

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/175022 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 15/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061749
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 12 日(12.04.2016)
- (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 2015-091242 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015) 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: 毛利 友隆(MOURI, Tomotaka); 〒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). 田村 昌之(TAMURA, Masayuki); 〒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). 山本 真宏(YAMAMOTO, Masahiro); 〒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). 宮川 豪(MIYAGAWA, Go); 〒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). 下川 弘宣(SHIMOKAWA, Hironobu); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 小池 和彦(KOIKE, Kazuhiko); 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP).

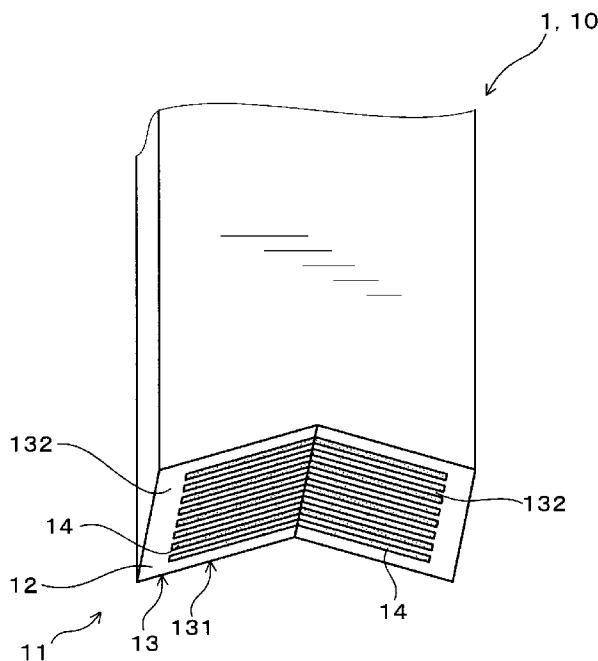
(74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町 1 8 番地 4 MY K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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.

[続葉有]

(54) Title: PARTICULATE MATTER DETECTION SENSOR

(54) 発明の名称: 粒子状物質検出センサ



(57) Abstract: A particulate matter detection sensor according to the present invention is provided with an element body part for detecting the amount of particulate matter included in exhaust gas discharged from an internal combustion engine. One end surface of the element body part is provided with a deposition reception part on which a portion of the particulate matter is deposited and at least one pair of detection electrodes disposed on the deposition reception part. The particulate matter detection sensor is configured so as to vary electrical signal output according to variation in the electrical characteristics between the pair of detection electrodes resulting from the deposition of particulate matter on the deposition reception part. The deposition reception part has a collection recess formed thereon that is recessed from the end surface on which the deposition reception part is formed.

(57) 要約: 粒子状物質検出センサは、内燃機関から排出される排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する素子本体部を備えている。素子本体部の端面の1つには、粒子状物質の一部を堆積させる被堆積部と、被堆積部に配置された少なくとも一対の検出電極とを備えている。粒子状物質検出センサは、粒子状物質が被堆積部上に堆積することによる一対の検出電極間における電気特性の変化に応じて電気信号の出力を変化させるように構成されている。被堆積部には、被堆積部の形成された端面から窪んだ捕集凹部が形成されている。



(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))

明 細 書

発明の名称：粒子状物質検出センサ

技術分野

[0001] 本発明は、排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する粒子状物質検出センサに関する。

背景技術

[0002] 内燃機関の排気管には、排ガスに含まれる粒子状物質（P a r t i c u l a t e M a t t e r : P M）を捕集する排ガス浄化装置が設けられている。この排ガス浄化装置は、排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する粒子状物質検出センサを有する粒子状物質検出装置を備えており、この粒子状物質検出装置によって得られた情報を基に、排ガス浄化装置の故障検知が行われている。

[0003] 排ガス浄化装置に用いられる粒子状物質検出センサとしては、例えば、特許文献1に示されたものがある。特許文献1の粒子状物質検出センサは、電気絶縁性を有する基板と、基板の表面に形成された検出電極とを有している。基板上には、検出電極を跨ぐように、複数の凸条部が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：独国特許出願公開第102006047927号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記構成を有する特許文献1の粒子状物質検出センサには以下の課題がある。即ち、内燃機関から排気管内に排出された排ガスが、粒子状物質検出センサに到達すると、排ガス内に含まれる粒子状物質が、粒子状物質検出センサの基板上で衝突し捕集される。しかし、粒子状物質の衝突速度が大きい場合、衝突した粒子状物質が基板表面から跳ね返り捕集されないことがある。特に、基板上に形成された凸条部においては、凸条部の表面

と検出電極との間の距離があるため、捕集電圧が作用しにくく、粒子状物質の跳ね返りが生じやすい。そのため従来の構造を有する粒子状物質検出センサでは、粒子状物質の捕集効率が低下して、十分な検出感度が得られないという課題があった。

[0006] 本発明は、かかる従来の課題を解決するためになされたものであり、粒子状物質の検出感度を向上させることができる構造を有する粒子状物質検出センサを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る粒子状物質検出センサは、内燃機関から排出される排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する素子本体部を備えている。さらに、該素子本体部の端面の1つには、上記粒子状物質の一部を堆積させる被堆積部と、該被堆積部に配置された少なくとも一对の検出電極とを備えている。そして、上記粒子状物質が上記被堆積部上に堆積した量に応じて、上記一对の検出電極間における電気特性の変化に応じて変化する電気信号を出力するように構成されている。特に、上記被堆積部には、該被堆積部が形成された端面から見て窪んだ形状の捕集凹部が形成されていることを特徴としている。

発明の効果

[0008] 上記した構成の粒子状物質検出センサは、上記捕集凹部を備えているので、上記被堆積部に衝突する上記粒子状物質を効率よく捕集することができる。すなわち、上記捕集凹部内に入り込んだ上記粒子状物質が、上記捕集凹部の内周面に衝突し跳ね返ったとしても、上記捕集凹部は上記素子本体部の端面から窪むように形成されていることから、跳ね返った上記粒子状物質が再度、上記捕集凹部の内周面に衝突しやすい。このとき、上記粒子状物質の衝突速度は、最初に上記捕集凹部に衝突した際に減速する。そのため、跳ね返った上記粒子状物質が再度上記捕集凹部の内周面に衝突する際には、上記捕集凹部の内周面に付着しやすい。したがって、上記捕集凹部を設けることにより上記被堆積部における捕集効率を向上させることができる。

[0009] 以上説明したように、本発明によれば、粒子状物質の検出感度を向上させることができる粒子状物質検出センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施例1に係る粒子状物質検出センサの素子本体部の概略説明図である。

