は前記圧電素子の周辺部を支持し、前記押圧部材は前記圧電素子を前記支持部材の内側で環状の押圧面により押圧することを特徴とするものである。

[0015] また、本発明の発電部材は、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、

て、平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であることを特徴とするものである。

[0016] また、本発明の発電部材は、上記構成において、前記押圧部材は、前記支持部材より硬度が低い材料からなることを特徴とするものである。

[0017] また、本発明の発電部材は、上記いずれかの構成において、前記圧電セラミックスは、チタン酸ジルコン酸鉛からなることを特徴とするものである。

[0018] また、本発明の発電部材は、上記いずれかの構成において、前記圧電セラミックスは、ニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含むことを特徴とするものである。

[0019] また、本発明の発電装置は、上記いずれかの構成の本発明の発電部材が複数個面状に並べて配置されて、それぞれの前記押圧部材が板状の第1のカバー部材により保持され、それぞれの前記支持部材が板状の第2のカバー部材により保持されていることを特徴とするものである。

[0020] また、本発明の発電装置は、上記構成において、前記押圧部材が前記第1のカバー部材と一体に形成されていることを特徴とするものである。

[0021] また、本発明の発電装置は、上記構成において、前記支持部材が前記第2のカバー部材と一体に形成されていることを特徴とするものである。

[0022] また、本発明の発電システムは、上記いずれかの構成の本発明の発電装置と、ダイオードおよびコンデンサを含む回路を介して接続された直流交流変換装置とを備えていることを特徴とするものである。

[0023] また、本発明の発電システムは、上記いずれかの構成の本発明の発電装置が床、階段、道路、橋、駐車場または線路の下側に配置されていることを特徴とするものである。

発明の効果

[0024] 本発明の発電部材によれば、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、支持部材は圧電素子の周辺部を支持し、押圧部材は圧電素子を支持部材の内側

で平面状の押圧面により押圧することから、圧電セラミックスが十分に撓み、大きなひずみを得ることができるとともに発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、高い電力を効率よく得ることができる。

[0025] また、本発明の発電部材によれば、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、支持部材は圧電素子の周辺部を支持し、押圧部材は圧電素子を支持部材の内側で環状の押圧面により押圧することから、圧電セラミックスが十分に撓み、大きなひずみを得ることができるとともに発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、高い電力を効率よく得ることができる。また、押圧部材の押圧面が環状であることにより、押圧面が平面状の押圧部材よりも重量を低減でき、押圧部材自体を環状の部材とすることもできることから1個の発電部材の重量を低減できるので、複数個の発電部材を面状に並べて配置される発電装置の軽量化を図ることができる。さらに、発電装置を軽量化することによって、運搬作業の負担を軽減することができる。

[0026] また、本発明の発電部材によれば、板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であることから、発電部材同士の間は無駄な空間がほとんどない状態で発電部材を複数個面状に密に並べて配置することができるので、高い電力を効率よく得ることができる。

[0027] また、本発明の発電部材によれば、押圧部材が支持部材より硬度が低い材料からなるときには、人の歩行の際に生じる大きな圧力エネルギーや車等の走行の際に生じる大きな振動エネルギーが発電部材にかかっても、押圧部材は大きな圧力や振動によるエネルギーを吸収して緩和し、支持部材は圧電素子の過度の変形を抑制して支持することができるので、圧電素子を構成する圧電セラミックスが割れるのを抑制することができる。

- [0028] また、本発明の発電部材によれば、圧電セラミックスがチタン酸ジルコン酸鉛からなるときには、発電量に影響する特性の一つである強誘電性が高いので、より高い電力を得ることができる。
- [0029] また、本発明の発電部材によれば、圧電セラミックスがニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含むときには、 $-40 \sim +150^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における共振周波数、反共振周波数および圧電定数 g_{33} の温度変化率に起因する、低温側の強誘電相から高温側の強誘電相に相変態する第2次相転移といわれる不連続部が発生しにくくなるため、圧電特性を安定させることができる。併せて、鉛を含まない組成とすることができるため、環境に優しい発電部材とすることができる。
- [0030] また、本発明の発電装置によれば、本発明の発電部材が複数個面状に並べて配置されて、それぞれの押圧部材が板状の第1のカバー部材により保持され、それぞれの支持部材が板状の第2のカバー部材により保持されているときには、人の歩行の際に生じる圧力エネルギーや車等の走行の際に生じる振動エネルギーを効率よく利用して発電することができる。また、押圧部材および支持部材は、それぞれ第1のカバー部材および第2のカバー部材により保持されて、圧力や振動によるエネルギーが特定の発電部材に伝わるのではなく複数の発電部材に分散して伝わるので、発電部材は損傷しにくくなり、長期間にわたって使用することができる。
- [0031] また、本発明の発電装置によれば、押圧部材が第1のカバー部材と一体に形成されているときには、押圧部材と第1のカバー部材とが単に接しているのではなく一体に形成されているので、圧電素子と押圧部材との相対的な位置関係が変わることはない。また、押圧部材と第1のカバー部材とが接合あるいは結合されているときと比べて、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーまたは車等の走行の際に生じる振動エネルギーを利用した発電を繰り返しても、接着が剥がれたりネジ等の結合部材が緩んだりすることがないので、高い電力を効率よく長期間にわたって得ることができる。

[0032] また、本発明の発電装置によれば、支持部材が前記第2のカバー部材と一体に形成されているときには、圧電素子と支持部材との相対的な位置関係が変わることはないので、高い電力を効率よく長期間にわたって得ることができる。また、支持部材と第2のカバー部材とが一体に形成されていることにより、接合または結合工程を削減することができる。

[0033] また、本発明の発電システムによれば、本発明の発電装置と、ダイオードおよびコンデンサを含む回路を介して接続された直流交流変換装置とを備えているときには、人の歩行の際に生じる圧力エネルギーや車等の走行の際に生じる振動エネルギーによって、第1のカバー部材により保持された平面状の押圧面を有する押圧部材や環状の押圧面を有する押圧部材、ひいては環状の押圧部材で圧電素子が押圧され、第2のカバー部材により保持された支持部材は圧電素子の周辺部を支持しているので、圧電セラミックスが十分に撓んでひずみ、このひずみにより発生した電圧は、ダイオードを通してコンデンサに電荷として蓄積され、この蓄積された電荷を取り出し、直流交流変換装置によって交流電流に変換することによって、電力として用いることができる。また、本発明の発電システムに備えられる発電装置において、発電装置の平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であれば、その形状の発電装置同士の間が無駄な空間がほとんどない状態で発電装置を複数個面状に密に並べて配置することができるので、高い電力を効率よく得ることができる。なお、このときの複数の発電装置は、平面視した形状が全て同じ形状である必要はなく、組み合わせて面状に密に並べて配置することができれば、異なる形状の発電装置であってもよいものである。

[0034] また、本発明の発電システムによれば、本発明の発電装置が床、階段、道路、橋、駐車場または線路の下側に配置されているときには、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーまたは車等の走行の際に生じる振動エネルギーを利用して発電することができるので、省エネルギー対策として有効であるとともに、CO₂排出を伴わないクリーンな発電システムとすることができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1] 本発明の発電部材の実施の形態の一例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における A-A' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図2] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における B-B' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図3] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における C-C' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図4] 本発明の発電部材の実施の形態の一例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における D-D' 線での断面図である。また、(c) は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図5] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における E-E' 線での断面図である。また、(c) は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図6] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における F-F' 線での断面図である。また、(c) は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図7] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における G-G' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図8] 本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における H-H' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[図9]本発明の発電部材の配置の一例を示す、(a)は三角形の組み合わせ、(b)は四角形の組み合わせ、(c)は六角形状と三角形との組み合わせ、(d)は八角形状と四角形状との組み合わせの模式図である。

[図10]本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の一例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるV部の拡大図であり、(c)は(b)におけるJ-J'線での断面図である。

[図11]本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるW部の拡大図であり、(c)は(b)におけるK-K'線での断面図である。

[図12]本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるX部の拡大図であり、(c)は(b)におけるL-L'線での断面図である。

[図13]本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるY部の拡大図であり、(c)は(b)におけるM-M'線での断面図である。

[図14]本発明の発電装置を用いた発電システムの実施の形態の一例を示す概略構成図である。

[図15]本発明の発電装置を用いた発電システムの実施の形態の他の例を示す概略構成図である。

[図16]従来の圧電セラミック材料の両端に金属電極を取り付けた圧電素子の斜視図である。

[図17]従来の圧電素子を備えた床板素材を示す、(a)は基本構造の分解図であり、(b)は床板素材の断面図である。

符号の説明

- [0036] 1 : 発電部材
 2 : 圧電素子
 2 a : 電極
 2 b : 圧電セラミックス

- 2 c : 電極
- 3 : 押圧部材
- 4 : 支持部材
- 5 : 保持部材
- 6 : 発電装置
- 7 : 第 1 のカバー部材
- 8 : 第 2 のカバー部材
- 9 : 発電システム
- 10 a, 10 b : ダイオード
- 11 : コンデンサ
- 12 : 直流交流変換装置

発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下、本発明の発電部材およびこれを用いた発電装置ならびに発電システムの実施の形態の例について説明する。

図 1 は、本発明の発電部材の実施の形態の一例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における A-A' 線での断面図である。また、(c) は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0038] 図 1 に示す例の発電部材 1 は、板状の圧電セラミックス 2 b の両主面に電極 2 a, 2 c が形成された圧電素子 2 と、圧電素子 2 を一方主面側から押圧する押圧部材 3 と、圧電素子 2 を他方主面側で支持する支持部材 4 とを備えてなる発電部材 1 である。

[0039] この圧電素子 2 を構成する圧電セラミックス 2 b は、円形で板状の圧電性を示すセラミックスであり、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) , チタン酸鉛 (P T) , チタン酸バリウム (B T) , ビスマス (B i) 層状化合物, タングステンブロンズ化合物またはニオブ (N b) 酸アルカリ化合物等のペロブスカイト構造を示す化合物のいずれかで形成すればよい。

[0040] また、電極 2 a は、圧電セラミックス 2 b の一方主面に形成された円形の層状電極であり、電極 2 c は、圧電セラミックス 2 b の他方主面に形成され

た円形の板状電極である。このように、電極 2 c が円形の板状電極であることにより、電極 2 a が形成された圧電セラミックス 2 b を保持する機能を有することもできる。この電極 2 a, 2 c の材料としては、電気伝導性の高い金、銀、銅、黄銅およびパラジウムから選ばれる少なくとも 1 種から形成することが好適である。

[0041] また、押圧部材 3 は、圧電素子 2 が壊れないように圧電素子 2 を押圧し、支持部材 4 は、圧電素子 2 が壊れないように圧電素子 2 を支持しなければならないため、可撓性を有する材料、例えば、SUS303, SUS304, SUS316 等のオーステナイト系ステンレス鋼、3000 系, 5000 系等のアルミニウム合金、ゴム、樹脂、カーボンナノチューブおよび炭素繊維系材料から選ばれる少なくとも 1 種から形成すればよい。

[0042] なお、押圧部材 3 の押圧面の形状は、平面状であることが重要である。押圧部材 3 の押圧面の形状が半球状や曲面状であれば、押圧された圧電セラミックス 2 b の中心では負のひずみが生じ、中心から外周へと向かう径方向に進むにつれて、ひずみの符号が反転し、圧電セラミックス 2 b の外周では正のひずみが生じることとなり、正負のひずみの存在によって発生する電荷の相殺が生じて、取り出せる電圧が小さくなる。これに対し、押圧部材 3 の押圧面の形状が平面状であれば、ひずみの符号の反転する位置が外周側へとずれて、発生する電荷の相殺を少なくすることができる。

[0043] また、支持部材 4 は、圧電素子 2 の周辺部を支持していることが重要であり、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持することにより、圧電セラミックス 2 b を十分に撓ませることができるので、大きなひずみを得ることができる。このように、支持部材 4 は圧電素子 2 の周辺部を支持し、押圧部材 3 は圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で平面状の押圧面により押圧する発電部材 1 であることにより、人が歩行する際に生じる圧力のエネルギーや車等が走行する際に生じる振動エネルギーによって、図 1 (c) に示すように、圧電セラミックス 2 b が十分に撓み、大きなひずみを得ることができるとともに発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、高い電力を効率よく得

ることができる。

[0044] 図2は、本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるB-B'線での断面図である。また、(c)は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0045] 図2に示す例の発電部材1は、圧電素子2の主面が段差なく平面となるように電極2aを形成してあるので、押圧部材3の押圧面を広げることができる。このように、圧電素子2の主面を平面とし、押圧部材3の押圧面を広げた構成の発電部材1であることによって、図1に示す例の発電部材1よりも、ひずみの符号の反転する位置が外周側へとずれて、発生する電荷の相殺を少なくすることができる。

[0046] 図3は、本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるC-C'線での断面図である。また、(c)は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0047] 図3に示す例の発電部材1は、板状の圧電セラミックス2bの両主面に層状の電極2a、2cが形成された圧電素子2と、圧電素子2を保持する保持部材5と、圧電素子2を一方主面側から押圧する押圧部材3と、圧電素子2を他方主面側で支持する支持部材4とを備えている。このような構成として、電圧を取り出して発電させることも可能である。

[0048] 保持部材5は、電気伝導性の高い金、銀、銅、黄銅、パラジウム、SUS（ステンレス鋼）、りん青銅、チタン銅、無酸素銅、タフピッチ銅およびりん脱酸銅から選ばれる1種で形成することが好適である。

[0049] 図4は、本発明の発電部材の実施の形態の一例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるD-D'線での断面図である。また、(c)は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0050] 図4に示す例の発電部材1は、押圧部材3の押圧面が環状であり、ひいては押圧部材3自体が環状であること以外の発電部材1の構成等については図1を用いて説明した内容と同じであるため、重複する説明は省略する。図4

(a) および (b) に示す例のように、支持部材 4 は圧電素子 2 の周辺部を支持し、押圧部材 3 が圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で環状の押圧面により押圧する発電部材 1 であることにより、人が歩行する際に生じる圧力のエネルギーや車等が走行する際に生じる振動エネルギーによって、図 4 (c) に示すように、圧電セラミックス 2 b が十分に撓み、大きなひずみを得ることができるとともに、発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、高い電力を効率よく得ることができる。

[0051] ところで、押圧面の形状が半球状や曲面状である押圧部材 3 を用いて圧電素子 2 の中心近傍を押圧すれば、押圧された圧電セラミックス 2 b の中心では負のひずみが生じ、中心から外周へと向かう径方向に進むにつれて、ひずみの符号が反転し、圧電セラミックス 2 b の外周では正のひずみが生じることとなり、正負のひずみの存在によって発生する電荷の相殺が生じて、取り出せる電圧が小さくなる。これに対し、押圧部材 3 の押圧面が環状であれば、圧電素子 2 の中心近傍が押圧されることはなく、圧電素子 2 の外周側が押圧されることとなり、ひずみの符号の反転する位置が圧電素子 2 の外周側へとずれて、発生する電荷の相殺を少なくすることができる。なお、押圧部材 3 の環状の押圧面については、圧電素子 2 の中心近傍を押圧せず、圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で押圧するものであればよい。

