

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年12月14日 (14.12.2006)

PCT

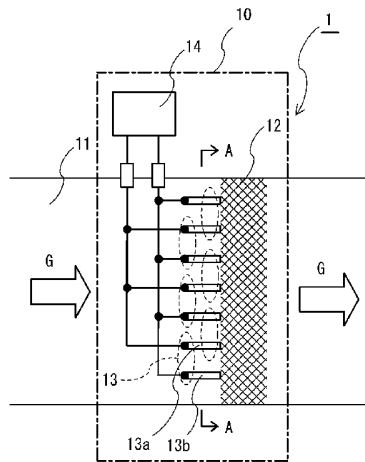
(10) 国際公開番号
WO 2006/132103 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/02 (2006.01) *B01D 53/94* (2006.01)
B01D 39/20 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)
 Kyoto (JP). いすゞ自動車株式会社 (ISUZU MOTORS LIMITED) [JP/JP]; 〒1408722 東京都品川区南大井6丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/310707 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内藤 健太 (NAITO, Kenta) [JP/JP]; 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP). 千林 暁 (SENBAYASHI, Satoru) [JP/JP]; 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP). 浜田 祐一 (HAMADA, Yuichi) [JP/JP]; 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地 日新電機株式会社内 Kyoto (JP). 河西 純一 (KASAI, Junichi) [JP/JP]; 〒2528501 神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社藤沢工場内 Kanagawa (JP). 田村 吉宣 (TAMURA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒2528501 神奈川県藤沢市土棚8番地 い
- (22) 国際出願日: 2006年5月30日 (30.05.2006)
- (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2005-168317 2005年6月8日 (08.06.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日新電機株式会社 (NISSIN ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158686 京都府京都市右京区梅津高畝町4-7番地

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST EMISSION CONTROL METHOD AND EXHAUST EMISSION CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 排ガス浄化方法及び排ガス浄化システム



(57) Abstract: In order to remove by burning trapped PMs by using fine light emitting discharge that randomly repeats generation and extinction spatially/temporally on the surface of an insulating filter with a minimum power consumption and to enhance the trapping efficiency and combustion-removal efficiency of PMs in exhaust gas discharged from diesel engines or the like, at least one electrode pair (13) are disposed on or in the vicinity of the surface of an insulating trapping member (12) for trapping particulate matters (41) in exhaust gas, a specified voltage (Vs) is applied to between the electrode pairs (13) to generate fine light emitting discharge (42) that randomly repeats generation and extinction spatially and temporally on the surface of the insulating trapping member (12), and the fine light emitting discharge (42) generated by the application of this specified voltage (Vs) is used to remove by burning the particulate matters (41) trapped by the insulating trapping member (12).

(57) 要約: 絶縁性フィルタ面上に空間的・時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を利用して、捕集されたPMの燃焼除去を、少ない消費電力で行い、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMの捕集効率及び燃焼除去効率を高めるために、排ガス中の粒子状物質(41)を捕捉する絶縁性捕捉部材(12)の表面又は表面近傍に、電極対(13)を1対

[続葉有]



WO 2006/132103 A1



すゞ自動車株式会社藤沢工場内 Kanagawa (JP). 我部正志 (GABE, Masashi) [JP/JP]; 〒2528501 神奈川県藤沢市土棚 8 番地 いすゞ自動車株式会社藤沢工場内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小川 信一, 外(OGAWA, Shin-ichi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 4 号 虎ノ門 1 1 森ビル小川・野口・斎下特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

以上配置し、該電極対 (13) 間に、前記絶縁性捕捉部材 (12) の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電 (42) を発生させる所定の電圧 (Vs) を印加し、この所定の電圧 (Vs) の印加によって発生した前記微小発光放電 (42) により、前記絶縁性捕捉部材 (12) に捕捉された粒子状物質 (41) を燃焼除去する。

明 細 書

排ガス浄化方法及び排ガス浄化システム

技術分野

- [0001] 本発明は、内燃機関等からの排ガスの浄化方法及び浄化システムに関するものである。特に、ディーゼルエンジンから排出される粒子状物質 (Particulate Matter: 以下「PM」という。) を除去するのに有効な排ガス浄化方法及び排ガス浄化システムに関する。

背景技術

- [0002] ディーゼルエンジンは、自動車、特に大型車に多く搭載されている。近年特にその排ガス中の窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素等と共に、PMの排出を低減することが強く望まれている。そのため、エンジンの改良やシリンダ内の燃焼条件の最適化等により根本的にPMを低減するための技術開発とともに、排ガス中のPMを効率的に除去するための技術の確立が望まれている。そして、この排ガス中のPMの除去のためには、フィルタを用いる方法や電気的な集塵方法等が開発されている。
- [0003] これらのフィルタを用いた方法では、一般に、セラミックスハニカム製フィルタ、合金製フィルタ及びセラミックス繊維製フィルタが用いられている。しかし、使用時間が経過するにつれ、捕集されたPMによりフィルタが目詰まりし、通気抵抗が増加し、エンジンに負担をかける結果となる。特にPM成分の内のドライスト(カーボン)の処理が難しい。このドライストは酸化して燃焼除去するためには、酸素共存下で500℃以上に加熱する必要がある。エンジンの排気熱のみの利用では、酸化除去に十分な温度を得ることはできない。そのため、電気ヒータを利用する方法や、放電プラズマで生成される酸化ラジカルを利用し、この酸化ラジカルでもってPMを酸化して燃焼除去する方法等が提案されている。
- [0004] しかし、単なる電気ヒータによる加熱では、燃費が悪化するという問題がある。つまり、PMの加熱のためだけでなく、排ガス全体の加熱に熱が使用されてしまう。酸化ラジカルによる場合は、酸化ラジカルの発生のための効率が悪い。酸化ラジカルは酸化速度が遅い上に、排ガス中に共存するHC成分との反応にも消費される。従って、P

Mとの反応の効率も悪く、結果として消費電力が大きくなる。例えば、小型トラックで数kWクラスの消費電力となる。

- [0005] また、電氣的な集塵方法では、次のような方法で、フィルタの圧力損失が上昇するのを抑制している。電気集塵とバグフィルタを組み合わせて、バグフィルタのろ過表面に電界を印加することによって、フィルタ表面に捕集されたPMが固着することを防ぐ。堆積状態を制御する。また、PMの燃焼除去のために、絶縁性のストレートフローハニカムに電極を配置し、ハニカムに捕集したPMに電流を流すことによって燃焼除去する。しかし、このストレートフローハニカムでは、PMの捕捉が不十分で浄化性能が悪いという問題と、捕捉したPMに十分な電流を流すことができず、捕捉したPMを十分に除去できないという問題がある。
- [0006] そのため、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMの捕集性能とPMの燃焼除去の両方に関して、十分な性能を持つ排ガス浄化装置の開発が必要とされ、様々な装置が提案されている。
- [0007] その一つとして、例えば、日本の特開2001-132430号公報に記載されているような可燃性物質の除去フィルタが提案されている。この除去フィルタでは、表側面から裏側面まで貫通する捕捉孔を設けた絶縁性隔壁で、可燃性物質(PM)をこの捕捉孔に捕捉する。この除去フィルタにおいて、可燃性物質の堆積により、両側面に電氣的絶縁性を保って貼設した電極間を短絡あるいはスパーク放電させることにより、両電極間につながる、あるいは、つながる直前の堆積物に通電してジュール熱により焼却除去する。そして、この電極間の比抵抗は、 $0.01 \sim 100 \Omega \text{ cm}$ の範囲内とされ、交流あるいは直流の所定の電圧(例えば、 25°C で1200V以上、 300°C で600V以上)を常時印加又は断続的に印加するとしている。
- [0008] しかしながら、この除去フィルタの場合には、次のような問題がある。浄化性能が悪くなってから再生する。1度短絡やスパーク放電が起こると、その部分で短絡やスパーク放電が繰り返され易く他の部分のPMを燃焼除去できない。短絡やスパーク放電等の電極間で通電が行われる方式では大電流が流れる。
- [0009] また、例えば、日本の特開2001-173427号公報に記載されているようなウォールフロータイプの放電再生式捕集フィルタが提案されている。このフィルタは、排ガス

の流れ方向と平行に放電電極を内壁面に点接触するように設けるとともに、帯電電極を内壁面に堆積した煤層 (PM層) と電氣的に接触可能に設ける。放電電極と帯電電極の間に例えば500Vの交流電圧を印加する。そして、内壁面に煤が堆積し堆積煤層が成長すると、放電電極の点接触箇所と、帯電電極に接触し帯電電極と同極性になる堆積煤層の間で放電が発生し、燃焼除去される。

[0010] 更に、例えば、日本の特開2001-221032号公報に記載されているようなディーゼルエンジン用黒煙除去装置が提案されている。このクロスフロータイプのフィルタにおいては、放電用電極をフィルタの入口側と出口側に配置する。また、ウォールフロータイプのフィルタにおいては、内壁面に放電用電極を配置したり、セル内に挿入された放電電極棒と隣り合うセラミックフィルタの間に介在させた多孔の放電用電極板をからなる放電電極を設けたりする。この放電電極をフィルタ間に配置する。この放電用電極の間に電圧を印加して、アーク放電によって、堆積した黒煙物質 (PM) 自体を燃焼してフィルタを再生する。

[0011] また、例えば、日本の特開2004-308569号公報に記載されているようなPM浄化リアクターが提案されている。このPM浄化リアクターでは、高気孔率基材のハニカム構造体の上下流に低気孔率基材のハニカム構造体を配置すると共に、これらの上下流に電極を、また、下流側ハニカム構造体の外周に外周電極を配置する。これらの電極に、例えば、5kV以上の直流電圧を印加する。これにより、上下流の電極間で堆積したPMを介した導通路が形成され、アーク放電に近似した通電燃焼が発生する。この燃焼によりPMを除去する。

[0012] また、例えば、日本の特開平04-135619号公報に記載されているような排気浄化装置が提案されている。この排気浄化装置では、フィルタの両面に入気側端部が外側に突出する電極と誘電体を配置する。この電極に1~10kV程度の非直流電圧を印加して、フィルタの入気面に堆積した燃焼性微粒子 (PM) の層と誘電体との間にコロナ放電を発生させる。このコロナ放電場で励起された気体中の酸素や窒素酸化物の一部が微粒子の堆積層に達することにより、微粒子を酸化除去する。

[0013] これらの従来技術のフィルタ等に捕集したPMを電氣的処理によって酸化除去する装置においては、PMの主成分がカーボン主体であることから電気導電性が高いと

の前提に立っている。そして、捕集されたPMによる電極間の短絡やアーク放電により、PM自体の通電で、つまり、PMを流れる電流によるジュール熱の発生で、PMを酸化燃焼することを目指している。