[図2]本発明の実施例1に係る粒子状物質検出センサの素子本体部の構造を示す説明図である。

[図3]本発明の実施例1に係る粒子状物質検出センサの予備本体部を示す説明図である。

[図4]本発明の実施例1に係る粒子状物質検出センサを示す断面図である。

[図5]本発明の実施例2に係る粒子状物質検出センサの素子本体部の説明図である。

[図6]本発明の実施例3に係る粒子状物質検出センサの素子本体部の説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明に係る粒子状物質検出センサの上記検出電極は、上記捕集凹部の外側に形成された外側電極部と、上記捕集凹部の内側に形成された内側電極部とを有している。上記外側電極部と上記内側電極部とは、素子表面において電氣的に接続されていることが好ましい。この場合には、上記捕集凹部の外側において、上記粒子状物質を検出すると共に、上記粒子状物質の捕集効率が高い上記捕集凹部内に上記内側電極部を形成したことにより、被堆積部への粒子状物質の再衝突の確率を増加させ捕集効率を向上させることができる。これにより、上記粒子状物質検出センサにおける検出感度を向上させることができる。

[0012] また、上記被堆積部の周囲を覆う保護カバーを有しており、該保護カバーには、排ガスを導入するための導入孔が貫通形成されている。該導入孔を通じて排ガスを導入することにより、上記捕集凹部に向かう排ガスの流れを形成するよう構成されていることが好ましい。この場合には、上記被堆積部に

上記粒子状物質を含む排ガスを効率良く供給することができる。また、排ガスの流通方向が決まるため、この流通方向に合わせて上記捕集凹部を形成することにより、さらに捕集効率を向上させることができる。

[0013] また、上記捕集凹部は、上記一对の検出電極の並び方向と直交する平面における断面形状が円弧状をなしていることが好ましい。円弧状断面を有する上記捕集凹部においては、その内周面の形成角度が徐々に変化していく。そのため、複数の方向から衝突する上記粒子状物質を効率良く捕集することができる。

[0014] また、上記被堆積部には、複数の上記捕集凹部が形成されていることが好ましい。この場合には、複数の上記捕集凹部を形成することで捕集量を増大させることができる。これにより、上記粒子状物質検出センサにおける捕集効率を向上し、その検出感度をより向上させることができる。

実施例

[0015] (実施例 1)

以下、実施例 1 に係る粒子状物質検出センサについて、図 1～図 4 を参照しながら説明する。図 1 に示すように、粒子状物質検出センサ 1 は、内燃機関から排出される排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する素子本体部 10 を備えている。素子本体部 10 の先端面には、粒子状物質の一部を堆積させる被堆積部 13 と、被堆積部 13 に配置された少なくとも一对の検出電極 14 とを備えている。粒子状物質検出センサ 1 は、粒子状物質が被堆積部 13 上に堆積することによる一对の検出電極 14 間における電気特性の変化に応じて電気信号の出力を変化させるように構成されている。図 1 に示されるように、被堆積部 13 には、被堆積部 13 の形成された端面から窪んだ捕集凹部 131 が形成されている。

[0016] 以下、実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 の構造および動作について、さらに詳細に説明する。実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 は、自動車に搭載された内燃機関から、排気管を通じて排出される排ガスに含まれる粒子状物質を検出するためのものである。粒子状物質検出センサ 1 によって

得られた情報を基に、排ガス浄化装置の故障検知を行う。

[0017] 図4に示すように、粒子状物質検出センサ1は、素子本体部10と保護カバー2とこれらを保持するハウジング部材（図示省略）とを有している。図1及び図2に示すように、素子本体部10は、排ガス中の粒子状物質を堆積させる被堆積部13を先端面に備えた略棒状をなしている。被堆積部13は、絶縁性材料からなる9つの絶縁部材12と、絶縁部材12の間に配置された8つの検出電極14とを有している。しかしながら、絶縁部材12と検出電極14の数は、特に上記した数に限定されるものではなく、例えば、検出電極14の数は2以上であればよく、絶縁部材12の数は、検出電極14の個数+1個であればよい。なお、検出電極14が複数対設けられている場合には、粒子状物質検出センサ1の出力電流は、各対の検出電極14間に流れる出力電流の総和となる。従って、検出電極14の対が多いほど、検出感度が向上する。

[0018] 図2及び図3に示すように、絶縁部材12は、アルミナ、ジルコニア、マグネシア、ベリリアなどのセラミック材料を平板状に形成したものである。検出電極14は、焼成前の絶縁部材12の一面に白金ペースト、銅ペースト、銀ペースト等の導電性ペーストを用いたスクリーン印刷により形成されている。検出電極14の形成方法は上記に限定されず、グラビア印刷やインクジェット印刷など電極パターンを形成できる方法であればよい。この検出電極14が形成された絶縁部材12を積層した後、焼成することにより、絶縁部材12と検出電極14とを交互に積層した積層部11が形成される。

[0019] 積層部11の作製方法は、上記方法に限定されるものではなく、例えば、図2に示す複数の絶縁部材12の個数分の大きさの絶縁部材の上に、複数の検出電極14を形成し、当該検出電極14が形成された絶縁部材を積層した後、切断加工により複数個のピースに分断し、各ピースを焼成することで積層部11を形成してもよい。この形成方法によれば、粒子状物質検出センサ1を複数製造する場合の工程の数を省略することができる。

[0020] 積層部11においては、正極と負極とが交互に配置されており、隣り合う

検出電極 1 4 同士が一对の検出電極 1 4 を形成している。被堆積部 1 3 は、粒子状物質検出センサ 1 の軸方向における先端側に配置された先端面に、検出電極 1 4 の端部近傍を露出して形成されている。

[0021] また、被堆積部 1 3 が形成された先端面には、先端面から窪んだ捕集凹部 1 3 1 が形成されている。捕集凹部 1 3 1 は、積層部 1 1 の積層方向及び軸方向の両方と直交する幅方向において、両端部から中央に向かうにつれて、基端側に向かって傾斜した 2 つの傾斜面 1 3 2 によって形成されており、この 2 つの傾斜面 1 3 2 に検出電極 1 4 が露出している。図 3 に示すように、本実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 の捕集凹部 1 3 1 は、絶縁部材 1 2 を積層して焼成した後、先端面に切削加工を施して形成される。

[0022] また、捕集凹部 1 3 1 の形成方法は、上記した方法に限定されるものではなく、例えば、検出電極 1 4 が形成された積層前の絶縁部材 1 2 の状態で打ち抜きや切断加工によって形成してもよく、積層後、焼成前に切断加工あるいは切削加工等によって形成してもよい。ただし、好ましくは、焼成後に形成することで、絶縁部材 1 2 と検出電極 1 4 との焼成収縮差等によって生じる捕集凹部 1 3 1 のうねりや歪みなどを同時に補正することができる。

