

(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  
2013年10月10日(10.10.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/150953 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01C 7/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/059245
- (22) 国際出願日: 2013年3月28日(28.03.2013)
- (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 2012-085966 2012年4月4日(04.04.2012) JP
- (71) 出願人: 音羽電機工業株式会社(OTOWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎1丁目12番13-401号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 稔彦(SUZUKI, Toshihiko); 〒6610021 兵庫県尼崎市名神町3丁目7番18号 株式会社セラオン内 Hyogo (JP). 辻本 義将(TSUJIMOTO, Yoshimasa); 〒6610021 兵庫県尼崎市名神町3丁目7番18号 株式会社セラオン

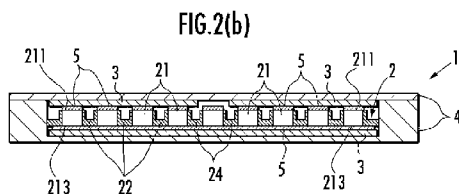
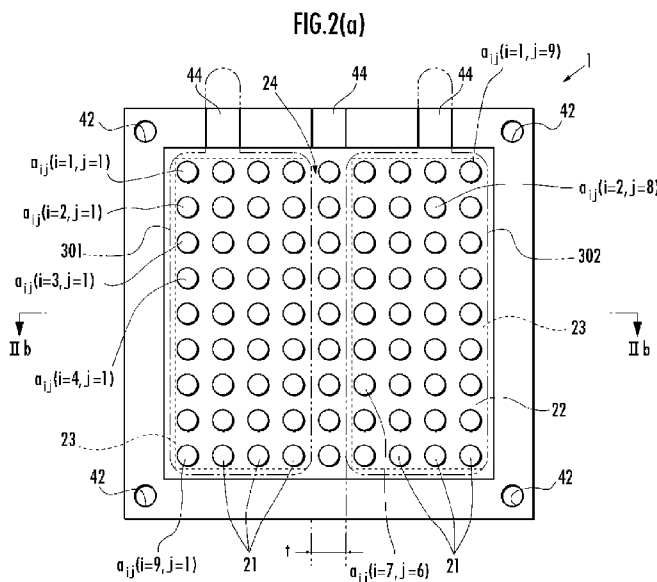
内 Hyogo (JP). 塚本 直之(TSUKAMOTO, Naoyuki); 〒6610021 兵庫県尼崎市名神町3丁目7番18号 株式会社セラオン内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人創成国際特許事務所(SATO & ASSOCIATES); 〒1600023 東京都新宿区西新宿6-24-1 西新宿三井ビルディング 18階 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, BN, 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, PA, 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,

[続葉有]

(54) Title: NONLINEAR RESISTIVE ELEMENT

(54) 発明の名称: 非線形抵抗素子



(57) Abstract: Provided is a nonlinear resistive element which permits a reduced space between electrodes. A ceramic sheet (2) constituting the nonlinear resistive element is composed of: multiple ceramic pieces (21); and a supporting member (22) which consists of an insulating material and which supports the multiple ceramic pieces (21) so as to configure a sheet-like structure. The multiple ceramic pieces (21) are arranged in a state such that the multiple ceramic pieces (21) are divided among multiple unit areas (23) which are estranged from each other.

(57) 要約: 複数の電極間の間隔の狭小化を図ることが可能な非線形抵抗素子を提供する。非線形抵抗素子を構成する複数のセラミックシート21が、絶縁性素材から成る支持部材22によりシート状に支持されることにより構成されている。複数のセラミックピース21が、相互に離間している複数のユニットエリア23のそれぞれに区分されて配置されている。



WO 2013/150953 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：非線形抵抗素子

### 技術分野

[0001] 本発明は非線形抵抗素子に関し、例えば、避雷器、サージ吸収素子、電圧安定化素子などを組み込んだ電気機器に用いられ、雷サージ、開閉サージなどの異常電圧から電気機器を保護する非線形抵抗素子に関する。

### 背景技術

[0002] 一般的にバリスタと称される非線形抵抗素子は、印加電圧によってその抵抗値が変化する特性、つまり、正常な電圧が印加された時には高抵抗値であって絶縁特性を示し、異常な高電圧が印加された時には低抵抗値を示す非直線性の電圧－電流特性を具備する。このような特性を有するバリスタは、サージやノイズの吸収を目的とした避雷器やサージ吸収器、あるいは電圧安定化素子に広く利用されている。

[0003] この非線形抵抗素子は、例えば、主成分の酸化亜鉛に非直線性の電圧－電流特性を発現させる基本添加物である酸化ビスマス、酸化アンチモン、酸化コバルトと、さらに性能向上のために添加される各種の酸化物とを含む酸化亜鉛原料粉末を成形して焼成させたセラミック焼結体からなる。

[0004] このセラミック焼結体の表面及び裏面には、銀ペーストを焼き付け処理による下地導電層が形成され、その下地導電層の上に、銅、黄銅やアルミなどの導電体からなる金属製の電極板が半田付けにより複数接合される。そして、このセラミック焼結体及び電極板を含む主要部をエポキシ樹脂などでモールドすることにより、そのモールド部から電極部材の端子部を導出した非線形抵抗素子が製品化されている（例えば、特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-6519号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、導電体からなる金属製の電極板は、一体的に焼成されたセラミックス焼結体と比べて熱膨張率が大きい。そのため、従来の非線形抵抗素子では、電極板を半田付け又はバリスタ使用時の熱応力によりセラミックス焼結体にクラックが生じ破損するおそれがある。また、シート状に形成されたセラミックス焼結体は外力に対して脆いので、輸送又は実装時などにより発生する外力によっても破損するおそれがある。このような問題を回避するために、従来の非線形抵抗素子では、セラミックス焼結体の板厚を厚く形成して剛性を高める対策が行われていた。

[0007] 一方で、セラミックス焼結体上に接合された複数の電極板は、電極板間の短絡を防ぐために、電極板間をセラミックス焼結体の板厚の2倍以上にする必要がある。しかしながら、従来の非線形抵抗素子では、セラミックス焼結体が板厚を厚く形成する必要があるため、電極板間を間隔が広大化し、この結果、非線形抵抗素子全体が大型化する。そうすると、大型化した非線形抵抗素子では、配線基板上の狭小スペースへの実装が困難になるという点で問題があった。

[0008] そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、複数の電極間を間隔の狭小化を図ることが可能な非線形抵抗素子を提供し、非線形抵抗素子の構成全体のコンパクト化を図ることを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の非線形抵抗素子は、セラミックス焼結体から成る複数のセラミックスピースと、複数の前記セラミックスピースのそれぞれを支持する絶縁性素材から成るシート状の支持部材とで構成されたセラミックスシートを少なくとも備え、一又は複数の前記セラミックスピースが前記セラミックスシートをその厚み方向に貫通する複数の導通経路のそれぞれを構成し、かつ、前記導通経路の両端を構成する前記セラミックスピースが前記支持部材から部分的に露出している非線形抵抗素子であって、複数の前記セラミックスピースが、相互に離間している複数のユニットエリアのそれぞれに区分されて配

置されている状態で、複数の前記セラミックスペースのそれぞれが前記支持部材により支持されていることを特徴とする。

[0010] 本発明の非線形抵抗素子によれば、複数のセラミックスペースにより形成された導電経路の両端が支持部材から露出し、かつ、複数のセラミックスペースが相互に離間しているユニットエリアごとに区分して配置されている。すなわち、絶縁性の支持部材のうち異なるユニットエリア間の境界領域又は中間領域を構成する部分により、当該異なるユニットエリアのそれぞれに配置されている一又は複数のセラミックスペースが絶縁されている。

[0011] このため、複数のユニットエリアの配置パターンにしたがって、複数の導電体又は電極が各ユニットエリアに配置されているセラミックスペースとの電気的接点を有するように配置された場合であっても、当該複数の導電体又は電極が短絡することが防止されうる。これに加えて、セラミックシートがバルクのセラミック焼結体により構成されている先行技術と比較して、当該複数の導電体又は電極の間隔の狭小化が図られる。したがって、その分だけ、複数のユニットエリアの間隔の狭小化が図られ、セラミックシート、ひいては当該セラミックシート及び当該複数の導電体又は電極を構成要素とする非線形抵抗素子（バリスタ、又は、コンデンサ兼用のバリスタなど）のコンパクト化が図られる。