- [0014] しかしながら、本発明者らは、実際のディーゼルエンジンから排出されるPMの燃焼実験や電気抵抗の測定を行ったり、絶縁性フィルタへのPMの堆積状態と、この絶縁性フィルタの表面に配置した電極対に印加した電圧と電流との関係に関して、数多くの実験を行ったりした。これらの結果について考察を深めることにより、次のような知見を得た。
- [0015] 先ず、PMの電気抵抗に関して、図22に示すような温度と電気抵抗の関係から、低温域では、PMの電気抵抗は、予想以上に高く、電気導電性が悪い。これは、PMの可溶性有機成分(以下「SOF分」という)の悪影響を受けているためと考えられる。そのため、低電圧で通電加熱することは難しい。一方、SOF分が揮発する高温域で電気抵抗が低下する。従って、この幅広い電気抵抗の変化に対応できるPMの燃焼除去技術が必要である。
- [0016] 更に、ディーゼルエンジンから排出されるPMは、SOF分の影響により比較的広い温度域で電気抵抗が高い。そのため、従来技術の方式のように、PMの電気抵抗が低いとの前提の基に、電極間の短絡等により堆積したPM側の電極間の全体のPMに対して通電することにより、ジュール熱を発生させる場合は、高い電圧と大きな電流が必要となる。従って、実機では短絡やスパーク放電やアーク放電が発生し、PMを酸化除去することは非常に難しい。また、スパーク放電やアーク放電等を用いると、このスパーク放電やアーク放電によりフィルタが損傷してダメージを受ける。
- [0017] 更に、図1及び図2に示すように、絶縁性フィルタ12の表面近傍に、第1電極13aと第2電極13bからなる電極対13を配置した装置で、PMの捕捉及び堆積状態と、両電極13間の電圧Vと電流Iの関係を測定した結果、次のような重要な知見を得た。
- [0018] 絶縁性フィルタ12の表面に堆積しているPMの量が少ない状態では、電極対13間には電流Iは流れない。しかし、PMの堆積が進捗すると両電極13間のインピーダンスが低下して、PMの堆積が限界を超えると電極対14間に電流Iが流れるようになる。この電極対13間に印加する電圧Vと電流Iの関係は図5に示すようになる。この図5

に示すように、電流 I は、電圧 V が低い間はオームの法則に従う比例関係にあり、直線的に変化する。しかし、特定の電圧 V_{th} (又は $-V_{th}$) (第1の変曲点)を境として、この比例関係が崩れ、電圧 V に対して電流 I の増加量が著しく大きくなる。この特定の電圧 V_{th} (又は $-V_{th}$)から電圧 V と電流 I の関係が大きく変化する。

[0019] そして、直流電力の電圧又は交流電力の電圧波高値が $-V_{th}$ 以下又は V_{th} 以上の非線形領域 R_N に達すると、電極対13間に空間的かつ時間的にランダムに、発生と消滅を繰り返す微小発光放電が発生するようになる。この微小発光放電は、絶縁物表面に電位差がある時に、表面に沿って電流が流れてジュール熱が発生する局所的な微小発光放電である。この放電は、電界の不整によって生じるシンチレーションと呼ばれる局所的な放電であり、電極対の間に大きな電流が流れる短絡やアーク放電等とは異なる。

[0020] この微小発光放電は、電気器具のコンセント等の火災の原因となる、電気器具の使用される有機絶縁物の表面が湿潤、汚染が原因となって絶縁破壊を起こすトラッキングに関係してよく知られた現象である。このトラッキングでは、この微小発光放電により、絶縁物の一部を分解して炭化生成物を生成する。その結果、この導電率の大きい炭化生成物に電界が集中し、その周辺に炭化物を生じる。この炭化物が電極間に伸びて行き、ついに短絡して全路破壊に至り、トラッキングとなる。

[0021] 一方、フィルタ表面に堆積したPMの場合には、PM自体が炭化物であって、この微小発光放電により、PMが燃焼除去されるとその部位の抵抗値は高くなり、別の箇所に微小発光放電が移動する、ということが繰り返される。そのため、トラッキングのように全路破壊に至らず連続的にPMの燃焼除去が実現できる。その結果、少ない消費電力で絶縁性フィルタ12の目詰まりを解消することができる。

[0022] 一方、直流電力の電圧 V 又は交流電力の電圧の波高値 V_h が、 $-V_{th}$ から V_{th} の間の線形領域 R_L にあるときは、絶縁性フィルタ12の表面に微小発光放電が発生しない。この領域 R_L で、通電により絶縁性フィルタ12の目詰まりを解消しようとする多量の電力を消費することになる。

[0023] 従って、電極対間の電圧を特定な範囲の電圧とすることにより、PMが堆積した絶縁性フィルタの表面に、空間的かつ時間的にランダムに、発生と消滅を繰り返す微小

発光放電を形成することができ、この微小発光放電によって捕集したPMを酸化して燃焼除去することができる。そして、少ない消費電力で絶縁性フィルタ12に堆積したPMを燃焼除去するためには、電極対13間の距離等に応じた電極対13間に印加する電圧Vの設定が、特に重要である。

特許文献1:特開2001-132430号公報

特許文献2:特開2001-173427号公報

特許文献3:特開2001-221032号公報

特許文献4:特開2004-308569号公報

特許文献5:特開平04-135619号公報

発明の開示

- [0024] 本発明は、上記の知見を得て、前記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、絶縁性フィルタ面上に空間的・時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を利用して、捕集されたPMの燃焼除去を、少ない消費電力で行うことができ、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMの捕集効率及び燃焼除去効率を高めることができる排ガス浄化方法及び排ガス浄化システムを提供することにある。
- [0025] 上記のような目的を達成するための排ガス浄化方法は、排ガス中の粒子状物質を捕捉する絶縁性捕捉部材の表面又は表面近傍に、電極対を1対以上配置し、該電極対間に、前記絶縁性捕捉部材の表面で捕捉した前記粒子状物質の堆積量の増加に伴って前記絶縁性捕捉部材の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を発生させる所定の電圧を印加し、この所定の電圧の印加によって発生した前記微小発光放電により、前記絶縁性捕捉部材に捕捉された粒子状物質を燃焼除去することを特徴とする。
- [0026] この所定の電圧を印加する際に使用される電圧は、直流、交流、高周波、パルスのいずれでもよいが、短絡、スパーク、アーク放電等の電極対の間全体に電流が流れるような大きな電圧ではなく、空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電、即ち、シンチレーションと呼ばれる部分放電が発生する電圧とする。
- [0027] この微小発光放電を更に詳しく述べると次のようである。絶縁物表面にPM(該絶縁

物よりは導電性がある)が付着もしくは堆積するが、その付着(堆積)の仕方は微視的にみれば空間的に不均一である。このため、絶縁物表面に電位差があると、PM付着(堆積)層に形成される電界にも空間ムラが生じる。そして、絶縁物表面の電位差が所定の値以上になると局部的にプラズマを形成するのに十分な電界強度に達する箇所が生じる。このようにして形成されるのが前記の微小発光放電である。

[0028] この微小発光放電により、PM付着(堆積)層は局部的に加熱され、その部位のPMが燃焼除去される。PMが燃焼除去された部位は絶縁性が再び高くなり、あらたな電界の空間ムラを形成し、別の箇所で微小発光放電の形成を促す。このように、微小発光放電は、電極対間に大電流が流れる短絡やアーク現象とは異なる現象である。この微小発光放電は、電極対の間を橋絡するような姿態ではなく、図4に示すように、夜空の星の瞬きの如く、「パラパラ」とか「チラチラ」という感じで、電極対の間の一部分で発生する。しかも、この微小発光放電はでは、発生箇所がランダムに移動するものである。

[0029] この微小発光放電が生じた部分の粒子状物質(PM)は、この微小発光放電で発生するジュール熱により加熱され燃焼し、除去される。従って、電極対に所定の電圧を常時または、時間的な間隔をおいて印加しておくこと、粒子状物質の堆積の進行により微小発光放電が発生して、この粒子状物質が燃焼除去される。この現象により、空間的、また時間的にはランダムに捕捉と再生が繰り返される。そして、全体としては連続的に捕捉と再生が行われることになる。また、排ガス温度が高温の場合には、この微小発光放電やこの微小発光放電による燃焼部が着火源となり、隣接する粒子状物質も燃焼する。この燃焼の伝播により、周囲の粒子状物質も燃焼除去される。

[0030] また、排ガス中の粒子状物質(PM)を捕捉する絶縁性捕捉部材としては、粒子状物質を含む排ガスを通過させて粒子状物質を捕捉する絶縁性フィルタを用いることができる。この他にも、コロナ放電などにより帯電させた粒子状物質を静電力を利用して電氣的に捕捉する、表面に絶縁性を持たせた集塵電極(稠密セラミック、多孔質セラミック、セラミック繊維などを表面に配置した集塵電極など)であってもよい。要は電極対に印加された電力を捕捉部材側に流さない電氣的絶縁性を持つ捕捉部材であればよい。

- [0031] そして、上記のような目的を達成するための排ガス浄化システムは、排ガス中の粒子状物質を捕捉する絶縁性捕捉部材と、該絶縁性捕捉部材の表面又は表面近傍に1対以上配置された電極対と、該電極対間に所定の電圧を印加する電圧印加装置とを備えた排ガス浄化システムであって、電圧印加装置が、前記絶縁性捕捉部材の表面で捕捉した前記粒子状物質の堆積量の増加に伴って前記絶縁性捕捉部材の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を発生させる所定の電圧を印加するように構成する。
- [0032] また、上記の排ガス浄化システムにおいては、前記絶縁性捕捉部材を粒子状物質を含む排ガスを通過させて前記粒子状物質を捕捉する絶縁性フィルタで構成することができる。
- [0033] 更に、上記の排ガス浄化システムにおいて、前記所定の電圧を、前記電極対間の電流電圧特性が非線形となる領域の電圧とする。
- [0034] つまり、図5に示すように、絶縁性捕捉部材の表面に堆積しているPMの量が少ない状態では、電極対間には電流は流れない。PMの堆積が進捗すると両電極間のインピーダンスが低下して、限界を超えると電極対間に電流が流れるようになる。この電極対間に印加する電圧と電流の関係は、電圧が低い間はオームの法則に従う比例関係にあり、直線的に変化する。しかし、特定の電圧(第1の変曲点) V_{th} (又は $-V_{th}$)を境にして比例関係が崩れ、電圧に対する電流の増加量が著しく大きくなる。この特定の電圧 V_{th} 以上(又は $-V_{th}$ 以下)に、電極対に印加する直流電力の電圧又は交流電力の電圧波高値を設定する。この印加電圧により、電極対間に空間的かつ時間的にランダムに、発生と消滅を繰り返す微小発光放電が形成される。
- [0035] より具体的には、この特定の電圧 V_{th} は、実験的に求めたものであるが、電極対間の距離を d_{cm} とした時に、 $450 \times dV \sim 900 \times dV$ の範囲内の値となる。この特定の電圧 V_{th} や非線形領域の範囲は、電極の形状、ディーゼルエンジンの種類やエンジンの運転状態によって変化するPMの電気抵抗に依存するが、適宜実験を行って求めることができる。従って、この実験結果から電極対に印加する最適な電圧を設定することができる。
- [0036] なお、印加する電圧が大きすぎると、微小発光放電ではなく、短絡やスパークやア

ーク放電(空間放電が介在する形で発生することがある)が頻発し、絶縁性フィルタにダメージを与えたり、過電流によって電源の損傷を引き起こす可能性がある。そのため、電極対に印加する直流電力の電圧の絶対値又は交流電力の電圧波高値の絶対値を、この特定の電圧 V_{th} の1.05~2.2倍の範囲内とする。

[0037] そして、印加する所定の電圧 V_s は、電極対間の距離を d_{cm} とした時に、下限は $450 \times dV \sim 900 \times dV$ の範囲内の値とし、上限は、 $1000 \times dV \sim 1800 \times dV$ の範囲内の値とするのが好ましい。また、実験的に得られた結果としては、 V_s を $650 \times dV \sim 1800 \times dV$ の範囲内にするのがさらに好ましい。

[0038] 上記の排ガス浄化システムにおいて、前記絶縁性捕捉部材の上流側に、排ガス中の微粒子を帯電させるための帯電手段を配置する。この帯電手段としては、コロナ放電、バリア放電、パルス放電、放射線源、電子線等を利用した帯電手段を使用できる。