[0023] 上記構成を有する実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 の被堆積部 1 3 において、検出電極 1 4 に捕集電圧を印加すると、検出電極 1 4 の周囲に電界が形成され、粒子状物質が検出電極 1 4 へと引き寄せられる。検出電極 1 4 に付着した粒子状物質は、検出電極 1 4 の表面を移動し、一对の検出電極 1 4 の間に堆積する。そして、被堆積部 1 3 に堆積した粒子状物質によって、被堆積部 1 3 に露出した一对の検出電極 1 4 が導通し、一对の検出電極 1 4 の間における電気抵抗値が低下する。検出電極 1 4 間の電気抵抗値の変化に伴い、検出電極 1 4 間を流れる電気信号としての電流量が変化する。これにより、粒子状物質検出センサ 1 から出力される電流値が変化する。つまり、粒子状物質検出センサ 1 から出力される電流値は、被堆積部 1 3 における粒子状物質の堆積量に応じて変化するものであり、粒子状物質の堆積量に関する情報を有するものである。この電流値を用いることで被堆積部 1 3 にお

ける粒子状物質の堆積量を検出することができる。本実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 において、素子本体部 10 で検出された電流は、シャント抵抗を備えたコントロールユニット（図示省略）へと出力される。コントロールユニットは、電流値とシャント抵抗の積で算出される電圧を出力する。この電圧が粒子状物質検出センサ 1 の出力となる。

[0024] 図 4 に示すように、保護カバー 2 は、内側カバー 21 と、内側カバー 21 の外周側に配設された外側カバー 22 とを有している。内側カバー 21 は、素子本体部 10 を囲む円筒状の内側壁部 211 と、内側壁部 211 の先端に形成された内側底部 212 とを有している。内側カバー 21 は、ハウジング部材の先端面（図示省略）にかしめて固定されている。

[0025] 内側壁部 211 には、内側導入孔 214 が形成されている。内側導入孔 214 の内径は円形をなしており、軸方向から見たとき、内側壁部 211 の円周方向に等間隔となるように形成されている。また、内側導入孔 214 は、素子本体部 10 の被堆積部 13 よりも先端側の位置に形成されている。内側底部 212 の中心には、軸方向に貫通形成された内側排出孔 215 が形成されている。

[0026] 外側カバー 22 は、保護カバー 2 を囲む円筒状の外側壁部 221 と、外側壁部 221 の先端に形成された外側底部 222 とを有している。外側カバー 22 は、ハウジング部材の先端面に内側カバー 21 と共にかしめて固定されている。

[0027] 外側壁部 221 には、外側導入孔 224 が形成されている。外側導入孔 224 の内径は円形をなしており、軸方向から見たとき、外側壁部 221 の円周方向に等間隔となるように形成されると共に、各外側導入孔 224 と各内側導入孔 214 とは、径方向に重なる位置に形成されている。また、外側導入孔 224 は、内側導入孔 214 よりも先端側の位置に形成されている。外側底部 222 の中心には、軸方向に貫通形成された外側排出孔 225 が形成されている。

[0028] 本実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 においては、複数の外側導入孔

224 から導入された排ガス G は、導入方向を変化させた後、内側導入孔 214 から内側カバー 21 の内側に導入されるよう構成されている。すなわち、排気管内を流通する排ガスの流通方向に沿うように外側導入孔 224 から外側カバー 22 の内側へと流入した排ガスは、内側カバー 21 の内側壁部 211 に衝突することで、内側壁部 211 に沿うように導入方向を変化させる。そして、内側カバー 21 と外側カバー 22 との間の空隙を流通して、内側導入孔 214 から内側カバー 21 の内側へと流入する。このとき、内側カバー 21 内に流入する排ガスの流れの中に、被堆積部 13 を配置しており、被堆積部 13 に向かう排ガスの流れが形成されている。

[0029] 次に、本実施例 1 に係る粒子状物質検出センサの作用効果について説明する。粒子状物質検出センサ 1 は、上記説明した構造を有する捕集凹部 131 を備えている。そのため、被堆積部 13 に衝突する粒子状物質を効率よく捕集することができる。すなわち、捕集凹部 131 内に入り込んだ粒子状物質が、捕集凹部 131 の内周面に衝突し跳ね返ったとしても、捕集凹部 131 は素子本体部 10 の端面から窪むように形成されていることから、跳ね返った粒子状物質が再度、捕集凹部 131 の内周面に衝突しやすい。このとき、粒子状物質の衝突速度は、最初に捕集凹部 131 に衝突した際に減速する。そのため、跳ね返った粒子状物質が再度捕集凹部 131 の内周面に衝突する際には、捕集凹部 131 の内周面に付着しやすい。したがって、捕集凹部 131 を設けることにより被堆積部 13 における捕集効率を向上させることができる。

[0030] また、被堆積部 13 の周囲を覆う内側カバー 21 や外側カバー 22 を備えた保護カバー 2 を有している。この保護カバー 2 には、排ガスを導入するための導入孔が貫通形成されており、導入孔を通じて排ガスを導入することにより、捕集凹部 131 に向かう排ガスの流れを形成するよう構成されている。そのため、被堆積部 13 に粒子状物質を含む排ガスを効率良く供給することができる。また、排ガスの流通方向が決まるため、この流通方向に合わせて捕集凹部 131 を形成することにより、さらに捕集効率を向上させること

ができる。

[0031] また、複数の検出電極 1 4 と電気絶縁性を有する複数の絶縁部材 1 2 とを交互に積層した積層部 1 1 を有しており、積層部 1 1 の先端面に、被堆積部 1 3 及び検出電極 1 4 が形成されている。そのため、検出電極 1 4 間の距離を容易に短縮し、検出感度が優れた粒子状物質検出センサ 1 を容易に製造することができる。

[0032] 以上説明したように、本実施例 1 によれば、粒子状物質の検出感度を向上させることができる粒子状物質検出センサ 1 を提供することができる。

[0033] (実施例 2)

以下に、実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 に示すように、実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 の構造は、実施例 1 の粒子状物質検出センサ 1 における構造を一部変更した例を示すものである。本実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 において、被堆積部 1 3-1 に形成された捕集凹部 1 3 1-1 は、積層方向と直交する断面における断面形状が円弧状となる曲面をなしている。その他の構成は実施例 1 と同様である。尚、本実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 で用いた符号のうち、実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 と同様の構成要素等を示すものである。

