

(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  
2015年7月16日(16.07.2015)

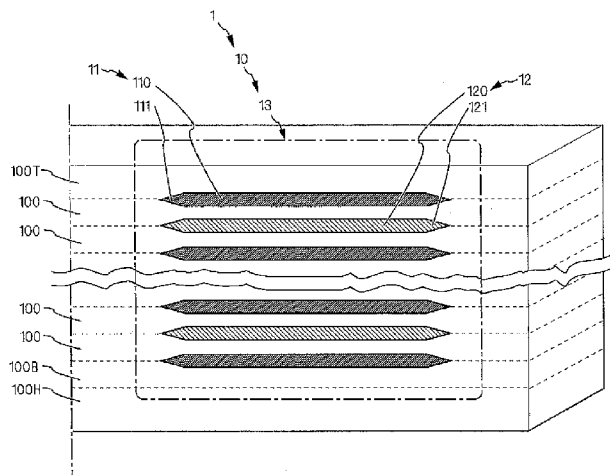


(10) 国際公開番号  
WO 2015/105182 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 15/06 (2006.01) G01N 27/04 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050508
  - (22) 国際出願日: 2015年1月9日(09.01.2015)
  - (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 2014-002882 2014年1月10日(10.01.2014) JP
  - (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
  - (72) 発明者: 小池 和彦(KOIKE, Kazuhiko); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 今川 弘勝(IMAGAWA, Hirokatsu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
  - (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町18番地4 MY K四ツ谷 2階 よつや国際特許事務所 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PARTICULATE SUBSTANCE DETECTION ELEMENT, PARTICULATE SUBSTANCE DETECTION SENSOR, AND METHOD FOR MANUFACTURING PARTICULATE SUBSTANCE DETECTION ELEMENT

(54) 発明の名称: 粒子状物質検出素子、粒子状物質検出センサ並びに粒子状物質検出素子の製造方法



(57) Abstract: Provided is a particulate substance detection element (10) that detects a particulate substance in a gas being measured, and that comprises: plate-shaped conductor layers (11, 12); a plate-shaped insulating layer (100); a layered structure in which the conductor layers (11, 12) and the insulating layer (100) are layered in alternation; and a detection section (13) in which the conductor layers (11, 12) in a cross-section of the layered structure are used as a pair of detection electrodes with differing polarities. The conductor layers (11, 12) have a constant film thickness and are provided with conductor layer planar sections (110, 120) having strip-shaped cross-sections and conductor layer end edge sections (111, 121) having triangular cross-sections on either end of the conductor layer planar sections.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/105182 A1

---

被測定ガス中の粒子状物質を検出するための粒子状物質検出素子（10）であって、平板状の導体層（11、12）と、平板状の絶縁層（100）と、前記導体層（11、12）と前記絶縁層（100）を交互に積み重ねた積層構造と、前記積層構造の断面における前記導体層（11、12）を極性の異なる一対の検出電極とした検出部（13）を有する。前記導体層（11、12）は、一定膜厚を有し、断面短冊形状の導体層平面部（110、120）と、該導体層平面部の両側に、先細りとなる断面三角形形状の導体層端縁部（111、121）を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

粒子状物質検出素子、粒子状物質検出センサ並びに粒子状物質検出素子の製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、例えば、車両用内燃機関の排気浄化システムに好適に利用されて、被測定ガスとなる排出ガス中に存在する粒子状物質を検出する粒子状物質検出素子、粒子状物質検出センサ並びに粒子状物質検出素子の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、種々の被測定ガス中の粒子状物質を検出する粒子状物質検出センサが提案されている。粒子状物質検出センサは絶縁性を有する基板の表面に、一对の電極を形成して、粒子状物質が導電性を有することを利用して、一对の電極間に粒子状物質が堆積することで生じる抵抗値、静電容量等の電気特性の変化から内燃機関の燃焼排気等の被測定ガス中の粒子状物質を検出する。

[0003] 例えば、特表2008-502892号公報では、アルミナセラミックス等の絶縁基板上に一对の楕形電極が形成されたセンサエレメントが開示されている。

上記特許文献のセンサエレメントでは、電源部から一对の電極間に電圧を印加して、相互に噛み合う楕形電極間の空間に不均一な電界を形成して、センサエレメントを通過する排気中に含まれる煤粒子を電極に引き寄せて堆積させ、この時の電極間抵抗を検出することで煤堆積量を測定することができる。

[0004] 一方、特開昭60-196659号公報では従来の厚膜印刷では困難であった電極間の距離を50 $\mu$ m以下に精度良く形成すべく、厚膜印刷及びグリーンシートにより導体層と絶縁層とを交互に積み重ねて積層構造とし、この

断面を用い導体層を電極とするセンサ用抵抗測定電極が開示され、電極間の距離を絶縁層の膜厚によって決定される10 $\mu$ m程度まで小さくできることが開示されている。

特許文献1：特表2008-502892号公報

特許文献2：特開昭60-196659号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところが、特表2008-502892号公報にあるような導体層と絶縁層とを交互に積み重ねて積層構造とし、その断面に露出させた導体層を一对の電極として用いて、特表2008-502892号公報にあるように、電極間に電圧を印加して電界を形成して粒子状物質を電極間に堆積させようとした場合、電極端部の角部に電荷の集中が起こる。

このため、電界強度の高い電極端部付近への局所的な粒子状物質の堆積が起こり易くなり、不感質量の個体差が拡大され検出精度の低下を招くおそれがあることが判明した。

[0006] そこで、本開示は、かかる実情に鑑み、平板状の導体層と平板状の絶縁層とを交互に積み重ねて積層構造とし、その断面に露出させた導体層を一对の電極として検出部を構成した粒子状物質検出素子において、電極層端部の形状を特徴的な形状とし、電極層端部への電界集中を抑制した粒子状物質検出素子を提供すると共に、当該粒子状物質検出素子を用いて、一对の電極間に高電圧を作用させて電界を形成して粒子状物質の捕集を行うとともに、電極間に堆積する粒子状物質の堆積量によって変化する電気特性を検出して被測定ガス中の粒子状物質を高い精度で検出する粒子状物質検出センサと、電極端部への電荷の集中を抑制して、高い検出精度の実現を可能とする粒子状物質検出素子の製造方法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

[0007] 本開示の粒子状物質検出素子（10、10a、10c、10d、10f）は、平板状の導体層（11、11a、11c、11d、11f、12、12

a、12c、12d、12f)と平板状の絶縁層(100、100a、100c、100c、100d、100f)とを交互に積み重ねた積層構造を有し、この断面を用いて、前記導体層を極性の異なる一对の検出電極とした検出部(13、13a、13c、13d、13f)を構成する。そして、該検出部に堆積する粒子状物質の量によって変化する電気的特性を計測して被測定ガス中の粒子状物質を検出するために用いられる。該粒子状物質検出素子は、前記導体層が、一定膜厚を有し、断面短冊形状の導体層平面部(110、110a、110c、110d、110f、120、120a、120c、120d、120f)と、該導体層平面部の両側に、先細りとなる断面三角形形状の導体層端縁部(111、111a、111c、111d、111f、121、121a、121c、121d、121f)を具備することを特徴とする。

また、本開示は、前記導体層が、一定膜厚を有し、断面短冊形状の導体層平面部(110b、110e、110g、120b、120e、120g)と、該導体層平面部の両側に、滑らかに湾曲する断面円弧形状の導体層端縁部(111b、111e、111g、121b、121e、121g)を具備しても良い。

### 発明の効果

[0008] 本開示によれば、前記導体層端縁部での電界集中が抑制され、また、電界集中部への局所的な粒子状物質の堆積による不感質量の変動が抑制される。したがって、安定した検出精度の粒子状物質検出素子を実現することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] 添付図面において：

[図1A]本開示の第1実施形態における粒子状物質検出センサ1の全体概要を示す構成図

[図1B]図1Aの粒子状物質検出センサ1に用いられる粒子状物質検出素子10の主要部である検出部13の拡大斜視図

[図1C]図1Aの粒子状物質検出センサ1に用いられる粒子状物質検出素子10の内部構造の一例を示す展開斜視図

[図2A]比較例1として示す電極層端面が四角形状の従来の粒子状物質検出素子10zの主要部の拡大図

[図2B]本開示の実施例1として示す電極層端面が鈍角三角形形状の粒子状物質検出素子10の主要部の拡大図

[図2C]本開示の実施例2として示す電極層端面が鋭角三角形形状の粒子状物質検出素子10aの要部拡大図

[図2D]本開示の実施例3として示す電極層端面が円弧形状の粒子状物質検出素子10bの主要部の拡大図

[図3A]比較例2として示す電極層端面が四角形状で、かつ、端面の位置が一定でない従来の粒子状物質検出素子10yの主要部の拡大図

[図3B]本開示の実施例4として示す電極層端面が鈍角三角形形状で、かつ、端面の位置が一定でない粒子状物質検出素子10cの主要部の拡大図

[図3C]本開示の実施例5として示す電極層端面が鋭角三角形形状で、かつ、端面の位置が一定でない粒子状物質検出素子10dの主要部の拡大図

[図3D]本開示の実施例6として示す電極層端面が円弧形状で、かつ、端面の位置が粒子状物質検出素子10eの主要部の拡大図

[図4A]比較例1における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図4B]実施例1における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図4C]実施例2における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図4D]実施例3における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図5A]比較例2における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図5B]実施例4における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図5C]実施例5における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図5D]実施例6における検出部平面の電界強度分布を示す模式図

[図6]実施例7における検出部13fの概要を示す要部拡大斜視図

[図7A]比較例1と共に実施例1のセンサ出力の変化を示す特性図

[図7B]複数の比較例と共に本開示の不感質量のバラツキ低減に対する効果を示す特性図

[図8A]比較例1の製造工程の概要を示す模式図

[図8B]比較例3の製造工程の概要を示す模式図

[図8C]本開示の実施例1の製造工程の概要を示す模式図

[図8D]本開示の実施例2の製造工程の概要を示す模式図

[図9A]本開示の粒子状物質検出素子の製造において用いられる厚膜印刷用スクリーンの概要を示す平面図

[図9B]図9A中B-Bに沿った断面図と対応する導体層を形成した絶縁層層の断面図及び平面図

[図10]本開示に用いられる厚膜印刷用スクリーンの変形例を示す平面図

### 発明を実施するための形態

[0010] 図1A、図1B、図1Cを参照して、本開示の第1実施形態における粒子状物質検出センサ1並びに本開示の主要部である粒子状物質検出素子10の概要について説明する。

本開示の粒子状物質検出センサ1（以下、センサ1と称する。）は、例えば、内燃機関の燃焼排気を被測定ガスとし、被測定ガス中に配設される検出部13を設けた粒子状物質検出素子10（以下、素子10と略す。）と、素子10に所定の電圧を印加する電源2と、素子10に流れる電流、電圧の変化、インピーダンスの変化等の電気的特性を計測して、被測定ガス中の粒子状物質の検出を行う測定部3とによって構成されている。

[0011] 素子10の検出部13に堆積する粒子状物質の量によって変化する電気的特性を測定部3によって計測して被測定ガス中の粒子状物質を検出することができる。

なお、以下の説明において、素子10の検出部13が設けられ被測定ガスに晒される側を先端側、電源部2、及び、測定部3に接続される側を基端側と称する。

[0012] センサ1は、DPF（Diesel Particulate Filter）の下流に設置されて

、DPFの異常の検出に利用することができる。あるいは、DPFの上流に設置されて、DPFに流入する粒子状物質PMを直接検出するシステムに利用することもできる。

なお、実際に被測定ガス流路に配設する際には、素子10を固定するために、図示しないハウジングや検出部13を保護するカバー体など一般的に粒子状物質検出センサとして用いられる公知の構成を適宜採用することができる。

[0013] 図1Bを参照して、本開示の主要部である素子10の特徴について詳述する。

素子10は、平板状の導体層11、12と平板状の絶縁層100とを交互に積み重ねた積層構造を有している。

素子10は、その断面を用いて、導体層11、12を極性の異なる一对の検出電極とした検出部13を構成している。

[0014] 図1Bに示すように、検出部13は、絶縁層100を介して一对に導体層11、12の断面が交互に並んで構成されている。

本実施形態においては、導体層11、12が、一定の膜厚を有し、断面が短冊形状の導体層平面部110、120（以下、平面部110、120と略す。）と、導体層平面部110、120の両側に、先細りとなる断面が三角形形状の導体層端縁部111、121（以下、端縁部111、121と略す。）を具備することを特徴としている。

本開示は、導体層11、12の両端縁に断面を三角形形状に形成した導体層端縁部111、121を設けることで、導体層11、12の端縁における電界集中を抑制して、電界集中部（即ち、電界が集中する部分）への局所的な粒子状物質の堆積を防止し、検出精度の向上、安定化を図るものである。

[0015] 導体層11、12には、公知の導電性材を適宜用いることができる。例えば、アルミニウム、金、白金、タングステン等の金属材料、若しくは、酸化ルテニウム等の金属酸化物材料、又は、LNF（ $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ ）、LSN（ $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ ）、LSM（ $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ）

$-\delta$ )、LSC ( $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$ )、LCC ( $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{CrO}_{3-\delta}$ )、LSCN ( $\text{La}_{0.85}\text{Sr}_{0.15}\text{Cr}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_{3-\delta}$ ) ( $0.1 \leq x \leq 0.7$ ) のいずれかから選択したペロブスカイト型の導電性酸化物材料を用いることができる。