[0012] 本発明の非線形抵抗素子において、前記セラミックシートの一対の主面のうち一方又は両方において、複数の前記ユニットエリアのそれぞれに配置されている単一又は複数の前記セラミックスペースと電気的に導通し、かつ、前記支持部材のうち異なる前記ユニットエリア間の境界領域を挟んで相互に離間している状態で配設される複数の電極板を備えていることが好ましい。

[0013] 当該構成の非線形抵抗素子によれば、複数のユニットエリアが、絶縁性の境界領域によりそれぞれ独立した非線形抵抗素子（バリスタ、又は、コンデンサ兼用バリスタなど）として利用可能に区分されている。このため、電極板の大きさ又は形状等が変更されている場合、電極板の変更前後で異なる電

气的特性を有する非線形抵抗素子が得られる。例えば、表面積が大きい電極板に変更されると、電極板と接触するユニットエリアの表面積が増大し、エネルギー耐量の大きい非線形抵抗素子が得られる。

[0014] これにより、非線形抵抗素子の全体構成としてのコンパクト化を図りながらも、電極板の変更により非線形抵抗素子の電気的特性の変更が容易に行うことができる。

[0015] また、本発明の非線形抵抗素子は、前記セラミックスシートの一対の主面のそれぞれに前記電極板が配設されているものにおいて、前記電極板の前記セラミックスシートに接触する面とは反対側の面にそれぞれ配設される一対の絶縁性の押え板と、複数の前記電極板がそれぞれ対応する複数の前記ユニットエリアに配置されたセラミックスピースと電気的に導通し、かつ、前記セラミックスシートとその一対の主面のそれぞれに当接する一対の前記電極板と前記押え板の間に挟持されている挟持状態と、前記押え板から前記セラミックスシートとその一対の主面のそれぞれに当接する一対の前記電極板とが分離する分離状態とを切り換える切換手段とを備えていることが好ましい。

[0016] 当該構成の非線形抵抗素子によれば、セラミックスシートとその一対の主面のそれぞれに当接する一対の電極板とが、一対の押え板の間に挟持された挟持状態と、セラミックスシートとその一対の主面のそれぞれに当接する一対の電極板とが押え板から分離した分離状態とを切り換えること切換手段（締付ねじ、クリップなど）を有している。すなわち、従来の非線形抵抗素子のように、セラミックスシート及び電極板が半田付け等により接合されていないため、セラミックスシートと電極板とを分離して取り外すことが可能となっている。

[0017] このため、例えば、セラミックスシートの性能が低下した場合は、セラミックスシートの交換を容易に行うことができる。また、非線形抵抗素子の電気的特性を変更したい場合も、電極板を交換することが容易に行うことができる。これにより、非線形抵抗素子の保守性の向上が図られる。

## 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の第1実施形態における非線形抵抗素子を示す説明図。  
[図2]本発明の第1実施形態において、ユニットエリアの配置パターンにしたがって電極板を配置した状態を示す説明図。  
[図3]本発明の第1実施形態において、交換用の電極板を例示する説明図。  
[図4]本発明の第2実施形態において、ユニットエリアの配置パターンにしたがって電極板を配置した状態を示す説明図。  
[図5]本発明の第3実施形態において、ユニットエリアの配置パターンにしたがって電極板を配置した状態を示す説明図。  
[図6]本発明の第4実施形態において、ユニットエリアの配置パターンにしたがって電極板を配置した状態を示す説明図。  
[図7]本発明の第5実施形態において、ユニットエリアの配置パターンにしたがって電極板を配置した状態を示す説明図。  
[図8]本発明の第6実施形態における非線形抵抗素子を示す説明図。

## 発明を実施するための形態

- [0019] (本発明の第1実施形態)

まずは、本発明に係る非線形抵抗素子の第1の実施形態について、図1及び図2を参照しながら説明する。

本発明の第1の実施形態の非線形抵抗素子1は、シート状に形成されたセラミックスシート2と、セラミックスシート2の一对の主面のそれぞれに分離可能な状態で配設された複数の電極板301～303と、電極板301～303のセラミックスシート2に接触する面とは反対側の面にそれぞれ配設された一对の絶縁性の押え板4とで構成されている。

- [0020] セラミックスシート2は、酸化亜鉛(ZnO)を主成分とするセラミックス焼結体から成る複数のセラミックスピース(又はセラミックスビーズ)21と、これらのセラミックスピース21のそれぞれを離間させた状態で支持する絶縁性素材から成る支持部材22とで構成されている。これらのセラミックスピース21は、絶縁性の支持部材22の表面から露出する面と、支持

部材 22 の裏面から露出する面を有している。また、これらのセラミックスペース 21 は、相互に離間して配置させた状態で支持部材 22 により支持されており、これらの個々のセラミックスペース 21 は、それぞれ独立した非線形抵抗素子（バリスタ、又は、コンデンサ兼用バリスタなど）として利用可能な複数のユニットエリア 23 を形成している。

[0021] なお、第 1 の実施形態では、セラミックスペース 21 は、セラミックシート 2 の主面に並行な方向について、それぞれを離間させた状態で支持されているが、同一のユニットエリア 23 内であれば、それぞれ当接させても良い。また、セラミックスペース 21 は、円形に限定されるものではなく、長方形、多角形などその他の角形、楕円形、球形又は楕円球形などであってもよい。

[0022] また、セラミックシート 2 は、以下の要領でもって製作される。まず、主成分である  $ZnO$  に、 $Bi_2O_3$  : 0.5 mol%、 $Sb_2O_3$  : 1.0 mol%、 $Co_2O_3$  : 0.5 mol%、 $MnO_2$  : 0.5 mol%、 $Cr_2O_3$  : 0.5 mol%、 $Al(NO_3) \cdot 9H_2O$  : 0.01 mol% を添加して溶剤および分散剤を加えて混合した後、バインダを加えてスラリーを製作しスプレードライヤーで粉体を作成する。その粉体を金型で成形し、直径 4.3 mm、厚み 1.2 mm の成形体を得る。その成形体を  $1100^\circ C$  で 2 時間焼成して厚み 1 mm で直径 3.6 mm の円形のセラミックスペース 21 を形成する。また、必要に応じてセラミックスペース 21 を熱処理する。

[0023] このようにして得られた複数のセラミックスペース 21 を、例えば、金型内に相互に離間して同一平面上に並べて、複数のセラミックスペース 21 の隙間に絶縁性樹脂を注入する射出成形法又はインサート成形法によってセラミックシート 2 を製作する。

[0024] なお、上記では、射出成形法又はインサート成形法によりセラミックシート 23 が製作されると説明しているが、セラミックシート 2 の製作方法はこれに限定されない。例えば、セラミックスペース 21 と流動性がある状態の絶縁性樹脂とを混練して押出す方法（ドクターブレード法や押出成形法

）、若しくは、セラミックスピース21と熱や紫外線等で硬化する樹脂とを型に嵌めて樹脂を硬化する方法により、セラミックスシート2を製作してもよい。

[0025] また、セラミックスピース21の材料組成としては、主成分である酸化亜鉛に $\text{Bi}_2\text{O}_3$ を添加した $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 系の非線形抵抗素子1に限らず、 $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 系、 $\text{BaTiO}_3$ 系、 $\text{SrTiO}_3$ 系、 $\text{TiO}_2$ 系、 $\text{SnO}_2$ 系や $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 系の非線形抵抗素子1であってもよい。また、上記実施形態では、セラミックスピース21が酸化亜鉛を主成分とする焼結体からなると説明しているが、例えば、チタン酸ストロンチウム、炭化ケイ素、酸化スズなどの非直線性の電気抵抗特性を有するセラミックスであれば良い。

[0026] また、セラミックスピース21を接着する支持部材22としては、難燃性、耐熱性や熱伝導性に優れた樹脂材料を用いることにより、熱的性質の向上や電気性能の改善を図ることができる。この樹脂材料そのものの選択だけに限らず、難燃性、耐熱性や熱伝導性を改善するための各種添加物を添加することも有効である。例えば、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ホウ素などの酸化物、非酸化物の添加や、熱伝導性粒子（金属あるいは非金属化合物を問わない）の表面を絶縁加工した粒子、場合によっては導電性粒子を絶縁性が低下しない範囲で微量添加するようにしてもよい。

[0027] 電極板301～303は、銅、黄銅やアルミなどの導電体からなる金属製の平坦な板材からなり、配線基板などと電氣的に接続するための端子部31が電極板301～303の本体部から一体的に延設されている。この端子部31を利用することにより、例えば、非線形抵抗素子が配線基板などへ実装が容易になる。

