

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年3月27日 (27.03.2008)

PCT

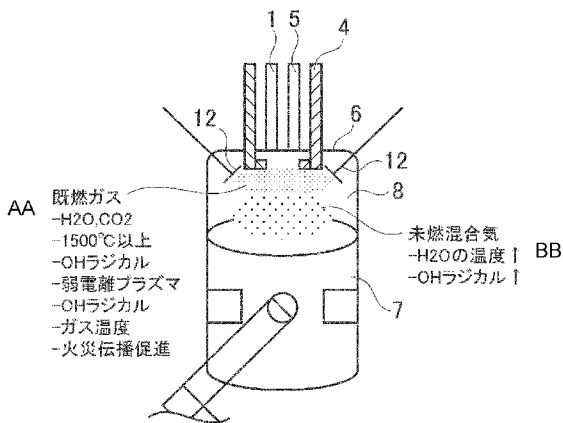
(10) 国際公開番号
WO 2008/035448 A1

- (51) 国際特許分類:
F02P 23/04 (2006.01) *F02M 27/04* (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01) *F02P 3/01* (2006.01)
F02B 23/08 (2006.01) *F23Q 3/00* (2006.01)
F02D 19/12 (2006.01) *H05B 6/80* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/319850
- (22) 国際出願日: 2006年10月4日 (04.10.2006)
- (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2006-255109 2006年9月20日 (20.09.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イマジン
アリング株式会社 (IMAGINEERING, INC.) [JP/JP];
〒6570038 兵庫県神戸市灘区深田町4丁目1番1ウ
エルブ六甲道2番街351号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 裕二
(IKEDA, Yuji) [JP/JP]; 〒6570038 兵庫県神戸市灘区
深田町4丁目1番1ウエルブ六甲道2番街351号
イマジニアリング株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 山崎 高明 (YAMAZAKI, Takaaki); 〒2310002
神奈川県横浜市中区海岸通4-22 関内カサハラ
ビル403 Kanagawa (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, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: IGNITION DEVICE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, IGNITION PLUG, PLASMA APPARATUS, EXHAUST GAS DECOMPOSITION APPARATUS, OZONE GENERATION/STERILIZATION/DISINFECTION APPARATUS, AND DEODORIZATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 点火装置、内燃機関、点火プラグ、プラズマ装置、排ガス分解装置、オゾン発生・滅菌・消毒装置及び消臭装置



- AA BURNED GAS
 - H₂O, CO₂
 - 1500°C OR ABOVE
 - OH RADICAL
 - WEAKLY IONIZED PLASMA
 - OH RADICAL
 - GAS TEMP.
 - PROMOTION OF FLAME PROPAGATION
- BB UNBURNED FUEL-AIR MIXTURE
 - TEMP. OF H₂O ↑
 - OH RADICAL ↑

(57) Abstract: In a thermal engine or a plasma apparatus, for example, a reciprocating engine, a rotary engine, a jet engine, or a gas turbine, even when the proportion of a fuel in a fuel-air mixture is reduced followed by a combustion reaction of a lean mixture, a stable and high-efficiency combustion reaction can be realized to realize stabilized ignition, improved flame propagation speed, improved output, cleaned exhaust gas, stabilized ignition of heterogeneous fuel-air mixture, improved fuel consumption and the like. Permittivity control means for introducing water and/or exhaust gas into a combustion reaction chamber (8) to control the permittivity of a fuel-air mixture within the combustion reaction chamber (8), a microwave radiation antenna (1) for radiating microwaves into the combustion reaction chamber (8), and discharge part (2) for igniting a fuel-air mixture in the combustion reaction chamber (8) are provided. The permittivity control means controls the permittivity of the fuel-air mixture before the combustion reaction of the fuel-air mixture to match the resonance frequency of the fuel-air mixture with the frequency of the microwave.

(57) 要約: レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置において、混合気中の燃料の割合を下げた薄い混合気を燃焼・反応させる場合においても、安定かつ、高効率の燃焼・反応が行えるようにし、着火の安定化、火炎伝播速度の向上、出力向上、排気ガスの清浄化、不均一混合気の安定着火、燃費消費率の改善等を図る。燃焼・反応室8に水及び/又は排気ガスを導入し燃焼・反応室8内における混合気の誘電率を制

御する誘電率制御手段と、燃焼・反応室8内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射アンテナ1と、燃焼・反応室

[続葉有]

WO 2008/035448 A1



SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

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).