[0039] 上記の排ガス浄化システムにおいて、前記絶縁性捕捉部材をセラミック繊維フィルタで形成する。このセラミック繊維フィルタには、生体影響に関する安全性の観点から SiO_2 系、 $SiO_2 - MgO$ 系、 $SiO_2 - MgO - CaO$ 系の材質を用いることが好ましい。また、繊維径としては、3ミクロン以上100ミクロン以下のものを用いることが好ましい。

[0040] 上記の排ガス浄化システムにおいて、前記絶縁性捕捉部材に酸化触媒を担持させる。あるいは、前記絶縁性捕捉部材の上流側、または、下流側に酸化触媒を配置する。これらの構成とすることにより、酸化触媒の触媒作用により、絶縁性捕捉部材に捕集され難い気化している可溶性有機成分や、炭化水素類(以下「HC」という)を酸化除去できるようになる。

[0041] 本発明の排ガス浄化方法及び排ガス浄化システムによれば、絶縁性フィルタ面上に空間的・時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を利用して、捕集されたPMの燃焼除去を、少ない消費電力で十分に行うことができる。従って、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMの捕集効率及び燃焼除去効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明に係る第1の実施の形態の排ガス浄化システムの構成を模式的に示す

図である。

[図2]図1のA-A矢視図である。

[図3]図1の絶縁性フィルタ表面にPMが堆積した状態を模式的に示す図である。

[図4]図3のA-A矢視図である。

[図5]電圧と電流の関係を模式的に示す図である。

[図6]本発明に係る第2の実施の形態の排ガス浄化システムの構成を模式的に示す図である。

[図7]帯電処理が予めなされた場合の絶縁性フィルタへのPMの付着状態を模式的に示す図である。

[図8]帯電処理がなされない場合の絶縁性フィルタへのPMの付着状態を模式的に示す図である。

[図9]本発明に係る第3の実施の形態の排ガス浄化システムの構成を模式的に示す図である。

[図10]図9の電極対の構成を示す上から見た図である。

[図11]図9の電極対と絶縁性フィルタの構成を示す下側の部分横断面である。

[図12]本発明に係る第3の実施の形態の他の排ガス浄化システムの構成を模式的に示す図である。

[図13]図12の電極対と絶縁性フィルタの構成を示す下側の部分横断面である。

[図14]図12の電極対の構成を示す上から見た図である。

[図15]図12の電極対と絶縁性フィルタの構成を示す下側の部分側断面である。

[図16]図12の電極対の他の構成例を示す図である。

[図17]実施例1の実験装置の構成を模式的に示す図である。

[図18]実施例1のフィルタの圧力損失の時間変化を示す図である。

[図19]実施例1の粒径分布を示す図である。

[図20]実施例2の実験装置の構成を模式的に示す図である。

[図21]繊維フィルタのフィルタ表面の拡大写真である。

[図22]粒子状物質の温度と電気抵抗の関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0043] 以下、本発明に係る実施の形態の排ガス浄化システムについて、車両搭載のディーゼルエンジンの排ガスを処理対象ガスとした排ガス浄化システムを例にして、図面を参照しながら説明する。なお、下記の実施の形態では、絶縁性捕捉部材に絶縁性フィルタを用いている。しかし、本発明はこれに限定されない。本発明は、この他のコロナ放電などにより帯電させた粒子状物質を、静電力を利用して電氣的に捕捉する装置等にも適用できる。
- [0044] 図1～図4に、本発明の第1の実施の形態の排ガス浄化システム1を示す。なお、図1及び図2は、PM(粒子状物質)が堆積する前の状態を示す。図3及び図4はPM41が堆積し、微小発光放電42が発生している状態を示す。
- [0045] この排ガス浄化システム1では、ディーゼルエンジン等の排ガス流路11に、絶縁性フィルタ(絶縁性捕捉部材)12と電極対13と微小発光放電用電源14を備えたフィルタ部10を設けて形成される。この絶縁性フィルタ12を、排ガスGの流れを遮る形で、即ち、排ガスGの主流方向に対して絶縁性フィルタ12の表面が交差し、排ガスGが絶縁性フィルタ12の表面から裏面に通過するように配置する。この絶縁性フィルタ12は、繊維径が数ミクロン～100ミクロン、好ましくは数10ミクロンのオーダーの大きさの気孔を有するセラミック繊維フィルタで形成する。
- [0046] このセラミック繊維フィルタとしては、種々のものが適用できるが、図15に示すように繊維径が3ミクロン以上のものを多く含む繊維フィルタが、特に良好なPM除去性能を示す。このセラミック繊維の材質としては、 Al_2O_3 (酸化アルミニウム)系や SiO_2 (酸化ケイ素)系など絶縁性のものであれば多様なものを使用できる。但し、生体影響に関する安全性の観点からは、生体溶解性に優れたセラミック繊維、例えば、 SiO_2 系(SiO_2 -MgO系、 SiO_2 -MgO-CaO系)が好ましい。なお、セラミック繊維フィルタとは別の絶縁性フィルタ、例えば、孔径が数ミクロンから100ミクロン程度の気孔を有する多孔質セラミック等を使用してもよい。
- [0047] また、第1電極13aと第2電極13bとからなる電極対13を、図1及び図3に示すように、絶縁性フィルタ12の上流側の表面又は表面近傍に、1組以上、即ち単数又は複数組配置する。この電極対13は、絶縁性フィルタ12の表面に接触している方が好ましいが、電極対13と絶縁性フィルタ12の表面との間に多少の隙間があってもよい。こ

の電極対13は、図2及び図4に示すように、2枚の平行平板13a, 13bで形成してもよく、また同心円状の円筒で形成してエッジ部分を無くし、フィルタの再生可能面積の比率が大きくなるようにしてもよい。また、第1電極13aと第2電極13bに鋸歯状や櫛状などの微細構造を設けて、電界集中点を多数分散配置して、微小発光放電の発生を促進するようにしてもよい。要は、絶縁性フィルタ12の表面に空間的に分散した形で微小発光放電42を形成できるように電極対13を適宜配置すればよく、この電極対13には種々の構成を採用できる。

[0048] この電極対13は、高電圧電力供給装置である微小発光放電用電源14に接続される。この微小発光放電用電源14により、所定の設定電圧 V_s が電極対13に印加される。この微小発光放電用電源14は、電極対13に所定の設定電圧 V_s を印加するための高電圧電源であり、この印加電圧の波形は、直流、交流、高周波、パルス、矩形状交番等の多様な波形のいずれでもよく、いずれの波形でも十分な効果が得られる。

[0049] そして、本発明においては、電極対13間に印加する設定電圧 V_s の大きさが特に重要である。絶縁性フィルタ12の表面で捕集したPM41の堆積量の増加に伴って、図3及び図4に示すように、電極対13間のPM堆積層41において、絶縁性フィルタ12の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電42を発生させるような設定電圧 V_s とする。この設定電圧 V_s の印加によって発生した微小発光放電42により、捕集したPM41を燃焼除去し、絶縁性フィルタ12の目詰まりを解消する。この微小発光放電は、絶縁物表面に電位差がある時に、表面に沿って電流が流れてジュール熱が発生する局所的な微小発光放電であり、電界の不整によって生じるシンチレーションと呼ばれる部分放電であり、電極対の間に大きな電流が流れる短絡やアーク放電等とは異なる。

[0050] この設定電圧 V_s は、絶縁性フィルタ12の表面に堆積したPM堆積層41の電気的特性から実験的に求めることができる。つまり、絶縁性フィルタ12の表面に堆積しているPM41の量が少ない状態では、電極対間13には電流 I は流れない。しかし、PM41の堆積が進捗すると両電極13a, 13b間のインピーダンスが低下して、限界を超えると電極対13間に電流 I が流れるようになる。

[0051] この電極対13間に印加する電圧 V と電流 I の関係は、図5に示すように、電圧 V が

低い間(線形領域RL内)は比例関係にあり直線的に変化する。しかし、特定の電圧 V_{th} (又は $-V_{th}$)を境にして比例関係が崩れる。非線形領域RNに入ると、電圧 V に対する電流 I の増加量(又は減少量)が著しく大きくなり変曲する。この特定の電圧 V_{th} 以上(又は $-V_{th}$ 以下)に、即ち、非線形領域RNの範囲に、電極対13に印加する直流電力の電圧 V_s 又は交流電力の電圧波高値 V_s を設定する。

- [0052] なお、この設定電圧 V_s を高くしすぎると、微小発光放電ではなく、短絡やスパークやアーク放電(空間放電が介在する形で発生することがある)が頻発し、消費電力量の増大のみならず、絶縁性フィルタにダメージを与えたり、過電流によって電源の損傷を引き起こす可能性がある。そのため、設定電圧 V_s は、その絶対値が特定の電圧 V_{th} の近傍の範囲内、例えば、 $1.05 \times V_{th} \sim 2.2 \times V_{th}$ にする。
- [0053] そして、これに対応させて、印加する所定の電圧 V_s は、電極対間の距離を d_{cm} とした時に、下限は $450 \times dV \sim 900 \times dV$ の範囲内の値とし、上限は、 $1000 \times dV \sim 1800 \times dV$ の範囲内の値とする。この設定電圧 V_s を電極対13に印加すると、電極対13間のPM堆積層41がある程度増加すると、この電極対13間のPM堆積層41に空間的かつ時間的にランダムに微小発光放電42が繰り返えし発生しては消滅するようになる。
- [0054] この特定の電圧 V_{th} は、電極13a、13bの形状、間隔やPMの電気抵抗 R 等に依存し、このPMの電気抵抗 R はエンジンの運転条件により変動するので適宜実験で測定して、特定の電圧 V_{th} を求めて、設定電圧 V_s を決定する。なお、この特定の電圧 V_{th} は、電極対間距離を d (cm:センチメートル)として、おおよそ $450 \times d$ (V:ボルト) $\sim 900 \times d$ (V:ボルト)程度であることが実験的に得られている。また、この設定電圧 V_s をエンジンの運転状態の全てを含むような一定の値とすることもできるが、エンジンの運転状態に応じて、設定電圧 V_s を変化させるように制御する方がより効率的となり好ましい。なお、印加電圧の波形は、電圧波高値が上記の設定電圧 V_s であれば、直流電圧、交流電圧、パルス電圧、高周波電圧、矩形状交番電圧等の多様な波形のいずれでも十分な効果を得ることができる。
- [0055] この排ガス浄化システム1では、排ガス中のPMは絶縁性フィルタ12の表面上や表面より内側等の表面近傍で捕捉され堆積する。このPM41の堆積が進捗することに

より、電極対13のインピーダンス、即ち、第1電極13aと第2電極13bとの間のインピーダンスが低下して、限界を超えると電流が流れ始める。更に、PM41の堆積が進捗すると、電極対13間に印加された電圧 V_s により、電極対13の間のPM堆積層41に電位差が形成され、PM堆積層41の微視的な不均一性に起因する電界不整により、PM堆積層41に空間的かつ時間的にランダムに微小発光放電42が生じる。この微小発光放電42のジュール熱によりPMが燃焼し、絶縁性フィルタ12が局部的に再生される。また、PMの燃焼は発熱プロセスであるため、微小発光放電42の周囲のPMも延焼除去される。この延焼範囲は、排気温度が高い場合には比較的広範囲に及ぶこともある。

[0056] そして、このPM堆積層41の増加と微小発光放電42の発生によるPM燃焼との繰り返しにより、絶縁性フィルタ12は全体としては過度の目詰まり状態と、この目詰まりによるフィルタの圧力損失の過度の上昇とを回避しながら、良好なPM浄化性能を維持できる。