[0028] 図2において、二点鎖線で囲まれた領域は、セラミックスシート2の当該上側の主面に配設される電極板301～303を示している。また、図2において、破線で囲まれた領域は、実施例ごとに異なって定義されているユニットエリア23を示している。ここでは、図1に示されているセラミックスシート2の上側の主面におけるユニットエリア23の配置態様のみが示され

ている。

- [0029] 9行9列に配置されているセラミックスピース21のそれぞれが、9次の正方行列の要素  $\{a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 1 \sim 9)\}$  により区別されていると考える。
- [0030] 図2に示されている実施例によれば、セラミックスシート2の上側の主面には2つの電極板301及び302が配置され、下側の主面には1つの電極板303が配置される。当該上側の2つの電極板301及び302のそれぞれが当接するセラミックスピース21の組み合わせは、2つの群 ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 1 \sim 4)$ ) 及び ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 6 \sim 9)$ ) のそれぞれにより表される。
- [0031] すなわち、この場合、セラミックスシート2の上側の主面においては、セラミックスピース21の当該2つの群を包含する2つのユニットエリア23が定義される(図2破線参照)。一方、当該下側の電極板303は、全てセラミックスピース21の群 ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 1 \sim 9)$ ) となっている。
- [0032] 電極板301→セラミックスピース21の群 ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 1 \sim 4)$ ) →電極板303→セラミックスピース21の群 ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 6 \sim 9)$ ) →電極板302という一連の電気導通経路を構成する非線形抵抗素子1が得られる。
- [0033] また、電極板301及び302は、それぞれに相当するユニットエリア23の間に配置された、セラミックスピース21の群 ( $a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 5)$ ) が含まれる境界領域24に存在する絶縁性素材によって短絡が防止されている。これにより、セラミックスシート2の上側の主面に配設された電極板301及び302の間隔tの狭小化が図られる。
- [0034] なお、セラミックスシート2のセラミックスピース21と電極板301～303とは、導電性樹脂5を介在させて導通するようにしても良い。これにより、製造時に個々のセラミックスシート2の表面及び裏面に多少ギャップが発生しても、セラミックスピース21と電極板301～303を確実に導

通させることができる。

[0035] 導電性樹脂5は、セラミックスピース21又はセラミックスシート2の一方あるいは両方の面に銀粒子と熱可塑性樹脂を含む導電ペーストを塗布および乾燥させて形成される。導電性樹脂5の材料組成としては、導電粒子としての銀を含む常温硬化型導電性接着剤やそれ以外に熱硬化型の導電性接着剤を使用することが可能である。さらに、導電粒子としては銀以外にも、銅や金あるいはカーボン等を用いることが可能である。

[0036] 押え板4は、セラミックスシート2及び電極板301～303よりも大きい表面積を有する平板状に形成されている。また、押え板4の四隅には、セラミックスシート2及び電極板301～303が押え板の間に挟持された挟持状態と、押え板からセラミックスシート及び電極板が分離する分離状態とを切り換えるための雄ねじ部41（切換手段）を有している。この雄ねじ部41は、押え板4の一方に形成された雌ねじ部42に螺合される。すなわち、雄ねじ部41を締め付けることにより、セラミックスシート2及び電極板301～303が押え板4の間に挟持された状態で固定される。そして、雄ねじ部41を緩めることにより、押え板4からセラミックスシート2及び電極板301～303がそれぞれ分離される。

[0037] これにより、非線形抵抗素子1の電気的特性を変更したい場合、又は、セラミックスシート2の性能が低下した場合であっても、非線形抵抗素子本体のセラミックスシート2又は電極板301～303の交換が容易に行うことができるので、非線形抵抗素子の保守性の向上が図られる。

[0038] 例えば、避雷器やサージ吸収器の仕様用途によって、バリスタ電圧、エネルギー耐量等の電気的特性の変更が要求されることがある。このような場合、従来の電極板とセラミック焼結体（セラミックスシート）が半田付けされた非線形抵抗素子では、複数の非線形抵抗素子を用意しこれらを直列又は並列に接続して、バリスタ電圧、エネルギー耐量等を調整するという対策が考えられる。しかしながら、このような対策は、新たな複数の非線形抵抗素子を実装するスペースを確保し、場合によっては、配線基板の設計変更が必要

となるため、非線形抵抗素子の電気的特性を変更することが困難であった。

[0039] これに対し、本発明に係る第1実施形態の非線形抵抗素子1によれば、従来の非線形抵抗素子のように、セラミックスシート2及び電極板301～303が半田付け等により接合されていないため、セラミックスシート2と電極板301～303とを分離して取り替えることが可能となっている。このため、非線形抵抗素子1の電気的特性を容易に変更することができる。

[0040] 各電極板301～303と、当該各電極板301～303と当接するセラミックスピース21が含まれている各ユニットエリア23とのそれぞれの面積、形状及び配置態様のうち少なくとも1つが変更されることにより、複数のセラミックスピース21を構成要素とする単一のセラミックスシート2により、複数の異なる電気特性を有する非線形抵抗素子1が構成されうる。

[0041] 電気特性の異なる非線形抵抗素子1の構成の実施例について、図3を参照しながら説明する。図3(a)～(c)のそれぞれの右側において、破線で囲まれた領域は、実施例ごとに異なって定義されているユニットエリア23を示している。ここでは、図3(a)～(c)のそれぞれの左側に示されているセラミックスシート2の上側の主面におけるユニットエリア23の配置態様のみが示されている。また、図3(a)～(c)のそれぞれの右側において、二点鎖線で囲まれた領域は、セラミックスシート2の当該上側の主面に配設される電極板311～314を示している。

[0042] 9行9列に配置されているセラミックスピース21のそれぞれが、9次の正方行列の要素  $\{a_{ij} (i = 1 \sim 9, j = 1 \sim 9)\}$  により区別されていると考える。

[0043] 図3(a)左側に示されている実施例によれば、セラミックスシート2の上側の主面には3つの電極板311～313が配置され、下側の主面には2つの電極板314及び315が配置される。当該上側の3つの電極板311～313のそれぞれが当接するセラミックスピース21の組み合わせは、3つの群  $(a_{ij} (i = 1 \sim 4, j = 1 \sim 4))$ 、 $(a_{ij} (i = 1 \sim 4, j = 6 \sim 9))$  及び  $a_{ij} (i = 6 \sim 9, j = 1 \sim 9)$  のそれぞれにより表される。当該

下側の2つの電極板314及び315のそれぞれが当接するセラミックスペース21の組み合わせは、2つの群( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 9$ ,  $j=1\sim 4$ ))及び $a_{ij}$  ( $i=1\sim 9$ ,  $j=6\sim 9$ )のそれぞれである。

[0044] すなわち、この場合、セラミックシート2の上側の主面においては、セラミックスペース21の当該3つの群を包含する3つのユニットエリア23が定義される(図3(a)破線参照)。その一方、セラミックシート2の下側の主面においては、セラミックスペース21の当該2つの群のそれぞれを包含する2つのユニットエリア23が定義される。

[0045] 電極板311→セラミックスペース21の群( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 4$ ,  $j=1\sim 4$ ))→電極板314→セラミックスペース21の群( $a_{ij}$  ( $i=6\sim 9$ ,  $j=1\sim 4$ ))→電極板313→セラミックスペース21の群( $a_{ij}$  ( $i=6\sim 9$ ,  $j=6\sim 9$ ))→電極板315→セラミックスペース21の群( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 4$ ,  $j=6\sim 9$ ))→電極板312という一連の電気導通経路を構成する、バリスタ電圧の大きい非線形抵抗素子1が得られる。

[0046] また、電極板311及び312は、それぞれに相当するユニットエリア23の間に配置された、セラミックスペース21の群( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 4$ ,  $j=5$ ))が含まれる境界領域24に存在する絶縁性素材によって短絡が防止されている。電極板311及び313、312及び313、並びに314及び315も同様に短絡が防止されている。これにより、第1の実施形態と同様に、当該電極板の間隔 $t$ の狭小化が図られる。

[0047] また、図3(b)左側に示されている実施例によれば、セラミックシート2の上側の主面には4つの電極板321~324が配置され、下側の主面には2つの電極板325及び326が配置される。当該上側の4つの電極板321~324のそれぞれが当接するセラミックスペース21の組み合わせは、4つの群( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 4$ ,  $j=1\sim 4$ ))、( $a_{ij}$  ( $i=1\sim 4$ ,  $j=6\sim 9$ ))、( $a_{ij}$  ( $i=6\sim 9$ ,  $j=1\sim 4$ ))及び $a_{ij}$  ( $i=6\sim 9$ ,  $j=6\sim 9$ )のそれぞれにより表される。当該下側の2つの電極板325及び326のそれぞれが当接するセラミックスペース21の組み合わせは、2