[0052] また、発電部材 1 を構成する押圧部材 3 の押圧面が環状であれば押圧面が平面状のものに比べて重量を低減でき、ひいては押圧部材 3 が環状であることにより、1 個の発電部材 1 の重量を低減できるので、発電部材 1 を複数個面状に並べて配置される発電装置の軽量化を図ることができる。さらに、発電装置を軽量化できることによって、発電装置の運搬作業の負担を軽減することができる。環状の押圧面を有する押圧部材 3 としては、本例のように押圧部材 3 の全体が環状となっているものに限られるものではなく、押圧面側の中央部に凹部を有して押圧面が環状となっているものであってもよいものであり、その場合にも少なくとも凹部の分について軽量化を図ることができる。

[0053] 図5は、本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるE-E'線での断面図である。また、(c)は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0054] 図5に示す例の発電部材1は、圧電素子2の主面が段差なく平面となるように電極2aを形成してあるので、環状の押圧面を有する押圧部材3である環状の押圧部材3の径を大きくして押圧する位置をより圧電素子2の外周側へとずらすことができる。このように、圧電素子2の主面を平面とし、環状の押圧面を有する環状の押圧部材3について押圧面の径を大きくして押圧する位置を圧電素子2の外周側へとずらすことによって、図4に示す例の発電部材1よりも、ひずみの符号の反転する位置が外周側へとずれて、発生する電荷の相殺を少なくすることができる。

[0055] 図6は、本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるF-F'線での断面図である。また、(c)は環状の押圧面を有する環状の押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0056] 図6に示す例の発電部材1は、板状の圧電セラミックス2bの両主面に層状の電極2a、2cが形成された圧電素子2と、圧電素子2を保持する保持部材5と、圧電素子2を一方主面側から押圧する環状の押圧面を有する押圧部材3である環状の押圧部材3と、圧電素子2を他方主面側で支持する支持部材4とを備えている。このような構成として、電圧を取り出して発電させることも可能である。保持部材5は、電気伝導性の高い金、銀、銅、黄銅、パラジウム、SUS（ステンレス鋼）、リン青銅、チタン銅、無酸素銅、タフピッチ銅およびりん脱酸銅から選ばれる1種から形成することが好適である。

[0057] なお、本発明の実施の形態の例である図1～図6に示す例においては、押圧部材3、圧電素子2、保持部材5および支持部材4を平面視したときの外形の形状が円形状のものを組み合わせた例を示したが、以下の形状の組み合

わせであってもよい。

[0058] 図7は、本発明の発電部材の実施の形態の他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるG-G'線での断面図である。また、(c)は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0059] 図7に示す例の発電部材1は、押圧部材3の形状が平面視して円形状であり、圧電素子2および保持部材5の形状が平面視してそれぞれ四角形状である。

[0060] なお、圧電素子2の平面視した形状を四角形状などの多角形状としたときには、特に圧電素子2を構成する圧電セラミックス2bの図7(a)中に破線の円で示した各角部の形状が平面視して円弧状となっている、すなわち角部が丸められていることが好ましい。これにより、発電部材1の上を人が歩行する際に生じる圧力のエネルギーや車等が走行する際に生じる振動エネルギーによる応力の局所的な集中を緩和させて、圧電セラミックス2bや保持部材5の破損を抑制することができる。

[0061] 図8は、本発明の発電部材の実施の形態のさらに他の例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるH-H'線での断面図である。また、(c)は押圧部材によって圧電素子が押圧されている状態の断面図である。

[0062] 図8に示す例の発電部材1は、押圧部材3、圧電素子2および保持部材5の形状が平面視して四角形状のものを組み合わせた例である。

[0063] このように、押圧部材3、圧電素子2および保持部材5を平面視したときの形状が同じであれば、それぞれの部材の位置合わせが容易となり、製造コストの低減を図ることができる。また、加わる圧力や生じる応力を平面視して対称な分布としやすく、発電の偏りを抑制して効率を向上させることができ、部分的な破壊の発生を抑制して耐久性を向上させることもできる。なお、この他にも、これらの部材の形状が、三角形状、六角形状または八角形状であったり、これらの形状のものの組み合わせであったりしてもよいことはいふまでもない。

[0064] 図9は、本発明の発電部材の配置の一例を示す、(a)は形状が三角形形状のものの組み合わせ、(b)は形状が四角形状のものの組み合わせ、(c)は形状が六角形状のものと三角形形状のものの組み合わせ、(d)は形状が八角形状のものと四角形状のものの組み合わせの模式図である。

[0065] なお、図9においては、(a)～(d)の各模式図の左上の発電部材1にのみ、保持部材5、圧電素子2および押圧部材3を示し、他については、記載を省略している。そして、図9(a)～(d)の模式図に示すように、本発明の発電部材1の形状は平面視して三角形形状、四角形状、六角形状または八角形状であることが好ましい。

[0066] ここで、本発明における発電部材1の平面視した形状とは、図9に示す例においては平面視したときの外形の形状が最も大きい部位となる保持部材5の形状が該当し、保持部材5を有していない図1や図2に示す発電部材1のように、電極2cが板状電極であり、電極2cが電極2aの形成された圧電セラミックス2bを保持する機能を有しているときには、電極2cの形状が該当する。

[0067] そして、図9(a)、(b)の模式図に示すように、発電部材1の形状が平面視して三角形形状の組み合わせや四角形状の組み合わせであったり、図9(c)、(d)の模式図に示すように、発電部材1の形状が平面視して六角形状と三角形形状との組み合わせや八角形状と四角形状との組み合わせであったりすれば、発電部材1同士の間が無駄な空間がほとんどない状態で発電部材1を複数個面状に密に並べて配置することができるので、高い電力を効率よく得ることができる。

[0068] また、本発明の発電部材1によれば、押圧部材3は、支持部材4より硬度が低い材料であることが望ましい。押圧部材3が支持部材4より硬度が低い材料であれば、人の歩行の際に生じる大きな圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる大きな振動エネルギーによって大きな圧力または振動エネルギーが発電部材1にかかったとしても、押圧部材3は大きな圧力または振動エネルギーを吸収して緩和し、支持部材4は圧電素子2の過度の変形を抑制し

て支持することができるので、圧電素子 2 を構成する圧電セラミックス 2 b が割れるのを抑制することができる。

[0069] 具体的には、押圧部材 3 がゴム、樹脂、カーボンナノチューブおよび炭素繊維系材料から選ばれる少なくとも 1 種からなり、支持部材 4 が SUS 303, SUS 304, SUS 316 等のオーステナイト系ステンレス鋼や 3000 系, 5000 系等のアルミニウム合金等の金属から選ばれる少なくとも 1 種からなる組み合わせが好適である。また、押圧部材 3 および支持部材 4 がともにゴムからなる場合には、押圧部材 3 および支持部材 4 間の ISO 7619-2004 に準拠する硬度の差は、A5/15/S 以上であることが好適である。

[0070] また、本発明の発電部材 1 によれば、圧電セラミックス 2 b はチタン酸ジルコン酸鉛からなることが好適である。チタン酸ジルコン酸鉛は、発電量に影響する特性の一つである強誘電性が高く、圧電セラミックス 2 b がチタン酸ジルコン酸鉛からなるときには、より高い電力を得ることができるからである。

[0071] 強誘電特性の高いチタン酸ジルコン酸鉛としては、特に、圧電定数 d_{31} が大きい材料、一例として、組成式が $PbZrO_3-PbTiO_3-Pb(Zn_{1/3}Sb_{2/3})O_3$ で表される成分を主成分とし、ビスマス (Bi) および鉄 (Fe) を $BiFeO_3$ に換算して 5 質量%以上 15 質量%以下の範囲で含むセラミックス、他の例として組成式が $Pb_{1-x-y}Sr_xBa_y(Zn_{1/3}Sb_{2/3})_a(Ni_{1/2}Te_{1/2})_bZr_cTi_{1-a-b-c}O_3$ で表され、 x, y, a, b, c のモル比が、 $0 \leq x \leq 0.12, 0 \leq y \leq 0.12, 0 < x+y, 0.05 \leq a \leq 0.12, 0 \leq b \leq 0.015$ および $0.43 \leq c \leq 0.52$ を満足する成分 100 質量部に、等モル比からなる PbO および Nb_2O_5 を合計で 0.2~1.2 質量部含有してなる主成分に対し、マグネシウム (Mg) を 0.6 モル%未満の範囲で含むセラミックス、さらに他の例として組成式が $(Pb_{(1-x)}A_x)_z(Zr_{(1-y)}Ti_y)O_3$ で表され、A は Ba, Sr, Ca から選ばれる少なくとも 1 種からなり、 x, y, z のモル比が 0

、 $0.1 \leq x \leq 0.10$ 、 $0.43 \leq y \leq 0.50$ 、 $0.98 \leq z \leq 1.07$ を満足する成分100質量部に、NbをNb₂O₅として0.05～2質量部およびZnをZnOとして0.01～0.5質量部含むセラミックスであることが好適である。

[0072] また、圧電定数 d_{33} が大きい材料であってもよく、一例として、組成式が $Pb_{1-x-y}Sr_xBa_y(Zn_{1/3}Sb_{2/3})_aZr_bTi_{1-a-b}O_3$ で表され、 x 、 y 、 a 、 b で示すモル比が $0 \leq x \leq 0.14$ 、 $0 \leq y \leq 0.14$ 、 $0.04 \leq x+y$ 、 $0.01 \leq a \leq 0.12$ および $0.43 \leq b \leq 0.58$ を満足するセラミックスであることが好適である。 x 、 y 、 a 、 b で示すモル比がこの範囲にあると、荷重を繰り返して与えても圧電定数 d_{33} の減衰率を極めて小さくすることができるからである。

[0073] また、本発明の発電部材1によれば、圧電セラミックス2bは、ニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含む組成とすることが好適である。圧電セラミックス2bが、ニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含むときには、 $-40 \sim +150^\circ\text{C}$ の温度範囲における共振周波数、反共振周波数および圧電定数 g_{33} の温度変化率に起因する、低温側の強誘電相から高温側の強誘電相に相変態する第2次相転移といわれる不連続部が発生しにくくなるため、圧電特性を安定させることができる。併せて、鉛を含まない組成とすることができるため、環境に優しい発電部材1とすることができる。

なお、圧電セラミックス2bにおける主成分とは、圧電セラミックス2bを構成する全成分100質量%のうち、50質量%以上を占める成分である。

[0074] 図10は、本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の一例を示す、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるV部の拡大図であり、(c)は(b)におけるJ-J'線での断面図である。

[0075] 図10に示す例の発電装置6は、発電部材1が複数個面状に並べて配置さ

れて、それぞれの押圧部材 3 が板状の第 1 のカバー部材 7 により保持され、それぞれ支持部材 4 が板状の第 2 のカバー部材 8 により保持されている。なお、押圧部材 3 および支持部材 4 の保持は、それぞれ第 1 のカバー部材 7、第 2 のカバー部材 8 に接着剤またはネジ等の結合部材を用いて、接合または結合されていることが好ましい。

[0076] 図 10 に示す例の発電装置 6 は、第 1 のカバー部材 7 および第 2 のカバー部材 8 により押圧部材 3 および支持部材 4 が保持され、発電力の高い本発明の発電部材 1 が複数個面状に並べて配置されていることにより、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる圧力のエネルギーや振動エネルギーを効率よく利用して発電することができる。また、押圧部材 3 および支持部材 4 は、それぞれ第 1 のカバー部材 7 および第 2 のカバー部材 8 により保持されて、振動エネルギーが特定の発電部材 1 に伝わるのではなく複数の発電部材 1 に分散して伝わるので、発電部材 1 は損傷しにくくなり、長期間にわたって使用することができる。

[0077] また、本発明の発電装置 6 を構成する本発明の発電部材 1 が、平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であるときには、それらを組み合わせて発電部材 1 を複数個面状に密に並べて配置することができるので、発電装置 6 の上を通行する人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる圧力のエネルギーや振動エネルギーを効率よく利用して発電することができる。また、複数の発電部材 1 からなる発電装置 6 についても、平面視した形状を三角形状、四角形状、六角形状または八角形状など様々な形状とすることができ、同様にそれらを組み合わせて複数個面状に密に並べて配置することができる。

[0078] 図 11 は、本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における W 部の拡大図であり、(c) は (b) における K-K' 線での断面図である。

[0079] 図 11 に示す例の発電装置 6 は、発電部材 1 を構成する押圧部材 3、圧電素子 2 などの平面視した形状が四角形状であり、それら発電部材 1 が複数個

面状に密に並べて配置されて、それぞれの押圧部材 3 が板状の第 1 のカバー部材 7 により保持され、それぞれ支持部材 4 が板状の第 2 のカバー部材 8 により保持されている。なお、第 1 および第 2 のカバー部材 7, 8 は平面視した形状が四角形状であるが、発電部材 1 の平面視した形状を三角形状、四角形状、六角形状もしくは八角形状、またはこれらの組み合わせとすることによって、発電部材 1 同士の間が無駄な空間がほとんどない状態で複数個面状に密に並べて発電部材 1 を配置することができるので、高い電力を効率よく得ることができるとともに、発電装置 6 を様々な形状とすることができる。

[0080] 図 1 2 は、本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における X 部の拡大図であり、(c) は (b) における L-L' 線での断面図である。

[0081] 図 1 2 に示す例の発電装置 6 では、押圧部材 3 が第 1 のカバー部材 7 と一体に形成されており、押圧部材 3 と第 1 のカバー部材 7 とが単に接しているのではなく一体に形成されているので、圧電素子 2 と押圧部材 3 との相対的な位置関係が変わることはない。また、押圧部材 3 と第 1 のカバー部材 7 とが接合あるいは結合されているときと比べて、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる振動エネルギーを利用した発電を繰り返しても、接着が剥がれたりネジ等の結合部材が緩んだりすることがないので、高い電力を効率よく長期間にわたって得ることができる。

[0082] 図 1 3 は、本発明の発電部材を用いた発電装置の実施の形態の他の例を示す、(a) は斜視図であり、(b) は (a) における Y 部の拡大図であり、(c) は (b) における M-M' 線での断面図である。

[0083] 図 1 3 に示す例の発電装置 6 では、支持部材 4 が第 2 のカバー部材 8 と一体に形成されており、支持部材 4 と第 2 のカバー部材 8 とが単に接しているのではなく一体に形成されているので、圧電素子 2 と支持部材 4 との相対的な位置関係が変わることはない。また、支持部材 4 と第 1 のカバー部材 7 とが接合あるいは結合されているときと比べて、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる振動エネルギーを利用した発電を繰り返

返しても、接着が剥がれたりネジ等の結合部材が緩んだりすることがないので、高い電力を効率よく長期間にわたって得ることができる。さらに、支持部材 4 と第 2 のカバー部材 8 とが一体に形成されていることにより、接合または結合工程を削減することができる。

[0084] また、第 1 のカバー部材 7 と一体に形成された押圧部材 3 と、第 2 のカバー部材 8 と一体に形成された支持部材 4 と、圧電素子 2 とからなる発電装置 6 であれば、上記同様の効果を得ることができて好適である。さらに、図 1 2, 1 3 に示す例においては、個々の押圧部材 3 および支持部材 4 と一体に形成された第 1 のカバー部材 7 および第 2 のカバー部材 8 を示したが、複数の押圧部材 3 および支持部材 4 と一体に形成しても好適である。