絶縁層100には、アルミナ、マグネシア、チタニア、ムライト等の絶縁層材料や、誘電率の高いチタン酸バリウム等の高誘電率材料とアルミナやジルコニアを混合した誘電体材料や、8YSZ ( $\text{ZrO}_2$ )<sub>0.82</sub> ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )<sub>0.08</sub>) を代表とする部分安定化ジルコニア等の公知のセラミック材料を適宜用いることができる。

[0016] なお、本実施形態においては、直方体状に形成した粒子状物質検出素子10の先端側の側面方向に一对の導体層11、12の断面を露出させて検出部13を形成した例を示しているが、素子10の先端側の底面から一对の導体層11、12の断面を露出させ検出部13を設けるようにしても良い。

また、図1A～図1Cにおいては異なるハッチングを施し、一对の導体層11、12が交互に積層され、極性が交互に異なるものであることを明確にしているが、両導体層11、12の材質を区別するものではない。

[0017] 図1Cを参照して、より具体的な素子10の内部構造について説明する。

絶縁層100は、ドクターブレード法等の公知の製法により、平板状に形成され、必要に応じて所定の位置にスルーホールを穿設し、スルーホール電極114、124が形成されている。

一对の導体層11、12は、後述する製造方法により端縁部111、121を設けた平面部110、120と、外部との接続を図るリード部112、122、端子部113、123、スルーホール電極114、124、125によって構成されている。

スルーホール電極114、124は、極性の等しい平面部110、120同士の間を導通を図っている。

リード部112、122、スルーホール電極114、124、端子部113、123は、公知の厚膜印刷等の製法により形成されている。

[0018] 積層構造が採用されている。具体的には、絶縁層100に導体層11、12を交互に形成したものを複数層積み重ねた積層構造となっており、本実施形態においては、最下段の絶縁層100Hには、通電により発熱する発熱体140と発熱体140との導通を図る一对のリード部141及び端子部142が形成され発熱部14を構成している。

発熱体140には、タングステン、モリブデンシリサイト、酸化ルテニウム等公知の抵抗発熱体材料が用いられ、リード部141、端子部142には、金、白金、タングステン等の公知の導電性金属材料が用いられ、厚膜印刷等の公知の方法により形成されている。

素子10は、焼成によって、一体となっている。

また、本実施形態における検出部13は、積層、焼成工程を経たのち、素子10の側面部に断面が露出するよう適宜切断され、研磨を施すことにより形成されている。

[0019] ここで、図2A、図2B、図2C、図2D、図3A、図3B、図3C、図3Dを参照して、本開示の効果を確認するために検討した、比較例1、実施例1、実施例2、実施例3、比較例2、実施例4、実施例5、実施例6について説明する。

なお、比較例、実施例とも、基本的な構造は、図1Cに示した実施例1と同様の積層構造をしており、以下の説明において、それぞれの対応する部分に、比較例1、2、3、4には枝番としてz、y、x、wの符号を、実施例2～8にはそれぞれa～gの枝番を付して区別した。

[0020] 比較例1として図2Aに示す素子10zは、絶縁層100zと、導体層110zと導体層120zとが交互に積層されている。

比較例1の導体層110z、120zは、断面が矩形で、端面が四角形状となっており、端面の位置は揃えられている。

[0021] 実施例1として図2Bに示す素子10は、絶縁層100と、導体層110と導体層120とが交互に積層されている。

実施例1の導体層110、120には、先細りとなる三角形状（鈍角）の

断面を有する端縁部 111、121 が形成されており、端縁部 111、121 の位置は揃えられている。

[0022] 実施例 2 として図 2 C に示す素子 10 a は、実施例 1 と端縁部 111 a、121 a が鋭角の三角形形状の断面となっている点が相違する。

実施例 3 として図 2 D に示す素子 10 b は、実施例 1 と端縁部 111 b、121 b が湾曲する円弧形状の断面となっている点が相違する。導体層が、一定の膜厚を有し、断面が短冊形状の導体層平面部 110 b、120 b と、該導体層平面部の両側に、滑らかに湾曲する断面が円弧形状の導体層端縁部 111 b、121 b を具備することを特徴とする。

[0023] 比較例 2 として図 3 A に示す素子 10 y は、比較例 1 と同様に導体層 110 y、120 y が四角形状の端面を有するが、端面位置が揃えられていない点が相違する。

実施例 4 として図 3 B に示す素子 10 c は、実施例 1 と同様に導体層 110 c、120 c には、先細りとなる三角形形状（鈍角）の断面を有する端縁部 111 c、121 c が形成されているが、端縁部 111 c、121 c の位置は揃えられていない点が相違する。

[0024] 実施例 5 として図 3 C に示す素子 10 d は、実施例 2 と同様に導体層 110 d、120 d には、先細りとなる三角形形状（鋭角）の断面を有する端縁部 111 d、121 d が形成されているが、端縁部 111 d、121 d の位置は揃えられていない点が相違する。

実施例 6 として図 3 D に示す素子 10 e は、実施例 3 と同様に、端縁部 111 e、121 e が湾曲する円弧形状の断面となっているが、端縁部 111 e、121 e の位置は揃えられていない点が相違する。

[0025] ここで、図 4 A、図 4 B、図 4 C、図 4 D、図 5 A、図 5 B、図 5 C、図 5 D を参照して、一对の導体層間に一定の電圧を印加したときに検出部平面上に発生する電界強度分布について、比較例 1、実施例 1～3、比較例 2、実施例 4～6 におけるシミュレーション結果の違いについて説明する。

図 4 A に示すように、比較例 1 では、導体層 11 z、12 z の角部に強い

電界集中が起こり、一对の平面部 1 1 0 z、1 2 0 z 間の電界強度が均一になる領域における電界強度が相対的に低くなることが判明した。

図 4 B に示すように、実施例 1 では、電界集中部がそれぞれの端縁部 1 1 1、1 2 1 の 3 箇所分散され、電界集中の割合が相対的に低くなり、その分、平面部 1 1 0、1 2 0 間で電界強度が均一になる領域における電荷強度が相対的に高くなることが判明した。

[0026] 図 4 C に示すように、実施例 2 では、さらに、電界集中が抑制され、その分、平面部 1 1 0 a、1 2 0 a 間の電界強度が均一になる領域における電荷強度が最も高くなることが判明した。

図 4 D に示すように、実施例 3 でも、電界集中が抑制され平面部 1 1 0 b、1 2 0 b 間の電界強度が均一になる領域における電荷強度が相対的に高くなることが判明した。

[0027] 次いで、端面位置を揃えない場合を見ると、図 5 A に示すように、比較例 2 では、比較例 1 よりも電界集中が抑制され、一对の平面部 1 1 0 y、1 2 0 y 間の電界強度が均一になる領域における電界強度は、比較例 1 よりは、相対的に高くなることが判明した。

[0028] 一方、実施例 4、5 では、実施例 1、2 よりも却って電荷集中を招き、一对の平面部 1 1 0 c、1 1 0 d、1 2 0 c、1 2 0 d 間の電界強度が均一になる領域における電界強度は、実施例 1、2 より、相対的に低くなることが判明した。

しかし、実施例 6 では、実施例 3 よりも、電界集中が抑制され、一对の平面部 1 1 0 e、1 2 0 e 間の電界強度が均一になる領域における電界強度は、実施例 3 より、相対的に高くなることが判明した。

[0029] ここで、図 6 を参照して、本開示の実施例 7 における素子 1 0 f について説明する。

本実施例においては、検出部 1 3 f において、端縁部 1 1 1 f、1 2 1 f の全部、及び、平面部 1 1 0 f、1 2 0 f の一部で、電界強度が不均一となる領域を覆うように、ガラス、アルミナ等の公知の絶縁性材料、若しくは、

絶縁層100と同材質からなる遮蔽層14を設けてある。

なお、遮蔽層14を設ける構成は、前述の実施例1～6のいずれにも採用し得るものである。

[0030] ここで、図7A、図7Bを参照して、本開示の効果の確認のために行った試験結果について説明する。被測定ガス流路内に、素子10の検出部13を露出させ、電源部2から所定の電圧を印加し、既知量の粒子状物質を流した場合に、検出部13に一定量以上の粒子状物質が堆積するまで、粒子状物質の検出ができない不感質量 $Q_0$ （不感期間）が存在する。

そこで、前述の比較例1、比較例2、実施例1～7に加え、比較例1と同様の導体層を中間層を設けずに形成した比較例3と、比較例2に前述の遮蔽層14を設けた比較例4、実施例6に遮蔽層を設けた実施例8について既知量の粒子状物質を投入した場合に、各実施例及び比較例のそれぞれに複数のサンプルを用意し、粒子状物質が検出されるまでの不感質量 $Q_0$ を測定した。

[0031] 図7Aに示すように、比較例1では、不感質量 $Q_0$ の平均値 $\mu_2$ が小さく、早期に粒子状物質の検出が可能となるが、サンプル間のバラツキ $\sigma_2$ が大きいことが判明した。

一方、実施例1では、不感質量 $Q_0$ の平均値 $\mu_1$ は、比較例1の不感質量よりも大きい、サンプル間のバラツキ $\sigma_1$ が遙かに小さいことが判明した。

これは、比較例1では、導体層11z、12zの端面の角部に強い電界の集中が起こり、その表面に集まった電荷に粒子状物質が引きつけられ、局所的に堆積するため早期に導通パスが形成されるためと推察される。

[0032] しかし、角部における電界集中はサンプル間の変動が大きく、安定しないものと考えられる。

そこで、変動係数を用いたサンプルの評価を行った。具体的には、変動係数 $CV(100\sqrt{\sigma^2}/\mu)$ (%)を計算することにより、各サンプルの評価を行った。その評価結果を図7Bに示す。

比較例2では、比較例1よりは、バラツキが小さくなっているが、実施例

1～7のいずれも、比較例1～4よりも、変動係数を小さくすることができ、本開示がセンサとしての信頼性の向上を図る効果を有するものであることが分かる。

[0033] 導体層11、12の両端面に断面が三角形状や円弧形状の端縁部111、121、111a、121a、111b、121b、111c、121c、111d、121d、111e、121eを設けることで、電界の集中を抑制し、導体層11、12の端部への局所的な粒子状物質の堆積が抑制されるものと考えられる。

加えて、端縁部111a、121aでは、断面鋭角三角形状となっているので、電界集中の起こりやすい頂点間の距離が長くなるため、一对の端縁部111a、121a間に導通パスが形成されるまでの時間も長くなるものと推察される。

[0034] ここで、図8A、図8B、図8C、図8Dを参照して、前述の比較例1、比較例2、実施例1、実施例2として示した粒子状物質検出素子10z、10y、10、10aのそれぞれの製造方法について説明する。

比較例1は、導体層11z、12zと絶縁層100zとを交互に積層して断面を検出部13zとして利用する粒子状物質検出素子10zの基本的な製造方法を示している。

[0035] アルミナ等の絶縁性材料を、公知の結合材、可塑剤、分散剤、溶剤等と混合、攪拌してスラリーを形成し、ドクターブレード法などの公知の製法によって、シート状に形成し、絶縁性シート100zGSを得る。

これを、図略の打ち抜き工程P0zにおいて、予め、金型等を用いて、印刷の位置あわせのためのガイドや、極性が共通する導体層同士を接続するためのスルーホール電極114z、124zを埋設するためのスルーホール等を必要に応じて穿設すると共に、所定の外形形状に打ち抜く。

[0036] 印刷工程P1zでは、導体ペーストを所定の導体パターンを形成した厚膜印刷用スクリーンから吐出して、導体層印刷膜11zPRT、12zPRTを絶縁層シート100zGSに転写する。

このとき、円内に拡大して示すように、ペーストのレオロジー特性と表面張力の影響により、極僅かではあるが、中心付近の膜厚が薄くなり、外周付近の膜厚が厚くなる。

[0037] 比較例 1 では、絶縁層 100z を構成する絶縁性材料と同材料を含むペーストを用いて、厚膜印刷により、導体層印刷膜 11z PRT、12z PRT と同じ膜厚で、導体層以外の部分を覆うように中間層 101z を形成している。

続く、積層圧着工程 P2z では、導体層印刷膜 11z PRT、12z PRT の極性が交互に入れ替わるように絶縁層シート 100z GS を積み重ね、金型等を用いて圧着する。

[0038] このようにして得られた積層構造体を焼成工程 P3z において、導体層 11z、12z と絶縁層 100z とを同時に焼成し一体とする。

その後、切削、研磨等により、導体層 11z、12z の断面を露出させ検出部 13z とした素子 10z が完成する。

[0039] 比較例 1 では、中間層 101z が設けられているため、積層圧着時に導体層印刷膜 11z PRT、12z PRT 及び導体層シート 110z の変形がほとんどなく、素子 10z の機械的強度は優れているが、導体層 11z、12z は、断面短冊状の形状が維持されている。

しかし、両導体層間に電圧を印加したときには、角部への電界の集中が大きく、前述の如く、不感質量のバラツキが大きいことが判明した。

なお、比較例 2 として示す素子 10y は、比較例 1 と同様の製造法を基本とし、積層圧着工程において、導体層 11y、12y 端面の位置を意図的にずらして積層したものである。

[0040] 図 8B を参照して、比較例 3 として示した素子 10x の製造工程の概要と、比較例 3 の問題点について説明する。

比較例 3 では、印刷工程 P1x に示すように、所定形状に打ち抜いた絶縁層シート 100x GS に、導体層 110x、120x の印刷のみを行い、中間層を設けることなく、積層圧着工程 P2x に進む。

[0041] 積層圧着工程 P 2 x では、導体層印刷膜 1 1 x P R T、1 2 x P R T が、絶縁層シート 1 0 0 x G S よりも硬いため、積層圧着時には、絶縁層シート 1 0 0 x G S が弾性変形し、導体層印刷膜 1 1 x P R T、1 2 x P R T が、絶縁層シート 1 0 0 x G S 内にめり込むようにして絶縁層シート 1 0 0 x G S 同士が密着する。