つの群 ( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 4$ ,  $j = 1 \sim 9$ )) 及び  $a_{ij}$  ( $i = 6 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 9$ ) のそれぞれである。

[0048] すなわち、この場合、セラミックスシート 2 の上側の主面においては、セラミックスピース 2 1 の当該 4 つの群を包含する 4 つのユニットエリア 2 3 が定義される (図 3 (b) 破線参照)。その一方、セラミックスシート 2 の下側の主面においては、セラミックスピース 2 1 の当該 2 つの群のそれぞれを包含する 2 つのユニットエリア 2 3 が定義される。

[0049] 非線形抵抗素子 1 が、2 つの別個の非線形抵抗素子として構成される。すなわち、電極板 3 2 1 → セラミックスピース 2 1 の群 ( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 4$ ,  $j = 1 \sim 4$ )) → 電極板 3 2 5 → セラミックスピース 2 1 の群 ( $a_{ij}$  ( $i = 6 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ )) → 電極板 3 2 2 という一連の電気導通経路と、電極板 3 2 3 → セラミックスピース 2 1 の群 ( $a_{ij}$  ( $i = 6 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ )) → 電極板 3 2 6 → セラミックスピース 2 1 の群 ( $a_{ij}$  ( $i = 6 \sim 9$ ,  $j = 6 \sim 9$ )) → 電極板 3 2 4 という一連の電気導通経路とのそれぞれにより構成される 2 つの非線形抵抗素子が構成される。

[0050] また、電極板 3 2 1 及び 3 2 2 は、それぞれに相当するユニットエリア 2 3 の間に配置された、セラミックスピース 2 1 の群 ( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 4$ ,  $j = 5$ )) が含まれる境界領域 2 4 に存在する絶縁性素材によって短絡が防止されている。電極板 3 2 1 及び 3 2 3、3 2 2 及び 3 2 4、3 2 3 及び 3 2 4、並びに 3 2 5 及び 3 2 6 も同様に短絡が防止されている。これにより、第 1 の実施形態と同様に、当該電極板の間隔  $t$  の狭小化が図られる。

また、図 3 (c) 左側に示されている実施例によれば、セラミックスシート 2 の上側の主面には 2 つの電極板 3 3 1 及び 3 3 2 が配置され、下側の主面には 2 つの電極板 3 3 3 及び 3 3 4 が配置される。当該上側の 2 つの電極板 3 3 1 及び 3 3 2 のそれぞれが当接するセラミックスピース 2 1 の組み合わせは、2 つの群 ( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ )) 及び  $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 6 \sim 9$ ) のそれぞれにより表される。当該下側の 2 つの電極板 3 3 3 及び 3 3 4 のそれぞれが当接するセラミックスピース 2 1 の組み合わせは、2

つの群 ( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ )) 及び  $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 6 \sim 9$ ) のそれぞれである。

[0051] すなわち、この場合、セラミックスシート2の上側の主面においては、セラミックスピース21の当該2つの群を包含する2つのユニットエリア23が定義される(図3(c)破線参照)。その一方、セラミックスシート2の下側の主面においては、セラミックスピース21の当該2つの群のそれぞれを包含する2つのユニットエリア23が定義される。

[0052] 非線形抵抗素子1が、2つの別個の非線形抵抗素子として構成される。すなわち、電極板331→セラミックスピース21の群( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ ))→電極板333という一連の電気導通経路と、電極板332→セラミックスピース21の群( $a_{ij}$  ( $i = 6 \sim 9$ ,  $j = 1 \sim 4$ ))→電極板334という一連の電気導通経路とのそれぞれにより構成される2つの非線形抵抗素子が構成される。

[0053] また、電極板331及び332は、それぞれに相当するユニットエリア23の間に配置された、セラミックスピース21の群( $a_{ij}$  ( $i = 1 \sim 9$ ,  $j = 5$ ))が含まれる境界領域24に存在する絶縁性素材によって短絡が防止されている。電極板333及び334も同様に短絡が防止されている。これにより、第1の実施形態と同様に、当該電極板の間隔 $t$ の狭小化が図られる。

[0054] また、押え板4には、セラミックスシート2及び電極板301~303の本体部が嵌めこまれる受け部43と、電極板301~303の端子部31が押え板4の外側へ案内される案内溝44とが形成されている。これにより、セラミックスシート2及び電極板301~303を押え板4の間に挟みこむ際に、セラミックスシート2及び電極板301~303が所定位置に位置決めされるため、非線形抵抗素子1の組立作業が容易になる。

[0055] さらに、押え板4は、アクリル樹脂等の透明部材から成ることが望ましい。これにより、非線形抵抗素子1を分解せずに組み立てられた状態で、使用中のセラミックスシート2及び電極板301~303の大きさ、形状等を確認することができる。

[0056] なお、セラミックスシート2及び電極板301～303の挟持状態と分離状態とを切り換える切換手段は、雄ねじ部41及び雌ねじ部42に限定されない。例えば、押え板4の両端をクリップのようなもので挟んで、セラミックスシート2及び電極板301～303の挟持状態を固定しても良い。また、いわゆるスナップフィットのように、一方の押え板に爪部を設け、材料の弾性を利用して他方の押え板を引っ掛けて固定しても良い。

[0057] (本発明の他の実施形態)

次に、本発明に係る非線形抵抗素子の第2から5の実施形態について、図4から図7を参照しながら、以下に詳述する。

[0058] なお、図1及び2に示した構成と同様の構成については同一の符号を付して説明を省略する。第2から5の実施形態における非線形抵抗素子1は、上記第1実施形態におけるユニットエリア23に配置されたセラミックスペース21の構成のみが相違する。

[0059] 本発明の第2の実施形態におけるセラミックスペース21は、図4に示すように、円柱状に形成され、絶縁性の支持部材22の表面から露出する面211と、支持部材22の裏面から露出する面212を有している。そして、ユニットエリア23は、一のユニットエリア23に対し複数のセラミックスペース21から成り、これらのセラミックスペース21が互いに導通可能に当接されている。

[0060] 本発明の第3の実施形態におけるセラミックスペース21は、図5に示すように、平板状に形成され、絶縁性の支持部材22の表面から露出する面211と、支持部材22の裏面から露出する面212を有している。そして、ユニットエリア23は、一のユニットエリア23に対し一のセラミックスペース21から成り、ユニットエリア23は二箇所のみとなっている。

[0061] 本発明の第4の実施形態におけるセラミックスペース21は、図6に示すように、球状に形成され、セラミックスシート2の水平方向及び厚み方向にそれぞれ相互に当接する複数のセラミックピース群213を構成している。これらのセラミックスペース群213は、セラミックスシートの厚み方向に

貫通する複数の導通経路をそれぞれ構成し、これらの導通経路は、支持部材 2 2 の表面から部分的に突出する面 2 1 1 と、支持部材 2 2 の裏面から部分的に突出する面 2 1 2 を有している。そして、ユニットエリア 2 3 は、一のユニットエリア 2 3 に対し複数のセラミックピース群 2 1 3 から成り、セラミックスシート 2 の同一平面上に絶縁性の支持部材 2 2 を介して相互に離間して並べられている。

[0062] 本発明の第 5 の実施形態におけるセラミックスペース 2 1 は、図 7 に示すように、球状に形成され、絶縁性の支持部材 2 2 の表面から突出する面 2 1 1 と、支持部材 2 2 の裏面から突出する面 2 1 2 を有している。そして、ユニットエリア 2 3 は、一のユニットエリア 2 3 に対し複数のセラミックスペース 2 1 から成り、セラミックスシート 2 の同一平面上に絶縁性の支持部材 2 2 を介して相互に離間して並べられている。

[0063] また、本発明の第 5 の実施形態における支持部材 2 2 は、難燃性、耐熱性や熱伝導性に加えて、弾性的に撓み得る可撓性に優れた絶縁性樹脂から構成されている。例えば、ウレタン系エラストマーやオレフィン系エラストマーなどの合成樹脂から成るものであることが望ましい。