[0085] 図 1 4 および図 1 5 は、本発明の発電装置を用いた発電システムの実施の形態の一例を示す概略構成図である。

[0086] 図 1 4 および図 1 5 に示す例の発電システム 9 は、本発明の発電装置 6 と、ダイオード 1 0 a, 1 0 b およびコンデンサ 1 1 を含む回路を介して接続された直流交流変換装置 1 2 とを備えた発電システムである。なお、図 1 4 には、本発明の発電装置 6 を構成する発電部材 1 の押圧部材 3 が平面状の押圧面を有しているものを示し、図 1 5 には、環状の押圧面を有している押圧部材 3 を示している。

[0087] この発電システム 9 では、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーや車等の走行の際に生じる振動エネルギーによって、第 1 のカバー部材 7 により保持された平面状の押圧面を有する押圧部材 3 や環状の押圧面を有する押圧部材 3 が圧電素子 2 を押圧し、第 2 のカバー部材 8 により保持された支持部材 4 は圧電素子 2 の周辺部を支持していることによって、圧電セラミックス 2 b がひずみ、このひずみにより発生した電圧は、ダイオード 1 0 a を通ってコンデンサ 1 1 に電荷として蓄積される。そして、ダイオード 1 0 b を通してコンデンサ 1 1 に蓄積された電荷を取り出して、直流交流変換装置 1 2 によって交流電流に変換し、電力として取り出すことができる。

[0088] そして、本発明の発電装置 6 が床、階段、道路、橋、駐車場または線路の

下側に配置されている本発明の発電システム9であれば、人の歩行の際に生じる圧力のエネルギーまたは車等の走行の際に生じる振動エネルギーを利用して発電することができるので、省エネルギー対策として有効であるとともに、CO₂排出を伴わないクリーンな発電システムとすることができる。

[0089] また、本発明の発電システム9に備えられる本発明の発電装置6は、発電装置6の平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であれば、発電装置6同士の間が無駄な空間がほとんどない状態で発電装置6を複数個面状に密に並べて配置することができるので、高い電力を効率よく得ることができる。さらに、第1のカバー部材7の色を異ならせたり、様々な形状の発電装置6を組み合わせたりにすることによって、装飾性の優れた発電システム9とすることもできる。

[0090] 次に、本発明の発電部材の製造方法の一例を説明する。

まず、圧電セラミックス2bがチタン酸ジルコン酸鉛からなる場合の例について説明する。出発原料として酸化鉛(Pb₃O₄)、酸化ジルコニウム(ZrO₂)、酸化チタン(TiO₂)、炭酸ストロンチウム(SrCO₃)、炭酸バリウム(BaCO₃)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化アンチモン(Sb₂O₃)、酸化ニッケル(NiO)および酸化テルル(TeO₂)の各粉末を秤量混合して調合原料とし、この調合原料を溶媒である水とともにボールミルに入れて、混合粉碎を20時間以上30時間以下行なってスラリーを得る。なお、ボールミルの混合粉碎では、ジルコニアを主成分とするボールを用いればよい。また、出発原料には、必要に応じて上記出発原料に加え、酸化鉛(PbO)および酸化ニオブ(Nb₂O₅)を秤量混合して用いてもよい。

[0091] そして、得られたスラリーを脱水し乾燥させた後に、大気雰囲気中で温度を850℃以上900℃以下とし、保持時間を1時間以上3時間以下として仮焼することにより仮焼粉体を得る。次に、得られた仮焼粉体に対してマグネシウム(Mg)の含有量が0.6モル%以下となるように、炭酸マグネシウム(MgCO₃)の粉末を所定量加えて粉碎混合して混合粉体を得る。この混合粉体からスラリーを作製してテープ成形法もしくは押出成形法にて円板

状、三角形状、四角形状、六角形状または八角形状などの所定形状の成形体を得るか、または混合粉体から作製したスラリーを噴霧乾燥法により顆粒を作製し、乾式加圧成形法にて所定形状の成形体を形成すればよい。この成形体を大気雰囲気中または酸素雰囲気中にて 1100°C 以上 1300°C 以下で焼成することによって、焼結体である圧電セラミックス 2b を得ることができる。

[0092] そして、得られたスラリーを脱水し乾燥させた後に、大気雰囲気中で温度を 850°C 以上 900°C 以下とし、保持時間を 1 時間以上 3 時間以下として仮焼することにより、組成式が $\text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3 - \text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})\text{O}_3$ で表される成分を主成分とする仮焼粉体を得る。次に、得られた仮焼粉体に酸化ビスマス (Bi_2O_3) および酸化鉄 (Fe_2O_3) の各粉末を所定量加えて混合して混合粉体とし、この混合粉体からスラリーを作製してテープ成形法もしくは押出成形法にて所定形状の成形体を得るか、または混合粉体から作製したスラリーを噴霧乾燥法により顆粒を作製し、乾式加圧成形法にて所定形状の成形体を形成すればよい。この成形体を大気雰囲気中または酸素雰囲気中にて 1000°C 以上 1100°C 以下で焼成することによって、圧電セラミックス 2b を得ることができる。

[0093] さらに、圧電セラミックス 2b がニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含む場合について説明する。出発原料として、炭酸カリウム (K_2CO_3)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、炭酸リチウム (Li_2CO_3)、炭酸カルシウム (CaCO_3)、酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化チタン (TiO_2) および酸化鉄 (Fe_2O_3) の各粉末を秤量混合して調合原料とする。ここで、圧電セラミックス 2b は、例えば、組成式が $(1-a-b)(\text{K}_x\text{Na}_y\text{Li}_{1-x-y})\text{NbO}_3 + a\text{CaTiO}_3 + b\text{BiFeO}_3$ であって、 x , y , a , b , c のモル比が、 $0 < a \leq 0.16$, $0 < b \leq 0.1$, $0 \leq x \leq 0.19$, および $0.79 < y < 1$ を満足するように秤量すればよい。

[0094] 次に、この調合原料を溶媒である 2-プロパノール (イソプロパノール)

とともにボールミルに入れて、混合粉碎を 15 時間以上 25 時間以下行なってスラリーを得る。なお、ボールミルの混合粉碎では、ジルコニアを主成分とするボールを用いればよい。

[0095] そして、得られたスラリーを脱水し乾燥させた後に、大気雰囲気中にて 900℃以上 1000℃以下で 3 時間仮焼し、仮焼粉体とする。その後、この仮焼粉体を再度ボールミルで粉碎し、この仮焼粉体にポリビニルアルコール（PVA）等のバインダを添加してスラリーとし、噴霧乾燥法により乾燥させて顆粒とする。

[0096] 次に、得られた顆粒を乾式加圧成形法により 200 MPa の圧力で、所定形状の成形体を作製し、得られた成形体を必要に応じて脱脂した後、大気雰囲気中にて例えば 1000℃以上 1250℃以下で焼成することによって、圧電セラミックス 2b を得ることができる。

[0097] そして、上述のいずれかの製造方法で得られた圧電セラミックス 2b の一方主面に電気伝導性の高い、例えば金、銀、銅およびパラジウムから選ばれる少なくとも 1 種からなるペーストをスクリーン印刷法、ディッピング法などの周知の方法により塗布し、加熱処理を施して電極 2a を形成する。次に、圧電セラミックス 2b の他方主面に黄銅からなる板状体を例えばエポキシ系接着剤等の接着剤により接着して電極 2c を形成した後、温度が 70℃以上 90℃以下のシリコンオイル中にて 10 分以上 30 分以下で 3 kV/mm 以上 7 kV/mm 以下の直流電界を印加して、電極 2c がマイナス、電極 2a がプラスとなるように分極処理を施すことにより、図 1、図 2、図 4 または図 5 に示す例の圧電素子 2 を得ることができる。

[0098] あるいは、上述のいずれかの製造方法で得られた圧電セラミックス 2b の両主面に電気伝導性の高い、例えば金、銀、銅およびパラジウムから選ばれる少なくとも 1 種からなるペーストをスクリーン印刷法、ディッピング法などの周知の方法により塗布し、加熱処理を施して電極 2a、2c を形成した後、温度が 70℃以上 90℃以下のシリコンオイル中にて 10 分以上 30 分以下で 3 kV/mm 以上 7 kV/mm 以下の直流電界を印加して、電極 2c

がマイナス、電極 2 a がプラスとなるように分極処理を施してもよい。分極処理を施した後、高い電気伝導性を有する黄銅からなる保持部材 5 にアクリル樹脂系接着剤で接着することにより、図 3、図 6、図 7 または図 8 に示す例の圧電素子 2 を得ることができる。

[0099] そして、上述のいずれかの方法で得られた圧電素子 2 と、圧電素子 2 の周辺部を支持する支持部材 4 と、支持部材 4 の内側で平面状の押圧面により押圧する押圧部材 3 または環状の押圧面により押圧する押圧部材 3 とを所定の位置に配置することで、本発明の発電部材 1 を得ることができる。

[0100] また、本発明の発電部材 1 を複数個面状に並べて配置し、それぞれの押圧部材 3 を板状の第 1 のカバー部材 7 により保持し、それぞれの支持部材 4 を板状の第 2 のカバー部材 8 により保持することで、本発明の発電装置 6 を得ることができる。

[0101] なお、第 1 および第 2 のカバー部材 7、8 を平面視した形状が、三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であるときには、平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状の発電部材 1 を作製して組み合わせることによって対応することができる。

[0102] また、本発明の発電装置 6 に、ダイオード 10 a、10 b およびコンデンサ 11 を含む回路を介して直流交流変換装置 12 を接続することで、本発明の発電システム 9 を得ることができる。

[0103] 以下、本発明の実施例を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

実施例 1

[0104] まず、直径が 25 mm で厚さが 0.25 mm の円板状のチタン酸ジルコン酸鉛からなる圧電セラミックス 2 b の両主面に、主成分が銀からなる層状の電極 2 a を形成した。次に、90℃のシリコンオイル中で 5 kV/mm の直流電界を 30 分間印加して、電極 2 c がマイナスとなり、電極 2 a がプラスとなるように分極処理を施し、直径が 35 mm で厚さが 0.3 mm の黄銅からなる円形の板状電極である電極 2 c にアクリル樹脂系接着剤を用いて接着

し、図 1 に示す圧電素子 2 を形成した。

[0105] 次に、圧電素子 2 の一方主面側を押圧する押圧部材として、押圧面が球面状の押圧部材と、押圧面が平面状および環状の押圧部材 3 とを用意した。また、圧電素子 2 の他方主面側で支持する支持部材として、圧電素子 2 の全面を支持する支持部材と圧電素子 2 の周辺部を支持する支持部材 4 とを用意した。次に、圧電素子 2 と、用意した押圧部材および支持部材とにより、表 1 に示す組み合わせの発電部材を作製し、この発電部材に $1\text{ M}\Omega$ の抵抗を並列に繋いで回路を形成した。

[0106] そして、押圧部材を精密万能試験機（島津製作所製 オートグラフ（登録商標）AGS-J）に取り付け、 100 mm/分 の速度で圧電素子 2 を押圧し、 0.05 秒毎に圧電素子 2 にかかる荷重をこの精密万能試験機で測定した。また、同時に抵抗間の電圧および抵抗値を、 0.05 秒毎にデジタルエレクトロメータ（アドバンテスト製 R8252）にて検出した。そして、荷重がかかってから 40 N になるまでに検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量とし、押圧面が平面状であり、圧電素子 2 の他方主面側で支持する支持部材が圧電素子 2 の全面を支持する支持部材の組み合わせの発電部材である試料 No. 1 の総電力量を 1 としたときの相対値で示した。結果を表 1 に示す。

[0107] [表1]

試料No.	圧電素子 2 の形状	圧電素子 2 を支持する位置	押圧面の形状	* 1 の総電力量との相対値
* 1	円板状	全面	平面状	1
* 2	円板状	周辺	球状	10
3	円板状	周辺	平面状	100
4	円板状	周辺	環状	100

* は、本発明の範囲外の試料を示す。

[0108] 表 1 に示す結果からわかるように、押圧部材の押圧面が平面状であり、支持部材が圧電素子 2 の全面を支持している試料 No. 1 の発電部材は、支持部材が圧電素子 2 の全面を支持しているため圧電セラミックス 2 b を十分に

撓ませることができず、ひずみが小さく得られた総電力量が少なかった。

[0109] また、押圧部材の押圧面が球面状であり、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持している試料 N o. 2 の発電部材は、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持しているので、試料 N o. 1 よりも撓ませることができたものの、押圧された圧電セラミックス 2 b の中心では負のひずみが生じているのに対し、中心から外周へと向かう径方向に進むにつれてひずみの符号が反転し、圧電セラミックス 2 b の外周では正のひずみが生じており、正負のひずみの存在によって発生する電荷の相殺が生じたため、試料 N o. 1 の 10 倍の総電力量に止まった。

[0110] これに対し、押圧部材 3 の押圧面が平面状であり、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持している本発明の実施例である試料 N o. 3 は、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持し、押圧部材 3 が圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で平面状の押圧面により押圧しているので、圧電セラミックス 2 b は十分に撓んで大きくひずむとともに、ひずみの符号の反転する位置が外周側へとずれて発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、試料 N o. 1 の 100 倍の総電力量を得ることができた。

[0111] また、本発明の実施例である試料 N o. 4 は、支持部材 4 が圧電素子 2 の周辺部を支持し、圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で押圧する押圧部材 3 の押圧面が環状であることにより、圧電セラミックス 2 b は十分に撓んで大きくひずむとともに、ひずみの符号の反転する位置が外周側へとずれて発生する電荷の相殺を少なくすることができるので、試料 N o. 1 の 100 倍の総電力量を得ることができた。

実施例 2

[0112] まず、実施例 1 と同様の方法で、図 1 および図 4 に示す圧電素子 2 を作製した。次に、図 1 に示す圧電素子 2 の周辺部を支持する支持部材 4 および圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で平面状の押圧面により押圧する押圧部材 3 を、異なる硬度の材料を用いて作製した。また、図 4 に示す圧電素子 2 の周辺部を環状に支持する支持部材 4 および圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で押圧

する環状の押圧面を有する押圧部材 3 を、異なる硬度の材料を用いて作製した。次に、支持部材 4 および押圧部材 3 の硬度をそれぞれ H_s 、 H_p として、その大小関係を表 2 に示す組み合わせの発電部材 1 を作製し、図 1 に示す電極 2 a から電極 2 c までの厚み t をダイヤルゲージで測定した。その後、発電部材 1 に $1\text{ M}\Omega$ の抵抗を並列に繋いで回路を形成した。