このとき、導体層印刷膜 1 1 x P R T、1 2 x P R T の両側には、図 8 B の積層圧着工程 P 2 x の円内に拡大して示すように、断面三角形形状の空隙が形成される。

[0042] その後の焼成工程 P 3 x によって、空隙の表面積を小さくするように焼結がするむので、空隙は縮小されるが、完全には消滅せず、ボイドとして残留したり、デラミネーションのきっかけとなったりする虞がある。

また、焼成後の導体層 1 1 x、1 2 x の端面は、多角形やいびつな形状となり、前述の比較例 2 と同様、角部に電界の集中が起こり易くなる。

[0043] 図 8 C を参照して、本開示の実施例 1 の製造工程の概要について説明する。

本実施形態においては、比較例 1 と同様の工程により、形成した絶縁層シート 1 0 0 G S に、位置決めのためのガイドと必要に応じたスルーホールを穿設すると共に、所定の外形形状に打ち抜く、打ち抜き工程 P 0 において、絶縁層シート 1 0 0 G S の打ち抜きと同時に、導体層 1 1 0、1 2 0 を印刷形成する位置に合わせて、所定の導体層端縁部 1 1 1、1 2 1 の形状に合わせた凹み部 1 0 1 を設けた凹みシート 1 0 0 P C D を形成する。

具体的には、打ち抜き用の金型に、凹み部 1 0 1 を形成するための突起を設けて、絶縁層シート 1 0 0 G S の表面を押圧する。

これにより、導体層端縁部 1 1 1、1 2 1 を形成する部分に所望の角度で傾斜するテーパ面を形成することができる。

[0044] その結果、印刷工程 P 1 において、通常の厚膜印刷を行っても、導体層端縁部 1 1 1、1 2 1 の絶縁層シート 1 0 0 G S に接する側が凹み部 1 0 1 の形状に沿って傾斜することになる。

また、凹みシート100PCDの下面側にも凹み部101が形成されているので、積層圧着工程P1において積み重ねたときに、導体層印刷膜110、120との密着性が向上し、比較例2のようなボイドが形成されることがない。

[0045] さらに、比較例1に用いたような中間層を設けなくても、絶縁層シート100GS同士を簡単に密着させることができる。

その結果、焼成工程P3により、導体層11、12と絶縁層100とを一体化したときに、デラミネーションの起こり難い素子10を形成することができる。

加えて、導体層端縁部111、121を断面先細りとなる三角形状に形成することが可能となるので、電界の集中を抑制した素子10の実現が容易である。

[0046] 図8Dを参照して本開示の実施例2の製造工程の概要について説明する。

本実施形態における導体印刷工程P1aにおいては、絶縁層シート100(GS)に導体層11、12を印刷形成する際に、部分的にメッシュ開口率を変化させて所定の位置において印刷の膜厚が薄くなるように設定した開口率部分変更印刷用スクリーンPPM、PPMAを用いている点が前記実施形態と相違する。

開口率部分変更印刷用スクリーンPPM、PPMAについては、図9A、図9B、図10を参照して後述する。本実施形態においては、開口率部分変更印刷用スクリーンPPMを用いることで、開効率を低く設定した部分から吐出される導体ペーストの量が抑制され、これによって形成される導体層の膜厚を薄くすることができ、外側に向かって先細りとなり鋭角の傾斜面を有する断面三角形状の導体層端縁部111a、121aを形成することができる。

[0047] このように、断面三角形状の導体層端縁部111a、121aを有する導体層11a、12aを形成した絶縁層シート100GSを積み重ね金型等を用いて圧着することで、導体層11a、12aが絶縁層100GSにめり込

みながら、絶縁層100GS同士が密着状態となる。

このとき、導体層端縁部111a、121aが、先細りの三角形状となっているので、比較例2に示したような空隙が形成されることがない。

このようにしてできあがった積層構造体を焼成工程P3aで焼成することにより、導体端面付近の電界の集中を抑制した素子10aを極めて容易に形成することができる。

[0048] 図9A、図9Bを参照して、本開示の粒子状物質検出素子10の製造において、用いられる開口率部分低下スクリーンMの特徴と、これを用いたときに形成される導体層11、12の形状について説明する。

なお、本図においては、一对の導体層11、12の内、一方の導体層平面部110、導体層端縁部111を形成するパターンのみを示しているが、他方の導体層平面部120、導体層端縁部121は、一方のパターンを左右反転したパターンとなるので、他方を省略し、共通する構成について符号を110/120のように並べて記載してある。

[0049] 本実施形態においては、一般的に厚膜印刷に用いられている厚膜印刷用スクリーンの一部を圧延して部分的に平坦化し、メッシュ厚を薄くすると共にメッシュ開口率を小さくした開口率部分低下スクリーンMを用いている。

レジスト膜Rは、一般的な厚膜印刷と同様、印刷用スクリーンに乳剤を塗布し、導体層平面部110、120の形状に合わせたパターンを露光、硬化して、所定の印刷パターンに形成されている。

図9A、図9Bに示すように、導体層端縁部111、121を印刷形成する部分のマスクM2の断面方向の厚さは薄く、平面方向の線幅が広がっているので、導体層端縁部111、121を印刷形成する部分の開口率、即ち、端縁部形成用開口率 $P_{111}$ 、 $P_{121}$ は、導体層平面部110を形成する部分のマスクM1の開口率、即ち、平面部形成用開口率 $P_{111}$ 、 $P_{121}$ よりも低くなっている。

このため、図9Bに示すように、導体層平面部110、120を印刷形成したときに、マスクM2から吐出するペースト量が少なくなり、導体層端縁

部111、121の膜厚は、導体層平面部110、120の膜厚より薄くなる。

[0050] 図10を参照して、開口率部分低下スクリーンの変形例MAについて説明する。

前記実施形態においては、厚膜印刷用スクリーンの一部を加圧して、開口率を低くした開口率部分低下スクリーンMを例として示したが、本図に示すように、開口率部分低下スクリーンMAでは、導体層平面部110、120を印刷するマスクM1Aに比べて導体層端縁部111、121を印刷するマスクM2Aの横糸と縦糸の織り込み密度を高くすることで端縁部形成用開口率 $P_{111}A/P_{121}A$ を平面部形成用開口率 $P_{110}A/P_{120}A$ よりも低くしてある

本実施形態における開口率部分低下スクリーンMAでは、予め開口率を部分的に調整したスクリーンメッシュに所定の導体パターンとなるようレジストRを形成してある。

[0051] これによって、導体層11、12を印刷したときに、導体層端縁部111、121において、マスクM2Aから吐出される導体ペースト量が抑制され、導体層平面部110、120よりも薄い膜厚に形成することができる。また、外側に向かって織り込み密度を徐々に高くすることで、導体層端縁部111、121の膜厚を外側に向かって徐々に薄くすることが可能となり、先細りの断面三角形状とすることができる。

[0052] なお、前記実施形態においては、打ち抜き工程P0と印刷工程P1とのそれぞれで、導体層端縁部111、121を所望の形状にできる方法を示したが、これらを組み合わせることも可能である。

また、積層圧着工程では、導体層11、12を乾燥した後に、積層圧着する場合を例としたが、導体層11、12が未乾燥の状態でも積層圧着するようにしても良い。

特に、打ち抜き工程P0で、絶縁層シート100(GS)に、凹み部10を設けた場合、導体層11、12が未乾燥状態で積層圧着すると、凹み部1

0の形状に合わせて、導体層11、12が流動変形するので、導体層端縁部111、121を所望の形状に形成することができる。

[0053] また、前記実施形態においては、積層圧着工程P3において、比較例1に示したような絶縁性材料からなる中間層101を用いない方法を示したが、導体層端縁部111、121の形状が予め、先細り三角形状の断面や緩やかに湾曲する円弧形状の断面となるように形成されている場合には、印刷工程で絶縁性材料からなるペーストを用いて中間層101を印刷形成するようにしても良い。

中間層101を用いることで、積層圧着時における絶縁層シート100に作用する剪断応力を緩和し、素子10の機械的強度を向上したり、焼成時に亀裂の発生を抑制したりできる。

検出精度の向上に加え、素子10の耐久性向上を図る効果が期待できる。

## 符号の説明

- [0054] 1 粒子状物質検出センサ  
10 粒子状物質検出素子  
100 絶縁層  
11、12 導体層  
110、120 導体層平面部  
111、121 導体層端縁部  
13 検出部  
14 絶縁保護層  
2 電源部  
3 測定部  
P0 打ち抜き工程  
P1 導体層印刷工程  
P2 積層圧着工程  
P3 焼成工程  
P<sub>111</sub>、P<sub>111</sub>A、P<sub>121</sub>、P<sub>121</sub>A 端縁部形成用開口率

$P_{110}$ 、 $P_{110}A$ 、 $P_{120}$ 、 $P_{120}A$  平面部形成用開口率  
M、MA 開口率部分低下スクリーン

## 請求の範囲

[請求項1] 堆積する粒子状物質の量によって変化する電気的特性を計測し、被測定ガス中の粒子状物質を検出するための粒子状物質検出素子であって、  
平板状の導体層（11、11a、11c、11d、11f、12、12a、12c、12d、12f）と、  
平板状の絶縁層（100、100a、100c、100c、100d、100f）と、  
前記導体層と前記絶縁層を交互に積み重ねた積層構造と、  
前記積層構造の断面に、前記導体層を極性の異なる一対の検出電極を有し前記粒子状物質が堆積する検出部（13、13a、13c、13d、13f）と、を有し、  
前記導体層は、一定膜厚を有し、断面短冊形状の導体層平面部（110、110a、110c、110d、110f、120、120a、120c、120d、120f）と、該導体層平面部の両側に、先細りとなる断面三角形状の導体層端縁部（111、111a、111c、111d、111f、121、121a、121c、121d、121f）を備えること特徴とする粒子状物質検出素子（10、10a、10c、10d、10f）。

[請求項2] 堆積する粒子状物質の量によって変化する電気的特性を計測し、被測定ガス中の粒子状物質を検出するための粒子状物質検出素子であって、  
平板状の導体層（11b、11e、11g、12b、12e、12g）と、  
平板状の絶縁層（100b、100e、100g）と、  
前記導体層と前記絶縁層を交互に積み重ねた積層構造と、  
前記積層構造の断面に、前記導体層を極性の異なる一対の検出電極を有し前記粒子状物質が堆積する検出部（13b、13e、13g）と

、を有し、

前記導体層が、一定膜厚を有し、断面短冊形状の導体層平面部（110b、110e、110g、120b、120e、120g）と、該導体層平面部の両側に、滑らかに湾曲する断面円弧形状の導体層端縁部（111b、111e、111g、121b、121e、121g）を具備することを特徴とする粒子状物質検出素子（10b、10e、10g）。

[請求項3] 絶縁性材料からなり、前記導体層端縁部の全部と前記導体層平面部の一部を覆う遮蔽層（14）を具備する請求項1又は2に記載の粒子状物質検出素子（10f、10g）。

[請求項4] 被測定ガス中に存在する粒子状物質を検出する粒子状物質検出センサであって、請求項1ないし3のいずれかに記載の粒子状物質検出素子（10、10a～10g）と、前記一对の検出電極の間に電圧を印加する電源部（2）と、該電源部から前記検出電極間への電圧の印加により発生する電界を被測定ガス中に存在する粒子状物質に作用させて前記検出部へ捕集し、前記検出部への粒子状物質の堆積に伴い変化する前記一对の検出電極間の電気的特性を計測する計測部（3）とを具備する粒子状物質検出センサ（1、1a～1g）。

[請求項5] 請求項1ないし3のいずれかに記載の粒子状物質検出素子の製造方法であって、  
少なくとも、絶縁性材料からなる絶縁層シートに位置決めのためのガイドと必要に応じたスルーホールを穿設すると共に、所定の外形形状に打ち抜く、打ち抜き工程（P0）と、  
該打ち抜き工程で得られた絶縁層シート（100GS）に導電性材料からなる導体ペーストを所定の導体層パターンを形成した厚膜印刷用スクリーンから吐出させて所定の形状の導体層印刷膜（11PRT、11aPRT、12PRT、12aPRT）を形成する厚膜印刷工程（P1）と、

該厚膜印刷工程で得られた導体層を施した絶縁層シートを積み重ねて  
圧着する積層圧着工程（P 2）と、  
該積層圧着工程で得られた積層構造体を焼成し一体とする焼成工程（  
P 3）とを具備し、  
前記打ち抜き工程が、前記絶縁層シートの打ち抜きと同時に、前記導  
体層を印刷形成する位置に合わせて、所定の導体層端縁部の形状に合  
わせた凹み部（1 0 1）を設けた凹みシート（1 0 0 P C D）を形成  
することを特徴とする粒子状物質検出素子の製造方法。