[0057] 図6に、本発明の第2の実施の形態の排ガス浄化システム1Aを示す。この排ガス浄化システム1Aは、第1の実施の形態のフィルタ部10の上流側に、排ガス中のPMを帯電させる帯電部(帯電手段)20を設けて構成する。図6では、この帯電部20として、コロナ放電発生用の第1放電電極21と第2放電電極22と、この放電電極21、22に放電用の電圧を印加するための放電用電源23とからなるコロナ放電装置を用いている。この第1放電電極21は電界集中係数の高い電極で、細線電極、角状電極、突起構造付き電極等の線状(ワイヤ状)や棒状等の線状体、例えば、SUS304製の中空ワイヤ等で形成される。この第1放電電極21は、高圧の電力を供給する放電用電源23に接続される。また、第2放電電極22は、碍子等により第1放電電極21とは電気的に絶縁状態で接地(アース)される。

[0058] そして、この第1放電電極21に、一般的には負極性の直流電圧が印加されるが、正極性であってもよく、直流、交流、パルス状のいずれかの電圧が印加され、両電極21、22の間にコロナ放電を発生し、排ガス中のPMを帯電させる。なお、このコロナ放電の他にも、バリア放電、パルス放電、放射線源、電子線照射等を利用してPMを帯電させる帯電手段がある。

- [0059] この帯電部20により、フィルタ部19の上流側でPM41が帯電されると絶縁性フィルタ12の表面のPM堆積状態が変わる。絶縁性フィルタ12に流入する排ガス中のPMを予め帯電させておくと、図7に模式的に示すように、PM41同士は静電反発力により空隙を維持した状態で絶縁性フィルタ12の表面に適度に分散する。そして、PM41は「フワッ」とした感じで付着し、表面に停まった状態で堆積する。この分散付着により、圧力損失が小さくなるので、絶縁性フィルタ12の圧力損失の上昇を回避でき、また、電極対13の間の電気抵抗を高く維持できる。また、PM41が絶縁性フィルタ12の表面近傍に分散して捕捉されるため、電極対13間に発生する微小発光放電42で効果的にPM41を燃焼除去できる。その結果、絶縁性フィルタ12の目詰まり解消に必要な微小発光放電用の電力を低減できる。
- [0060] 一方、帯電させてない場合は、図8に模式的に示すように、PM41は「ベチャッ」とした感じで付着して表面に停まらず、絶縁性フィルタ12の奥まで入り込んで堆積する。この密着した付着により、図7の分散付着に比べて、圧力損失が大きくなり、また電気抵抗も小さくなる。
- [0061] この帯電部20のPM帯電により、PM41は誘導電荷との吸引力である静電気力によって、絶縁性フィルタ12に効果的に捕捉される。そのため、非常に小さな粒子も捕捉できるので、特にナノサイズの微粒子の捕捉性能が格段に向上する。しかも、エンジンの過渡的な圧力変動や振動にさらされても、PM41は静電気力により絶縁性フィルタ12上に強固に捕捉されているので、下流に漏出することがない。
- [0062] 次に、本発明の第3の実施の形態の排ガス浄化システムについて説明する。この第3の実施の形態の排ガス浄化システムは、第1の実施の形態の排ガス浄化システム1又は第2の実施の形態の排ガス浄化システム1Aに、白金やバナジウム等の貴金属で形成される酸化触媒を併用するものである。この酸化触媒を用いることにより、絶縁性フィルタ12では十分に除去できない排ガス中の気化している可溶性有機成分や、炭化水素類(HC)を、この酸化触媒の触媒作用により酸化除去し、排ガス浄化性能をより一層高めることができる。
- [0063] そして、酸化触媒の配置は、次のような考え方で、エンジンの種類や運転条件に応じて、酸化触媒とセラミックフィルタの配置を種々選択すればよい。絶縁性フィルタ12

に堆積したPM41の電気抵抗Rは、排ガス中のSOF分の影響を受け、SOF分が多いとPM41の電気抵抗Rは大きくなる。そのため、エンジンから排出されるPM41の電気抵抗Rが比較的大きい場合には、絶縁性フィルタ12に捕集されたPM41の電気抵抗Rを下げて、電極対13間に印加する電圧Vcを比較的低く抑える方が好ましい。従って、酸化触媒コンバータを上流側に配置することが好ましい。一方、エンジンから排出されるPM41の電気抵抗Rが比較的低く、電極13間に印加する電圧Vsを高くできない場合は、SOF分を絶縁性フィルタ12の上流側で除去せずに下流側で除去するように、酸化触媒コンバータを下流側に配置するとよい。

[0064] この酸化触媒の配置の具体的なものとしては、次のようなものがある。先ず、第1の実施の形態において、酸化触媒を電極対13を備えた絶縁性フィルタ12に担持させる構成がある。この第1の実施の形態に対して、酸化触媒を担持した酸化触媒コンバータを、電極対13を備えた絶縁性フィルタ12の上流側に配置する場合と下流側に配置する場合とがある。また、第2の実施の形態において、酸化触媒を電極対13を備えた絶縁性フィルタ12に担持させる構成がある。更に、この第2の実施の形態に対して、酸化触媒を担持した酸化触媒コンバータを、帯電部20の上流側に配置する場合と、帯電部20と絶縁性フィルタ12の間に配置する場合と、絶縁性フィルタ12の下流側に配置する場合とがある。

[0065] また、酸化触媒を絶縁性フィルタ12に分散担持させると、排ガス中のSOF分やHC分をPM燃焼の補助材として利用することができ、より効果的にPMを燃焼除去できる。更に、酸化触媒コンバータを配置した構成において、電極対13を備えた絶縁性フィルタ12に酸化触媒を担持させる構成とすることもできる。

[0066] この第3の実施の形態の排ガス浄化システムの例として、図9～図11と図12～図14に、酸化触媒コンバータ30を帯電部20Bの上流側に配置した排ガス浄化システム1Bと排ガス浄化システム1Cをそれぞれそれぞれ示す。図9～図11に示す排ガス浄化システム1Bでは、上流側から酸化触媒コンバータ30、帯電部20B、フィルタ部10Bが配設される。

[0067] この酸化触媒コンバータ30は、コーージェライト、SiC等の多孔質のセラミックのハニカム構造体等の担持体に、酸化アルミニウム等の触媒コート層を設け、この触媒コー

ト層に白金やバナジウム等の触媒金属を担持させて形成する。

- [0068] また、帯電部20Bは、複数の同軸コロナ放電管25B内にそれぞれ配置されたコロナ放電電極(第1放電電極)21Bを有して構成される。この各コロナ放電電極21Bにコロナ放電用電源23Bから高電圧端子22Bと高電圧給電板24Bを経由して、負極性又は正極性で、直流、交流、パルス状等のいずれかの高電圧HVの電力が供給されるように構成される。一方、同軸コロナ放電管25Bは第2放電電極を兼ねており、高電圧電源23Bの0Vに接続される。このコロナ放電電極21Bと同軸コロナ放電管25Bとの間にコロナ放電を発生し、通過する排ガスG中のPMを帯電する。
- [0069] そして、フィルタ部10Bは、絶縁性フィルタ12Bが通気性のある板状のフィルタ保持板15Bの内側(上流側)に筒状に配置され、内側から外側に流れる排ガスG中のPMを内側表面で捕捉するように構成される。更に、電極対13Bがこの内側表面又は内側表面近傍に配置される。この例では、排ガスGが内側から外側に流れる構成となっている。しかし、外側を上流側として、外側から内側に排ガスGが流れる構成とし、フィルタ保持板の外側に絶縁フィルタを配置し、絶縁性フィルタの外側表面に電極対を配置してもよい。
- [0070] この電極対13は、図10及び図11に示すように、芯棒17Bに固定された碍子18Bに支持され、微小発光放電用電源14Bの高電圧HV側からの電力が高電圧端子16Bと電位固定棒19Baを経由して第1電極13Baに供給されるように構成される。一方、第2電極13Bbは、高電圧電源14Bの0V側に電位固定棒19Bbを介して接続される。
- [0071] 図12～図15に示す排ガス浄化システム1Cでは、上流側から酸化触媒コンバータ30、帯電部20B、フィルタ部10Cが配設される。この酸化触媒コンバータ30と帯電部20Bは、排ガス浄化システム1Bと同じである。
- [0072] そして、フィルタ部10Cは、平板状の絶縁性フィルタ12Cが排ガスGの流れ方向に細長い電極対13Cの両側に配置され、電極対13Cの間を流れてきた排ガスGが絶縁性フィルタ12Cを電極対13C側の内側から外側に通過しながら、排ガスG中のPMを捕捉するように構成される。また、絶縁性フィルタ12Cの外側には、通気性を有するフィルタ保持板15Cが配置され、絶縁性フィルタ12Cを支持する。この構成によ

り、電極対13Cが絶縁性フィルタ12Cの捕捉側の表面又は表面近傍に配置される。図12及び図13では、電極対13Cと両側の絶縁性フィルタ12Cで形成されるユニットが上下に2つある状態を示している。

[0073] また、この電極対13Cは、図14及び図15に示すように、芯棒17Cに固定された碍子18Cに支持され、微小発光放電用電源14Cの高電圧HV側からの電力が高電圧端子16Cと電位固定棒19Caを經由して第1電極13Caに供給されるように構成される。一方、第2電極13Cbは、微小発光放電用電源14Cの0V側に電位固定棒19Cbを介して接続される。更に、この電極対13C、即ち、第1電極13Caと第2電極13Cbには、フィルタ面への排ガス流れの均一性をよりよくするためや、電極の軽量化をはかるために、通風孔13Ccを設けても良い。

[0074] また、図12、図13に示す絶縁性フィルタ12Cと電極対13Cの構成の変形例として、絶縁性フィルタ12Cを通気性を有する円筒などの筒形状のフィルタ保持板15Cの上流側に配置し、絶縁性フィルタ12Cの上流側表面に図16に示すような電極対13Cを配置してもよい。筒の内側を上流側とするときは、絶縁性フィルタ12Cの内側に図16に示すような電極対13Cを配置すればよく、筒の外側を上流側とするときは、絶縁性フィルタ12Cの外側に、図16に示すような電極対13Cを配置すればよい。また、この電極対13Cも、軽量化の便のためやガスの均一性の確保の便のため通気孔を適宜あけてもよい。

[0075] これらの第3の実施の形態の排ガス浄化システム1B、1C等の酸化触媒を用いた排ガス浄化システムによれば、絶縁性フィルタ12、12B、12Cでは十分に除去できない排ガス中のPMのSOFやHCを、この酸化触媒の触媒作用により酸化除去し、排ガス浄化性能をより一層高めることができる。

[0076] [実施例1]

次に、第3の実施の形態の排ガス浄化システム1B、1Cを用いて行った排ガス浄化実験について説明する。図17に、実施例1の実験装置の構成を模式的に示す。この実施例1では、排気量4300ccのディーゼルエンジンを搭載した2t車のトラック50の排気通路51に排ガス浄化システム1Bを配置して行った。このセラミックフィルタ12Bの前後差圧を計測するために差圧センサ52を設け、更に、排気通路51から分岐し