[0113] そして、押圧部材 3 を精密万能試験機（島津製作所製 オートグラフ（登録商標）AGS-J）に取り付け、急激な負荷がかかった状態にするため、 200 mm/分 の速度で圧電素子 2 を押圧し、 0.05 秒毎に圧電素子 2 にかかる荷重をこの精密万能試験機で測定した。また、同時に抵抗間の電圧および抵抗値を、 0.05 秒毎にデジタルエレクトロメータ（アドバンテスト製 R8252）にて検出した。そして、荷重がかかってから 40 N になるまでを 1 サイクルとし、この 1 サイクル中に検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量 P_1 とした。荷重が 40 N になった後、荷重を取り除き、再度荷重をかけて 40 N になるまでというサイクルを 50 サイクル実施し、50 サイクル目に検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量 P_{50} とした。そして、1 サイクル目の総電力量 P_1 に対する 50 サイクル目の総電力量 P_{50} の減少率 ΔP ($= (P_1 - P_{50}) / P_1 \times 100$) (%) を算出し、その値を表 2 に示した。

[0114] また、荷重をかける前にダイヤルゲージを用いて測定した電極 2 a から電極 2 c までの厚み t の測定値を t_0 とし、50 サイクル終了後の電極 2 a から電極 2 c までの厚み t の測定値を t_{50} とした。そして、荷重をかける前と 50 サイクル終了後との厚み t の増加率 Δt ($= (t_{50} - t_0) / t_0 \times 100$) (%) を算出し、その値を表 2 に示した。この増加率 Δt が大きければ、圧電素子 2 の塑性変形が大きく、厚みの増加率 Δt が小さければ、圧電素子 2 の塑性変形が小さいことを意味する。

[0115]

[表2]

試料No.	発電部材 の対象図	硬度Hs, Hp の関係	厚みの増加率 Δt (%)	総電力量の減少率 ΔP (%)
5	図1	$H_s = H_p$	8	80
6		$H_s > H_p$	2	25
7		$H_s < H_p$	6	65
8	図4	$H_s = H_p$	7	75
9		$H_s > H_p$	2	20
10		$H_s < H_p$	6	60

Hs=支持部材4の硬度

Hp=押圧部材3の硬度

$\Delta t = (t_{50} - t_0) / t_0 \times 100$

$\Delta P = (P_1 - P_{50}) / P_1 \times 100$

[0116] 表2に示す結果からわかるように、押圧部材3の硬度Hpが支持部材4の硬度Hsより低い試料No. 6, 9は、厚みの増加率 Δt および総電力量の減少率 ΔP が非常に小さかったことから、押圧部材3が支持部材4より硬度が低いことにより、圧電素子2に急激な負荷がかかっても、この負荷に伴う衝撃を押圧部材3が吸収して緩和し、支持部材4が過度の変形を抑制して支持できることがわかった。

実施例 3

[0117] まず、実施例1と同様の方法で、図1および図4に示す圧電素子2を作製した。次に、圧電素子2を支持部材4の内側で平面状の押圧面により押圧する押圧部材3と、圧電素子2を支持部材4の内側で押圧する環状の押圧面により押圧する押圧部材3と、押圧部材3を保持する第1のカバー部材7と、第1のカバー部材7と一体に形成された押圧部材3とを用意した。また、圧電素子2の周辺部を支持する支持部材4と、支持部材4を保持する第2のカバー部材8と、第2のカバー部材8と一体に形成された支持部材4とを用意した。そして、これらの部材を用いて、表3に示す組み合わせの発電装置6を作製し、各々の発電部材1に10M Ω の抵抗を並列に繋いで回路を形成した。

[0118] なお、押圧部材 3 が第 1 のカバー部材 7 に、支持部材 4 が第 2 のカバー部材 8 に接着により接合されて保持されているものは、「別々」と表 3 に示した。また、第 1 のカバー部材 7 と一体に形成された押圧部材 3、第 2 のカバー部材 8 と一体に形成された支持部材 4 は、「一体」と表 3 に示した。

[0119] そして、精密万能試験機（島津製作所製 オートグラフ（登録商標）AGS-J）を用いて、第 1 のカバー部材 7 および押圧部材 3 を介して 100 mm/分の速度で圧電素子 2 を押圧し、0.05 秒毎に圧電素子 2 にかかる荷重を測定した。また、同時に抵抗間の電圧および抵抗値を、0.05 秒毎にデジタルエレクトロメータ（アドバンテスト製 R8252）にて検出した。そして、荷重がかかってから 80 N になるまでを 1 サイクルとし、この 1 サイクル中に検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量 P_1 とした。荷重が 80 N になった後、荷重を取り除き、再度荷重をかけて 80 N になるまでのサイクルを 50 サイクル実施し、50 サイクル目に検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量 P_{50} とした。そして、1 サイクル目の総電力量 P_1 に対する 50 サイクル目の総電力量 P_{50} の減少率 ΔP ($= (P_1 - P_{50}) / P_1 \times 100$) (%) を算出し、その値を表 3 に示した。

[0120] [表3]

試料No.	押圧部材の押圧面の形状	押圧部材と第1のカバー部材との形成状態	支持部材と第2のカバー部材との形成状態	総電力量の減少率 ΔP (%)
11	押圧面が平面状	別々	別々	70
12		一体	別々	40
13		別々	一体	60
14		一体	一体	20
15	押圧面が環状	別々	別々	65
16		一体	別々	40
17		別々	一体	60
18		一体	一体	20

$$\Delta P = (P_1 - P_{50}) / P_1 \times 100$$

[0121] 表 3 に示す結果からわかるように、押圧部材 3 が第 1 のカバー部材 7 に、支持部材 4 が第 2 のカバー部材 8 に接着により接合されて保持されている試料 N o. 11, 15 に比べて、押圧部材 3 もしくは支持部材 4 のいずれかが一体に形成されている試料 N o. 12, 13, 16, 17 は、総電力量の減少率 ΔP が小さかった。また、試料 N o. 12 と試料 N o. 13 とを比べると、押圧部材 3 が第 1 のカバー部材 7 と一体に形成されている試料 N o. 12 の方が、位置ずれすることなく圧電素子 2 を押圧したので、総電力量の減少率 ΔP が小さかった。同様にして、試料 N o. 16 と試料 N o. 17 とを比べると、押圧部材 3 が第 1 のカバー部材 7 と一体に形成されている試料 N o. 16 の方が、位置ずれすることなく圧電素子 2 を押圧したので、総電力量の減少率 ΔP が小さかった。

[0122] さらに、押圧部材 3 および支持部材 4 が第 1 のカバー部材 7 および第 2 のカバー部材 8 と一体に形成されている試料 N o. 14, 18 は、総電力量の減少率 ΔP が非常に小さく、これらの結果から、位置ずれすることなく押圧部材 3 が圧電素子 2 を押圧し、支持部材 4 が圧電素子 2 を支持して効率よく電力を得るには、押圧部材 3 および支持部材 4 がそれぞれ第 1 のカバー部材 7 および第 2 のカバー部材 8 と一体に形成することが好適であることがわかった。

実施例 4

[0123] まず、平面視した形状が円形状、三角形状、四角形状、六角形状および八角形状である圧電素子 2 を複数作製した。次に、圧電素子 2 を支持部材 4 の内側で圧電素子 2 と同一形状で平面状の押圧面により押圧する押圧部材 3 が一体に形成された第 1 のカバー部材 7 と、圧電素子 2 の周辺部を支持する支持部材 4 が一体に形成された第 2 のカバー部材 8 とを用意した。次に、これらの部材を用いて、平面視した形状が円形状、三角形状、四角形状、六角形状および八角形状の発電部材 1 を作製し、図 13 および図 9 (a) ~ (d) に示す配置として発電装置 6 を作製した。なお、発電装置 6 の面積については等しくなるように作製し、各々の発電部材 1 に $10\text{M}\Omega$ の抵抗を並列に繋

いで回路を形成した。

[0124] そして、体重が65kgの人が112歩／分の速度で歩いて、発電装置6を1歩踏むことによって、押圧部材3が一体に形成された第1のカバー部材7を介して圧電素子2を押圧したときの抵抗間の電圧および抵抗値を、0.05秒毎にデジタルエレクトロメータ（アドバンテスト製 R8252）にて検出した。そして、1歩中に検出された電圧と抵抗値とにより各時間における電力量を計算し、その値を合計した値を総電力量とし、平面視したときの圧電素子2および押圧部材3の形状が円形状である試料No. 19の図13に示す発電装置6の総電力量を1としたときの相対値で示した。結果を表4に示す。

[0125] [表4]

試料No.	平面視したときの 発電部材1の形状	発電装置の 対象図	試料No. 19の総電力量 との相対値
19	円形状	図13	1
20	三角形状	図9(a)	1.3
21	四角形状	図9(b)	1.5
22	六角形状 および 三角形状	図9(c)	1.8
23	八角形状 および 四角形状	図9(d)	2.0

[0126] 表4に示す結果からわかるように、平面視したときの発電部材1の形状が円形状である試料No. 19に比べて、平面視したときの形状が三角形状である発電部材1を図9(a)に示すように配置した試料No. 20、平面視したときの形状が四角形状である発電部材1を図9(b)に示すように配置した試料No. 21、平面視したときの形状が六角形状および三角形状の発電部材1を図9(c)に示すように配置した試料No. 22、平面視したとき

の形状が八角形状および四角形状である発電部材 1 を図 9 (d) に示すように配置した試料 No. 23 の総電力量は、いずれも大きかった。これらの結果から、発電部材 1 の平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であれば、発電部材 1 同士の間が無駄な空間がほとんどない状態で発電部材 1 を複数個面状に密に並べて配置することができ、発電量が大きくなるため、好適であることがわかった。

請求の範囲

- [請求項1] 板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、前記支持部材は前記圧電素子の周辺部を支持し、前記押圧部材は前記圧電素子を前記支持部材の内側で平面状の押圧面により押圧することを特徴とする発電部材。
- [請求項2] 板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、前記支持部材は前記圧電素子の周辺部を支持し、前記押圧部材は前記圧電素子を前記支持部材の内側で環状の押圧面により押圧することを特徴とする発電部材。
- [請求項3] 板状の圧電セラミックスの両主面に電極が形成された圧電素子と、該圧電素子を一方主面側から押圧する押圧部材と、前記圧電素子を他方主面側で支持する支持部材とを備えてなる発電部材であって、平面視した形状が三角形状、四角形状、六角形状または八角形状であることを特徴とする発電部材。
- [請求項4] 前記押圧部材は、前記支持部材より硬度が低い材料からなることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の発電部材。
- [請求項5] 前記圧電セラミックスは、チタン酸ジルコン酸鉛からなることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発電部材。
- [請求項6] 前記圧電セラミックスは、ニオブ酸カリウム・ナトリウム・リチウムを主成分とし、チタン酸カルシウムおよび鉄酸ビスマスを含むことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発電部材。
- [請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の前記発電部材が複数個面状に並べて配置されて、それぞれの前記押圧部材が板状の第1のカバ一部材により保持され、それぞれの前記支持部材が板状の第2のカバ

一部材により保持されていることを特徴とする発電装置。

[請求項8] 前記押圧部材が前記第 1 のカバー部材と一体に形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発電装置。

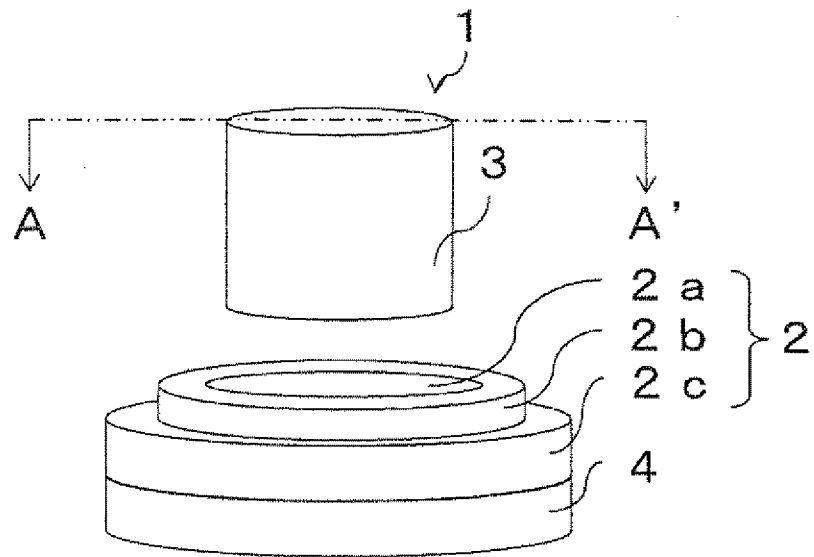
[請求項9] 前記支持部材が前記第 2 のカバー部材と一体に形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発電装置。

[請求項10] 請求項 7 乃至請求項 9 のいずれかに記載の発電装置と、ダイオードおよびコンデンサを含む回路を介して接続された直流交流変換装置とを備えていることを特徴とする発電システム。

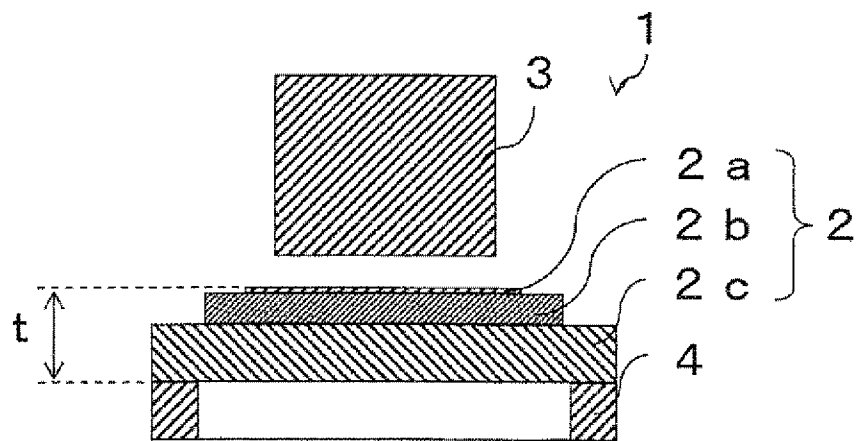
[請求項11] 請求項 7 乃至請求項 9 のいずれかに記載の発電装置が床，階段，道路，橋，駐車場または線路の下側に配置されていることを特徴とする発電システム。

[図1]

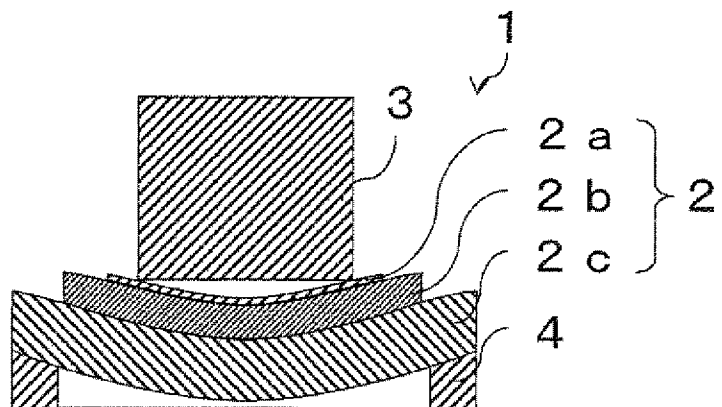
(a)



(b)