[0064] これにより、本発明の第 5 の実施形態におけるセラミックスシート 2 は、支持部材 2 2 の弾性力によって撓ませることができるので、図 7 に示すように、電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 が大きく湾曲するように形成されていても、この電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 の表面に沿うように変形させ、セラミックスペース 2 1 の突出部分を当該電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 に対して確実に当接させることができる。

[0065] これらの図 5 から 7 に示す第 2 から 5 の実施形態は、何れも、ユニットエリア 2 3 が絶縁性の支持部材 2 2 から成る境界領域 2 4 によって区分されている。このため、複数の電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 が複数のユニットエリア 2 3 の配置パターンにしたがって同一平面上に配設された場合、これらの電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 の短絡が防止され、第 1 の実施形態と同様に、これらの電極板 3 0 1 ~ 3 0 3 の間隔  $t$  の狭小化が図られる。

[0066] また、これらの図5から7に示す第2から5の実施形態は、第1実施形態と同様に、押え板4によっては、セラミックスシート2と電極板301～303とを分離して取り外すことが可能となっている。

これにより、非線形抵抗素子1の電気的特性を変更したい場合、又は、セラミックスシート2の性能が低下した場合であっても、非線形抵抗素子本体のセラミックスシート2又は電極板301～303の交換が容易に行うことが可能となっている。例えば、セラミックスシート3が故障等した場合、新しいセラミックスシート2を取り替えても良く、他の実施形態に示す形態が異なるセラミックスシート2に取り替えても良い。また、従来のように一体的に焼成されたセラミック焼結体から成るセラミックスシート2に取り替えても良く、このような場合であっても、図8に示す第6の実施形態のように、電極板301～303の単端子と多端子の交換等が容易に行えるので、非線形抵抗素子1の変更及び組み立てが容易に行えるという本発明の効果を得ることができる。

[0067] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、図1から7に示す上記第1から5の実施形態では、セラミックスピース21が規則的に配置されているが、不規則的に配置されていてもよい。セラミックスシート2の形状は、矩形状に限らず、円形状等、その用途に合わせて任意に変更されうる。

### 符号の説明

[0068] 1…非線形抵抗素子1、2…セラミックスシート、21…セラミックスピース、23…ユニットエリア、24…境界領域、301～303…電極板、4…押え板。

## 請求の範囲

[請求項1] セラミックス焼結体から成る複数のセラミックスピースと、複数の前記セラミックスピースのそれぞれを支持する絶縁性素材から成るシート状の支持部材とで構成されたセラミックスシートを少なくとも備え、

一又は複数の前記セラミックスピースが前記セラミックスシートをその厚み方向に貫通する複数の導通経路のそれぞれを構成し、かつ、前記導通経路の両端を構成する前記セラミックスピースが前記支持部材から部分的に露出している非線形抵抗素子であって、

複数の前記セラミックスピースが、相互に離間している複数のユニットエリアのそれぞれに区分されて配置されている状態で、複数の前記セラミックスピースのそれぞれが前記支持部材により支持されていることを特徴とする非線形抵抗素子。

[請求項2] 請求項1記載の非線形抵抗素子において、

前記セラミックスシートの一対の主面のうち一方又は両方において、複数の前記ユニットエリアのそれぞれに配置されている単一又は複数の前記セラミックスピースと電氣的に導通し、かつ、前記支持部材のうち異なる前記ユニットエリア間の境界領域を挟んで相互に離間している状態で配設される複数の電極板を備えていることを特徴とする非線形抵抗素子。

[請求項3] 請求項2記載の非線形抵抗素子において、前記セラミックスシートの一対の主面のそれぞれに前記電極板が配設されているものにおいて、

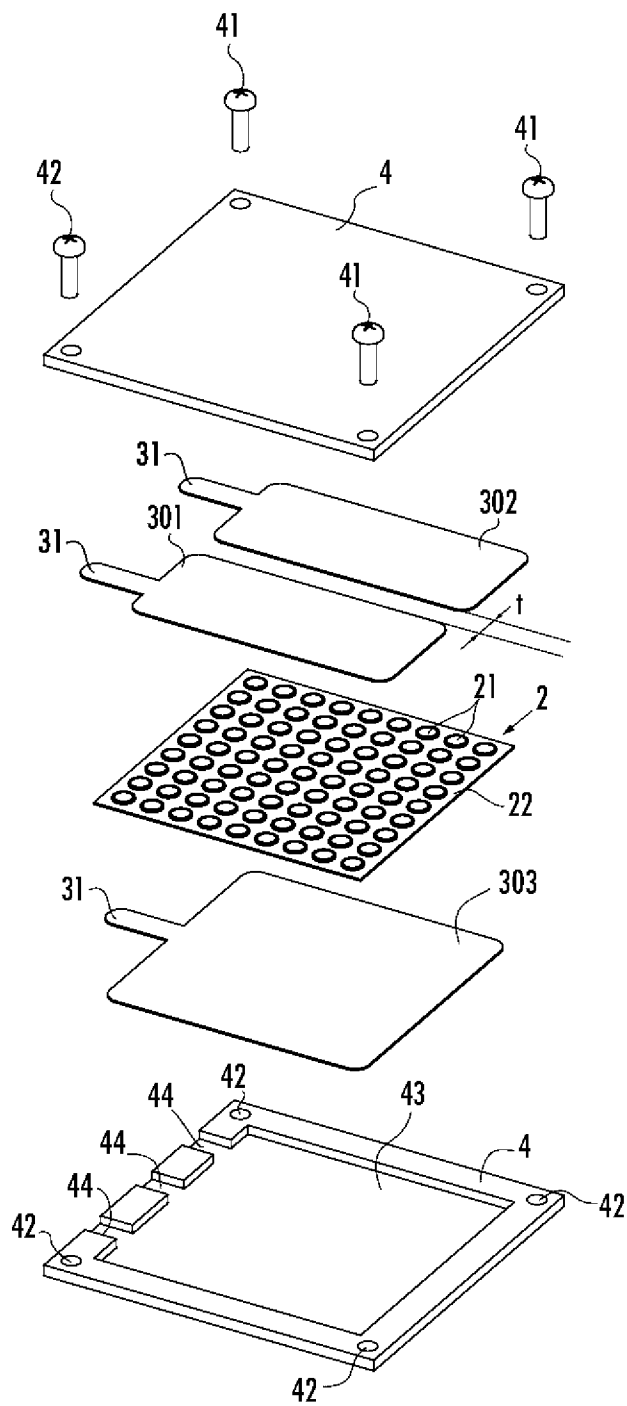
前記電極板の前記セラミックスシートに接触する面とは反対側の面にそれぞれ配設される一対の絶縁性の押え板と

複数の前記電極板がそれぞれ対応する複数の前記ユニットエリアに配置されたセラミックスピースと電氣的に導通し、かつ、前記セラミックスシートとその一対の主面のそれぞれに当接する一対の前記電極

板と前記押え板の間に挟持されている挟持状態と、前記押え板から前記セラミックシートとその一对の主面のそれぞれに当接する一对の前記電極板とが分離する分離状態とを切り換える切換手段とを備えることを特徴とする非線形抵抗素子。

[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2(a)