た排ガスの成分を計測するために希釈器53と微粒子計測器54を設けた。

- [0077] 上流側から、酸化触媒30と、コロナ放電による帯電部20Bと、フィルタ部10Bで構成した。この酸化触媒30は、セラミックハニカムに白金を担持している。帯電部20は、直径約60mm、有効放電長80mmの同軸コロナ放電管25B(図9)を8本並列配置した同軸円筒式のものである。フィルタ部10Bは、かさ密度約 $130\text{kg}/\text{m}^3$ 、厚さ12mm、ガス通過面の面積 1200cm^2 のセラミック繊維のセラミックフィルタ12Bとを備えている。このセラミックフィルタ12Bのガス通過面の上流側に、電極板厚0.5mm~2mm、電極対間隔6mm~25mmの電極対13B(図10、図11)を配置した。なお、電極板厚と電極対間隔はこれらの寸法範囲から適宜選択して実験を行っている。
- [0078] そして、トラック50をエンジン回転数2000rpmで連続運転し、排ガス全量を、排ガス浄化システム1Bの実験装置に流すとともに、この電極対間に、直流0.5kV~2.5kV、又は、交流400V~1kV(波高値は $\pm 560\text{V}$ ~ $\pm 1.4\text{kV}$)の電圧を印加した。このときのセラミックフィルタ12Bの圧力損失の経時変化を差圧計52で測定した。また、セラミックフィルタ12Bを通過した排ガスについて、ろ紙による微粒子重量測定と、微粒子計測器による微粒子濃度測定を実施した。
- [0079] この実験結果の一例を図18に示す。図18の(a)と(b)は上流側でのPMの帯電処理無し、(c)と(d)は上流側でのPMの帯電処理有り、(a)と(c)は微小発光放電用電圧の印加無し、(b)と(d)は微小発光放電用電圧の印加有りの場合の実験結果である。
- [0080] 微小発光放電の効果について見ると、図18の(a)~(d)で示すように、最初の間、即ち、電極対の間にPMの堆積量がある程度進捗して微小発光放電用の電流が流れ始めるまでは、時間経過に従ってフィルタの圧力損失が上昇する。そして、微小発光放電用電圧を印加しない(a)と(c)では圧力損失がそのまま大きくなる。一方、微小発光放電用電圧を印加した(b)と(d)では、電極対の間にPMの堆積量がある程度に達して微小発光放電用の電流が流れ始めると微小発光放電が発生し、PMが燃焼除去され、圧力損失が低下し始める。
- [0081] また、帯電処理の効果について見ると、帯電処理無しの(a)と(b)に対して、帯電処理有りの(c)と(d)のように、予めPMを帯電させると、圧力損失の上昇速度は緩やか

になり、かつ、微小発光放電によるPMの燃焼除去特性がより良好なものとなる。特に、(d)では圧力損失がほぼ一定となっており、フィルタに堆積したPMが微小発光放電によって完全に燃焼除去できていることが分かる。

[0082] この実施例1では、実験開始時点の電極対間の電気抵抗Rは数十M Ω 以上とほぼ絶縁状態である。しかし、PMが堆積して圧力損失が徐々に上昇するとともに電気抵抗Rは低下し、微小発光放電が開始されて圧力損失が低下し始める時点では、電気抵抗Rは数k Ω ～数十k Ω 程度に低下している。なお、この電極対間に流れる電流は0.1A～数Aのオーダーである。また、微小発光放電に要する電力は(b)では500W以上であったが、(d)では250W以下となっている。これにより、予めPMを帯電させると消費電力が大きく低減される効果があることが分かった。なお、この(d)では、PM除去性能は重量ベースで92%の除去率であった。

[0083] そして、図19に排ガス中の微粒子の粒径分布を測定した結果を示す。この粒径分布は、一旦、排ガスを希釈器(Matter Engineering社:MD19-2E)を用いて30倍に希釈した後、微粒子計測器(市販品のTSI社のSMPS:Scanning Mobility Particle Sizer:3936-L10)を用いて計測したものである。

[0084] 図19の(a)は装置入口における測定結果であり、(b)と(c)は装置出口における測定結果である。そして、(b)は帯電処理無しでの微小発光放電有りの場合、(c)は帯電処理有りで微小発光放電有りの場合である。(a)に対して(b)と(c)ではいずれも粒子数濃度が低く、微小発光放電によってPMが燃焼除去されていることが分かる。また、(b)と(c)の比較から、予め帯電処理を行うと、粒径100nm以下のナノサイズ粒子まで含めてきわめて高い浄化性能が得られることが分かる。

[0085] [実施例2]

図20に、実施例2の実験装置の構成を模式的に示す。この実施例2では、排気量5000ccのディーゼルエンジンを搭載したトラック50Aの排気通路51Aに、図12～図15に示す排ガス浄化システム1Cを配置して行った。試験モードはJE05過渡モードである。

[0086] この排ガス浄化システム1Cは上流側から、酸化触媒30と、コロナ放電による帯電手段20Bと、セラミックフィルタ12Cとを備えて構成した。酸化触媒30は、セラミックハ

ニカムに白金を担持している。帯電手段20Bは直径約60mm、有効放電長80mmの同軸コロナ放電管25B(図12)を8本並列配置した同軸円筒式のものである。セラミックフィルタ12Cは、かさ密度約 $130\text{kg}/\text{m}^3$ 、厚さ24mm、ガス通過面の面積 2000cm^2 のセラミック繊維で形成されている。このセラミックフィルタ12Cのガス通過面上流側に、電極板厚0.5mm~2mm、電極対間隔6mm~25mmの電極対(図14、図15)を配置した。なお、電極板厚と電極対間隔はこれらの寸法範囲から適宜選択して実験を行っている。

[0087] この実施例2では、排ガスの流れをよくし、また軽量化を図るため、電極13Ca、13Cbに通風孔13Ccを設けている。また、電極対13Cとセラミックフィルタ12Cの接触が悪くなると、微小発光放電が発生し難くなるため、電極対13Cとセラミックフィルタ12Cは適当な圧力で押圧されている。

[0088] そして、トラック50Aを運転し、排ガス全量を排ガス浄化システム1Cに流すとともに、この電極対間に、交流0kV~1kV(波高値は0kV~ $\pm 1.4\text{kV}$)の電圧を印加し、PM浄化性能を測定した。この測定結果により、PM排出量は $0.01\text{g}/\text{kWh}$ 以下に達し、PM除去率は90%以上になることが分かった。

[0089] これらの実施例では、絶縁性フィルタとしてセラミック繊維フィルタを使用した。繊維径としては3ミクロン以上のものを多く含む繊維フィルタが有効であり、特に図21に示すような繊維径が5ミクロン以上のものを多く含む繊維フィルタが特に良好なPM除去性能を示すことが分かった。

産業上の利用可能性

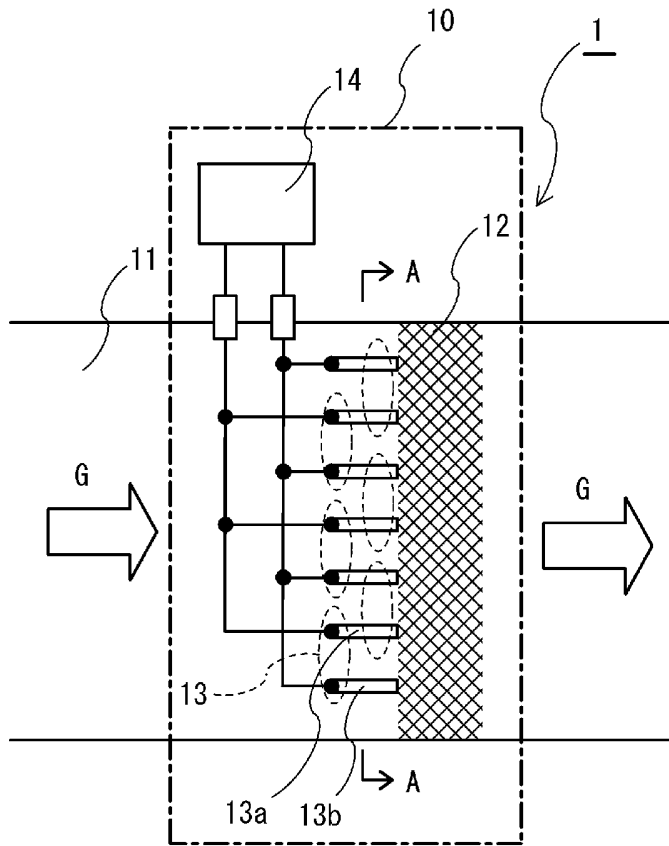
[0090] 本発明は、絶縁性フィルタ面上に空間的・時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を利用して、捕集されたPMの燃焼除去を、少ない消費電力で行うことができ、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMの捕集効率及び燃焼除去効率を高めることができるので、自動車搭載の内燃機関等の排気ガスの排気ガス浄化方法及び排気ガス浄化システムとして、極めて有効に利用することができる。

請求の範囲

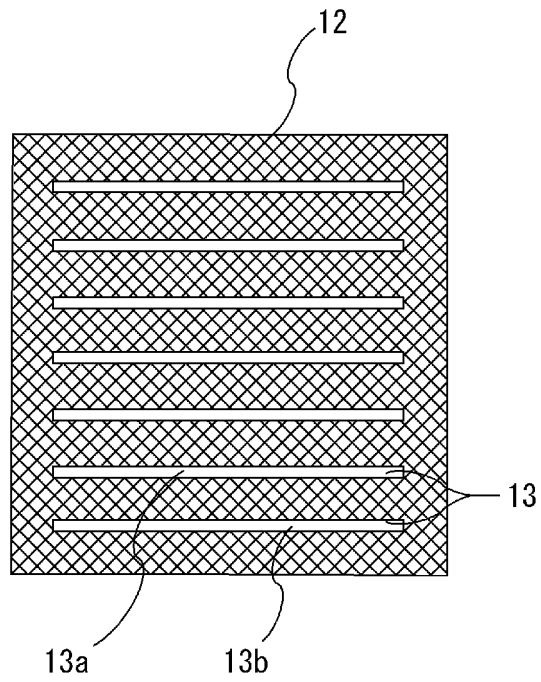
- [1] 排ガス中の粒子状物質を捕捉する絶縁性捕捉部材の表面又は表面近傍に、電極対を1対以上配置し、該電極対間に、前記絶縁性捕捉部材の表面で捕捉した前記粒子状物質の堆積量の増加に伴って前記絶縁性捕捉部材の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を発生させる所定の電圧を印加し、この所定の電圧の印加によって発生した前記微小発光放電により、前記絶縁性捕捉部材に捕捉された粒子状物質を燃焼除去することを特徴とする排ガス浄化方法。
- [2] 前記絶縁性捕捉部材が粒子状物質を含む排ガスを通過させて前記粒子状物質を捕捉する絶縁性フィルタであることを特徴とする請求項1記載の排ガス浄化方法。
- [3] 排ガス中の粒子状物質を捕捉する絶縁性捕捉部材と、該絶縁性捕捉部材の表面又は表面近傍に1対以上配置された電極対と、該電極対間に所定の電圧を印加する電圧印加装置とを備えた排ガス浄化システムであって、電圧印加装置が、前記絶縁性捕捉部材の表面で捕捉した前記粒子状物質の堆積量の増加に伴って前記絶縁性捕捉部材の表面上に空間的かつ時間的にランダムに発生と消滅を繰り返す微小発光放電を発生させる所定の電圧を印加することを特徴とする排ガス浄化システム。
- [4] 前記絶縁性捕捉部材が粒子状物質を含む排ガスを通過させて前記粒子状物質を捕捉する絶縁性フィルタであることを特徴とする請求項3記載の排ガス浄化システム。
- [5] 前記所定の電圧を、前記電極対間の電流電圧特性が非線形となる領域の電圧とすることを特徴とする請求項3又は4記載の排ガス浄化システム。
- [6] 前記絶縁性捕捉部材の上流側に、排ガス中の微粒子を帯電させるための帯電手段を配置したことを特徴とする請求項3～5のいずれか1項に記載の排ガス浄化システム。
- [7] 前記絶縁性捕捉部材をセラミック繊維フィルタで形成することを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の排ガス浄化システム。
- [8] 前記絶縁性捕捉部材に酸化触媒を担持させたことを特徴とする請求項3～7のいずれか1項に記載の排ガス浄化システム。