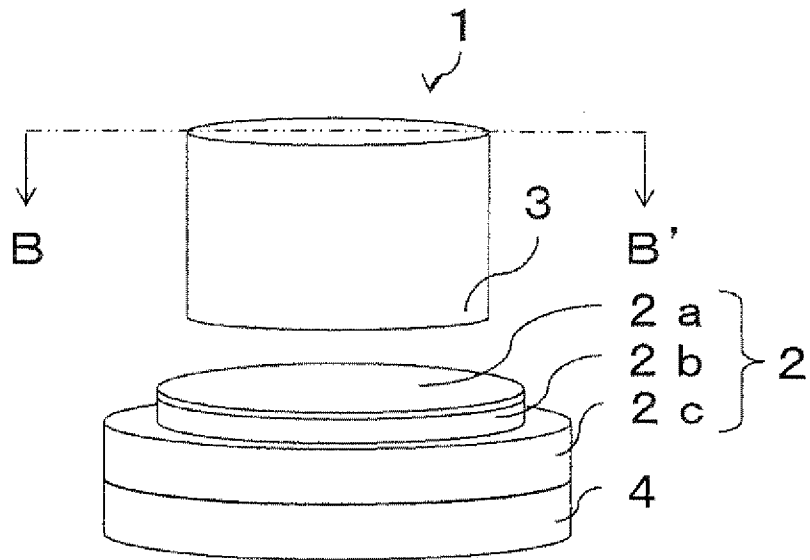


(c)

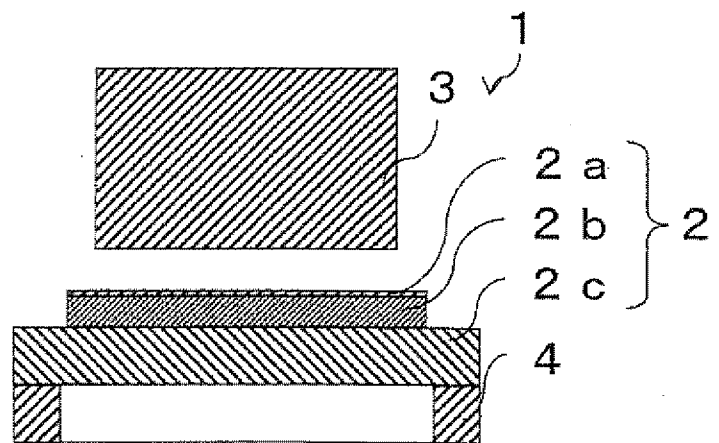


[図2]

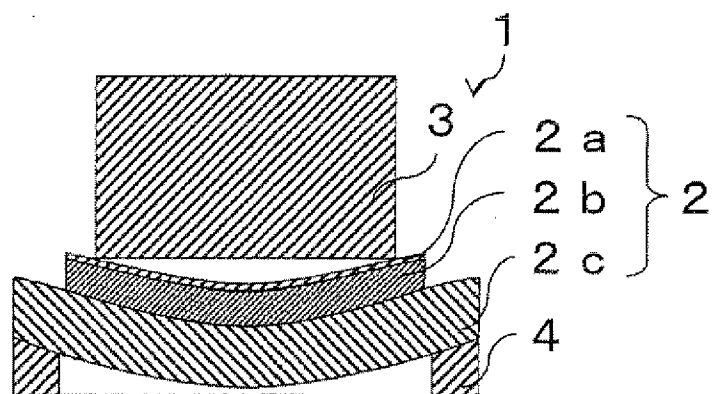
(a)



(b)

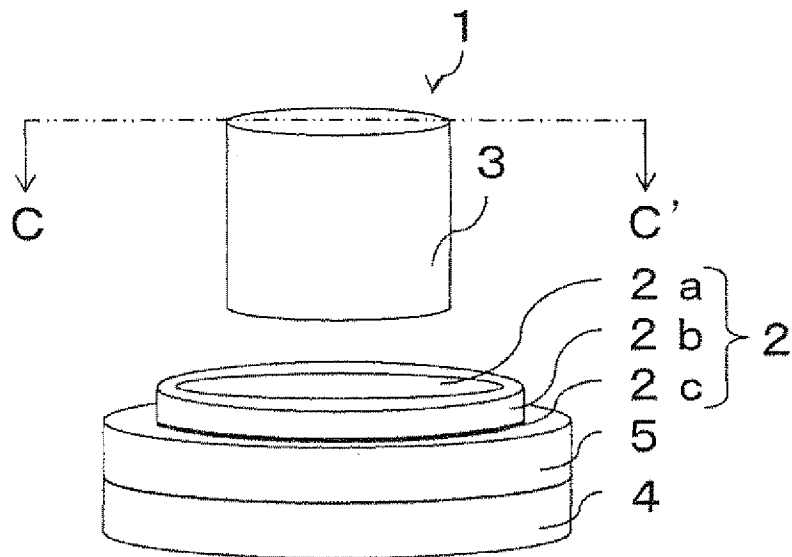


(c)

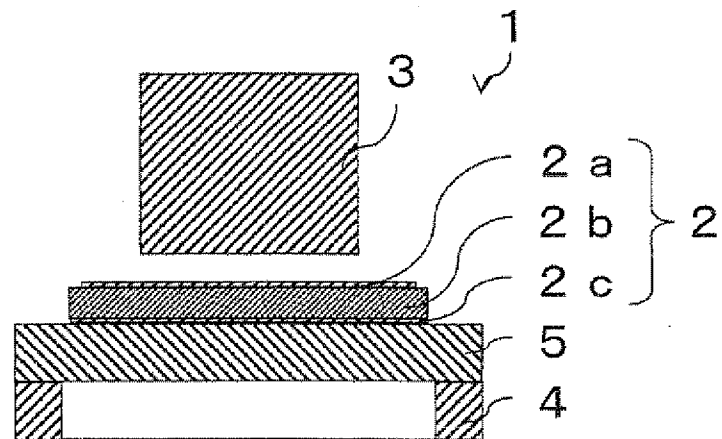


[図3]

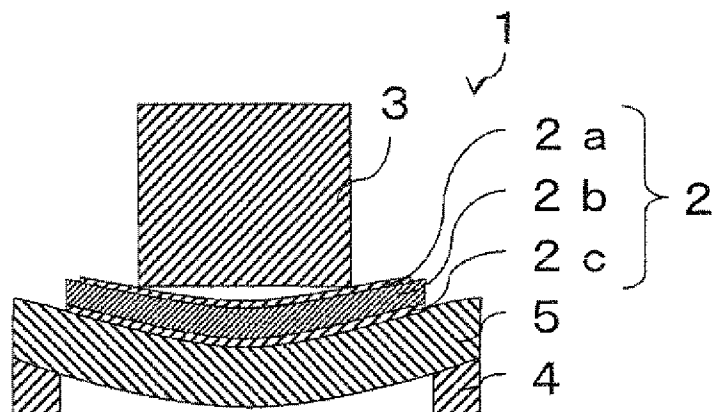
(a)



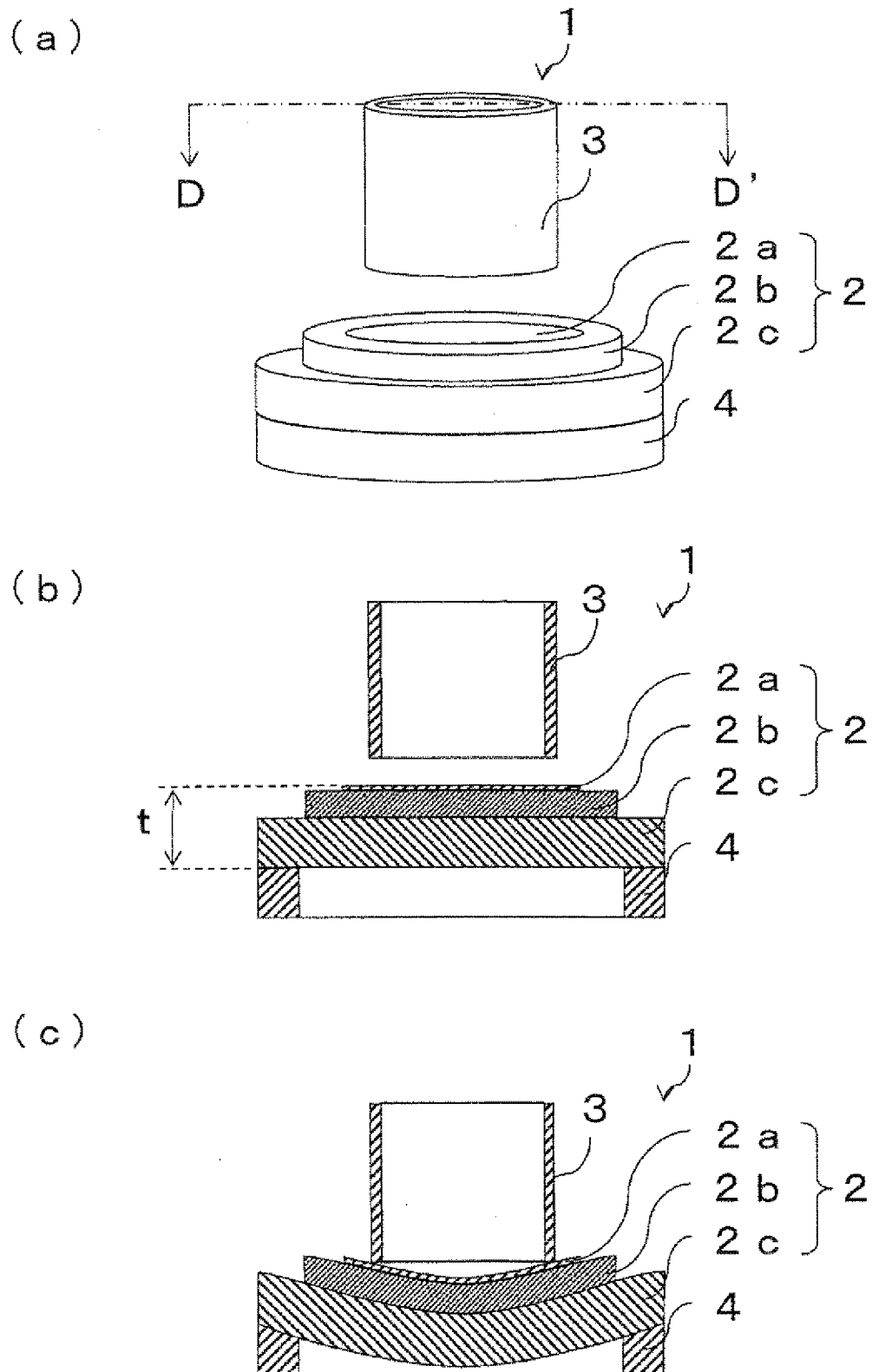
(b)



(c)

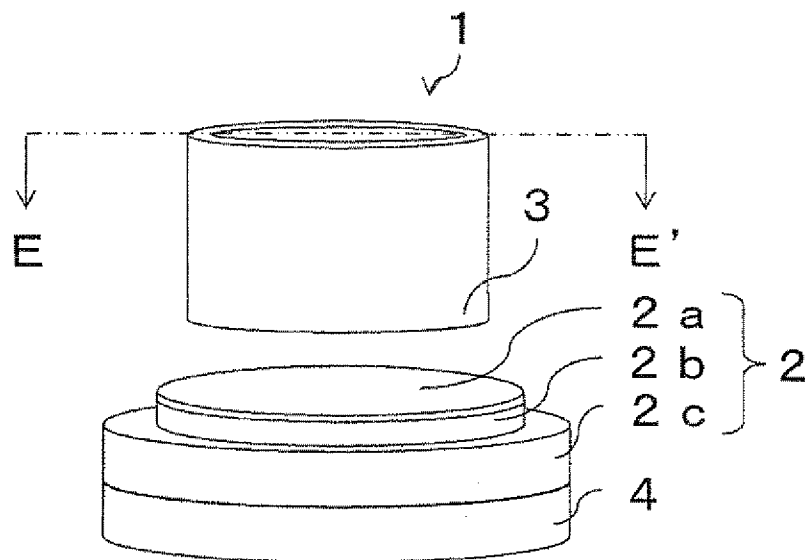


[図4]

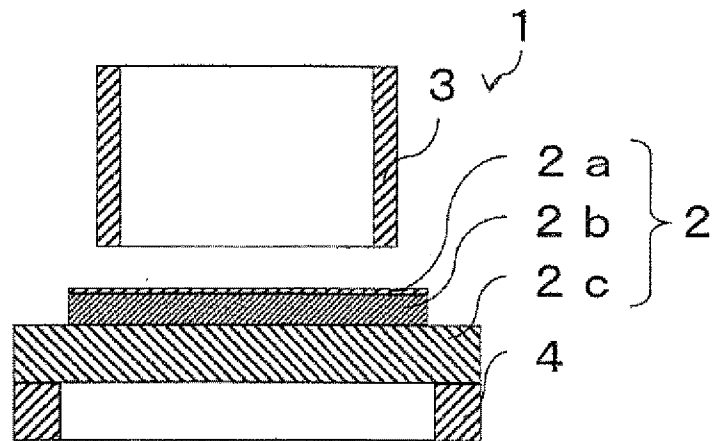


[図5]

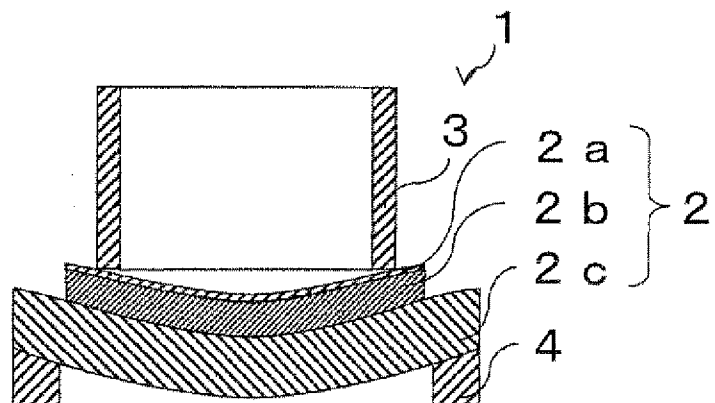
(a)



(b)

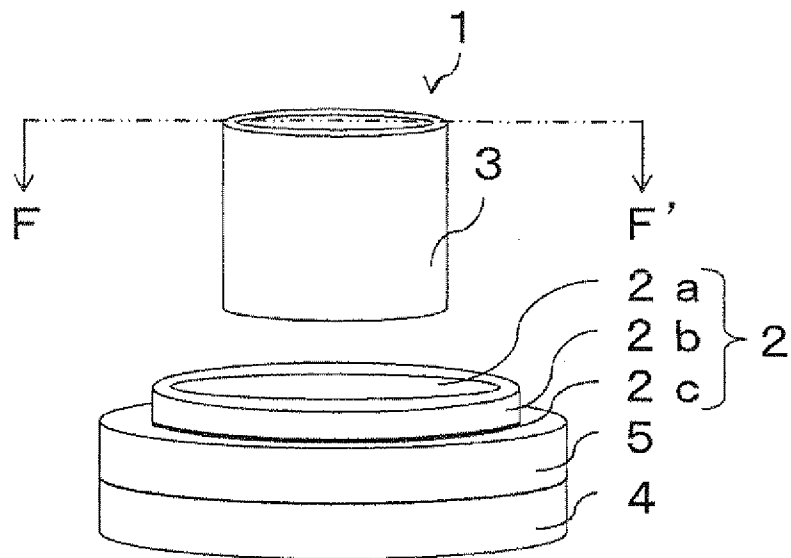


(c)