[0034] 捕集凹部 1 3 1-1 は、一对の検出電極 1 4 の並び方向と直交する平面における断面形状が円弧状をなしている。円弧状の断面を有する捕集凹部 1 3 1-1 においては、その内周面の角度が徐々に変化していく。そのため、複数の方向から衝突する粒子状物質を効率良く捕集することができる。これにより、粒子状物質の検出感度を一層向上させることができる。尚、本実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 の説明および図 5 で用いた符号のうち、実施例 1 に係る粒子状物質検出センサ 1 で用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 のものと同様の構成および動作を有するものである。

[0035] (実施例3)

以下に、実施例3に係る粒子状物質検出センサ1-2について、図6を参照しながら説明する。図6に示すように、実施例3に係る粒子状物質検出センサ1-2は、実施例1に係る粒子状物質検出センサ1における構造を一部変更した例を示すものである。実施例3に係る粒子状物質検出センサ1-2において、被堆積部13-2には、3つの捕集凹部131-2が形成されている。各捕集凹部131-2は、先端面から基端側に窪んだ位置に形成された凹部底面133と、先端面と凹部底面133とを繋ぐように形成された一对の凹部側面134とを有している。

[0036] 検出電極14は、捕集凹部131-2の内側に形成された内側電極部142と、捕集凹部131-2以外の被堆積部13-2に形成された外側電極部141とを有している。本実施例3に係る粒子状物質検出センサ1-2において、内側電極部142は、素子本体部10の先端面（被堆積部13）に設けられた捕集凹部131-2の内側に形成されている。内側電極部142は、捕集凹部131-2の凹部底面133及び一对の凹部側面134に形成されている。

[0037] また、外側電極部141は、素子本体部10の先端面（被堆積部13-2）における、捕集凹部131を設けていない位置に形成されている。すなわち、外側電極部141は、3つの捕集凹部131-2のうち、隣り合う捕集凹部131-2の間、および、両端の捕集凹部131-2の外側に存在する、素子本体部10の先端面に形成されている。内側電極部142と外側電極部141とは電氣的に接続されている。

[0038] その他の構成は、実施例1に係る粒子状物質検出センサ1の構成と同様である。尚、本実施例3に係る粒子状物質検出センサ1-2の説明および図6で用いた符号のうち、実施例1に係る粒子状物質検出センサ1で用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例1のものと同様の構成および動作を有するものである。

[0039] 本実施例3に係る例の粒子状物質検出センサ1-2は、捕集凹部131-

2の外側において、粒子状物質を検出すると共に、粒子状物質の捕集効率が高い捕集凹部131-2内に内側電極部142を形成することにより、検出感度を向上させることができる。

[0040] また、被堆積部13-2に、複数の捕集凹部131-2を形成することで、粒子状物質における捕集効率を向上し、その捕集効率をより向上させることができる。例えば、図6では3つの捕集凹部131-2が形成されている。その他、実施例1に係る粒子状物質検出センサ1と同様の作用効果を有する。

[0041] また、実施例1～実施例3の粒子状物質検出センサ1において、捕集凹部131、131-1、131-2は、積層方向において一様な断面形状をなしているが、例えば、粒子状物質検出センサ1、1-1、1-2の中心軸を中心として、断面形状を回転させた略楕状の捕集凹部131、131-1、131-2をそれぞれ形成してもよい。

[0042] また、実施例1～実施例3の粒子状物質検出センサ1、1-1、1-2において、捕集凹部131、131-1、131-2の端縁の外側角部、及び捕集凹部131、131-1、131-2内の内側角部に、R面、C面等の面取り加工を施すことが好ましい。例えば、外側角部又は内側角部にR面を設ける場合、その面取り寸法を、R0.01～R1.0（すなわちR面取り寸法0.01mm～1.0mm）とすることができる。また、例えば、外側角部又は内側角部にC面を設ける場合、その面取り寸法を、C0.01～C1.0（すなわちC面取り寸法0.01mm～1.0mm）とすることができる。これにより、衝突物や急激な温度変化による応力への耐性を向上させることができる。また、望ましくは焼成前に上記の加工を行うことで、焼成時における割れ、欠け等を抑制することができる。

[0043] （比較試験）本比較試験においては、実施例1～実施例3の粒子状物質検出センサ1、1-1、1-2と、捕集凹部131、131-1、131-2とが形成されていない従来の粒子状物質検出センサとの検出感度を比較した。従来の粒子状物質検出センサとしては、実施例1において、捕集凹部131

を形成する前の状態の粒子状物質検出センサ（図３参照）を用いている。すなわち、従来の粒子状物質検出センサは、被堆積部が軸方向に直交する平坦面によって形成されている。尚、従来の粒子状物質検出センサは、捕集凹部１３１が形成されていないことを除いて、実施例１の粒子状物質検出センサ１と同様の構造を有している。

[0044] 比較試験の試験条件は、粒子状物質近傍における温度が２００℃、粒子状物質濃度が３ｍｇ／ｍ^３の排ガスを、流速２０ｍ／ｓ及び流速５０ｍ／ｓにて流通させた際の不感質量を計測した。尚、不感質量は、粒子状物質検出センサ１において、出力信号が変化するまでの間に排出される粒子状物質の総量を示すものである。

[0045] [表１]

(表１)

	不感質量	
	流速20m/s	流速50m/s
比較例	34mg	52mg
実施例1	28mg	35mg
実施例2	26mg	32mg
実施例3	25mg	29mg

[0046] 表１は、比較試験の結果を示すものである。表１において、比較例で示される従来の粒子状物質検出センサにおける不感質量は、流速２０ｍ／ｓにおいては３４ｍｇとなり、流速５０ｍ／ｓにおいては５０ｍｇであった。また、表１において、実施例１の粒子状物質検出センサ１における不感質量は、流速２０ｍ／ｓにおいては２８ｍｇとなり、流速５０ｍ／ｓにおいては３５ｍｇであった。このように、実施例１の粒子状物質検出センサ１は、排ガスの流速が２０ｍ／ｓ及び５０ｍ／ｓのいずれにおいても、比較例で示される従来の粒子状物質検出センサよりも不感質量が少なくなることが確認された。また、実施例１の粒子状物質検出センサ１は、排ガスの流速を変化させた際の不感質量の変化量も従来の粒子状物質検出センサよりも小さいことが確認された。これにより、実施例１の粒子状物質検出センサ１においては、排

ガスの流速が増大した場合にも、被堆積部 13 における粒子状物質の跳ね返りを防止し、捕集効率を向上させることができる。

[0047] また、表 1 に示すように、実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 における不感質量は、実施例 1 の粒子状物質検出センサ 1 における不感質量よりも少なく、実施例 3 に係る粒子状物質検出センサ 1-2 における不感質量は、実施例 2 の粒子状物質検出センサ 1-1 における不感質量よりも更に少ないことがわかった。この傾向は、排ガスの流速が 20 m/s である場合においても 50 m/s である場合においても同様である。さらに、排ガスの流速を変化させた際の不感質量の変化量についても、実施例 1 よりも実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-2 の方が、また、実施例 2 に係る粒子状物質検出センサ 1-1 よりも、実施例 3 に係る粒子状物質検出センサ 1-2 の方が小さいことがわかった。