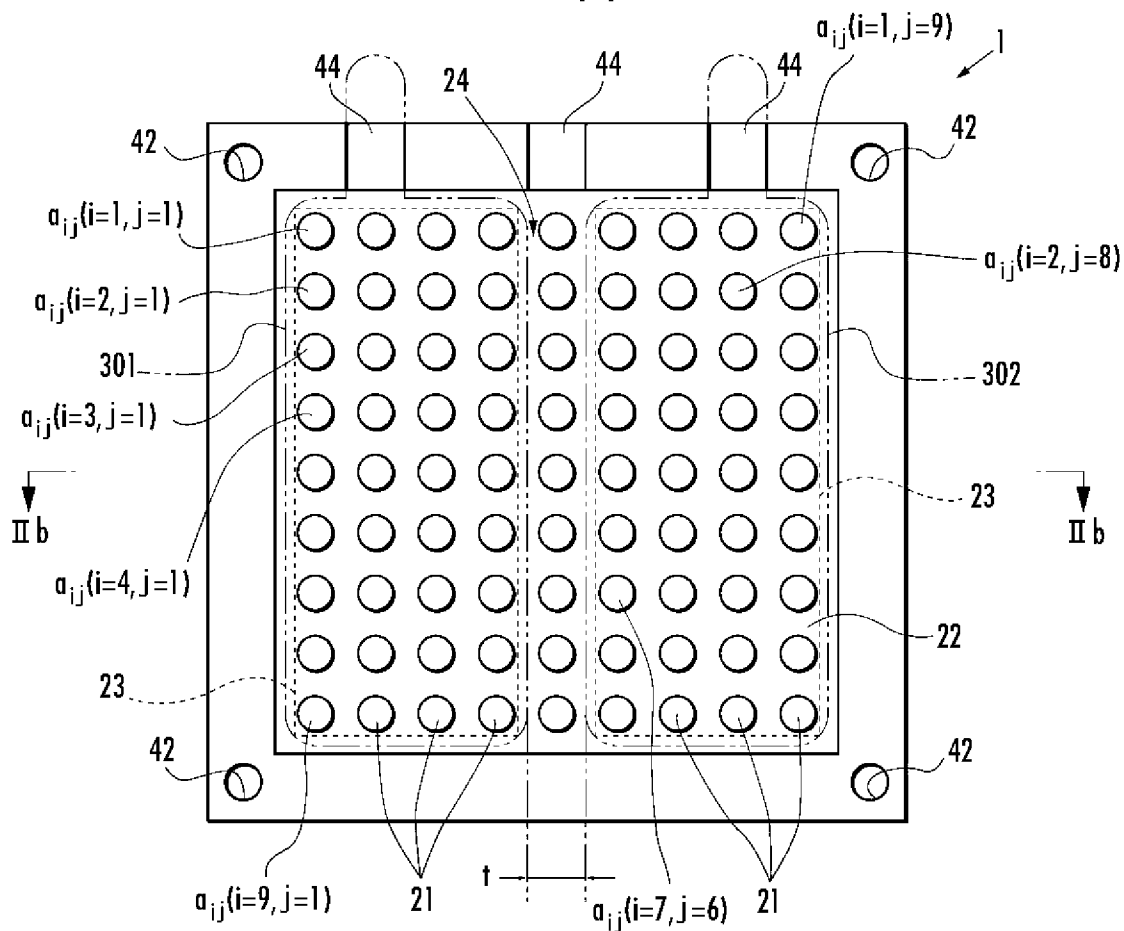
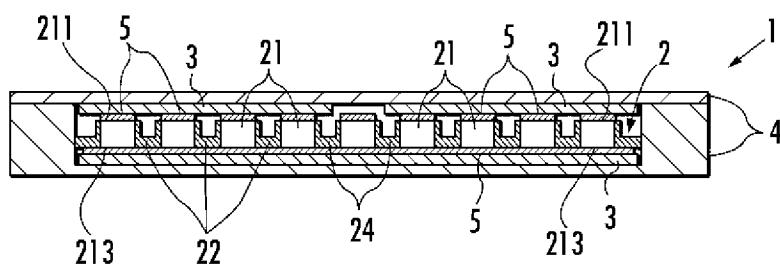


FIG.2(b)





[図4]

FIG.4(a)

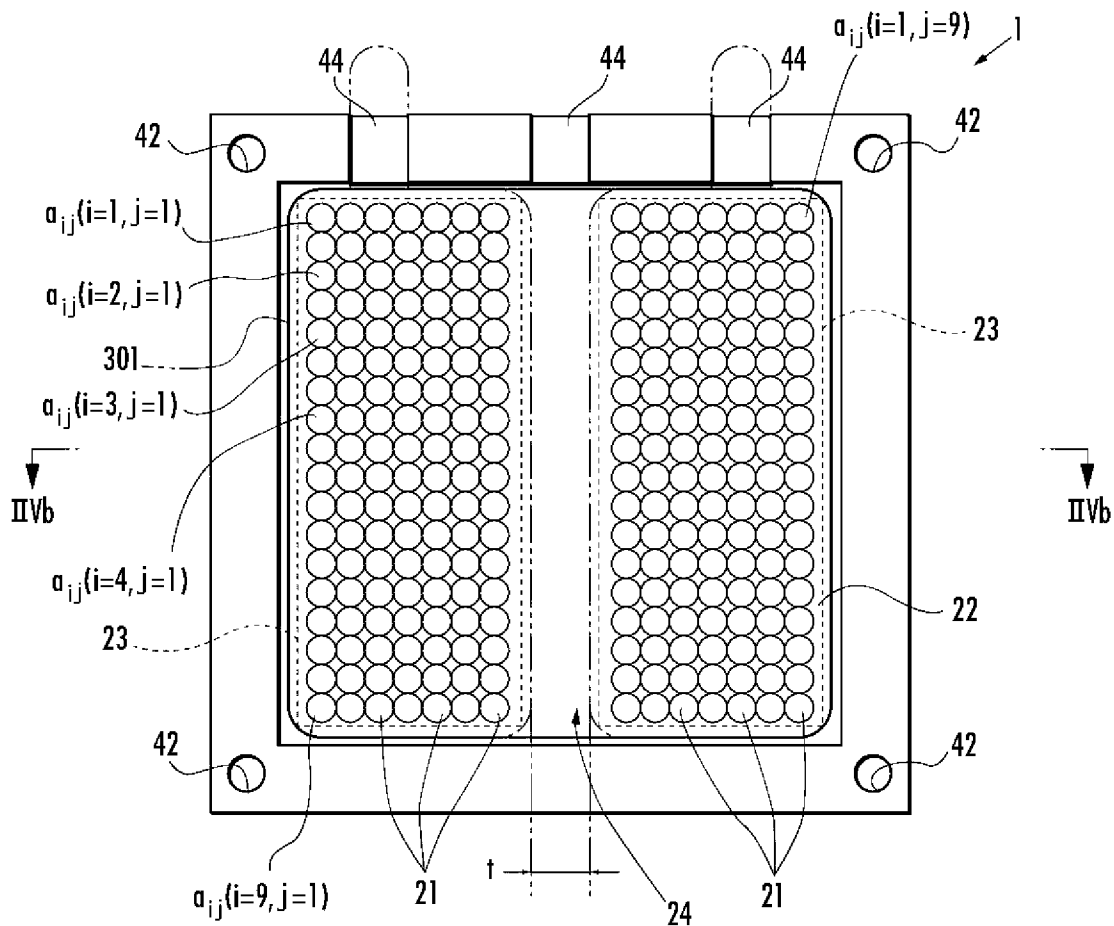
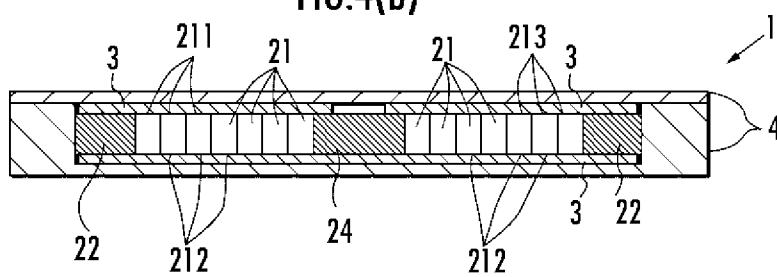


FIG.4(b)



[図5]

FIG.5(a)