(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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

点火装置、内燃機関、点火プラグ、プラズマ装置、排ガス分解装置、オゾン発生・滅菌・消毒装置及び消臭装置

技術分野

- [0001] 本発明は、例えば、レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置において用いられる点火装置に関する。
- [0002] また、本発明は、前記本発明に係る点火装置を適用するに好適な内燃機関に関する。
- [0003] また、本発明は、前記本発明に係る点火装置に適用するに好適な点火プラグに関する。
- [0004] さらに、本発明は、例えば、有害排出物(CO₂、NO_x、未燃炭化水素)、揮発性有害化学物質(VOC)、浮遊粒子状物質(PM)、スス等の削減、低減やタール、汚泥、排水の処理・再利用などの環境(インプラント、エンドオブパイプ)対策分野、および滅菌、殺菌、洗浄技術など医療・衛生分野で用いられるプラズマ装置に関する。
- [0005] また、本発明は、前記本発明に係るプラズマ装置を適用するに好適な排ガス分解装置に関する。
- [0006] さらに、本発明は、前記本発明に係るプラズマ装置を適用するに好適なオゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置に関する。

背景技術

- [0007] 従来、レシプロエンジンやロータリーエンジンなどの内燃機関における混合気の点火は、火花放電を行う点火プラグを用いて行われている。しかし、火花放電によって発生する電磁ノイズが車両に搭載されている電子機器の誤動作の原因となることなどから、火花放電によらず、数ギガヘルツ(GHz)の周波数を有する電磁波、すなわち、マイクロ波を用いて点火する点火装置が従来より提案されている。
- [0008] 例えば、特許文献1乃至特許文献4には、燃焼・反応室(シリンダ内)にマイクロ波導波管を連結するとともに、この燃焼・反応室内にマイクロ波放電のための放電電極を設けて構成した点火装置が記載されている。

- [0009] この点火装置においては、マイクロ波発生装置(マグネトロン)により発生されたマイクロ波パルスマイクロ波導波管を介して燃焼・反応室内に伝送させ、放電電極においてマイクロ波コロナ放電を生じさせて、燃焼・反応室内の混合気に点火するようにしている。
- [0010] また、例えば、特許文献5には、燃焼・反応室(シリンダ内)に高周波電界発生装置(マグネトロン)を設け、機関の圧縮行程中に該高周波電界発生装置により燃焼室内に高周波電場を形成し、該燃焼室内の混合気を誘電加熱して着火燃焼するようにしたガソリン内燃機関が記載されている。
- [0011] また従来、環境対策技術分野で用いられているプラズマ装置は、低圧力下で放電により発生したプラズマへの入力エネルギーを高めて、高温の平衡プラズマを生成し、その熱で有害排出物、化学物質、浮遊粒子状物質、スス等を高温状態に加熱して、酸化・分解しているものがほとんどであった。
- [0012] 近年、大気圧・非平衡のプラズマをマイクロ波放電して発生させる手法(同軸共振器型プラズマ生成)が研究されている。発生するプラズマの電子温度は数万度、ガス温度は常温乃至1000° Cの反応性プラズマである。また、プラズマによって生成されたOHラジカルやO₃(オゾン)等の強い化学反応作用を利用して医療・衛生分野での滅菌・殺菌・消臭用プラズマ装置の開発もなされている(イノベーションジャパン2005年; <http://ccr.ccr.tokushima-u.ac.jp/topic/050927-01.pdf>)。
- [0013] マイクロ波を用いたプラズマ装置としては、大気圧に近いガスをマイクロ波で励起させプラズマガスを発生するものであった。
- [0014] 例えば、特許文献6及び特許文献7には、マイクロ波プラズマ装置が記載されている。このマイクロ波プラズマ装置においては、中心導体の中心にそってガス流路用の非金属パイプを配置しており、一方端から注入されたガスが中心導体で覆われていないギャップでマイクロ波により励起され他方端からプラズマ化して放出(同軸共振器型プラズマ生成)するようにしている。
- [0015] 特許文献1:特開昭57-186067号公報
特許文献2:特開平3-31579号公報
特許文献3:特開2000-230426公報