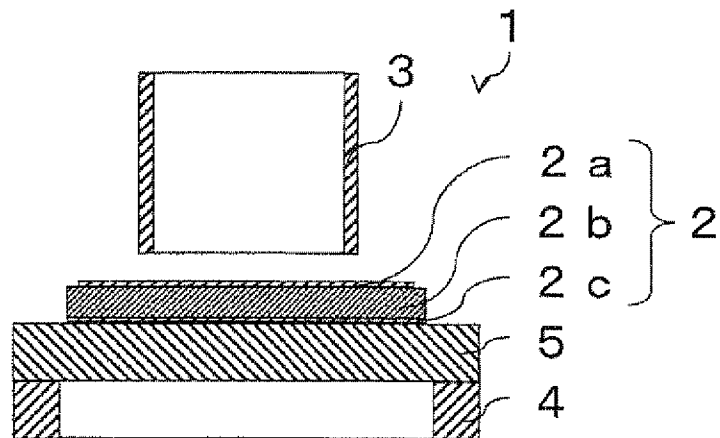


[図6]

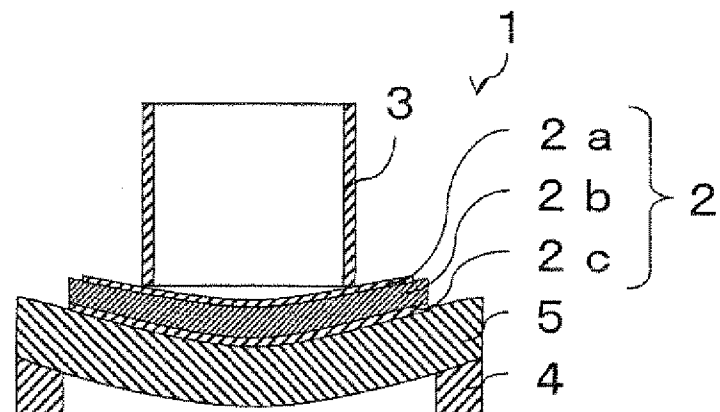
(a)



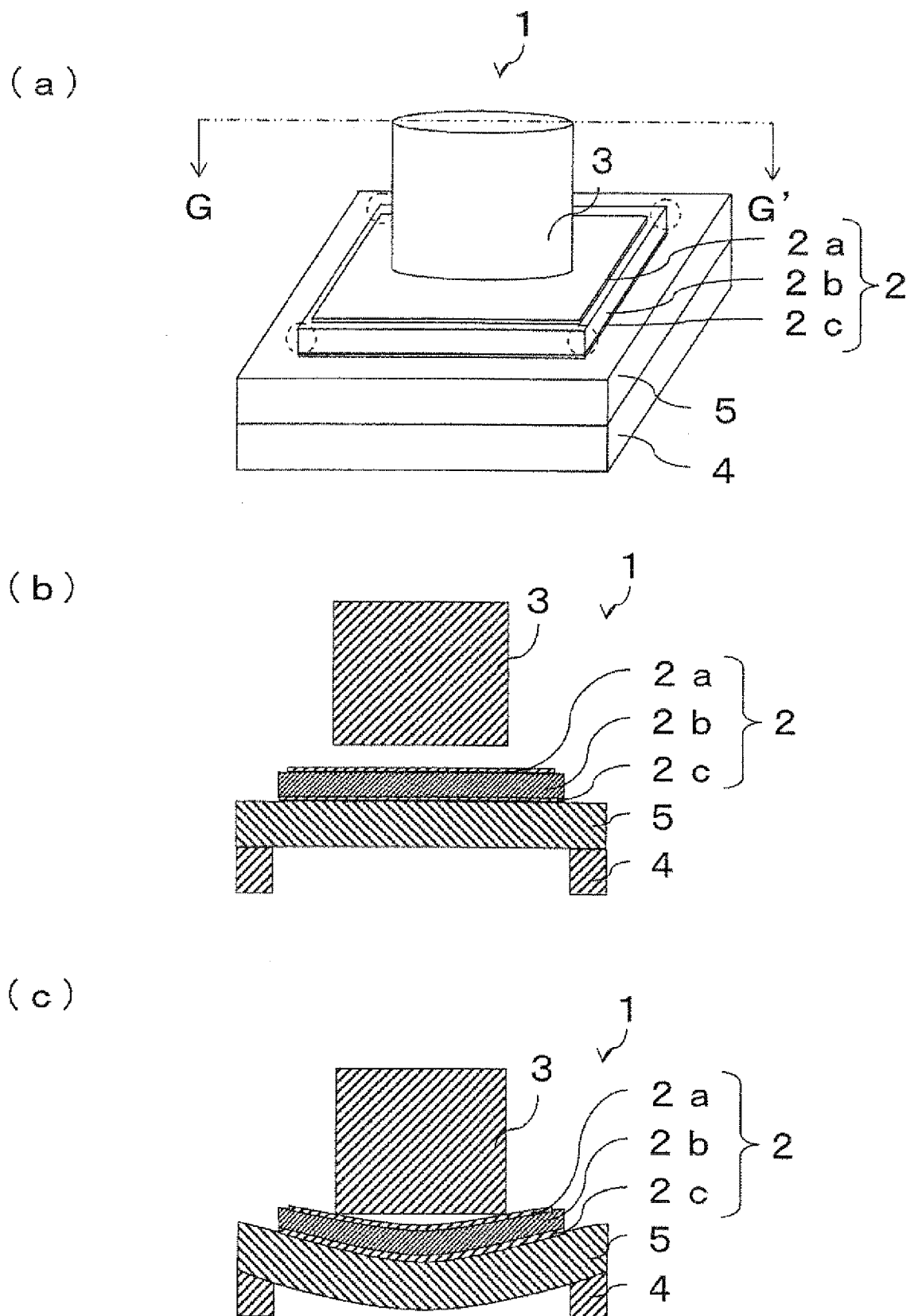
(b)



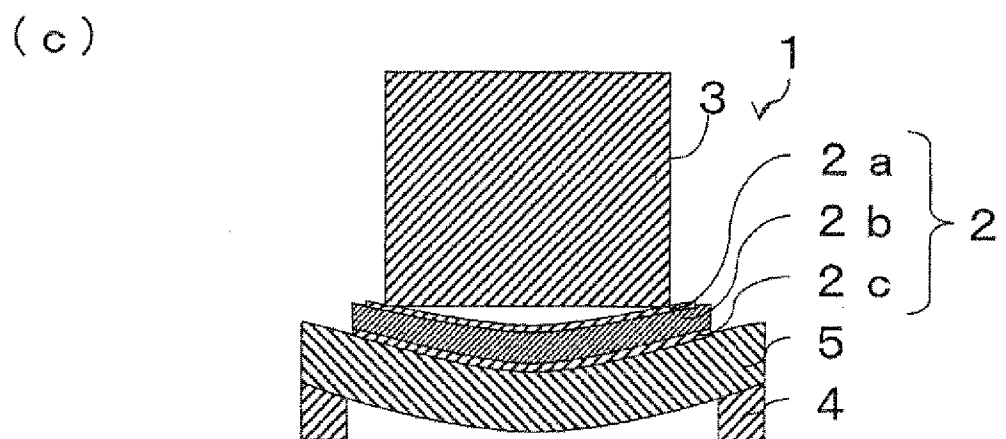
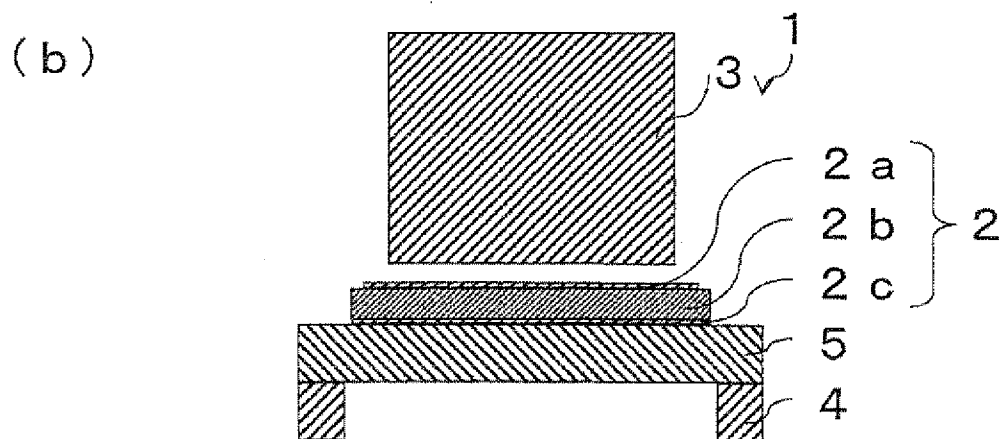
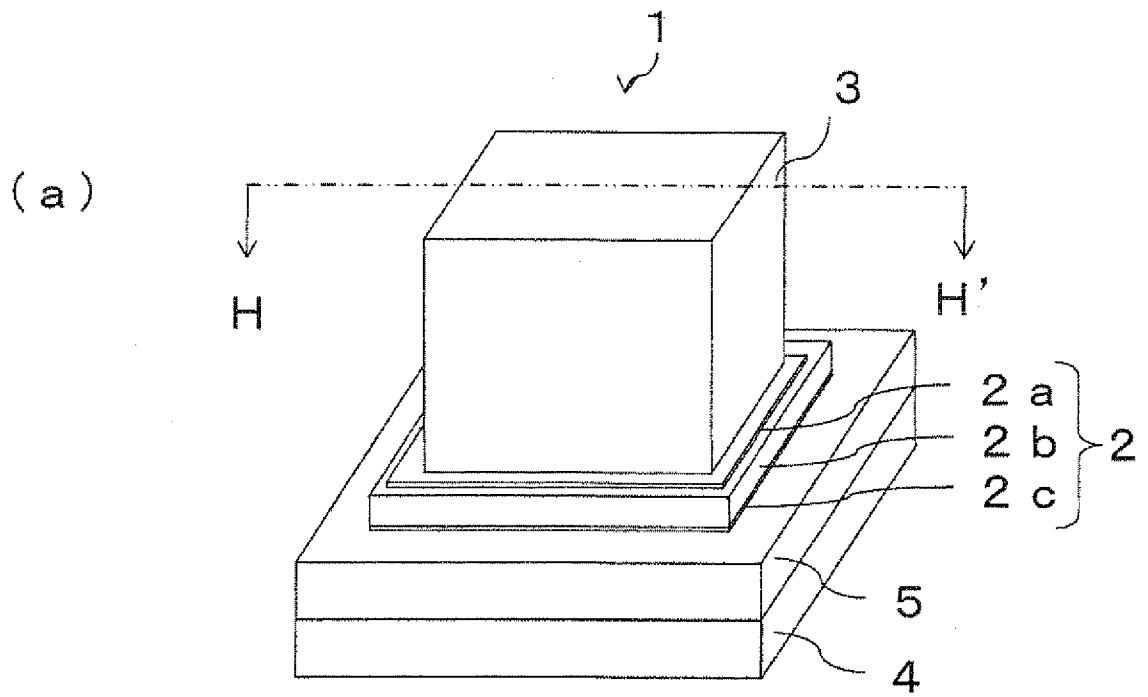
(c)



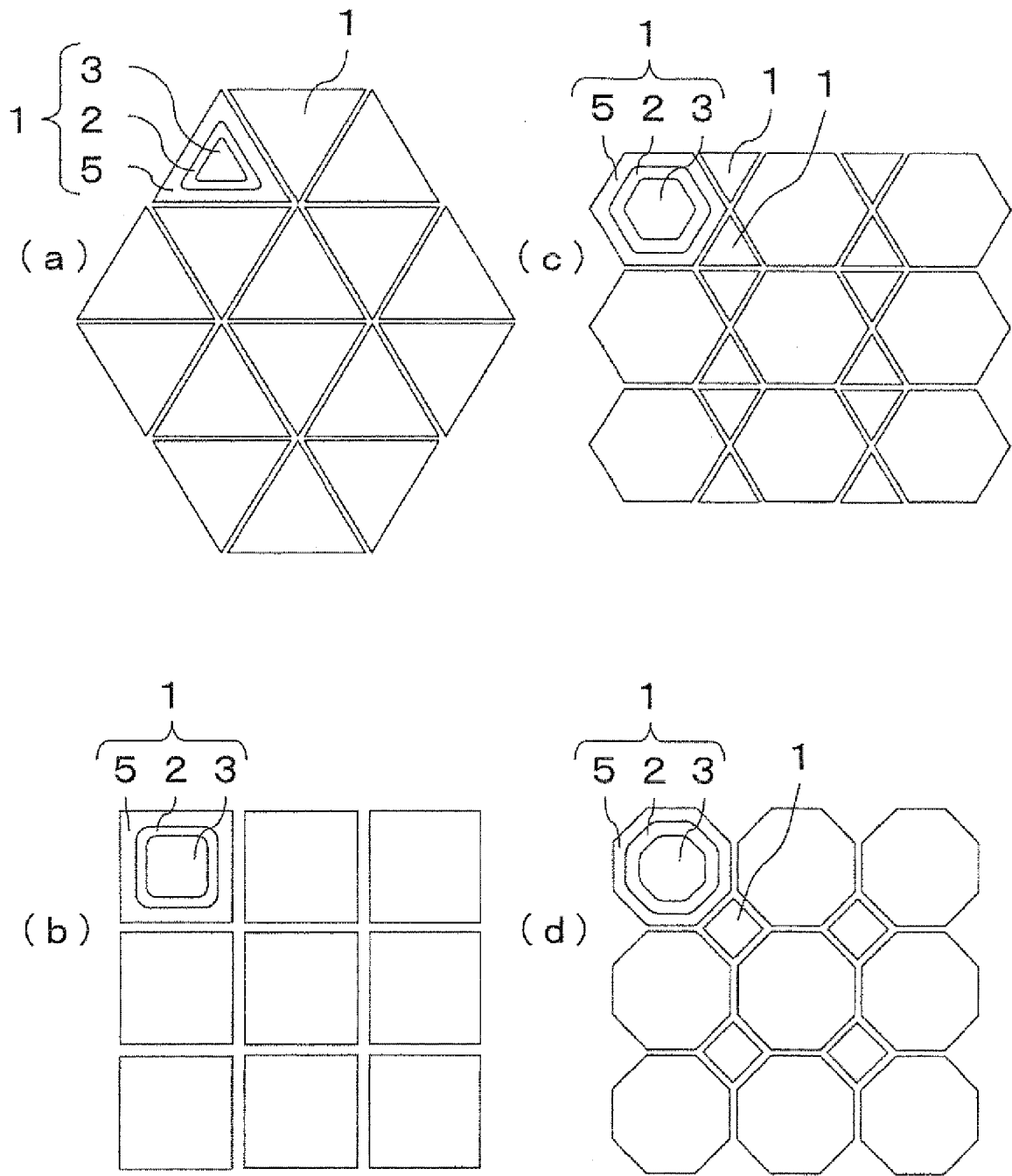
[図7]