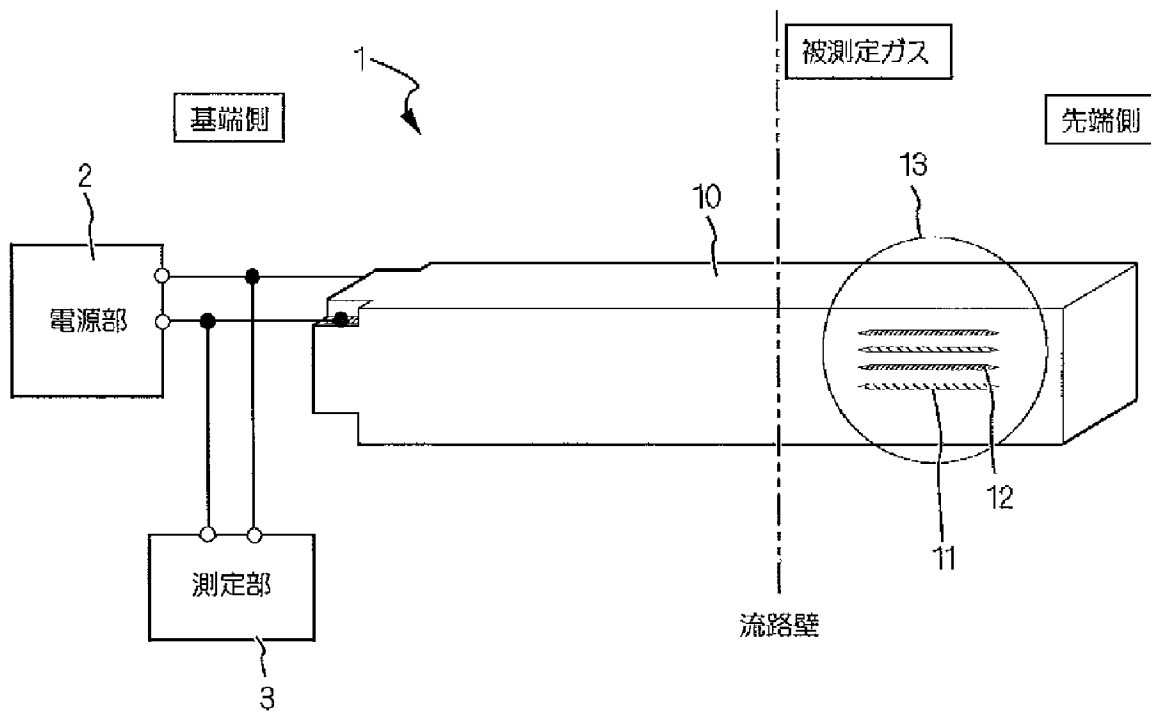
[請求項6]

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の粒子状物質検出素子の製造方  
法であって、少なくとも、絶縁性材料からなる絶縁層シートに位置決  
めのためのガイドと必要に応じたスルーホールを穿設すると共に、所  
定の外形形状に打ち抜く、打ち抜き工程（P 0）と、  
該打ち抜き工程で得られた絶縁層シートに導電性材料からなる導体ペ  
ーストを所定の導体層パターンを形成した厚膜印刷用スクリーンから  
吐出させて所定の形状の導体層印刷膜を形成する厚膜印刷工程（P 1  
）と、  
該厚膜印刷工程で得られた導体層を施した絶縁層シートを積み重ねて  
圧着する積層圧着工程（P 2）と、  
該積層圧着工程で得られた積層構造体を焼成し一体とする焼成工程（  
P 3）とを具備し、  
前記厚膜印刷工程（P 1）において、所定の導体層端縁部（1 1 1 P  
R T、1 2 1 P R T）の形状に合わせて、前記厚膜印刷用スクリー  
ンの前記導体層端縁部を形成する位置における開口率、即ち、端縁部形  
成用開口率（P 1 1 1、P 1 1 1 A、P 1 2 1、P 1 2 1 A）を、前  
記導体層平面部を形成するための位置における開口率、即ち、平面部  
形成用開口率（P 1 1 0、P 1 1 0 A、P 1 2 0、P 1 2 0 A）をよ  
りも低くした開口率部分低下スクリーン（M、MA）を用いることを  
特徴とする粒子状物質検出素子の製造方法。

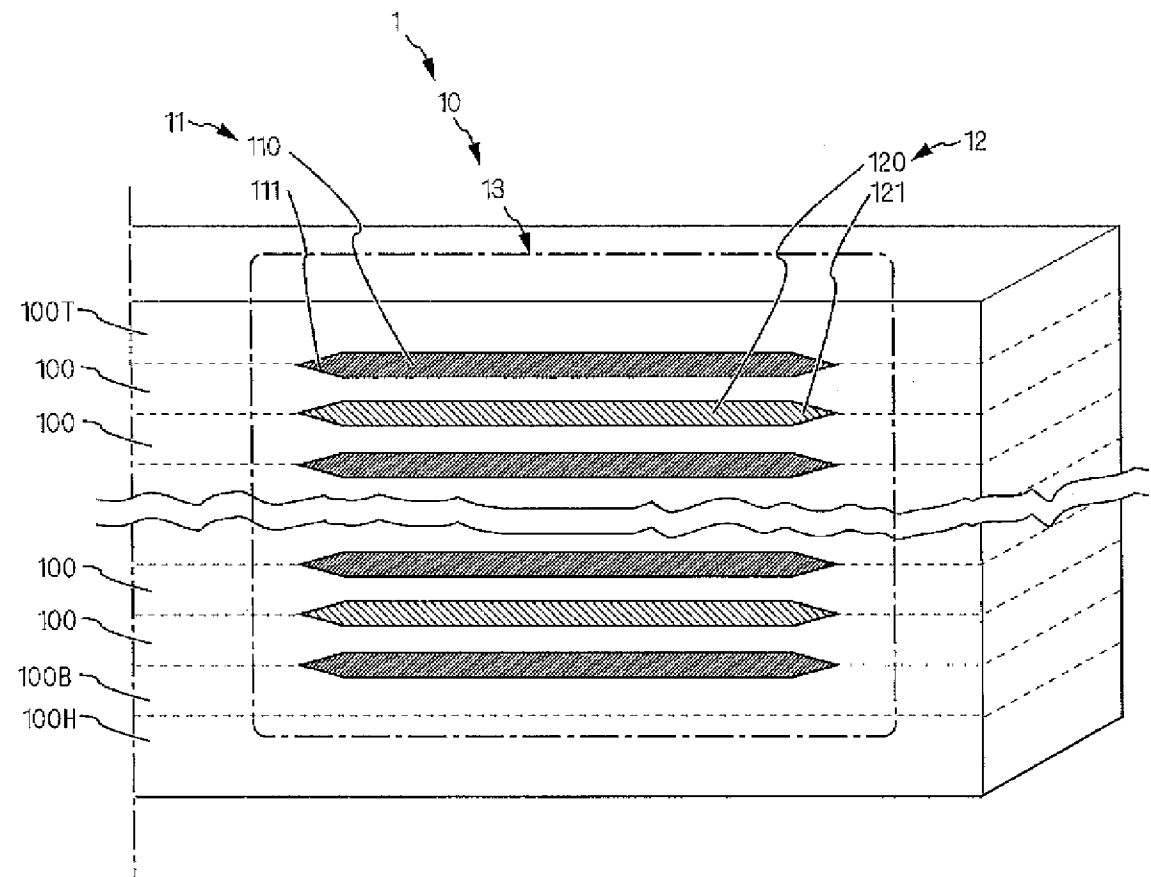
[請求項7] 請求項1ないし3のいずれかに記載の粒子状物質検出素子の製造方法であって、  
少なくとも、絶縁性材料からなる絶縁層シートに位置決めのためのガイドと必要に応じたスルーホールを穿設すると共に、所定の外形形状に打ち抜く、打ち抜き工程（P0）と、  
該打ち抜き工程で得られた絶縁層シート（100GS）に導電性材料からなる導体ペーストを所定の導体層パターンを形成した厚膜印刷用スクリーンから吐出させて所定の形状の導体層印刷膜（11PRT、11aPRT、12PRT、12aPRT）を形成する厚膜印刷工程（P1）と、  
該厚膜印刷工程で得られた導体層を施した絶縁層シートを積み重ねて圧着する積層圧着工程（P2）と、該積層圧着工程で得られた積層構造体を焼成し一体とする焼成工程（P3）とを具備し、  
前記打ち抜き工程が、前記絶縁層シートの打ち抜きと同時に、前記導体層を印刷形成する位置に合わせて、所定の導体層端縁部の形状に合わせた凹み部（101）を設けた凹みシート（100PCD）を形成し、かつ、前記厚膜印刷工程において、所定の導体層端縁部（111PRT、121PRT）の形状に合わせて、前記厚膜印刷用スクリーンの前記導体層端縁部を形成する位置における開口率、即ち、端縁部形成用開口率（P111、P111A、P121、P121A）を、前記導体層平面部を形成するための位置における開口率、即ち、平面部形成用開口率（P110、P110A、P120、P120A）をよりも低くした開口率部分低下スクリーン（M、MA）を用いることを特徴とする粒子状物質検出素子の製造方法。

[請求項8] 前記積層圧着工程において、前記導体層が、未乾燥状態の内に積層圧着を行う請求項5ないし7のいずれかに記載の粒子状物質検出素子の製造方法。

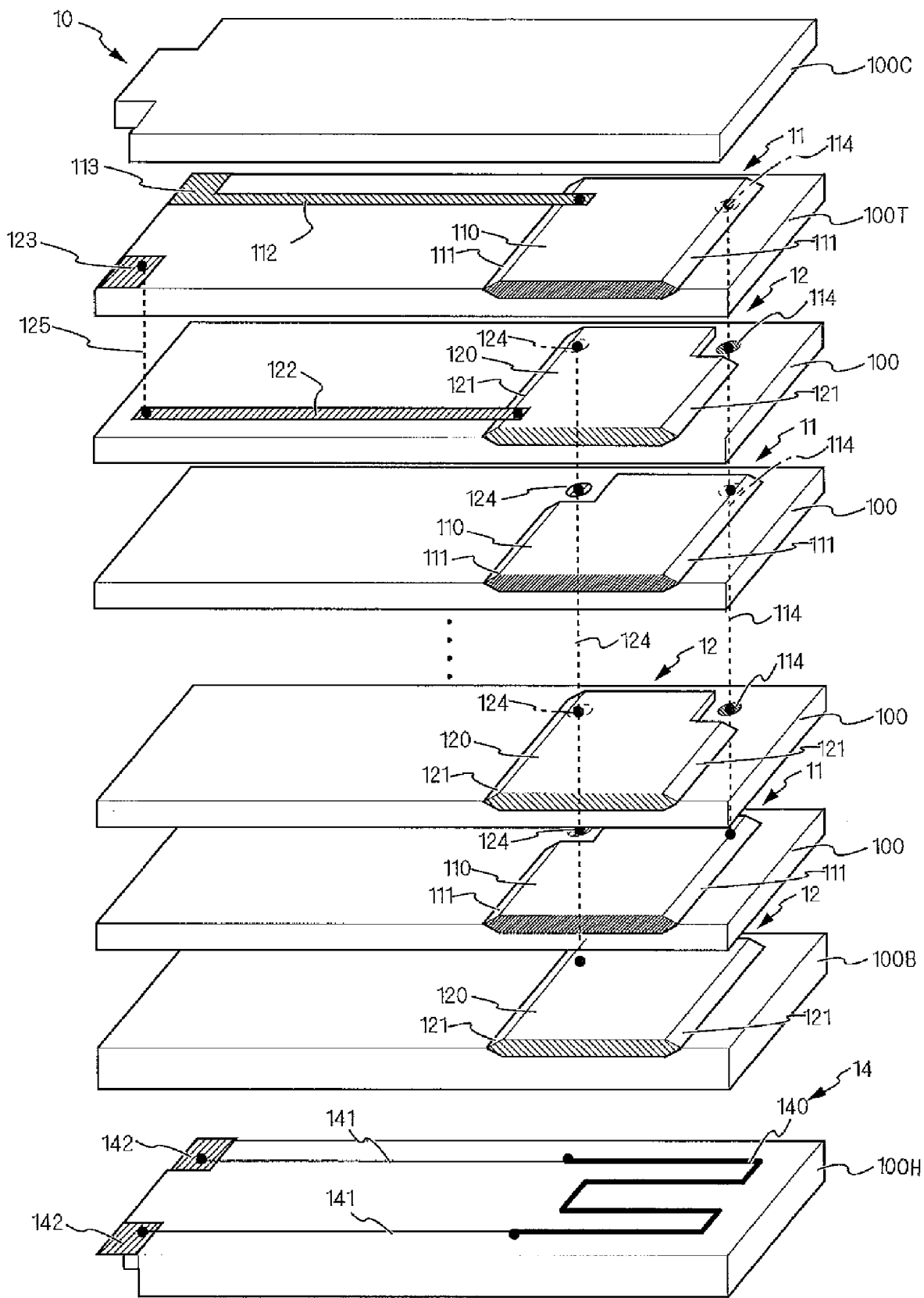
[図1A]



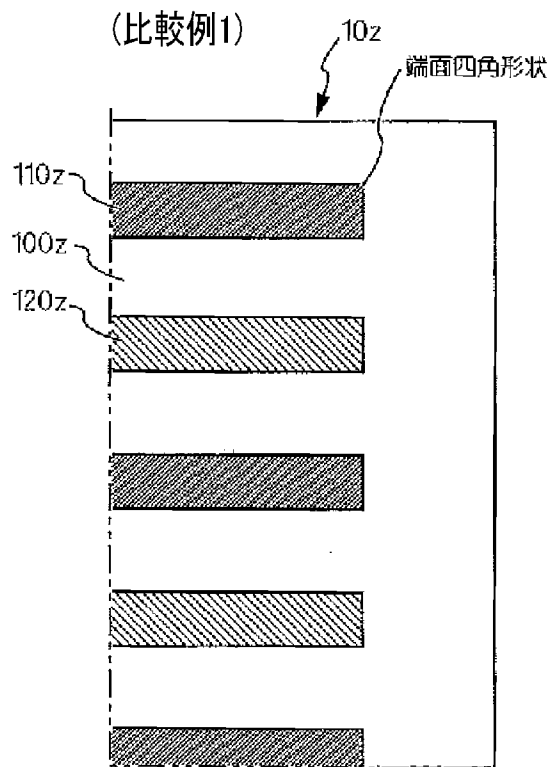
[図1B]