特許文献4:特開2001-73920公報

特許文献5:特開2000-274249公報

特許文献6:特開2001-035692公報

特許文献7:特開2004-172044公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0016] ところで、近年においては、レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置においては、燃費消費率の改善が望まれている。燃費消費率の改善を図るためには、混合気中の燃料の割合を下げて薄い混合気を燃焼・反応させることが考えられる。しかしながら、従来の内燃機関等において混合気中の燃料の割合を下げると、サイクル変動が生ずるなど、燃焼・反応の安定性が損なわれ、出力低下等の問題が生ずる。
- [0017] したがって、熱機関またはプラズマ装置において燃費消費率の改善を図るためには、混合気中の燃料の割合を下げて薄い混合気を燃焼・反応させる場合においても、安定、かつ、高効率の燃焼・反応が行えるようにする必要がある。
- [0018] そして、前述のようなマイクロ波コロナ放電を用いた点火装置は、従来の火花放電を用いる点火方式に比較して、燃費消費率の改善や燃焼・反応の安定性が望めるわけではないため、ほとんど実用化されていない現状にある。
- [0019] また、前述のような高周波電界発生装置を用いたガソリン内燃機関は、エンジンに直接マグネトロンを取り付けることによる、耐久性、耐振動、取り付けスペースに対する制約、雰囲気温度(エンジンが高温となる)、電磁波の漏れによる制御系の誤動作防止などさまざまな支障が生じるため、ほとんど実用化されていない。
- [0020] そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置において、混合気中の燃料の割合を下げて薄い混合気を燃焼・反応させる場合においても、安定、かつ、高効率の燃焼・反応が行えるようにして、出力の向上、排気ガスの清浄化、燃費消費率の改善を図ることができる点火装置を提供しようとするものである。

- [0021] さらにガソリン内燃機関において、エンジンに直接マグネトロンを取り付けることによる、耐久性、耐振動、取り付けスペースに対する制約、雰囲気温度（エンジンが高温となる）、電磁波の漏れによる制御系の誤動作防止などさまざまな支障を解決することができる内燃機関を提供しようとするものである。
- [0022] また、本発明は、前述のような本発明に係る点火装置を適用するに好適な内燃機関を提供しようとするものであり、さらに、本発明は、前述のような本発明に係る点火装置に適用するに好適な点火プラグを提供しようとするものである。
- [0023] また、これら従来のプラズマ発生方式においては、高温プラズマを持続的に発生するために多大のエネルギーを消費し、装置自体も非常に高価（300万円以上）で、運転コストも割高であり、かつ装置自体も大きなもので運搬が困難であった。また、大気圧・非平衡のプラズマ利用技術は、その研究開発がまだ緒についたばかりであり、プラズマ着火に前述した中心導体間の放電を利用するが、持続的に安定したプラズマを発生するにはまだ大きな出力（数百W乃至5kW程度）が必要である。現在、これらプラズマ装置を用いた環境対策技術、医療・衛生分野への適用技術に関し、同様の対策技術の製品性能としては、例えば、年間1トン未満のVOC小型処理装置では、装置費30万円以下／台、電気代3万円／月程度の低価格製品が必要とされている（経済産業省、平成16年；化学物質リスク削減技術目標）。
- [0024] 本方式のプラズマは低温・大気圧・空気のマイクロプラズマであり、有害排出物、化学物質、浮遊粒子状物質、スス等を高温に加熱するのではなく、そのプラズマによる生成物（OHラジカル、オゾン（ O_3 ））を利用して化学的に酸化、反応させ、有害物等を削減、低減、無害化するものであり、従来の高温プラズマ利用技術とは全く異なる新規性、有効性を備える。従来、有害物进行处理するプラズマを生成させるのに多くのエネルギーと大規模な装置が必要であった。また、大気圧の空気で簡単にプラズマ化ができ、ラジカルが多量に発生する安価で小型の装置はほとんど無かった。
- [0025] そこで、本発明は、上述の実情に鑑みて提案されるものであって、大気圧で簡単にプラズマ化ができ、ラジカルが多量に発生する安価で小型のプラズマ装置を提供しようとするものである。
- [0026] また、これらエンドオブパイプ対策技術のみならず、インプラント対策技術への適用