- [9] 前記絶縁性捕捉部材の上流側、または、下流側に酸化触媒を配置したことを特徴とする請求項3～8のいずれか1項に記載の排ガス浄化システム。

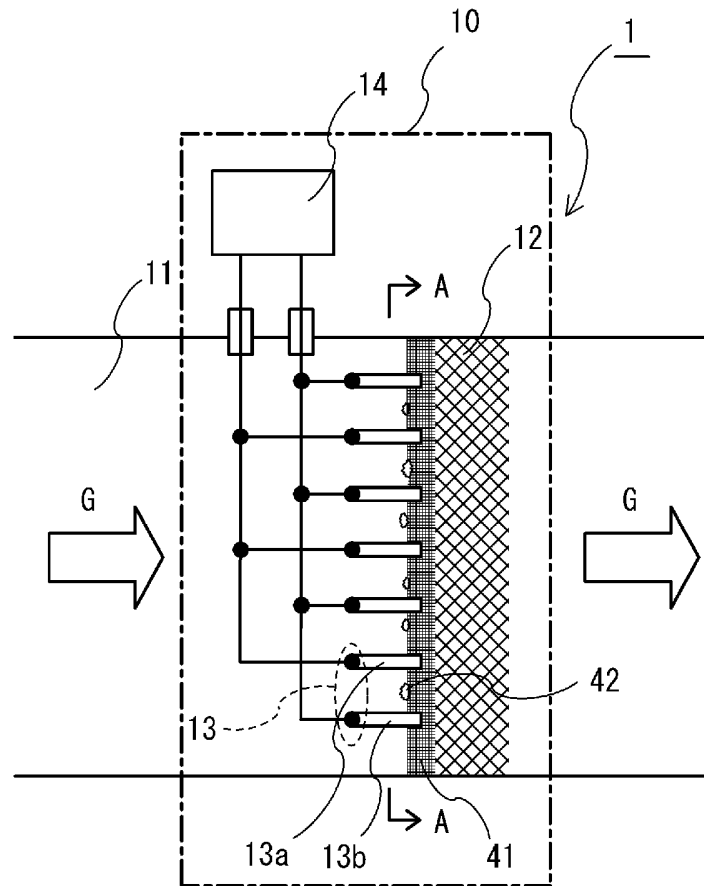
[図1]



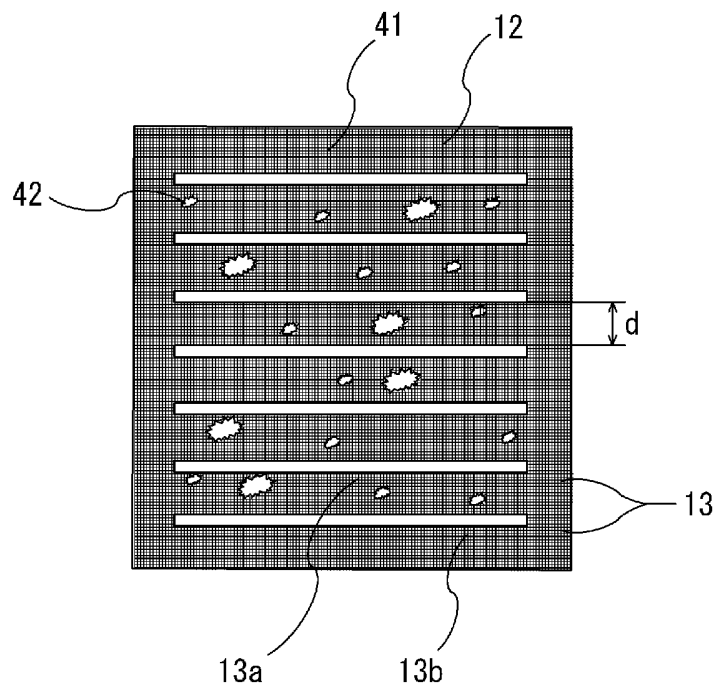
[図2]



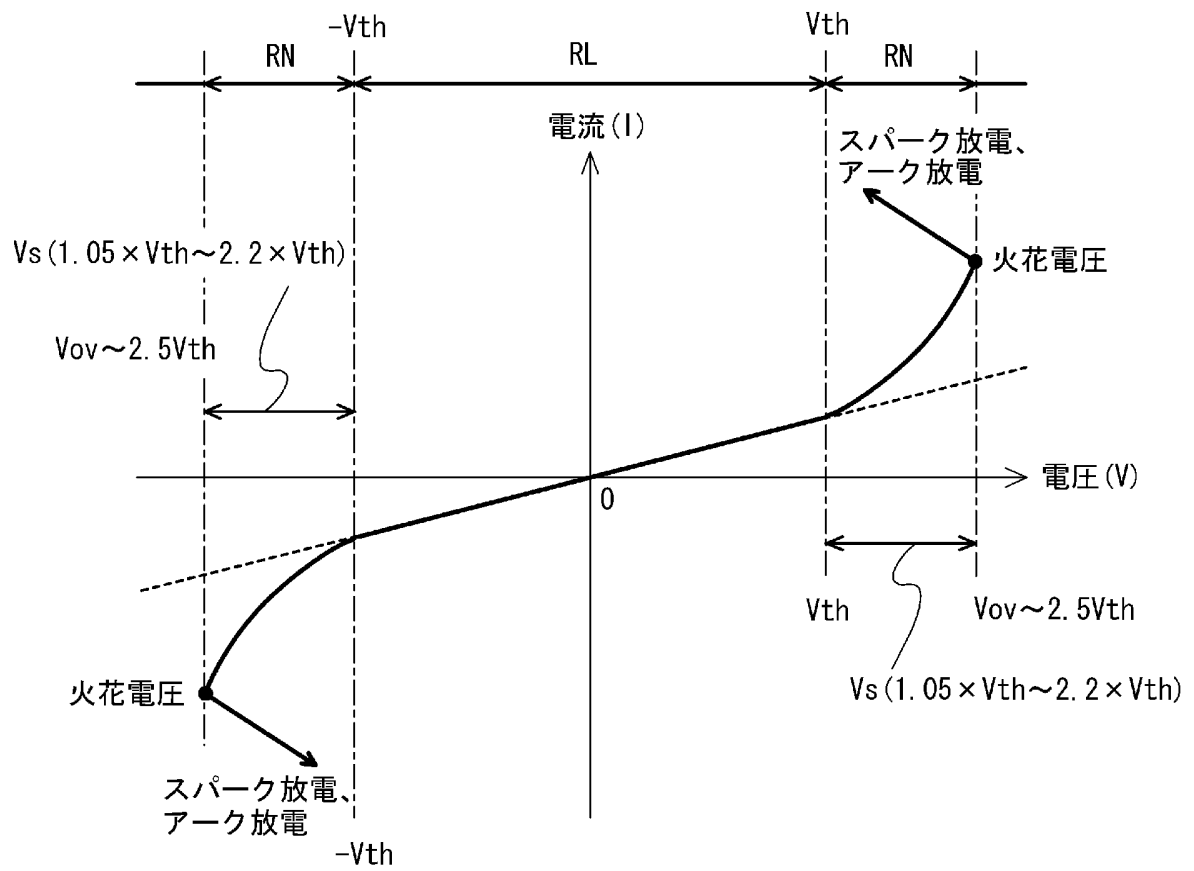
[図3]



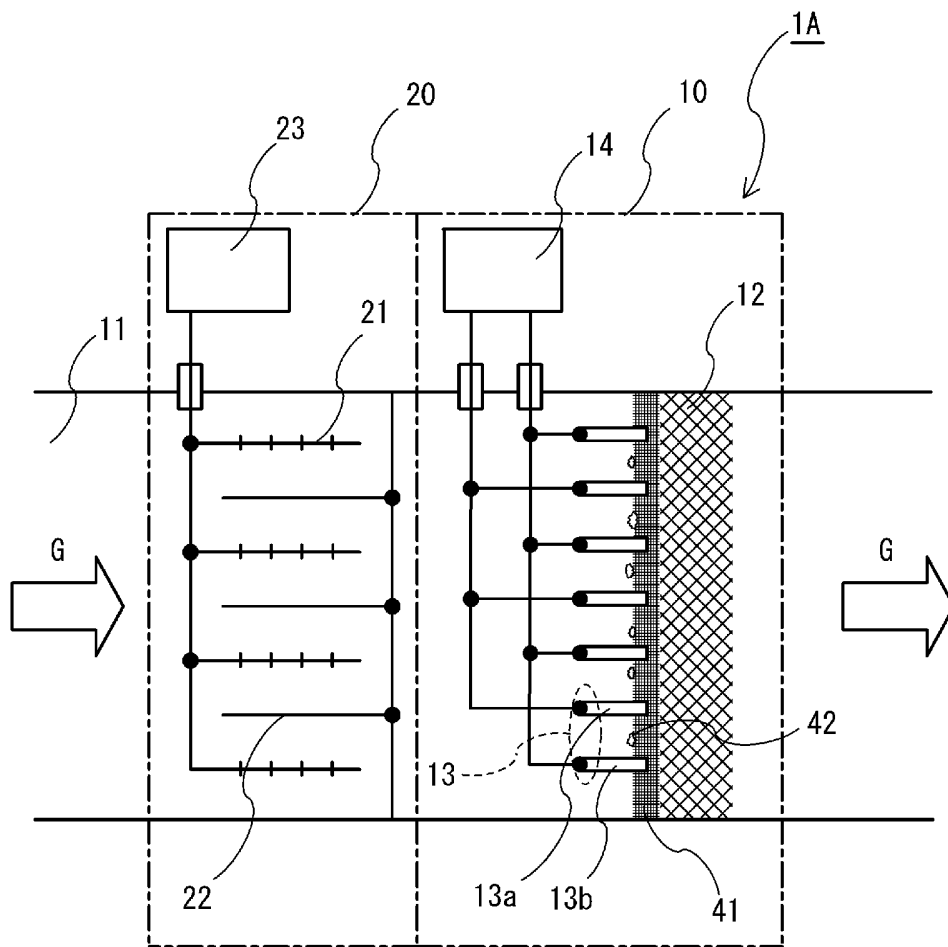
[図4]



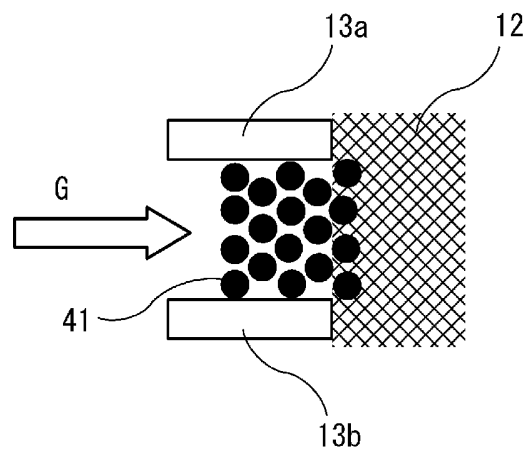
[図5]



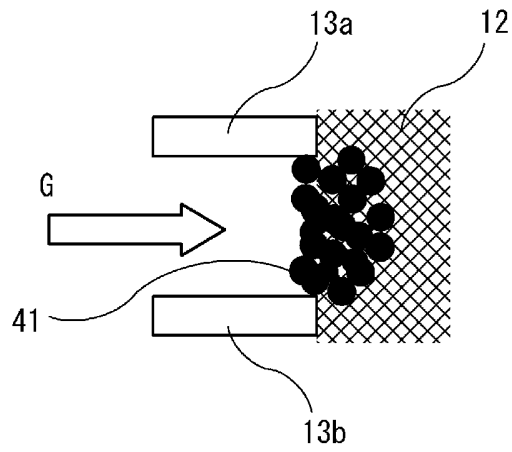
[図6]