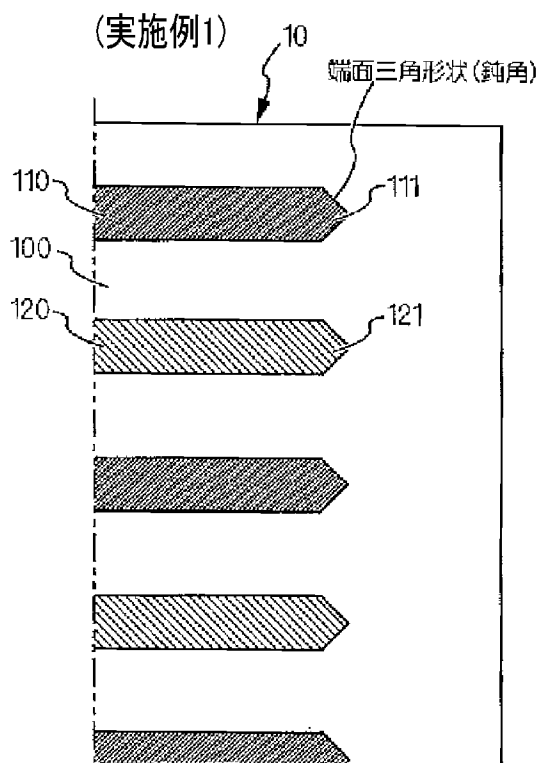
[図1C]



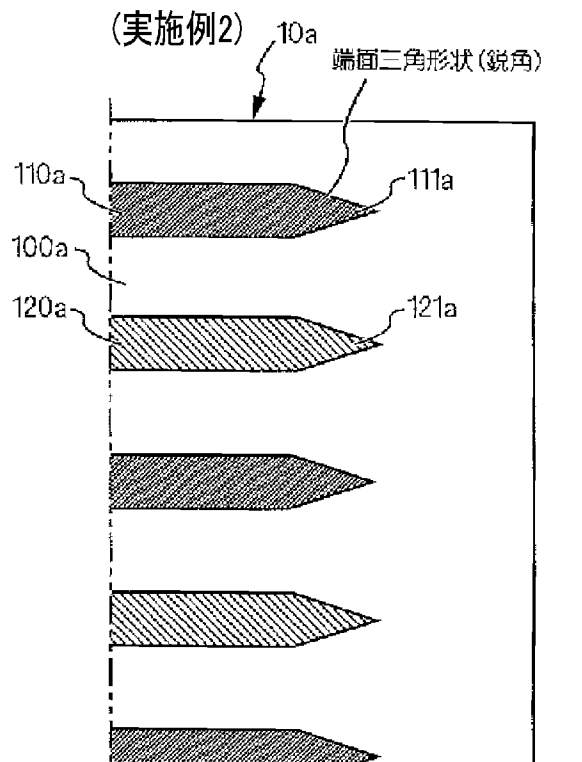
[図2A]



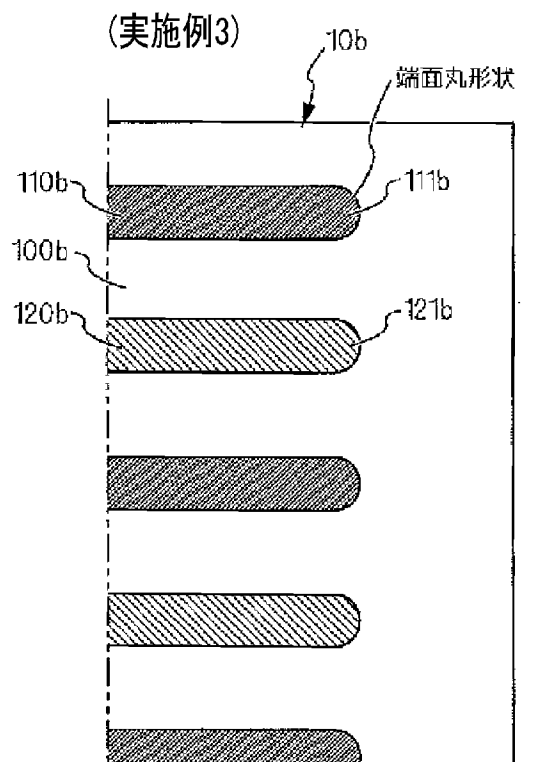
[図2B]



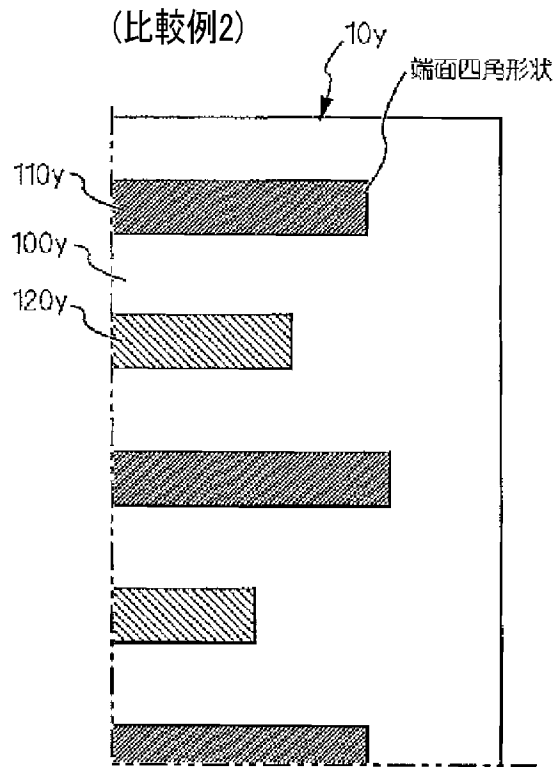
[図2C]



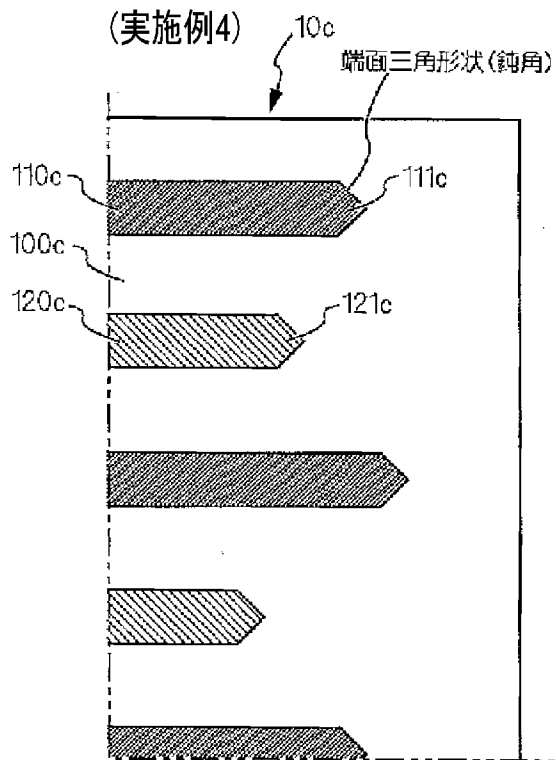
[図2D]



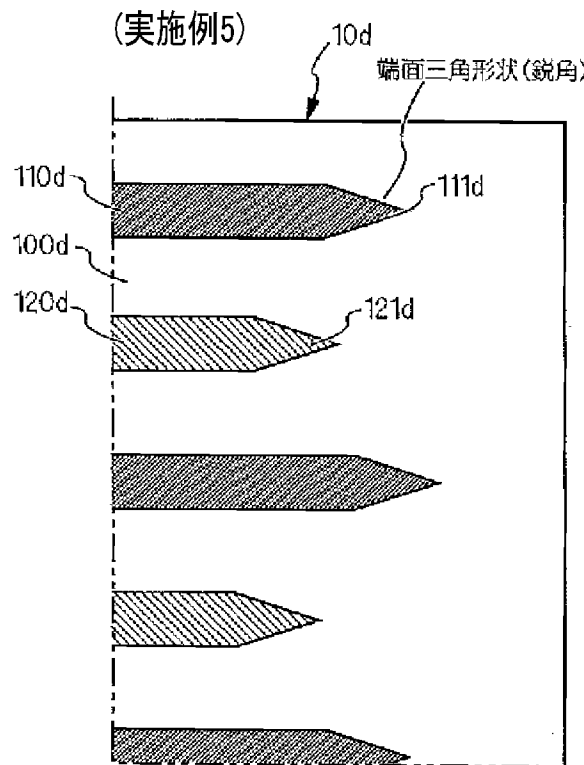
[図3A]



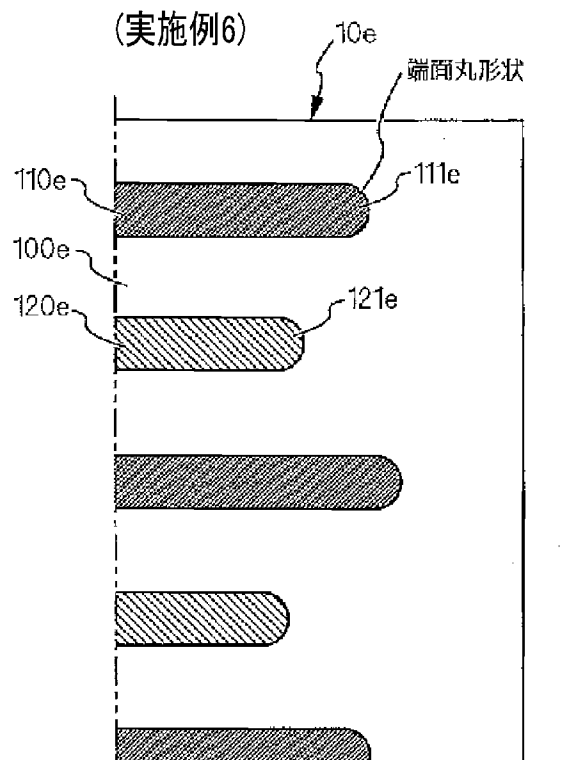
[図3B]



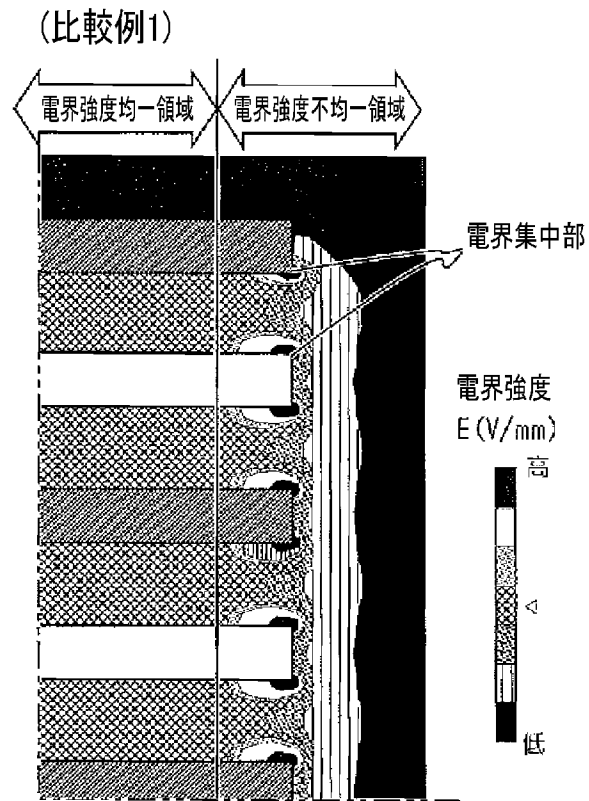
[図3C]



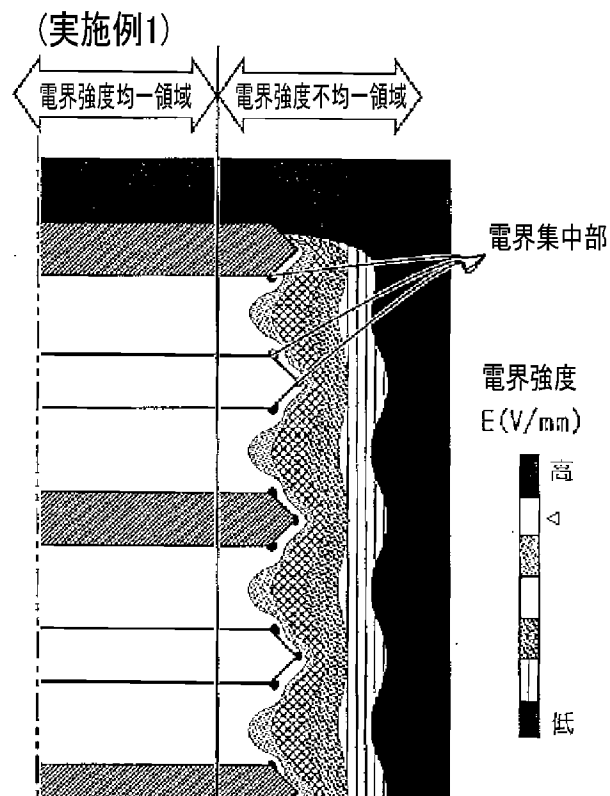
[図3D]