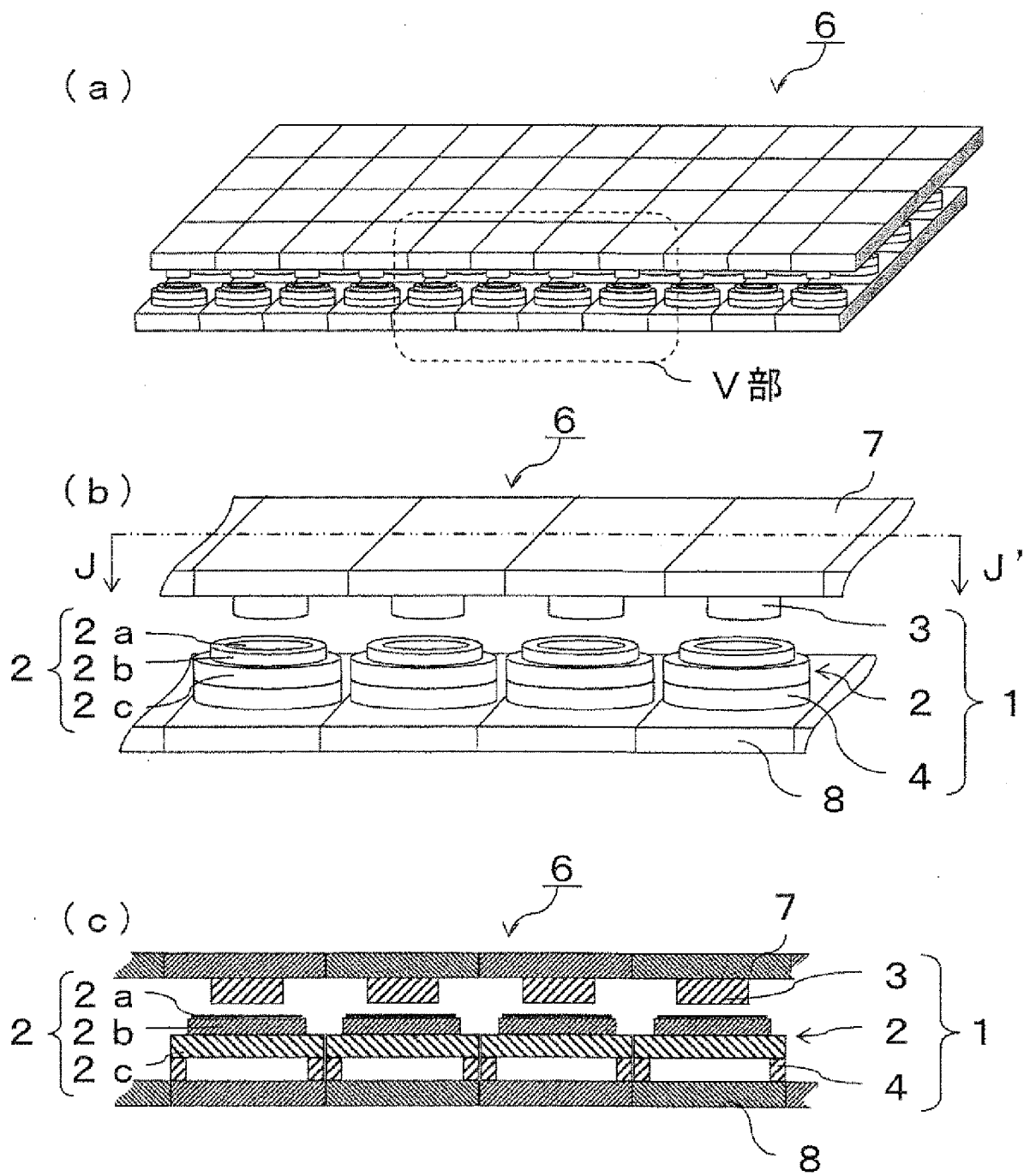
[図8]



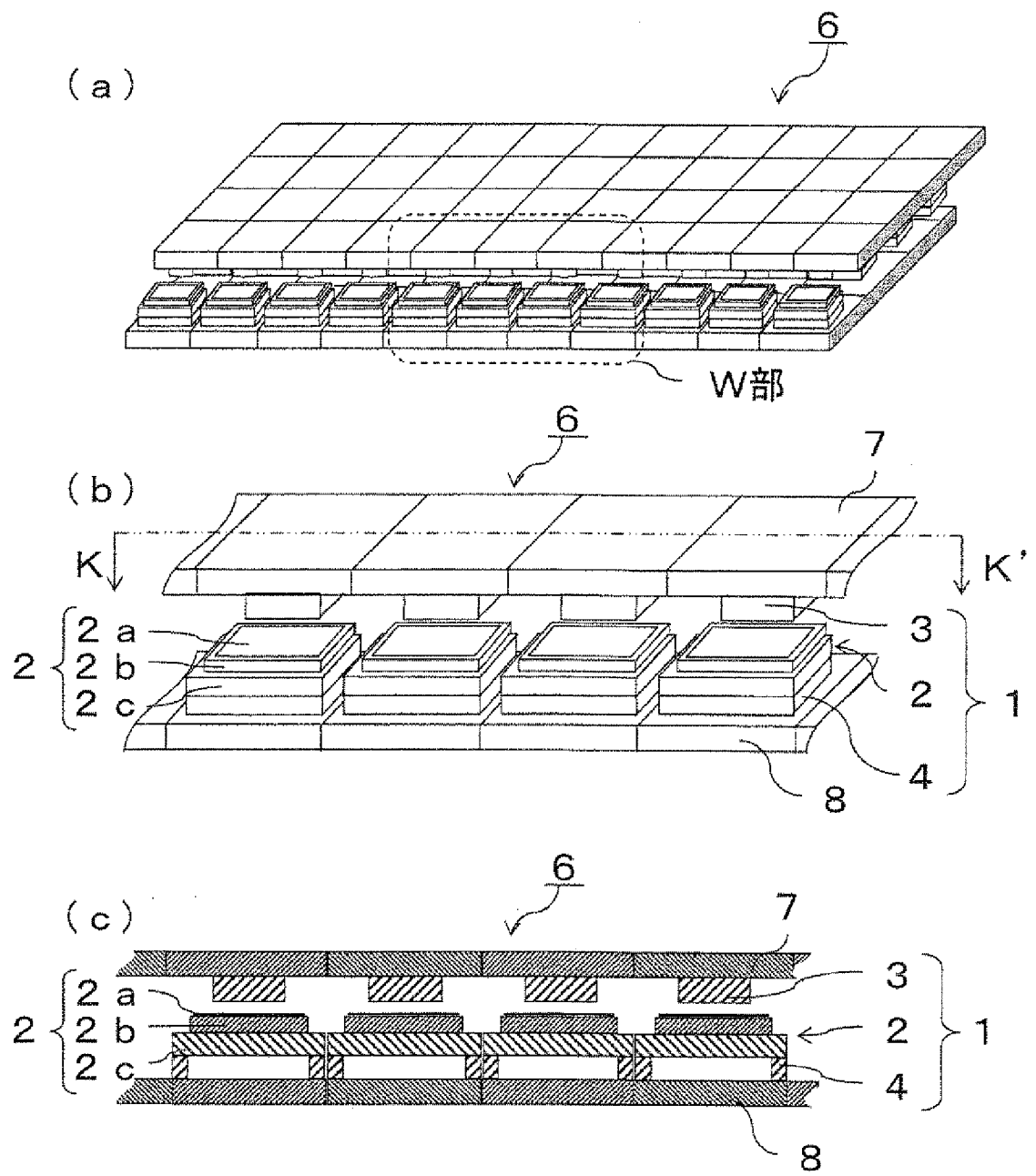
[図9]



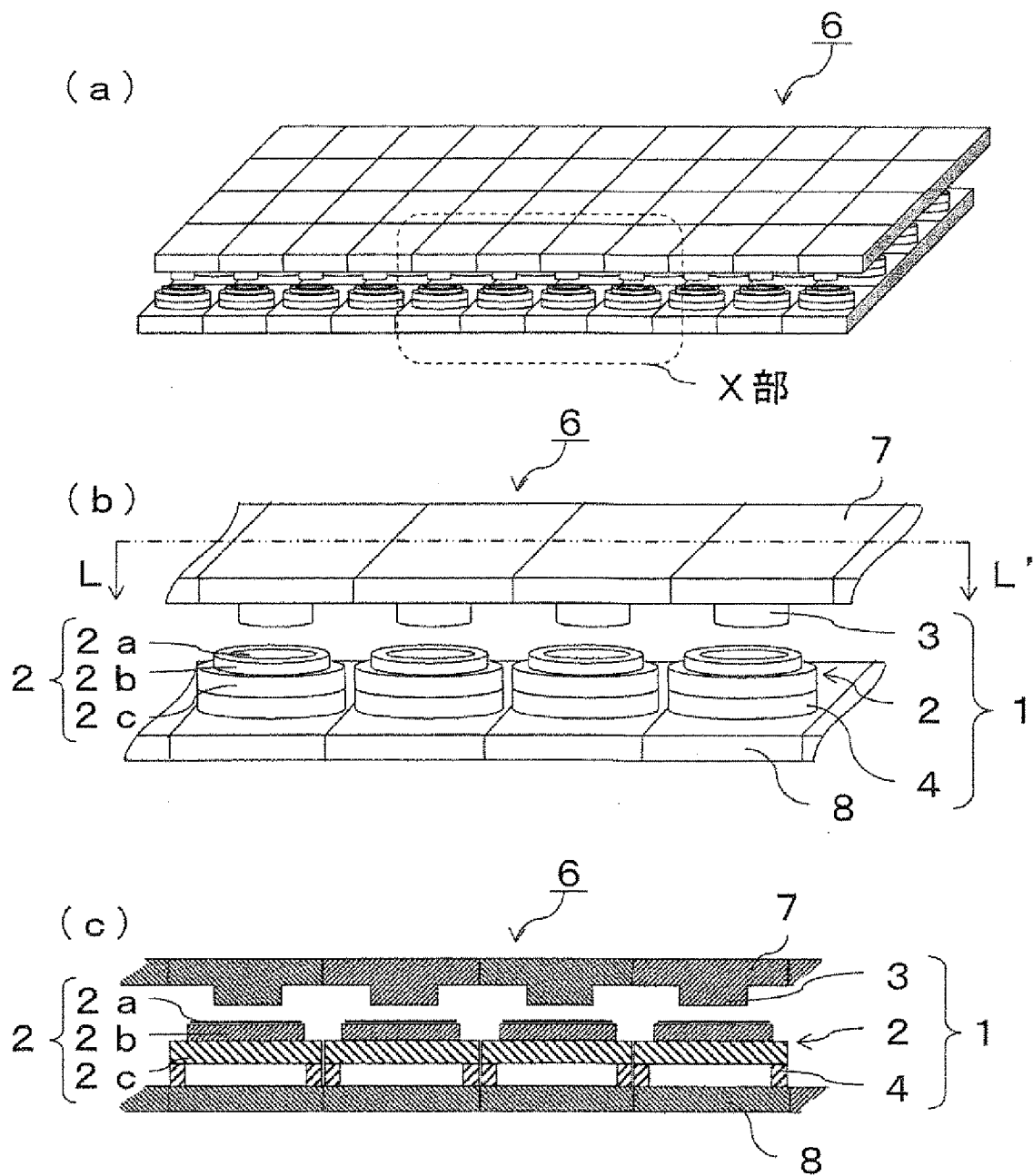
[図10]



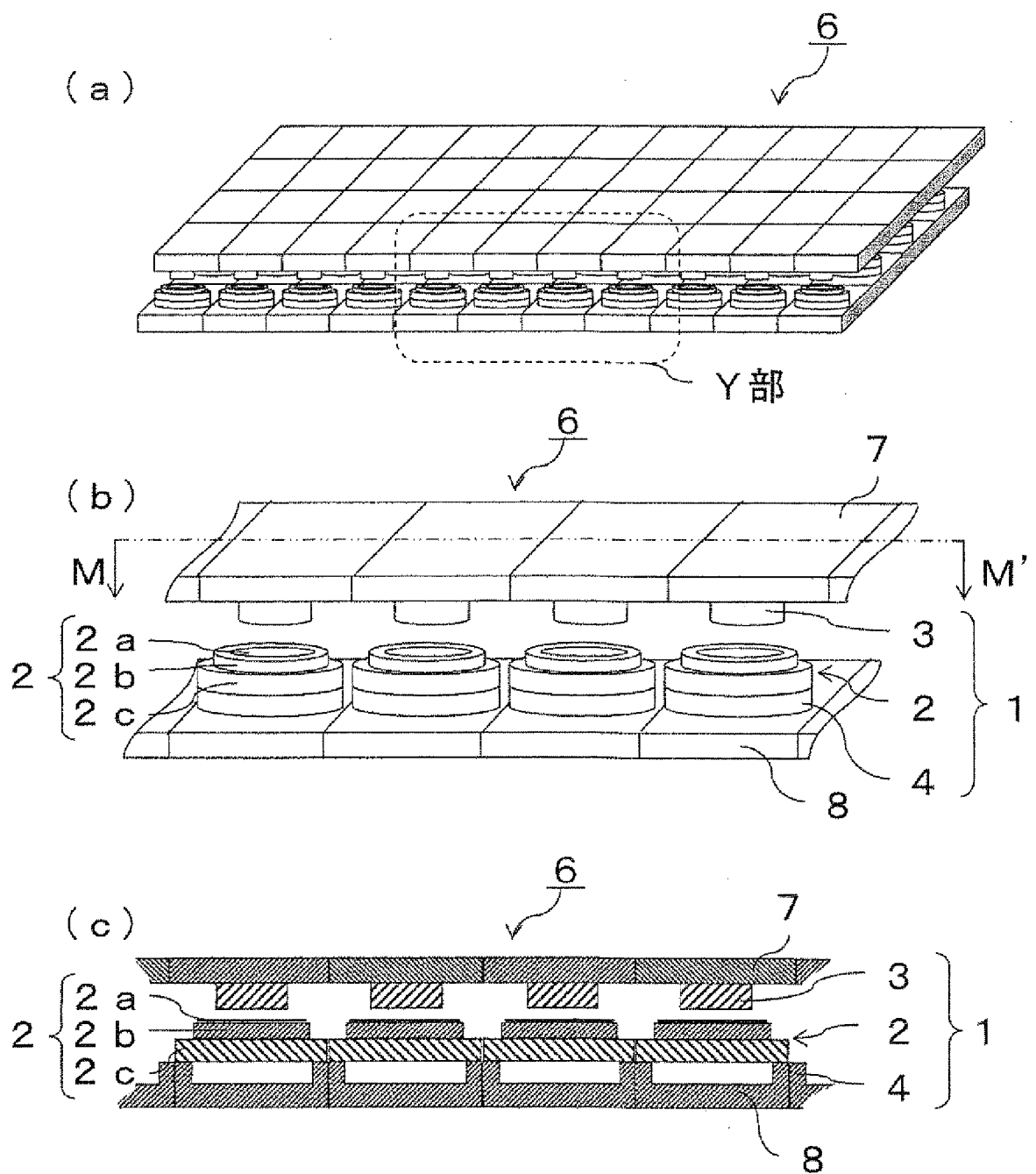
[図11]