も可能とするプラズマ装置を提供しようとするものである。種々の燃焼器においても、安定、かつ、高効率の燃焼が行えるようにして、出力の低下なく、燃焼プロセスの改善(強いOHラジカルによる化学的に酸化、反応させ、体積着火、希薄燃料の燃焼限界の拡大による省エネルギー化)、未燃焼燃料の分解・完全燃焼による有害排出物の削減・低減を図る好適なプラズマ装置を提供しようとするものである。

[0027] さらに、低コストで連続的に活性なOHラジカル、 O_3 を多量に発生することで、効果的な排ガス分解装置、オゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0028] 前述の課題を解決し、前記目的を達成するため、本発明に係る点火装置は、以下の構成のいずれかを有するものである。

[0029] [構成1]

熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域に対し水及び／又は該燃焼・反応領域から排気された排気ガスを導入し該燃焼・反応領域内における混合気の誘電率を制御する誘電率制御手段と、燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射し該燃焼・反応領域内における混合気の温度を上昇させるマイクロ波放射手段と、燃焼・反応領域内における混合気に対し着火する着火手段とを備え、誘電率制御手段は、燃焼・反応領域内における混合気の燃焼・反応が行われる前に、この混合気の誘電率を制御することにより、該燃焼・反応領域内における混合気の共振周波数をマイクロ波放射手段によって放射されるマイクロ波の周波数に一致させることを特徴とするものである。

[0030] [構成2]

熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、燃焼・反応領域内における混合気に対し着火する着火手段と、マイクロ波放射手段及び着火手段を制御する制御手段とを備え、マイクロ波放射手段及び着火手段は、制御手段によって制御されることにより、マイクロ波放射手段が燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して該燃焼・反応領域内における混合気の温度を上昇させ

た後に、着火手段が混合気に対し着火し、次にマイクロ波放射手段が燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して該燃焼・反応領域における混合気の燃焼・反応を促進させるというサイクルを繰り返すことを特徴とするものである。

[0031] [構成3]

構成1、または、構成2を有する点火装置において、マイクロ波放射手段となるマイクロ波放射アンテナと、着火手段となる点火・放電部とを備え、マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されていることを特徴とするものである。

[0032] [構成4]

構成1乃至構成3のいずれか一を有する点火装置において、マイクロ波放射手段が放射するマイクロ波は、一、または、二以上の制御された断続波であることを特徴とするものである。

[0033] また、本発明に係る内燃機関は、以下の構成のいずれか一を有するものである。

[0034] [構成5]

シリンダ及びピストンから構成され反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼室と、燃焼・反応室内にマイクロ波を放射し少なくとも該燃焼・反応室内の混合気の温度上昇を行うマイクロ波放射手段とを備え、ピストンのシリンダ内壁に摺接する外周面には、マイクロ波の漏洩を防止するための凹部が形成されていることを特徴とするものである。

[0035] [構成6]

シリンダ及びピストンから構成され反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応室と、燃焼・反応室に設けられた吸気口及び排気口を開閉するバルブと、燃焼・反応室内にマイクロ波を放射し少なくとも該燃焼・反応室内の混合気の温度上昇を行うマイクロ波放射手段とを備え、バルブの前記燃焼・反応室内に臨む面には、前記マイクロ波を一、または、二以上のバルブ底面に集中させる構造が形成されていることを特徴とするものである。

[0036] [構成7]

シリンダ及びピストンから構成され反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの

混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、この燃焼・反応室における混合気に対し放電させ、着火する着火手段と、着火手段の周り、または、シリンダの周りに設置された磁石とを備え、磁石が発生する磁界により、燃焼・反応室内で発生するイオン、または、プラズマの電解をピストン方向とし、火炎・反応帯内、または、火炎・反応帯の後方の既燃・既反応ガス中のイオン、または、プラズマをシリンダの外周側に向けて加速させることを特徴とするものである。

[0037] この内燃機関においては、火炎面及びその後方でマイクロ波により発生されたプラズマによる着火特性と火炎伝搬速度の加速が促進される。

[0038] [構成8]

シリンダ及びピストンから構成され反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、燃焼・反応室における混合気に対し放電させ着火する着火手段と、着火手段に供給する電圧を調整する電圧調整手段とを備え、電圧調整手段は、着火手段に供給する電圧を調整することにより、燃焼・反応室内における未燃焼・未反応の混合気に対して着火エネルギー以下での放電を行うことによりプラズマ化させ、及び／又は、既燃焼・既反応の混合気に対して放電を行うことによりプラズマ化させることを特徴とするものである。