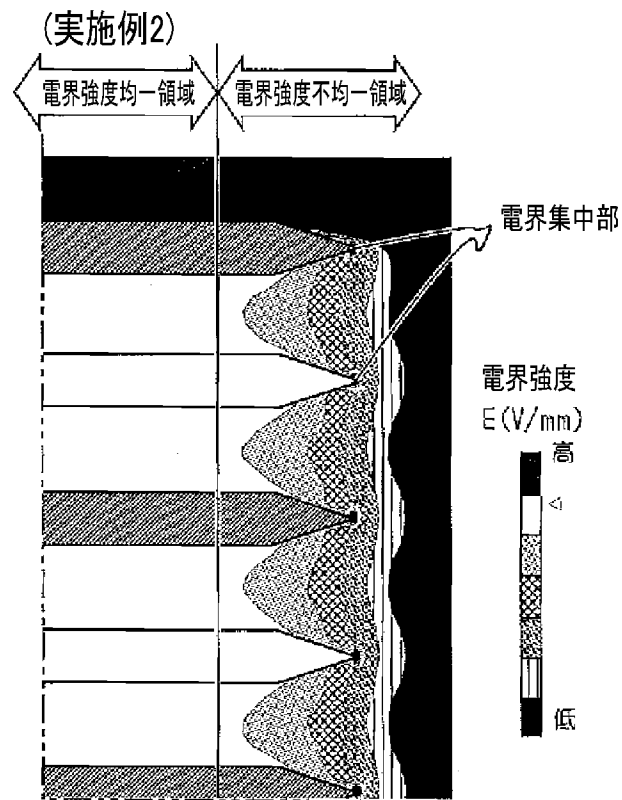
[図4A]



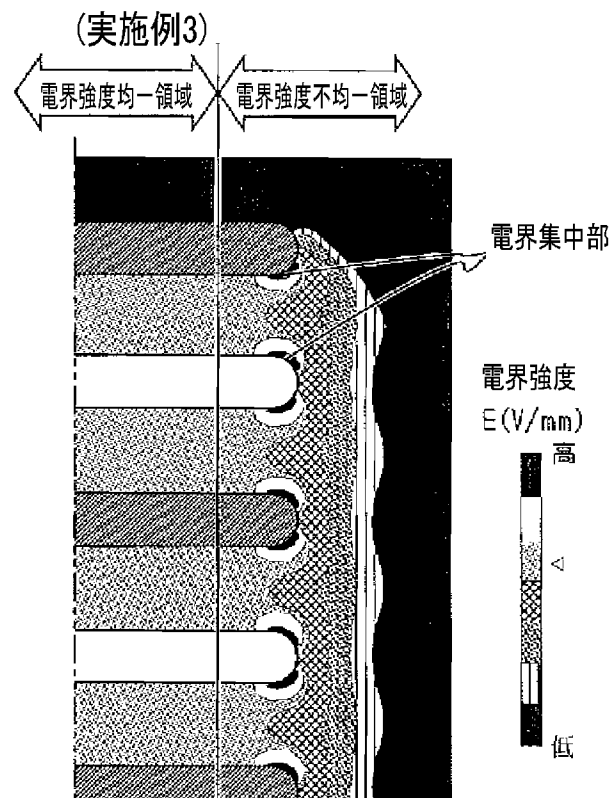
[図4B]



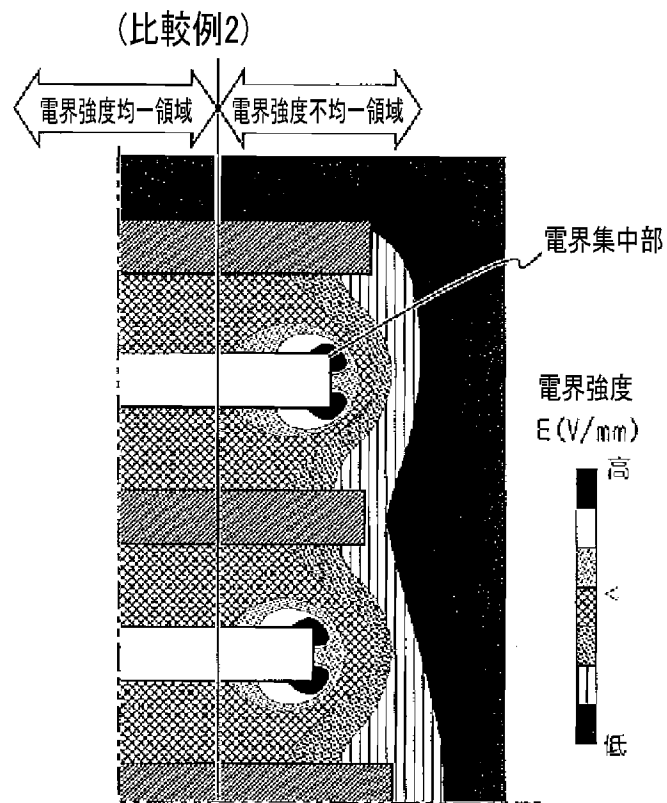
[図4C]



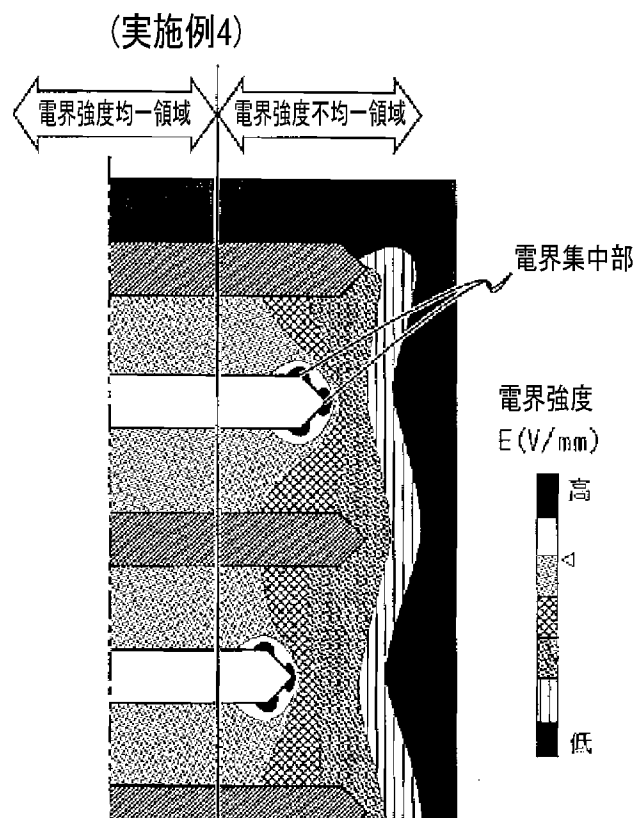
[図4D]



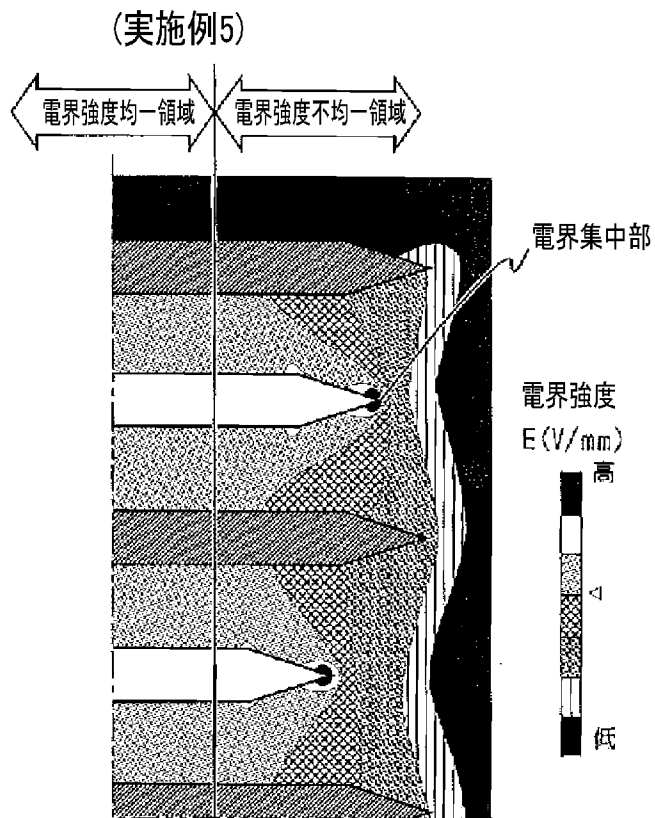
[図5A]



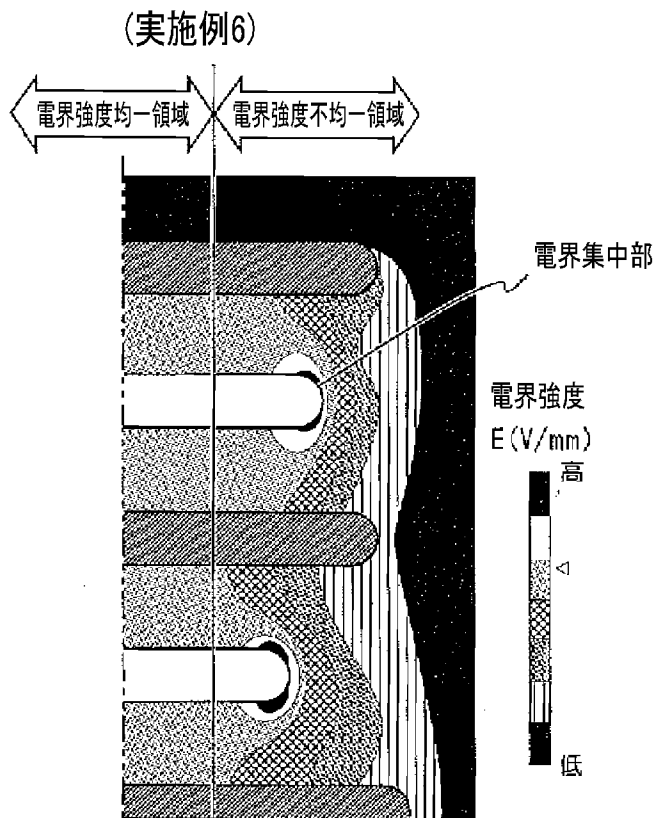
[図5B]



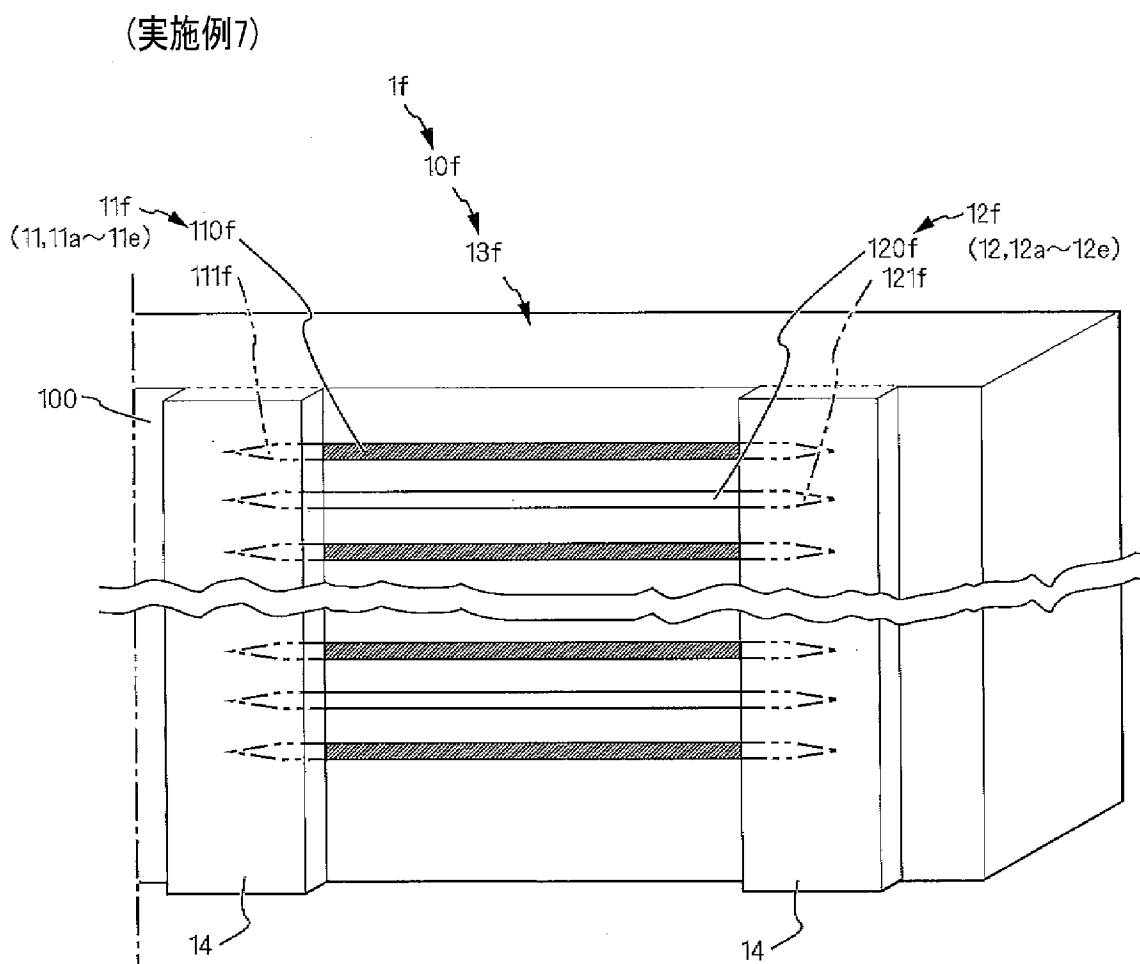
[図5C]