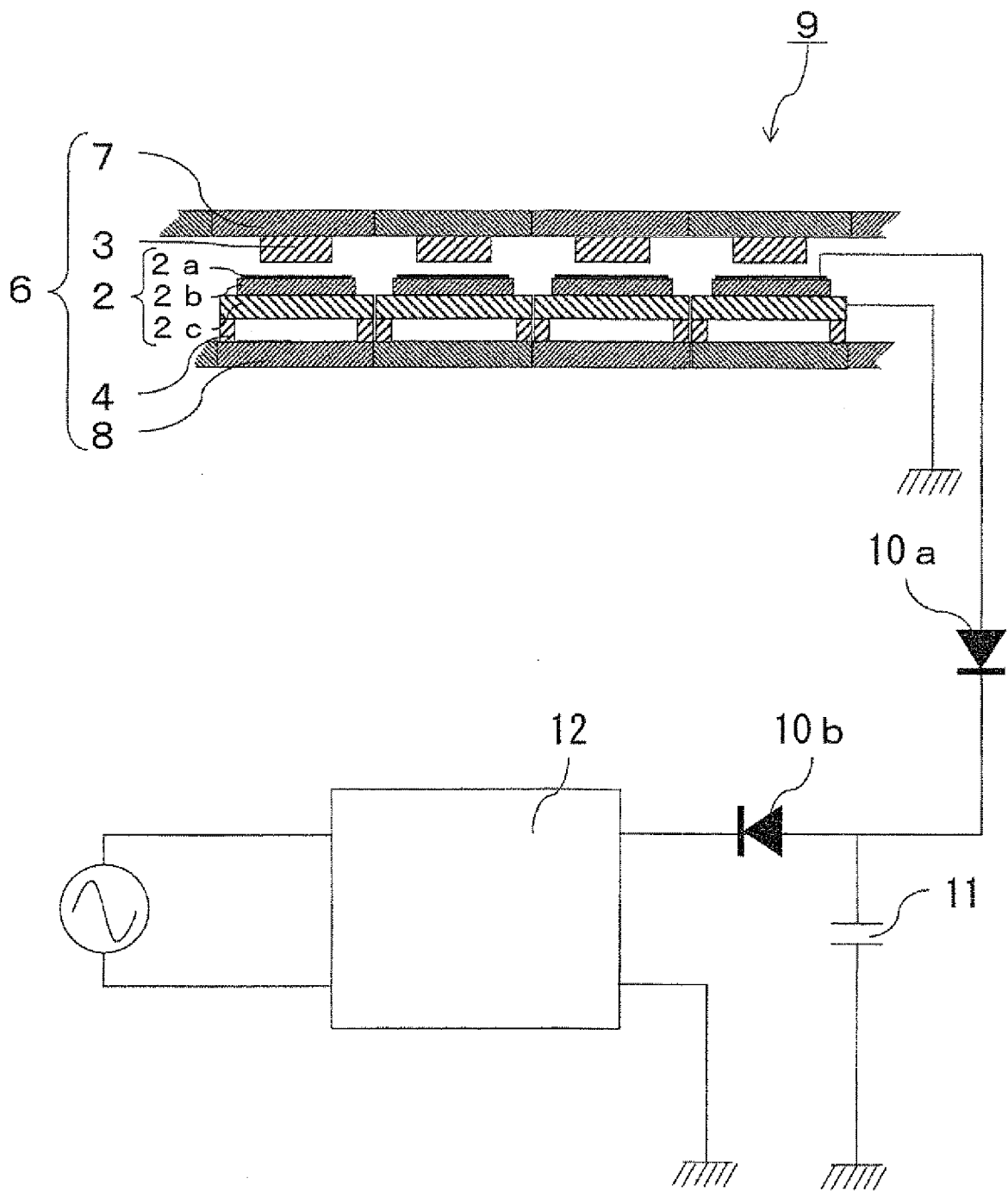
[図12]



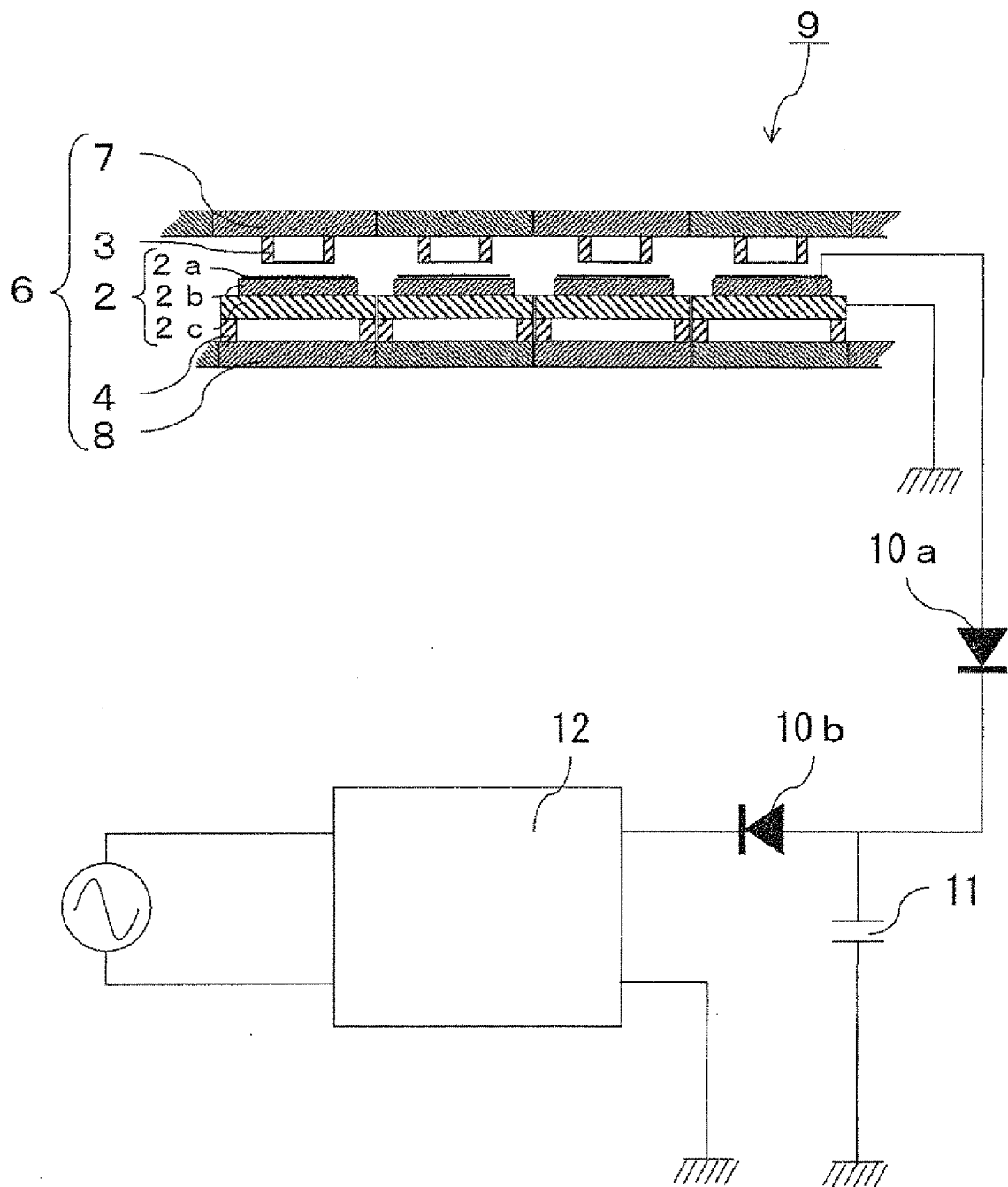
[図13]



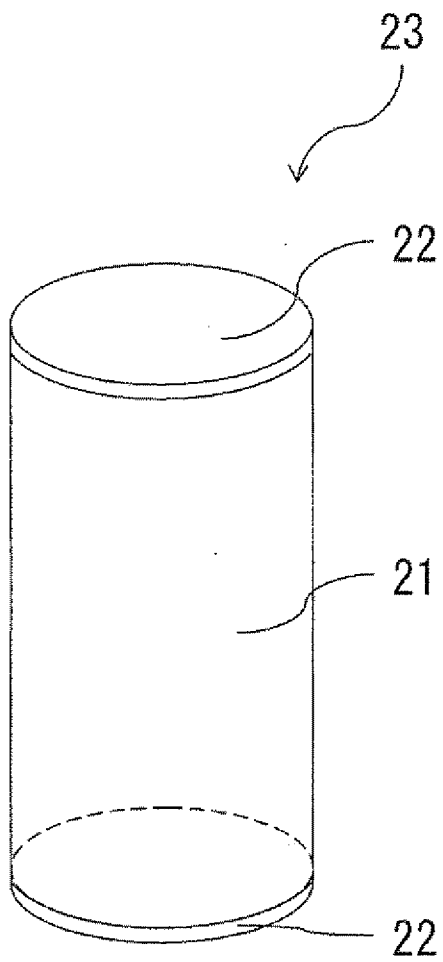
[図14]



[図15]

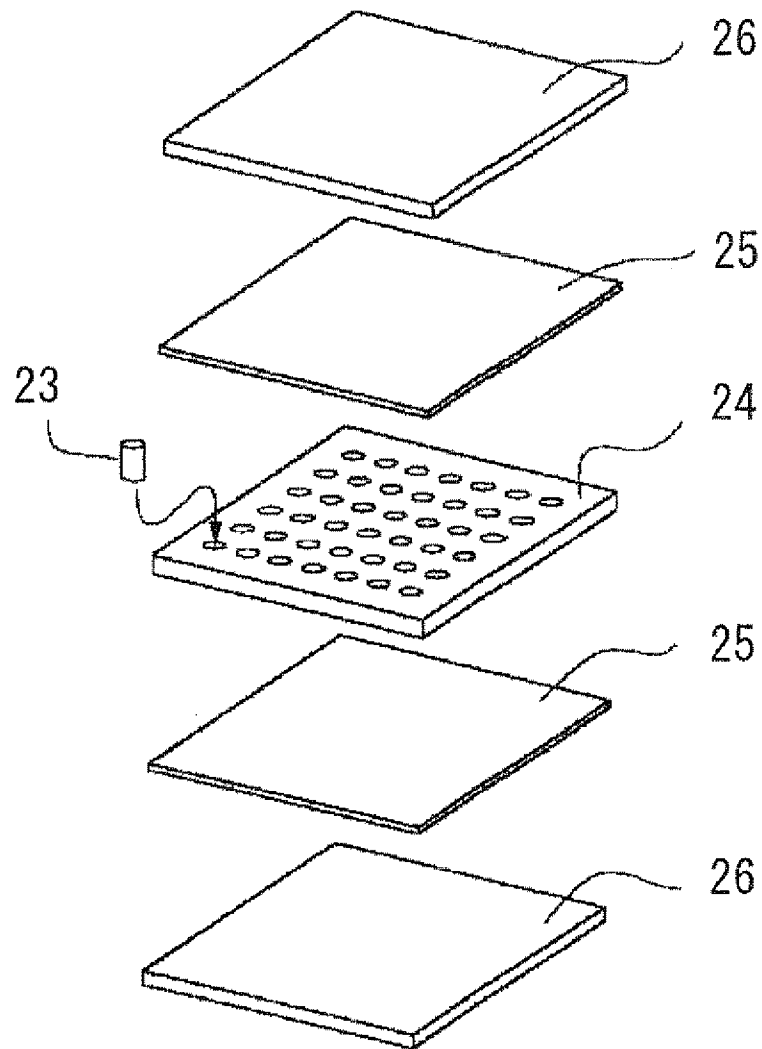


[図16]

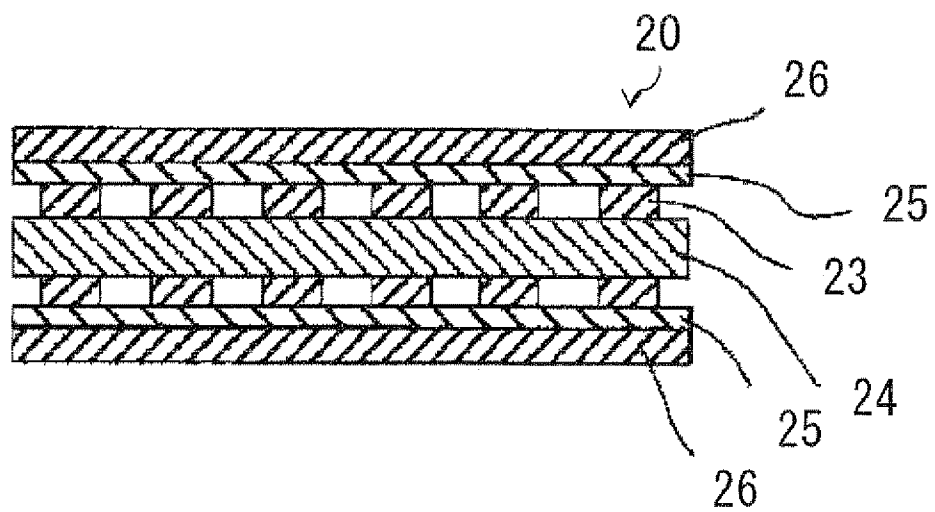


[図17]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/070036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G7/08(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H01L41/24(2006.01)i, H02N2/00(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)

F03G7/08, H01L41/113, H01L41/187, H01L41/22, H01L41/24, H02N2/00

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X Y	JP 2008-211095 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 11 September 2008 (11.09.2008), paragraphs [0092] to [0095]; fig. 3 (Family: none)	1-4, 7-11 5, 6
Y	JP 2008-054450 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraph [0030] (Family: none)	5
Y	JP 2007-294593 A (Hitachi Cable, Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraph [0003] (Family: none)	6

☒ 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
19 February, 2010 (19.02.10)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2010 (09.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/070036

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 2007-166881 A (Taiheiyo Cement Corp.), 28 June 2007 (28.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1
A	JP 2006-158111 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 15 June 2006 (15.06.2006), fig. 1 (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F03G7/08(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H01L41/24(2006.01)i, H02N2/00(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. F03G7/08, H01L41/113, H01L41/187, H01L41/22, H01L41/24, H02N2/00

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	JP 2008-211095 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2008.09.11, 段落【0092】-【0095】, 【図3】 (ファミリーなし)	1-4, 7-11 5, 6
Y	JP 2008-054450 A (株式会社村田製作所) 2008.03.06, 段落【0030】 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2007-294593 A (日立電線株式会社) 2007.11.08, 段落【0003】 (ファミリーなし)	6

☒ 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

1 9 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 0

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)

前崎 渉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

3 T

3 8 2 0

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 2007-166881 A (太平洋セメント株式会社) 2007. 06. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
A	JP 2006-158111 A (松下電工株式会社) 2006. 06. 15, 【図 1】 (ファミリーなし)	1