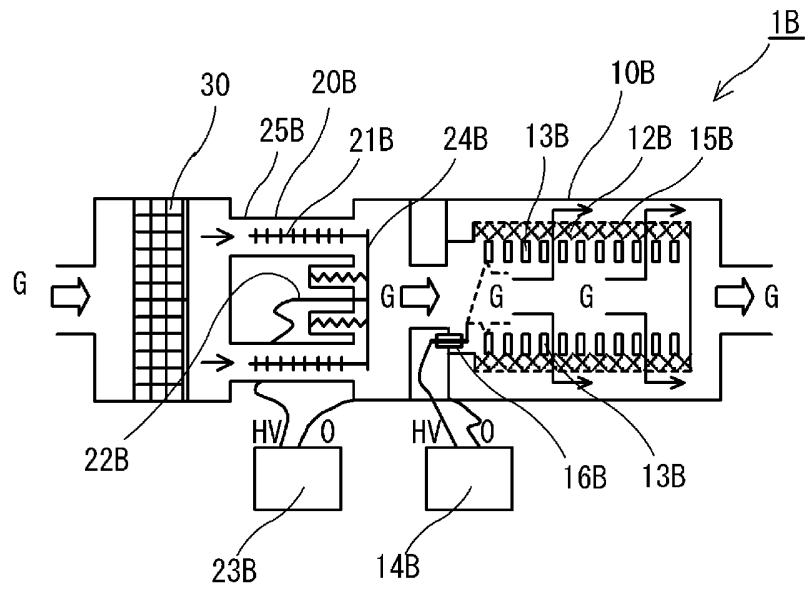
[図7]



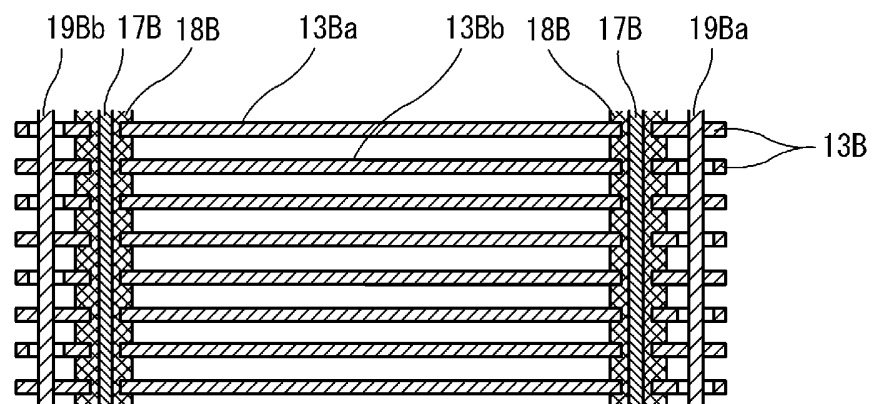
[図8]



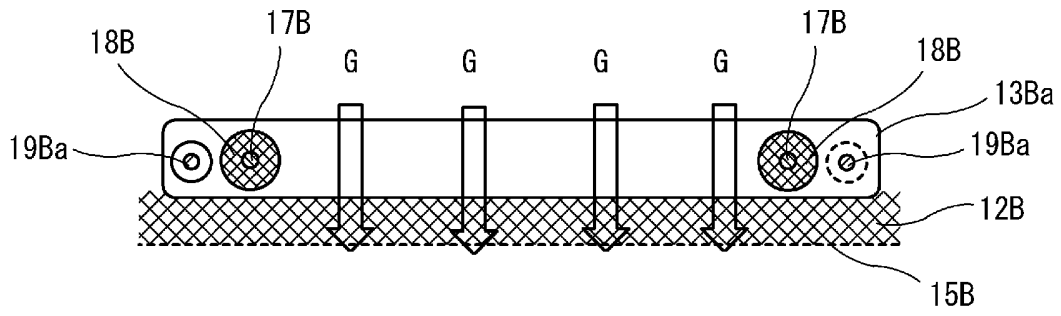
[図9]



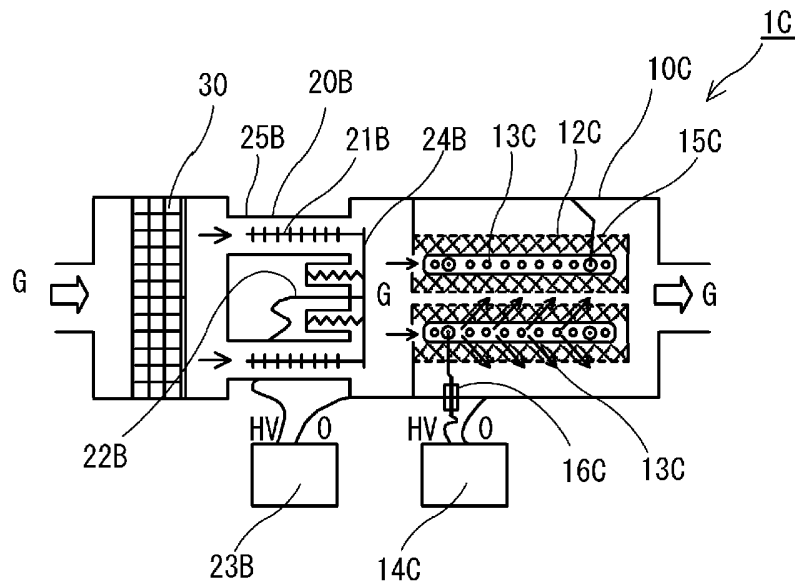
[図10]



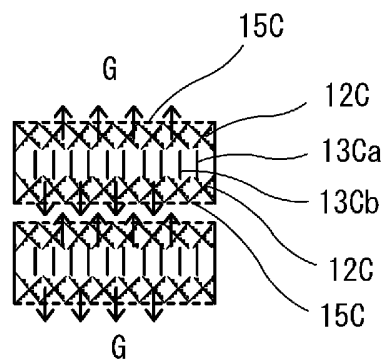
[図11]



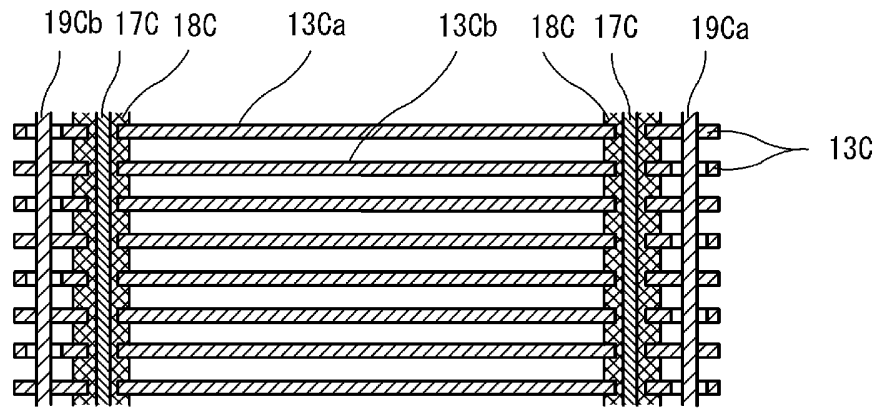
[図12]



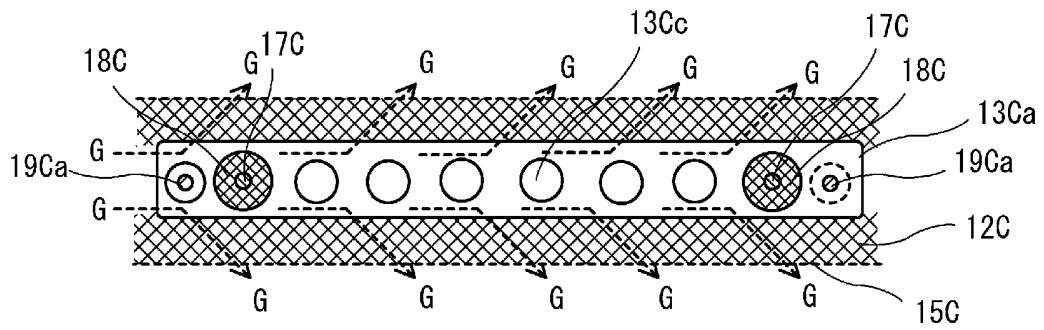
[図13]



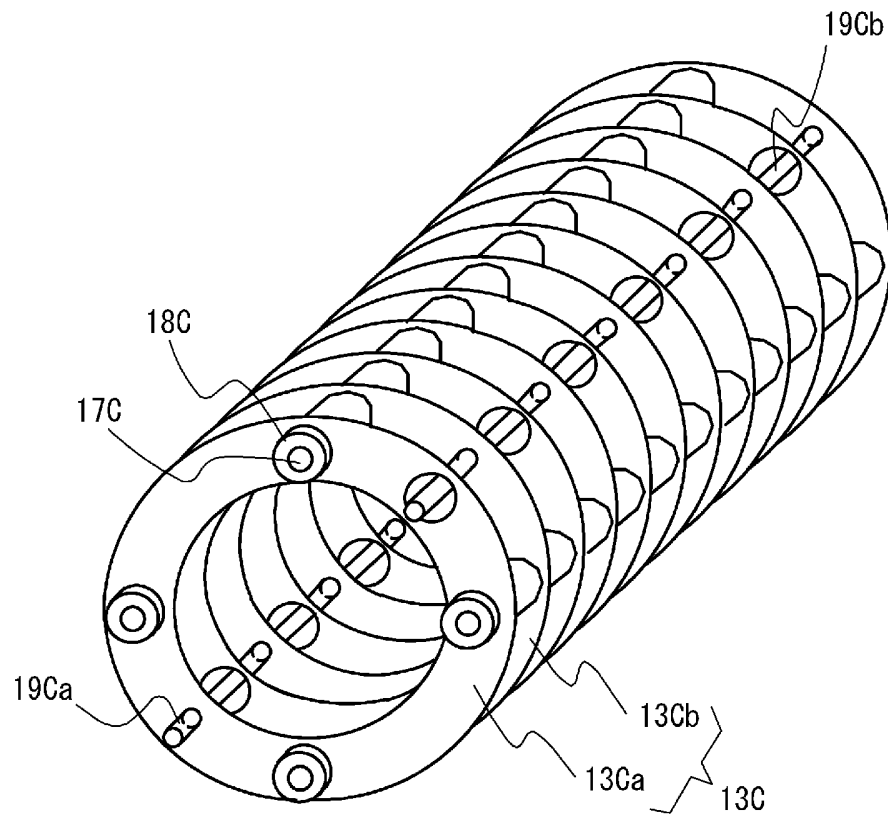
[図14]



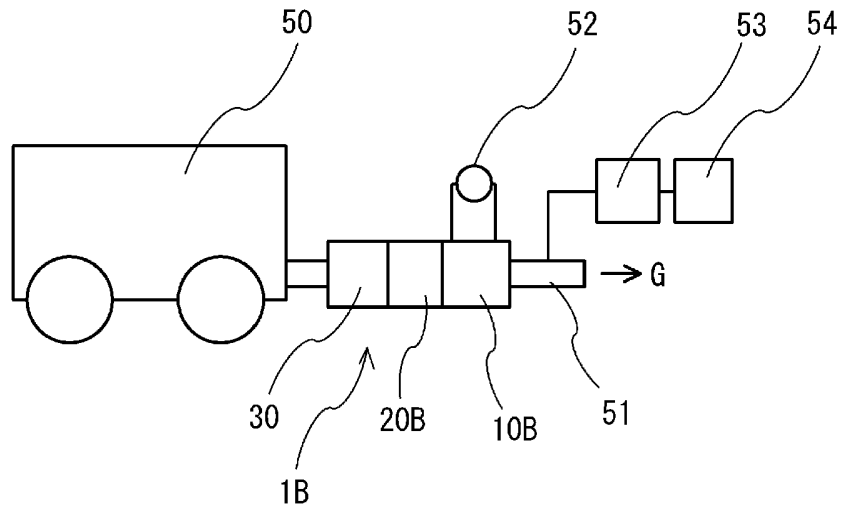
[図15]