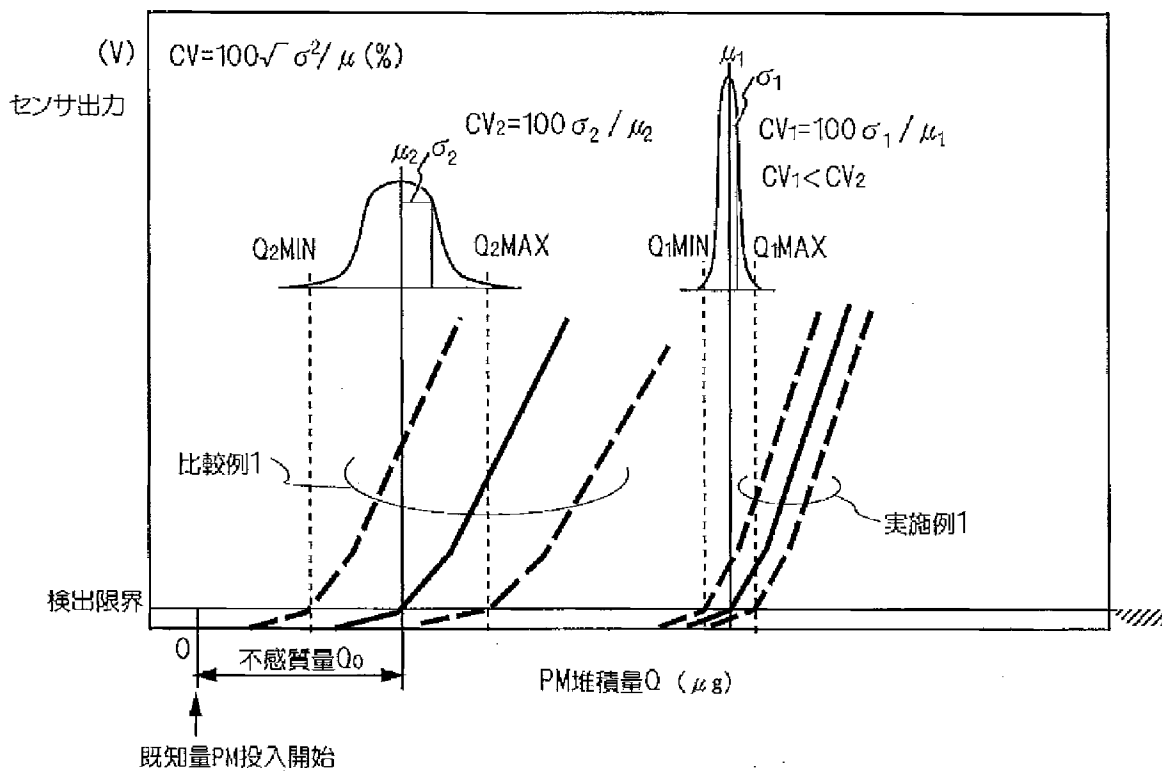
[図5D]



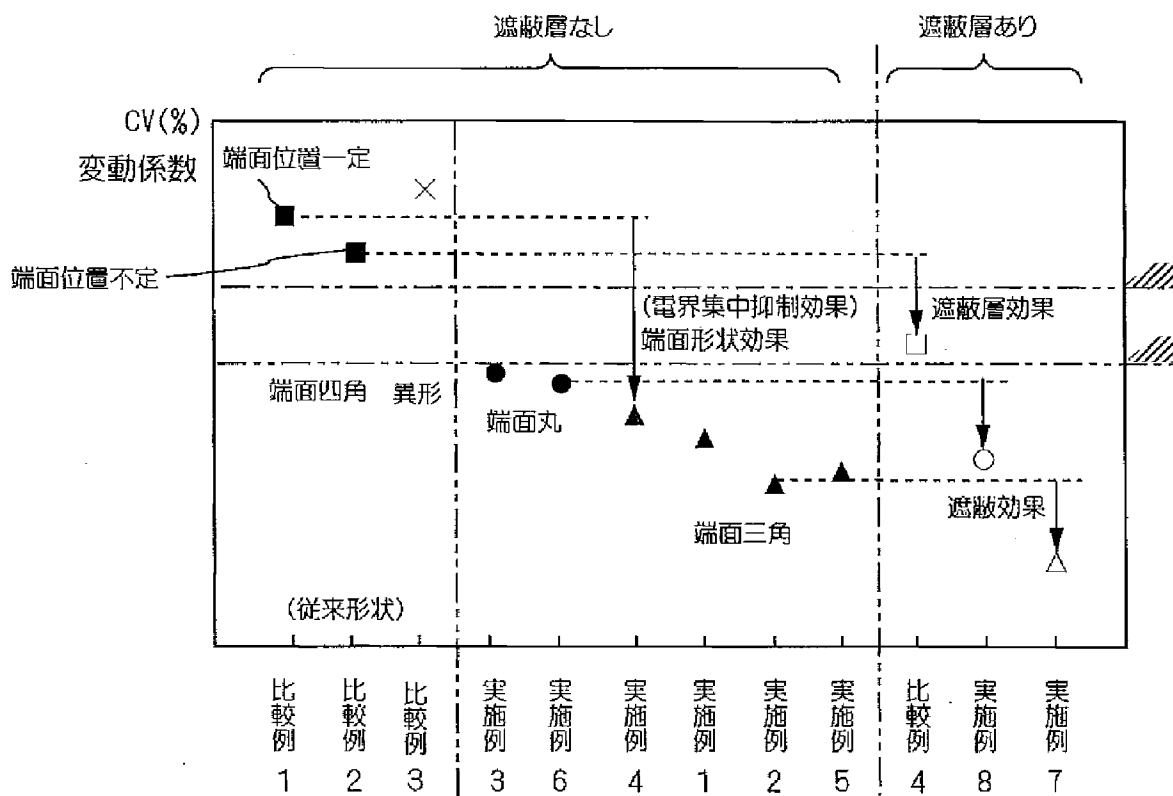
[図6]



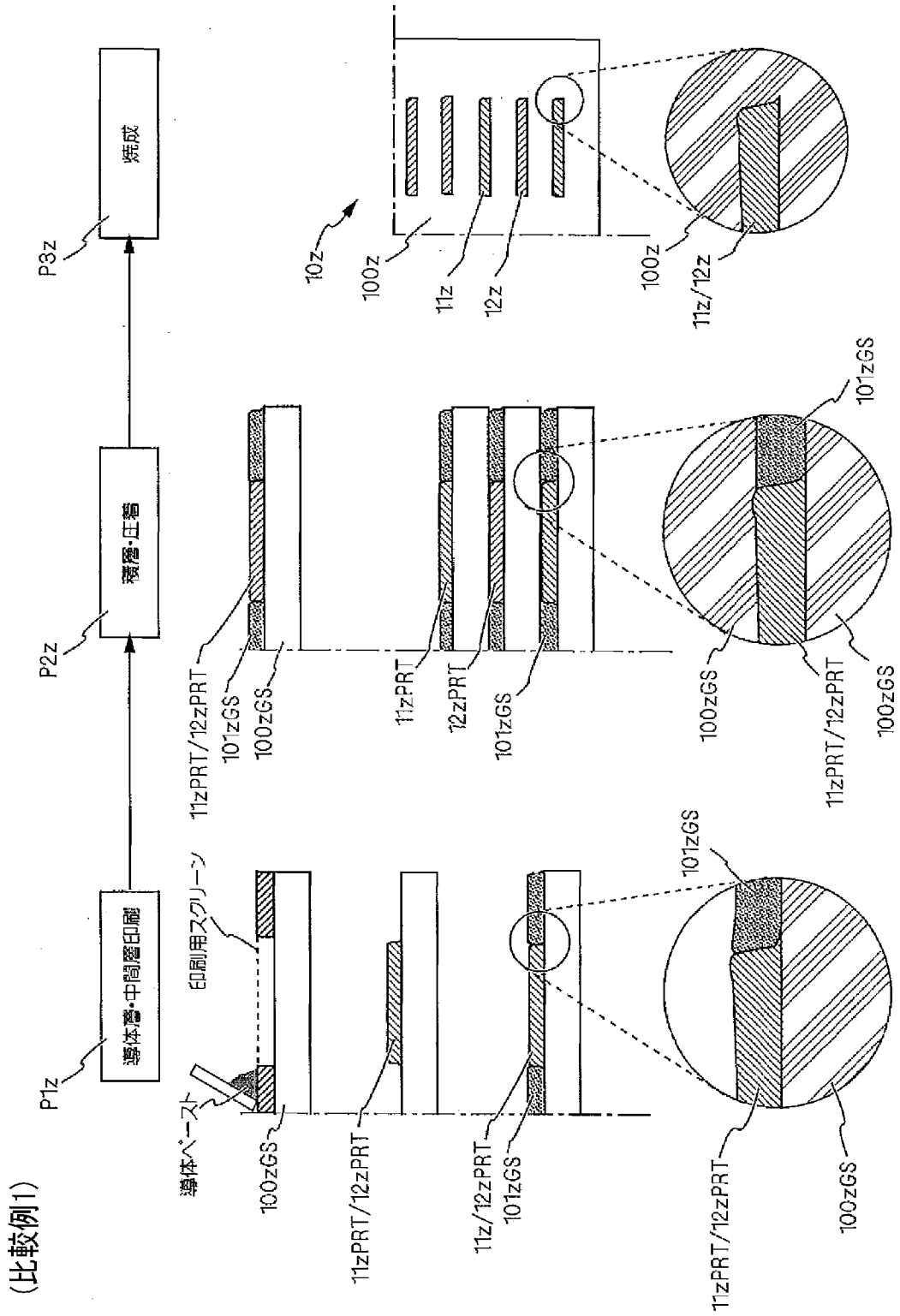
[図7A]



[図7B]

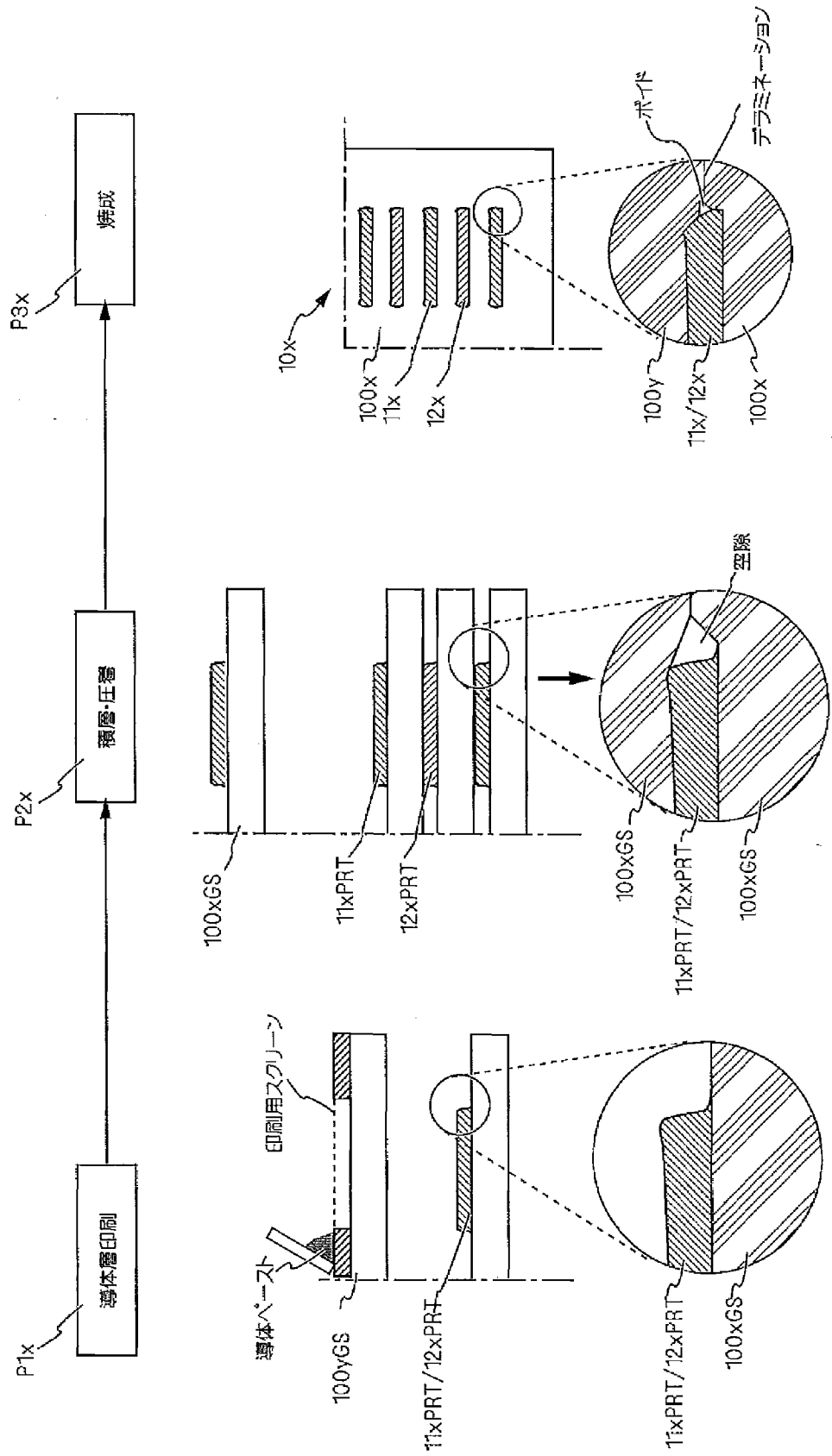


[図8A]