[0048] 以上の結果から、実施例 1～3 の粒子状物質検出センサ 1, 1-1, 1-2 は、従来の粒子状物質検出センサに比べて、検出感度に優れていることが分かる。そして、実施例 1 よりも実施例 2 の粒子状物質検出センサ 1-1 の方が、検出感度に優れ、さらに実施例 2 よりも実施例 3 の粒子状物質検出センサ 1-2 の方が、検出感度に優れていることがわかった。

符号の説明

[0049] 1, 1-1, 1-2 粒子状物質検出センサ、10 素子本体部、13, 13-1, 13-2 被堆積部、131, 131-1, 131-2 捕集凹部、14 検出電極。

請求の範囲

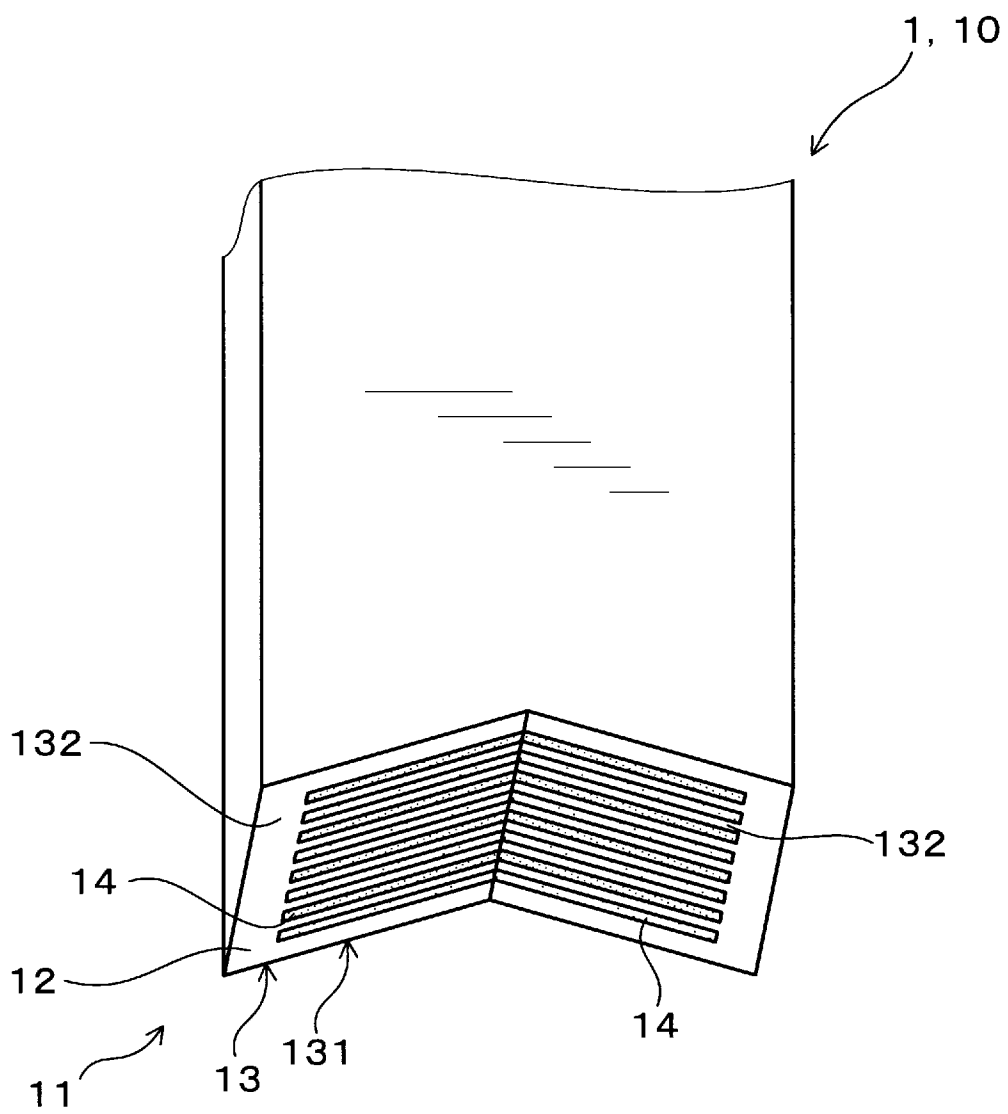
- [請求項1] 内燃機関から排出される排ガスに含まれる粒子状物質の量を検出する素子本体部（10）を備えており、
- 該素子本体部（10）の端面の1つには、上記粒子状物質の一部を堆積させる被堆積部（13、13-1、13-2）と、該被堆積部（13、13-1、13-2）に配置された少なくとも一対の検出電極（14）とを備え、
- 上記粒子状物質が上記被堆積部（13、13-1、13-2）上に堆積した量に応じて、上記一対の検出電極（14）間における電気特性の変化に応じて変化する電気信号を出力するように構成され、
- 上記被堆積部（13、13-1、13-2）には、該被堆積部（13、13-1、13-2）が形成された端面から、窪んだ形状の捕集凹部（131、131-1、131-2）が形成されていることを特徴とする粒子状物質検出センサ（1、1-1、1-2）。
- [請求項2] 上記検出電極（14）は、上記捕集凹部（131-2）の内側に形成された内側電極部（142）と、上記捕集凹部（131-2）以外の上記被堆積部（13-2）に形成された外側電極部（141）とを有しており、該外側電極部（141）と上記内側電極部（142）とは、電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の粒子状物質検出センサ（1）。
- [請求項3] 上記被堆積部（13、13-1、13-2）の周囲を覆う保護カバー（2）をさらに有しており、該保護カバー（2）には、排ガスを導入するための導入孔（214、224）が貫通形成されており、該導入孔（214、224）を通じて排ガスを導入することにより、上記捕集凹部（131、131-1、131-2）に向かう排ガスの流れを形成するよう構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の粒子状物質検出センサ（1）。
- [請求項4] 上記捕集凹部（131-1）は、円弧状の曲面をなしていることを