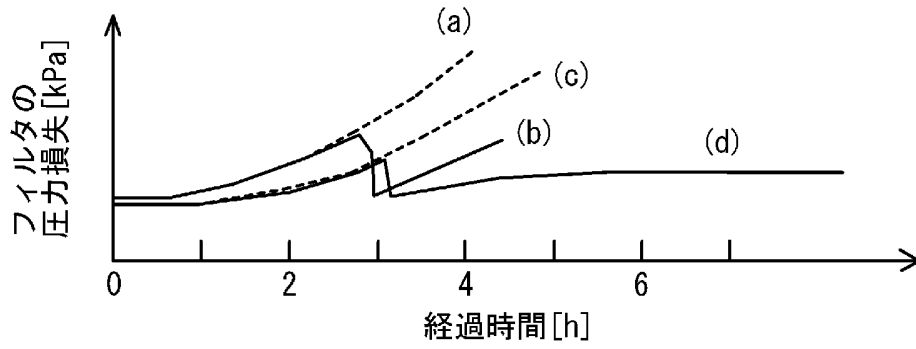
[図16]



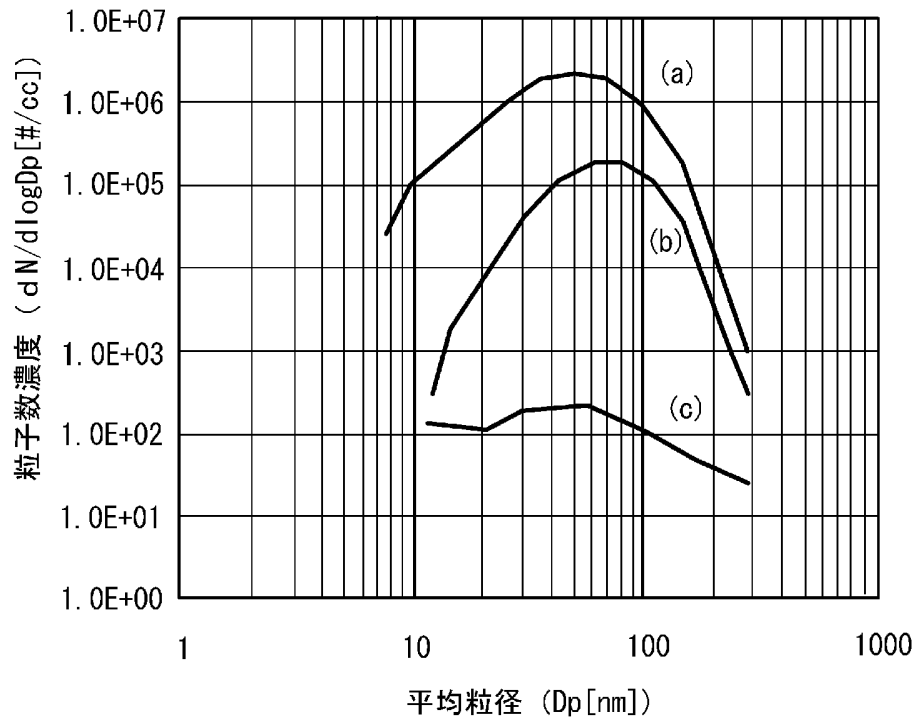
[図17]



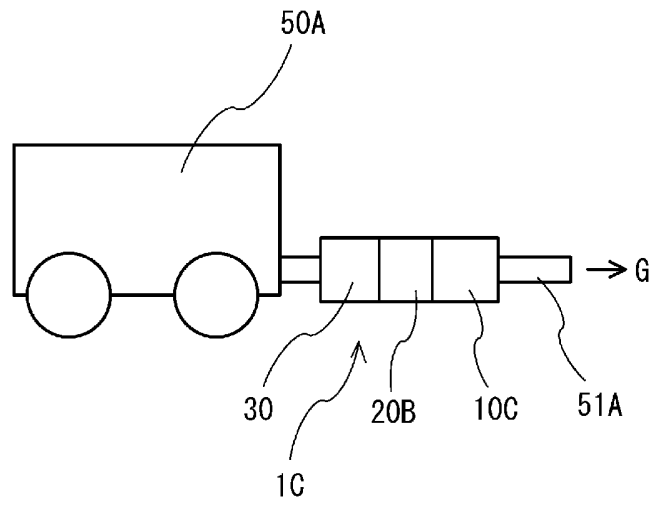
[図18]



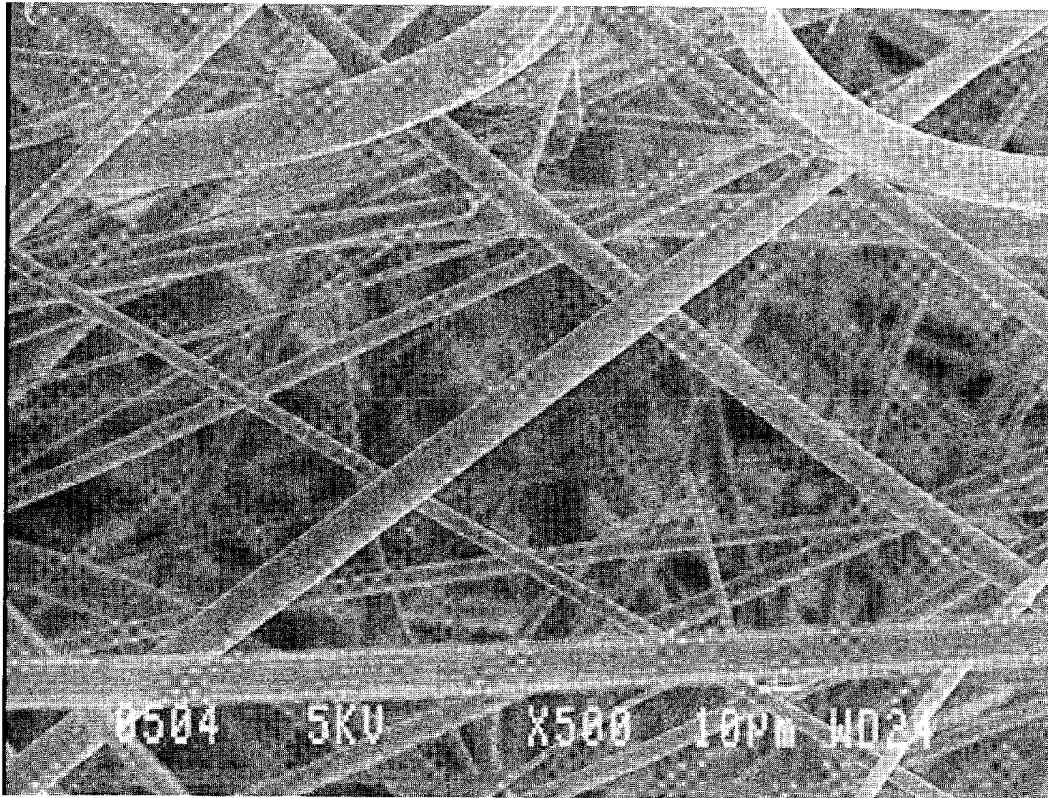
[図19]



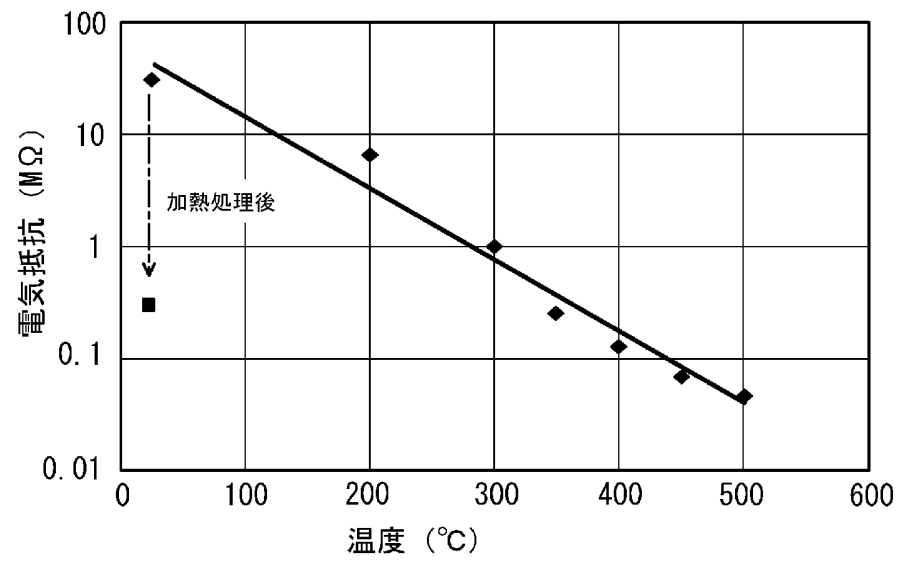
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01N3/02(2006.01)i, B01D39/20(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, F01N3/24(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)
F01N3/02, B01D39/20, B01D53/94, F01N3/24

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2006</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2006</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2006</i>

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 2004-514820 A (Siemens AG.), 20 May, 2004 (20.05.04), Full text; all drawings & US 2004/0079631 A1 & EP 1336032 A1 & WO 2002/042615 A1	1-5, 7-9 6
X Y	WO 2004/004869 A1 (Siemens AG.), 15 January, 2004 (15.01.04), Full text; all drawings & EP 1517737 A1 & JP 2005-531401 A	1-5, 7-9 6
X Y	JP 2004-261717 A (Toshiba Corp.), 24 September, 2004 (24.09.04), Par. Nos. [0011] to [0046] (Family: none)	1-5, 7-9 6

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 16 August, 2006 (16.08.06)	Date of mailing of the international search report 29 August, 2006 (29.08.06)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310707

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-216201 A (Research Institute of Innovative Technology for the Earth), 05 August, 2004 (05.08.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 7-9 6
Y	JP 2003-201824 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Par. Nos. [0008], [0009] (Family: none)	6
A	JP 63-25310 A (MAN Nutzfahrzeuge AG.), 02 February, 1988 (02.02.88), Full text; all drawings & US 4829766 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F01N3/02(2006.01)i, B01D39/20(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i, F01N3/24(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. F01N3/02, B01D39/20, B01D53/94, F01N3/24										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2006年									
日本国実用新案登録公報	1996-2006年									
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号								
X Y	JP 2004-514820 A (シーメンス アクチエンゲゼルシヤフト) 2004.05.20, 全文、全図 & US 2004/0079631 A1 & EP 1336032 A1 & WO 2002/042615 A1	1-5、7-9 6								
X Y	WO 2004/004869 A1 (Siemens Aktiengesellschaft) 2004.01.15, 全文、全図 & EP 1517737 A1 & JP 2005-531401 A	1-5、7-9 6								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 16.08.2006	国際調査報告の発送日 29.08.2006									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 亀田 貴志 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3T 9719								

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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2004-261717 A (株式会社東芝) 2004.09.24, 段落0011-0046 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6
X Y	JP 2004-216201 A (財団法人地球環境産業技術研究機 構) 2004.08.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5, 7-9 6
Y	JP 2003-201824 A (三菱重工業株式会社) 2003.0 7.18, 段落0008、0009 (ファミリーなし)	6
A	JP 63-25310 A (エム・アー・エヌ・ヌツツフアールツオイ ゲ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 1 988.02.02, 全文、全図 & US 4829766 A	1-9