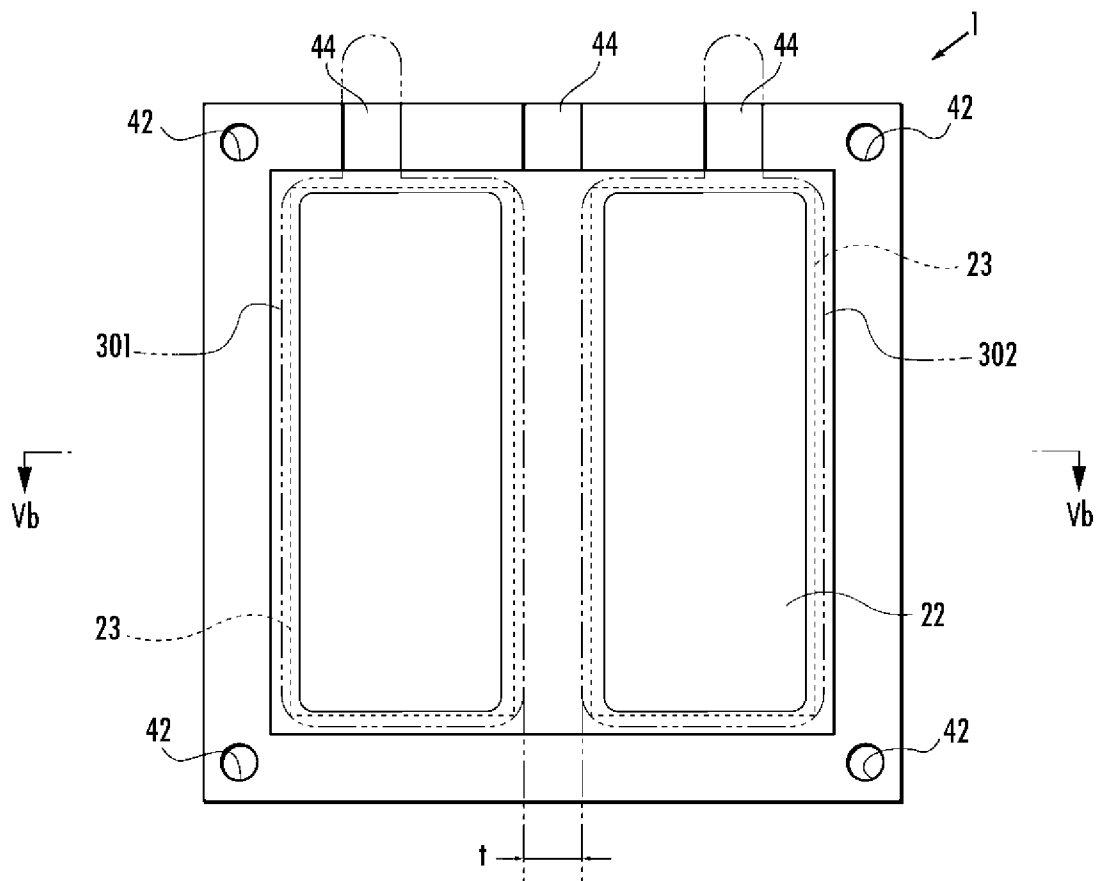
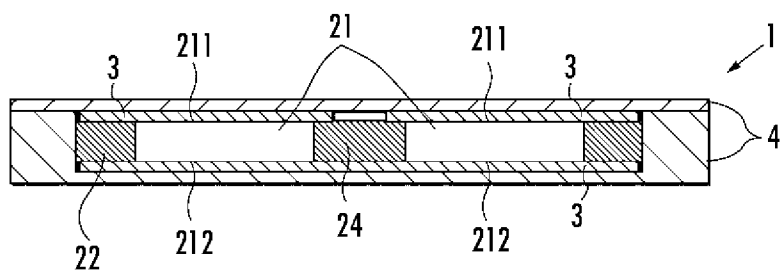


FIG.5(b)



[図6]

FIG.6(a)

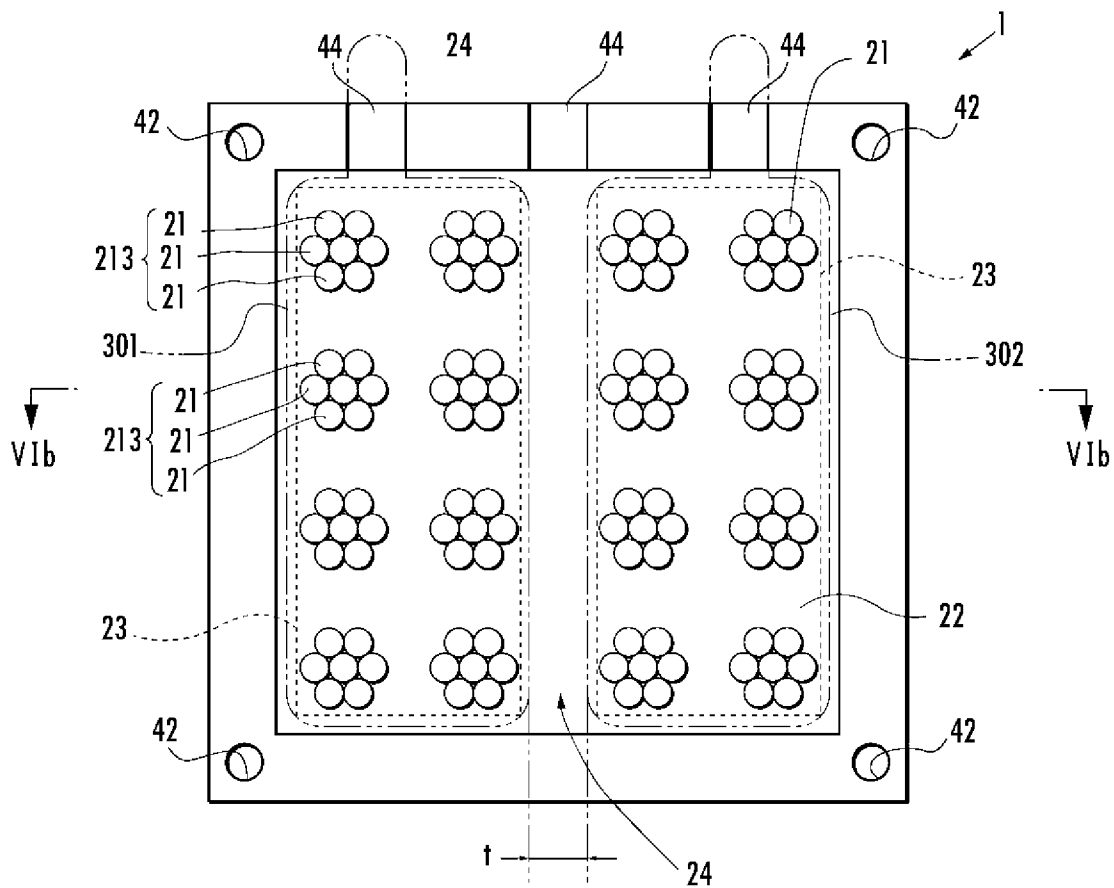
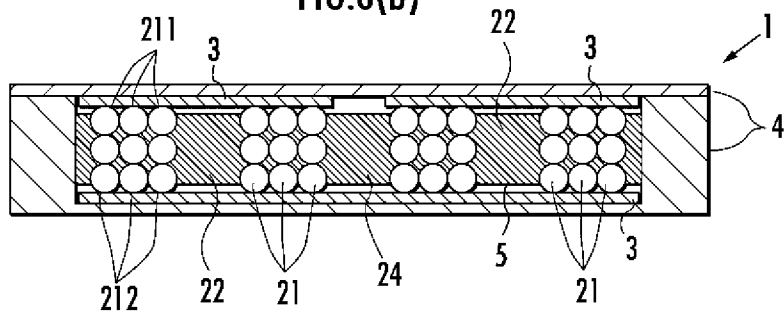


FIG.6(b)



[図7]