特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の粒子状物質検出センサ（1-1）。

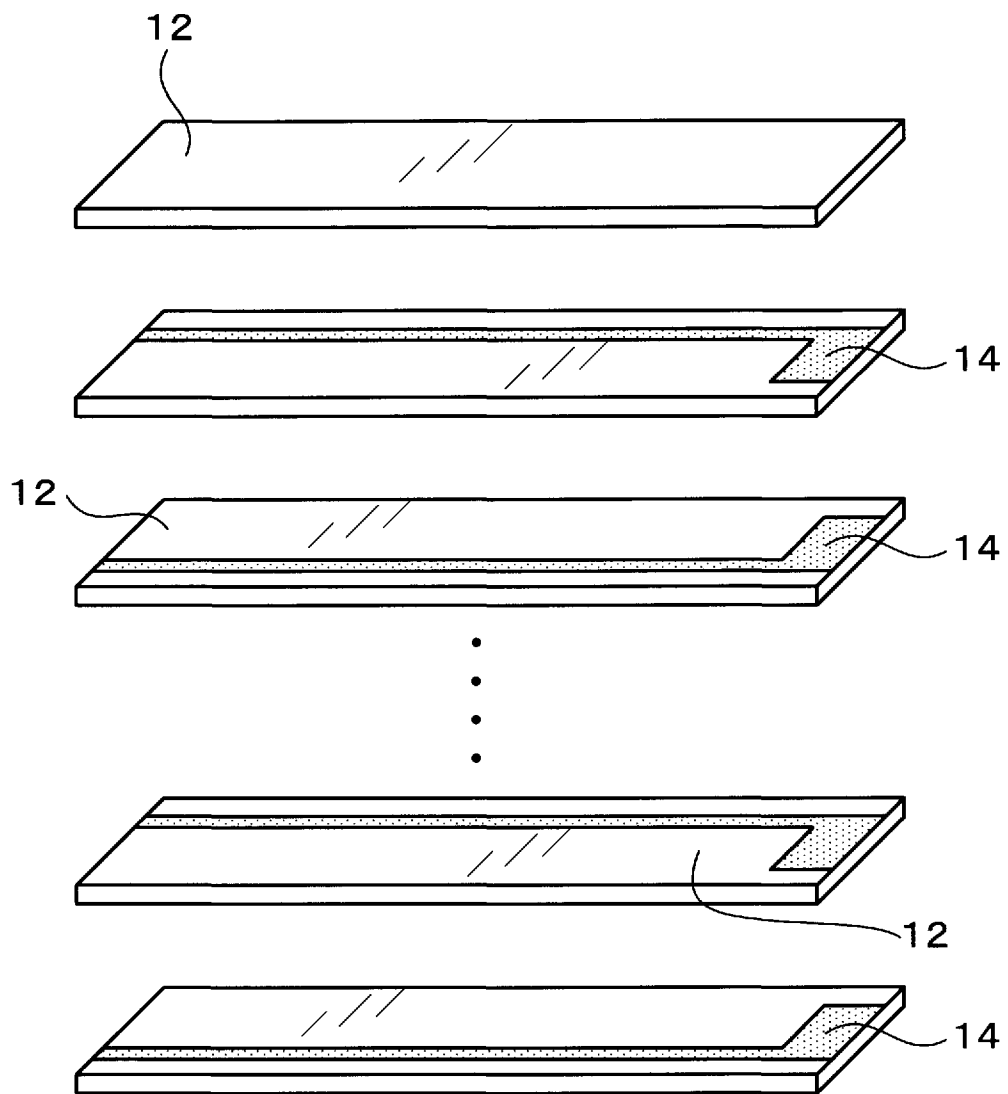
[請求項5] 上記被堆積部（13-2）には、複数の上記捕集凹部（131-2）が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の粒子状物質検出センサ（1-2）。

[請求項6] 複数の上記検出電極（14）と電気絶縁性を有する複数の絶縁部材（12）とを交互に積層した積層部（11）を有しており、該積層部（11）の端面に、上記被堆積部（13，13-1，13-2）及び上記検出電極（14）が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の粒子状物質検出センサ（1）。

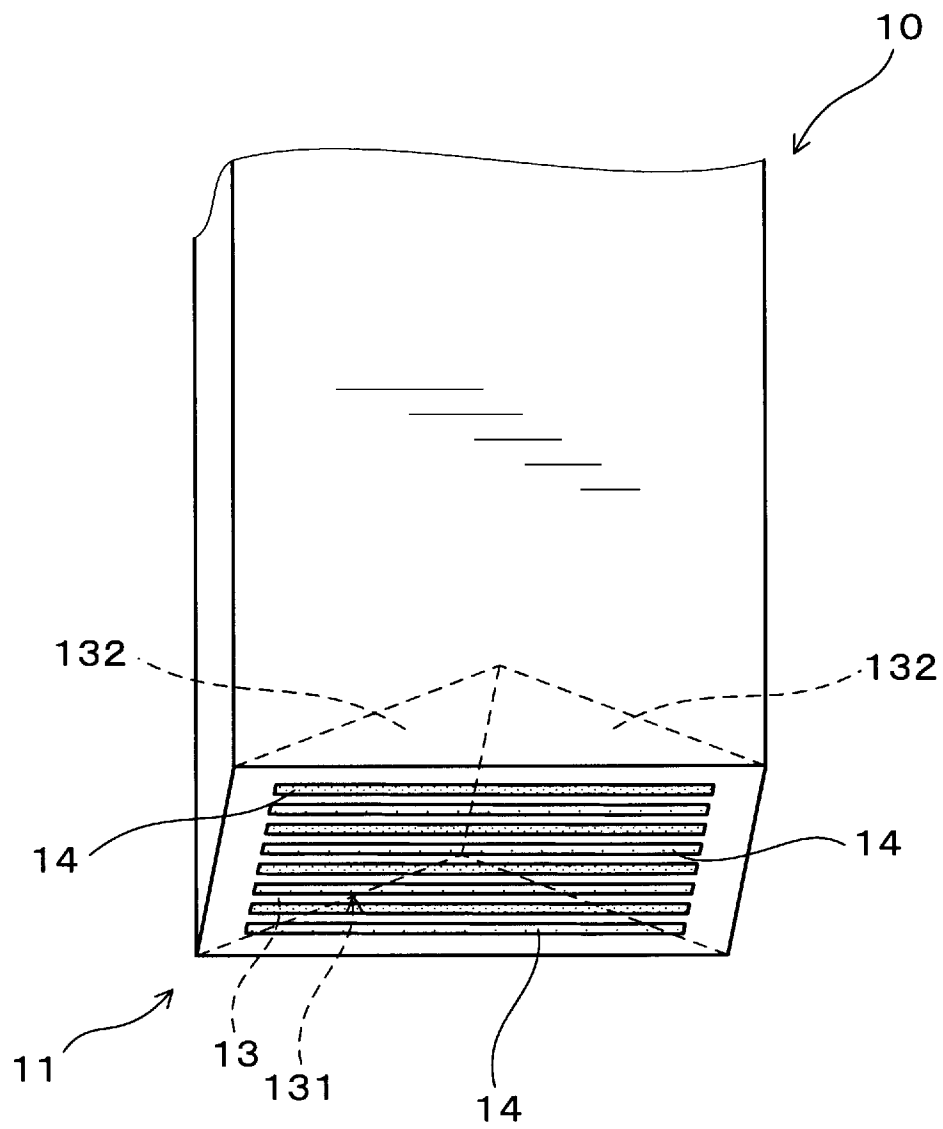
[図1]