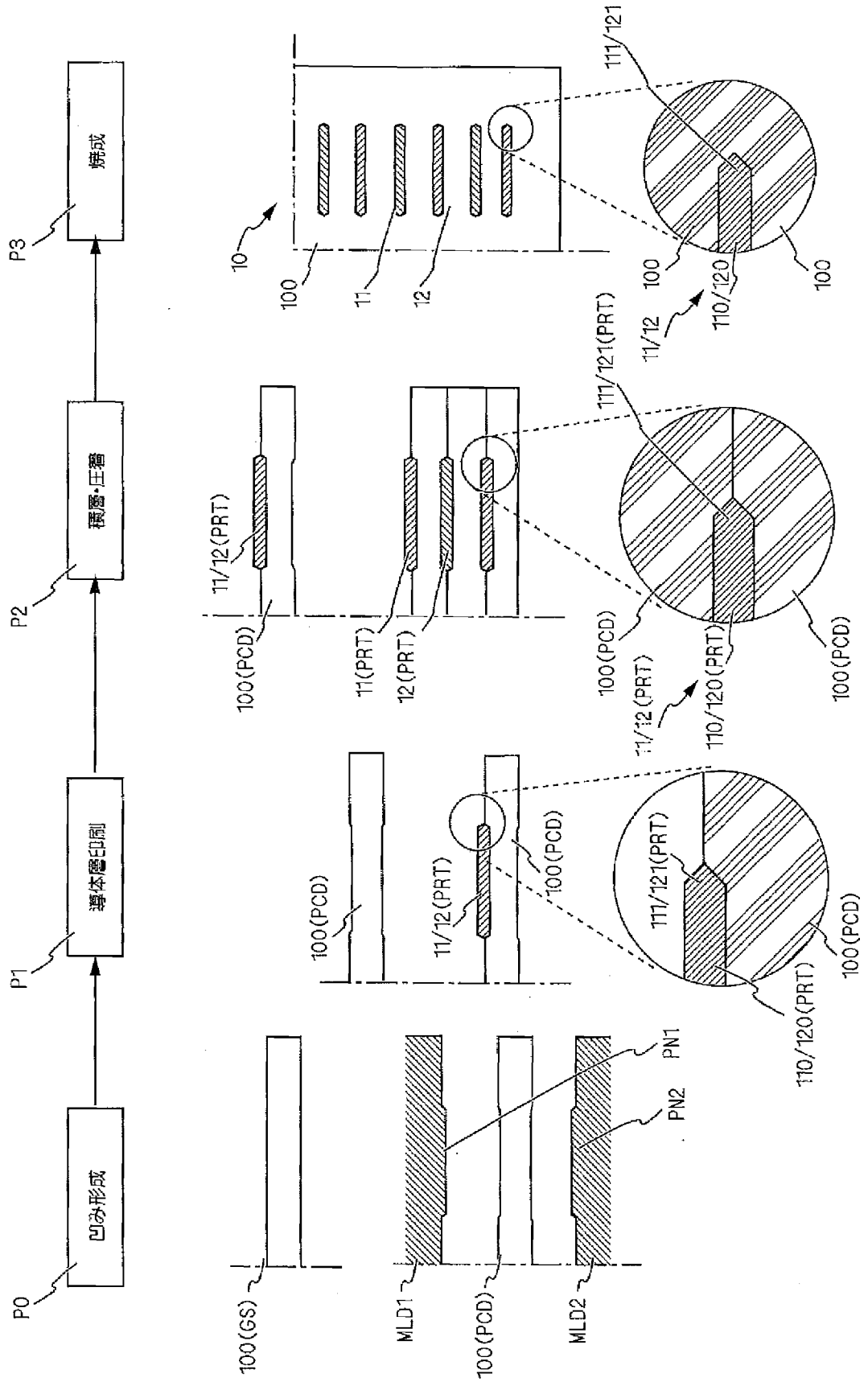
[図8B]

(比較例3)



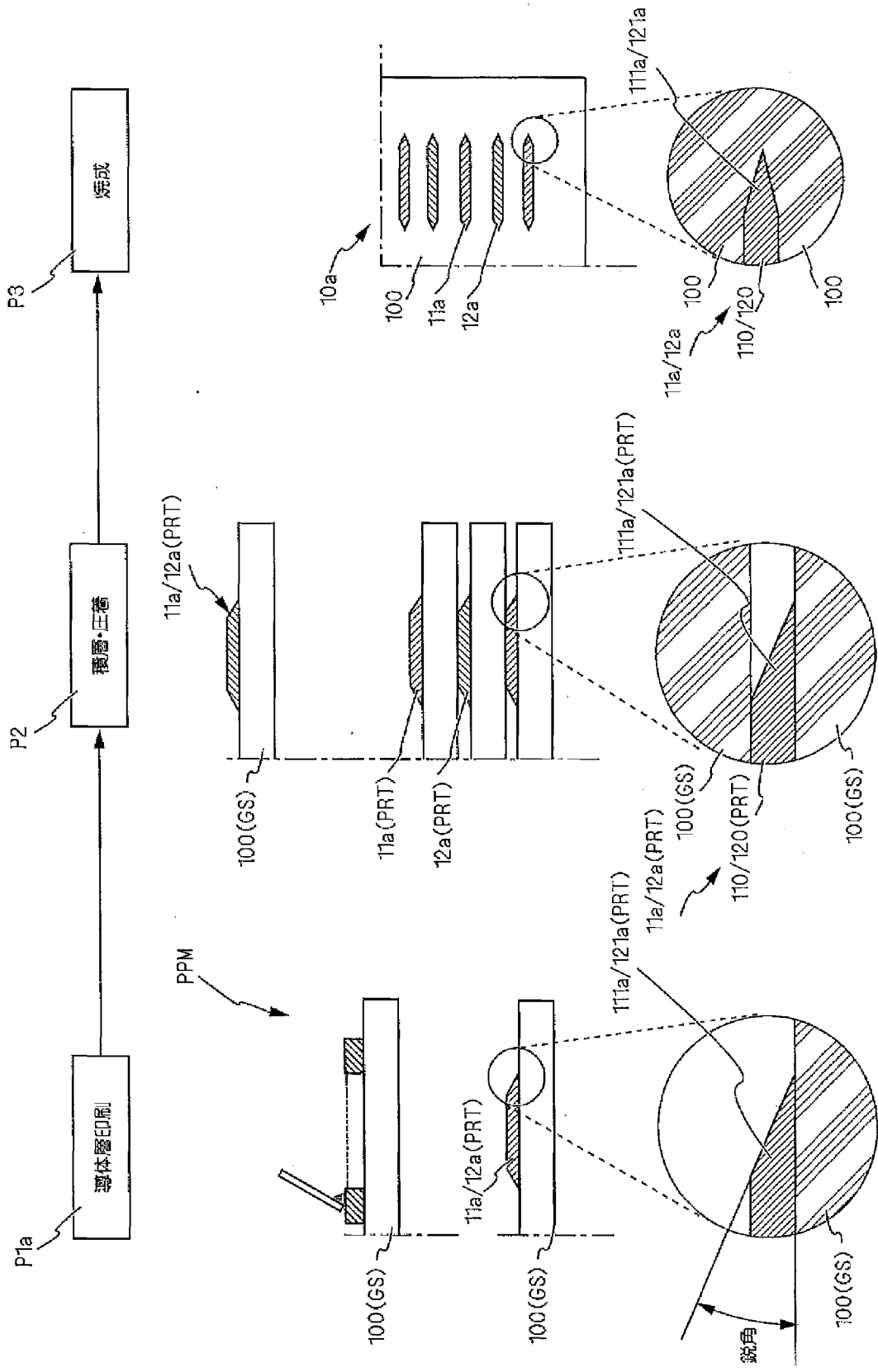
[図8C]

(実施例1)



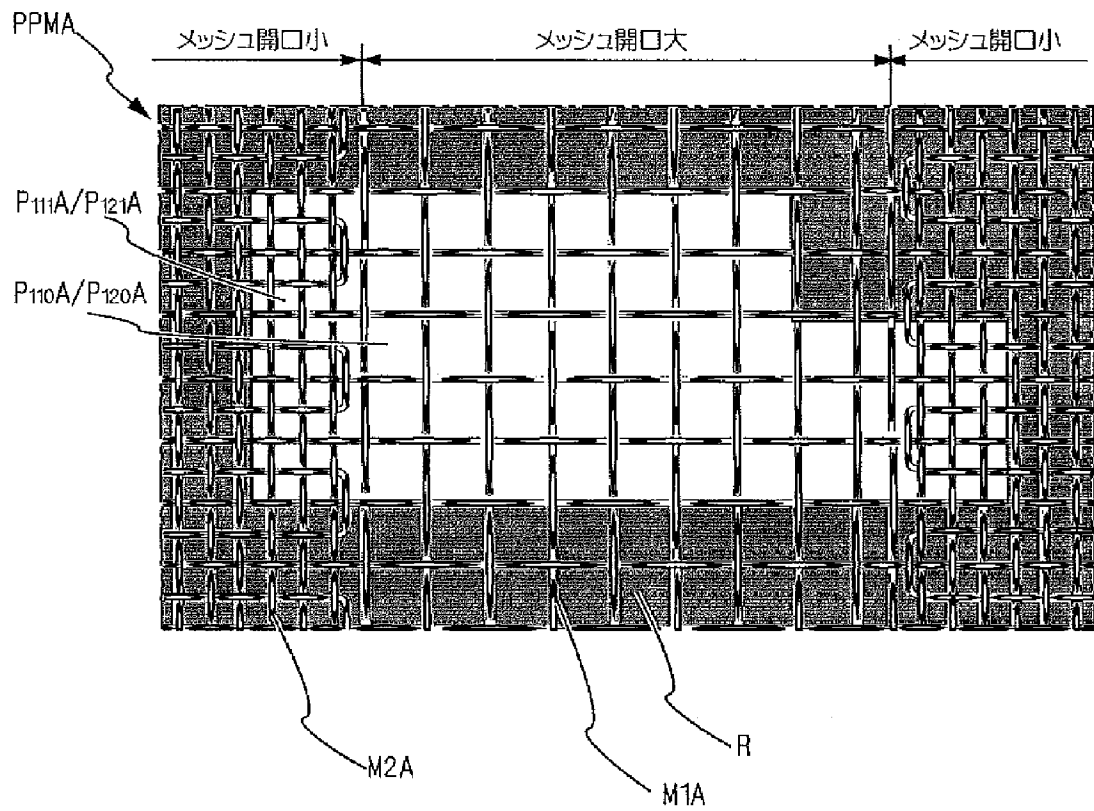
[図8D]

(実施例2)





[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/050508

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01N15/06(2006.01) i, G01N27/04(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)  
G01N15/06, G01N27/04

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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 2012-78130 A (Denso Corp.),<br>19 April 2012 (19.04.2012),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                          | 1-8                   |
| A         | JP 2011-80926 A (Denso Corp.),<br>21 April 2011 (21.04.2011),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                          | 1-8                   |
| A         | JP 2012-93292 A (Denso Corp.),<br>17 May 2012 (17.05.2012),<br>entire text; all drawings<br>& US 2012/0103058 A1 & DE 102011085321 A1 | 1-8                   |

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

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "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  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "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   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family  |
| "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  |  |

|   |   |
|---|---|
| Date of the actual completion of the international search<br>26 January 2015 (26.01.15) | Date of mailing of the international search report<br>03 February 2015 (03.02.15) |
|---|---|

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

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/050508

## 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 2013-231627 A (Nippon Soken, Inc., Denso Corp.),<br>14 November 2013 (14.11.2013),<br>entire text; all drawings<br>& US 2013/0283886 A1 & DE 102013205837 A1 | 1-8                   |
| A         | JP 2012-47596 A (NGK Insulators, Ltd.),<br>08 March 2012 (08.03.2012),<br>entire text; all drawings<br>& US 2012/0047991 A1 & EP 2423665 A2                     | 1-8                   |
| A         | JP 7-301616 A (Nippondenso Co., Ltd.),<br>14 November 1995 (14.11.1995),<br>entire text; all drawings<br>& US 5556526 A   | 1-8                   |

|  |   |                |
|--|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. G01N15/06(2006.01)i, G01N27/04(2006.01)i  |   |                |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. G01N15/06, G01N27/04  |   |                |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2015年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2015年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2015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<br>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<br>請求項の番号 |
| A  | JP 2012-78130 A（株式会社デンソー）2012.04.19, 全文, 全図（ファミリーなし）                                  | 1-8            |
| A  | JP 2011-80926 A（株式会社デンソー）2011.04.21, 全文, 全図（ファミリーなし）                                  | 1-8            |
| A  | JP 2012-93292 A（株式会社デンソー）2012.05.17, 全文, 全図 & US 2012/0103058 A1 & DE 102011085321 A1 | 1-8            |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 100px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>   |   |                |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |   |                |
| 国際調査を完了した日<br>26.01.2015   | 国際調査報告の発送日<br>03.02.2015  |                |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/J P）<br>郵便番号100-8915<br>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）<br>清水 督史<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3252                                 | 2 J   3 6 1 0  |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                |
|-----------------------|---|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2013-231627 A (株式会社日本自動車部品総合研究所、株式会社デンソー) 2013. 11. 14, 全文, 全図 & US 2013/0283886 A1 & DE 102013205837 A1 | 1-8            |
| A                     | JP 2012-47596 A (日本碍子株式会社) 2012. 03. 08, 全文, 全図 & US 2012/0047991 A1 & EP 2423665 A2                        | 1-8            |
| A                     | JP 7-301616 A (日本電装株式会社) 1995. 11. 14, 全文, 全図 & US 5556526 A  | 1-8            |