FIG.7

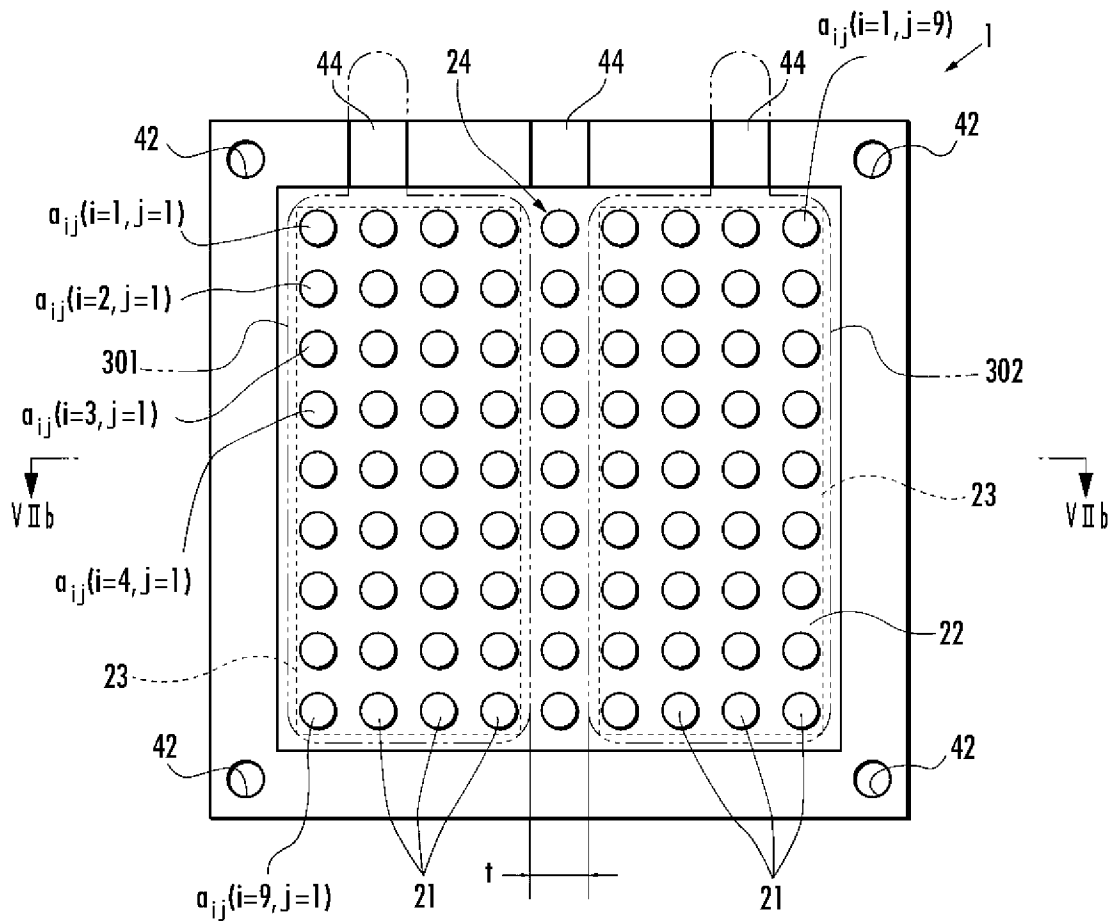
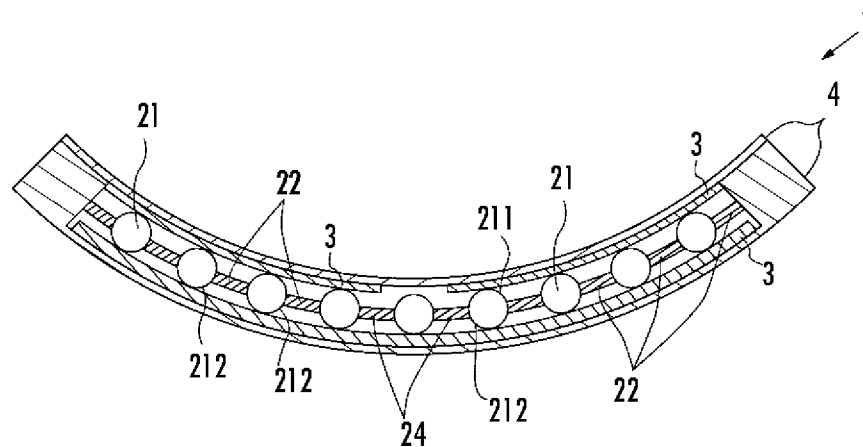
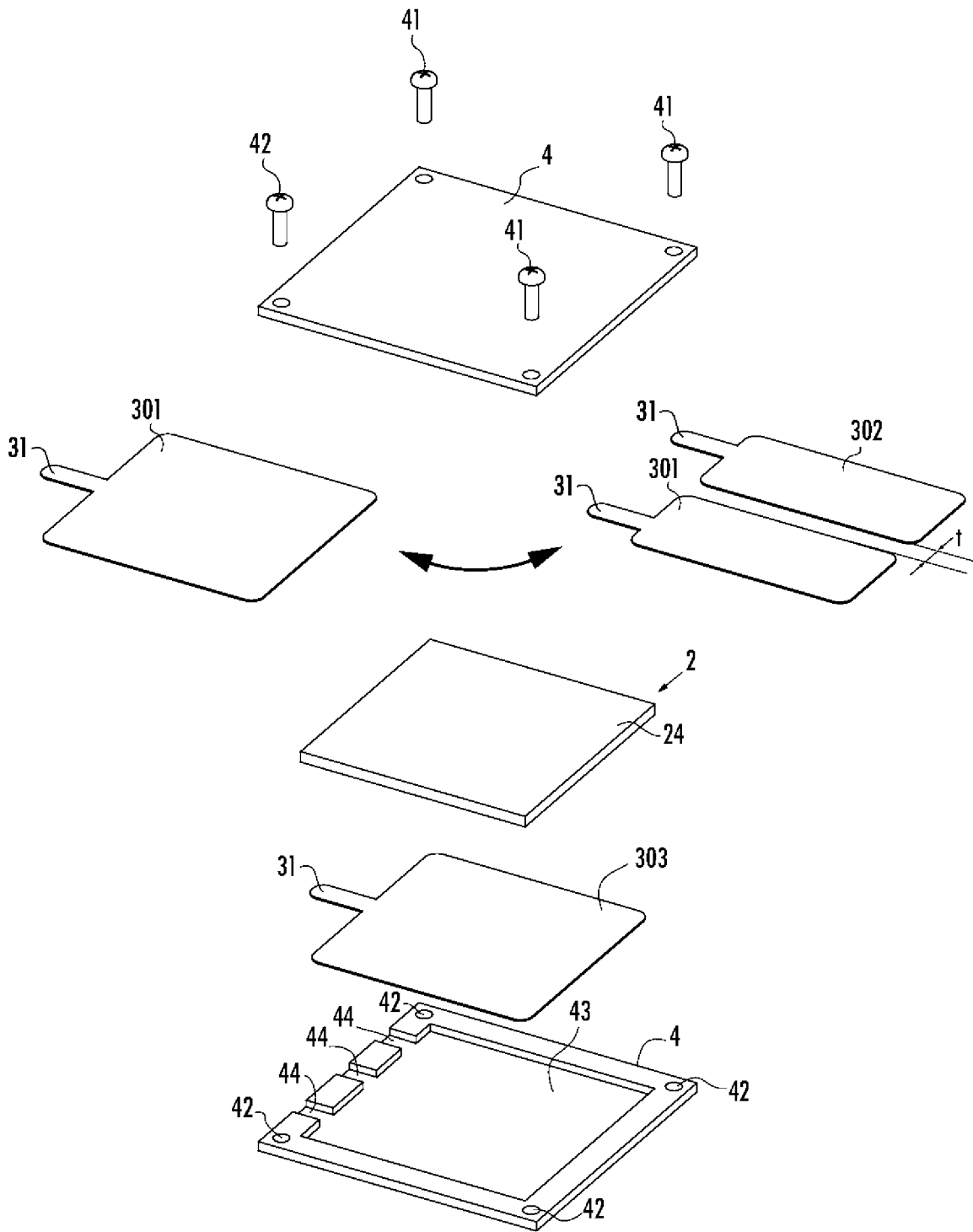


FIG.7(b)



[図8]

FIG. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059245

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01C7/10(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)

H01C7/10-7/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 02-062005 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 01 March 1990 (01.03.1990), page 2, upper right column, line 15 to lower right column, line 15 (Family: none)	1-3
A	JP 2008-218749 A (Toshiba Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), paragraphs [0015] to [0018] & US 2010/0136337 A1 & EP 2124233 A1 & CN 101627448 A	1-3

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 May, 2013 (22.05.13)Date of mailing of the international search report  
04 June, 2013 (04.06.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059245

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 60-211801 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 October 1985 (24.10.1985), page 2, upper left column, line 6 to upper right column, line 3 (Family: none)	2-3
A	JP 2004-006519 A (Otowa Electric Co., Ltd.), 08 January 2004 (08.01.2004), paragraphs [0014] to [0020] (Family: none)	2-3
P,A	WO 2012/046765 A1 (Otowa Electric Co., Ltd.), 12 April 2012 (12.04.2012), paragraphs [0032] to [0034] (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01C7/10(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 (IPC))  
 Int.Cl. H01C7/10-7/12

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 1971-2013年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 02-062005 A (松下電器産業株式会社) 1990. 03. 01, 第2ページ右上欄第15行-右下欄第15行 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2008-218749 A (株式会社東芝) 2008. 09. 18, 段落【0015】-【0018】 & US 2010/0136337 A1 & EP 2124233 A1 & CN 101627448 A	1-3
A	JP 60-211801 A (松下電器産業株式会社) 1985. 10. 24, 第2ページ左上欄第6行-右上欄第3行 (ファミリーなし)	2-3

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.05.2013	国際調査報告の発送日 04.06.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 小林 大介	5 D	9 8 4 8
	電話番号 03-3581-1101 内線 3551		

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 2004-006519 A (音羽電機工業株式会社) 2004. 01. 08, 段落【0014】 - 【0020】 (ファミリーなし)	2 - 3
P A	WO 2012/046765 A1 (音羽電機工業株式会社) 2012. 04. 12, 段落【0032】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1 - 3