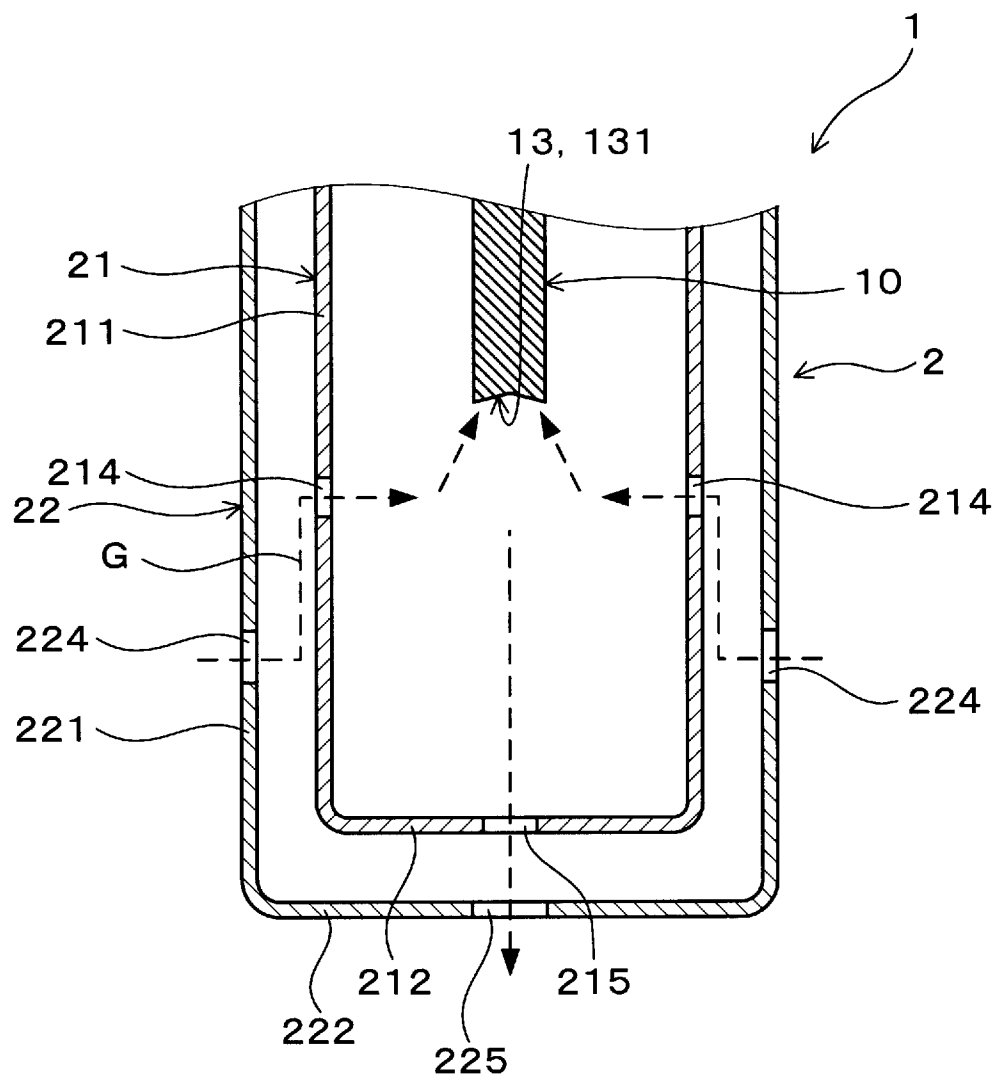
[図2]



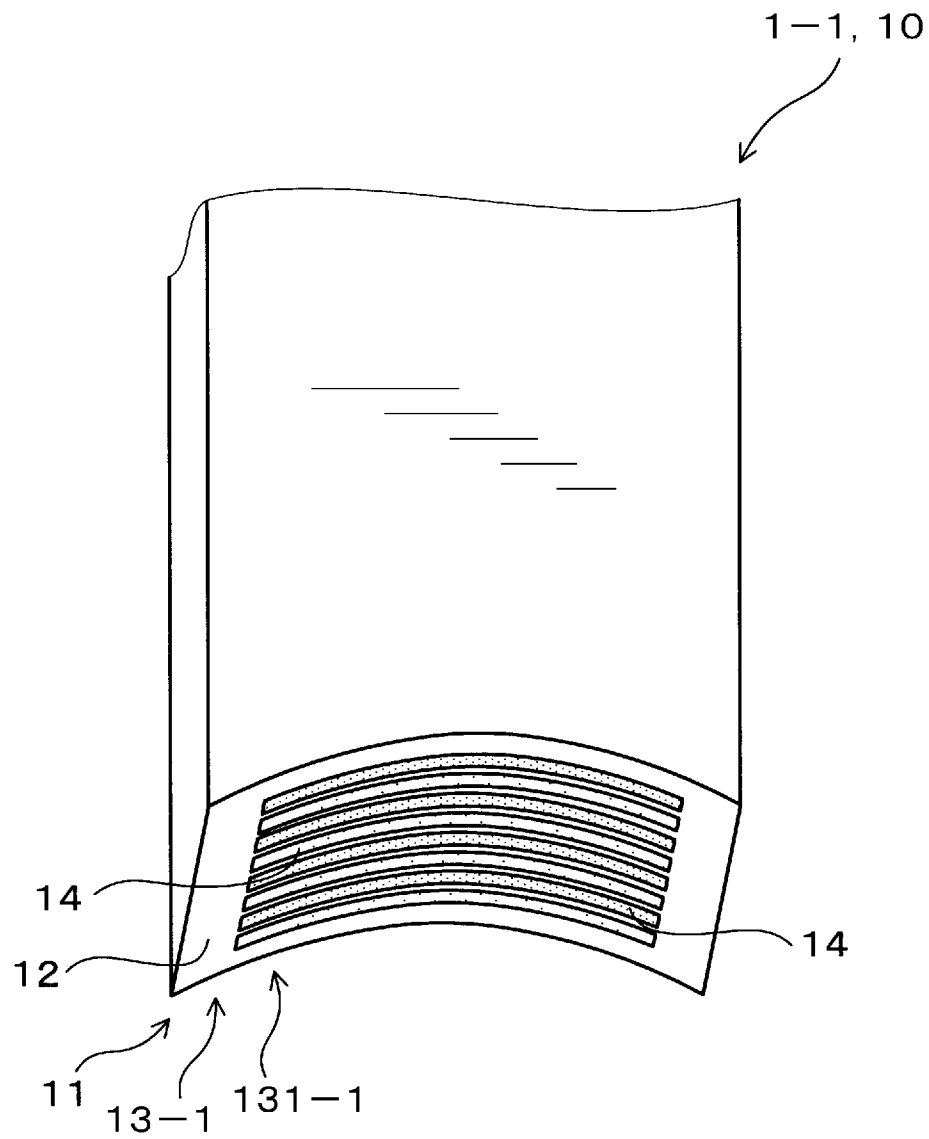
[図3]



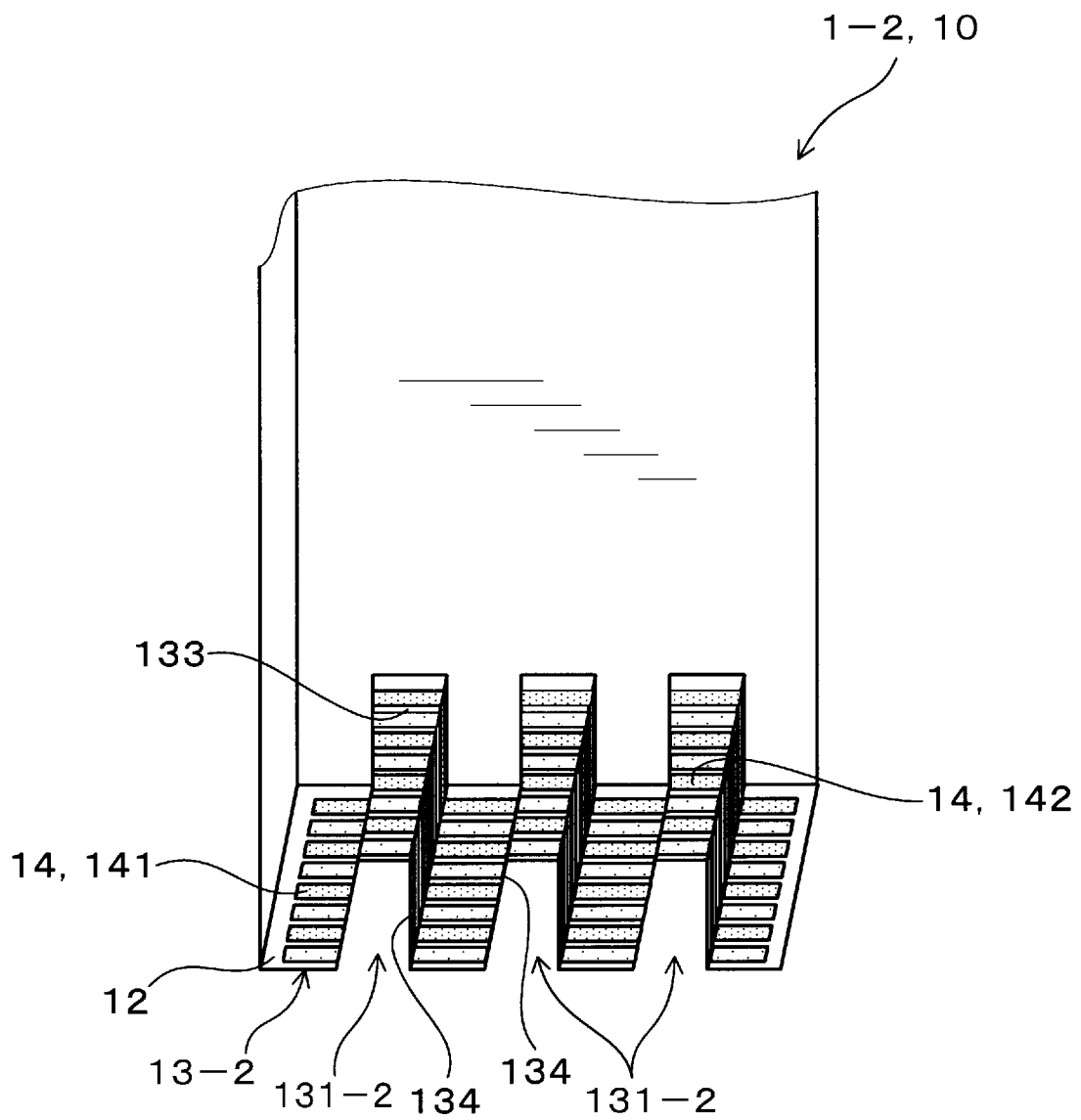
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N15/06(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

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 2012-150028 A (Denso Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0036] to [0080]; fig. 3 & US 2012/0186330 A1 paragraphs [0052] to [0100]; fig. 3	1, 3 2, 4-6
X A	JP 2010-014615 A (NGK Insulators, Ltd.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraphs [0001] to [0002], [0018] to [0078]; fig. 1 to 8 & US 2010/0000863 A1 paragraphs [0180] to [0232]; fig. 28 to 32 & EP 2141482 A1	2, 4-5 1, 3, 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
09 June 2016 (09.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061749

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 2008-051715 A (Yoshiharu NAGAMATSU), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0025] to [0046]; fig. 8 to 26 (Family: none)	1-6
A	JP 2012-058015 A (NGK Insulators, Ltd.), 22 March 2012 (22.03.2012), entire text; all drawings & US 2012/0055233 A1 & EP 2426477 A2	1-6
A	JP 2012-078130 A (Denso Corp.), 19 April 2012 (19.04.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N15/06(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. G01N15/06

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 A	JP 2012-150028 A（株式会社デンソー）2012.08.09, 段落[0036]－[0080]及び図3 & US 2012/0186330 A1 段落[0052]－[0100]及びFIG. 3	1, 3 2, 4-6
X A	JP 2010-014615 A（日本碍子株式会社）2010.01.21, 段落[0001]－[0002]、[0018]－[0078]及び図1-8 & US 2010/0000863 A1 段落[0180]－[0232]及びFigs. 28-32 & EP 2141482 A1	2, 4-5 1, 3, 6
A	JP 2008-051715 A（永松 芳晴）2008.03.06, 段落[0025]－[0046]及び図8-26（ファミリーなし）	1-6

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

09.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

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）

渡邊 吉喜

2 J

6202

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2012-058015 A (日本碍子株式会社) 2012. 03. 22, 全文全図 & US 2012/0055233 A1 & EP 2426477 A2	1-6
A	JP 2012-078130 A (株式会社デンソー) 2012. 04. 19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6