[0039] この内燃機関においては、マイクロ波を用いることなく、従来のスパークプラグを応用することによって、着火前後の両方の段階でプラズマを生成させることができる。すなわち、着火手段に供給する電圧を断続波とし、その振幅及び時間長さを制御することにより、負荷、混合気濃度、回転数、着火タイミング等の広い条件下において、安定火炎の生成と、火炎伝搬速度の加速を実現することができる。

[0040] [構成9]

シリンダ及びピストンから構成され反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、反応性ガスと酸化ガスとの混合気を高圧で噴射することで反応性ガスと酸化ガスとの混合気を圧縮して温度を上昇させ、自着火させる手段と、燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、自着火させる手段及びマイクロ波放射手段を制御する制御手段とを備え、マイクロ波放射手段及び着火手段は、制御手段によって制御され

ることにより、マイクロ波放射手段が燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して該燃焼・反応領域における混合気中の水分から多量のOHラジカル、オゾン(O₃)を発生させた後に、化学的に酸化、反応させ、自着火させる手段が混合気に対し着火し、多量のOHラジカル、O₃によって該燃焼・反応領域における混合気の燃焼を促進させるというサイクルを繰り返すことを特徴とするものである。

[0041] [構成10]

構成5、または、構成9を有する内燃機関において、反応性ガスと酸化ガスとの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応領域に対し、該燃焼・反応領域から排気されたガス中のO₂、NO_x、CO、ススの濃度を計測する計測センサ群を備えているため、燃焼状態をリアルタイムで計測しながら排出ガスを低減する燃焼制御を実現することができる。

[0042] さらに、本発明に係る点火プラグは、以下の構成を有するものである。

[0043] [構成11]

熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射アンテナと、燃焼・反応領域における混合気に対し着火する点火・放電部とを備え、マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されていることを特徴とするものである。

[0044] さらに、本発明に係るプラズマ装置は、以下の構成を有するものである。

[0045] [構成12]

所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、を備え、マイクロ波放射手段は、マイクロ波によって形成されるプラズマの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナであることを特徴とするものである。

[0046] [構成13]

構成12を有するプラズマ装置において、マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備えた

ことを特徴とするものである。

[0047] [構成14]

構成13を有するプラズマ装置において、マイクロ波放射手段及びプラズマ着火手段を制御する制御手段と、プラズマ発生によって生成するOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する測定部とを備え、マイクロ波放射手段及び／又はプラズマ着火手段は、測定部の結果をリアルタイムで処理して、その制御手段に供することを特徴とするものである。

[0048] [構成15]

構成13、または、構成14を有するプラズマ装置において、マイクロ波放射手段は、マイクロ波放射手段と、プラズマ着火手段となる点火・放電部とを備え、マイクロ波放射手段及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されていることを特徴とするものである。

[0049] [構成16]

構成12乃至構成15のいずれか一を有するプラズマ装置において、マイクロ波発振装置として、発振周波数が2.45GHzの発振家電用マグネトロンを用いたことを特徴とするものである。

[0050] [構成17]

構成13乃至構成15のいずれか一を有するプラズマ装置において、プラズマ着火手段は、電極間に誘電体などの絶縁物を挿入するバリア放電、不平等電界を形成するコロナ放電、1 μ s未満の短パルス電圧を印加するパルス放電タイプを用いたことを特徴とするものである。

[0051] [構成18]

構成12、構成13、構成15、または、構成16を有するプラズマ装置において、マイクロ波伝送手段を備えたことを特徴とするものである。

[0052] [構成19]

構成18を有するプラズマ装置において、マイクロ波伝送手段は、同軸ケーブルであることを特徴とするものである。

[0053] [構成20]

構成18を有するプラズマ装置において、マイクロ波伝送手段は、導波管であることを特徴とするものである。

[0054] [構成21]

構成15乃至構成17のいずれか一を有するプラズマ装置において、マイクロ波を送る同軸ケーブルと、マイクロ波を分岐、隔離、結合する方向性結合器と、伝送系全体のインピーダンスを調整する調整器とを備えたことを特徴とするものである。

[0055] さらに、本発明に係る排ガス分解装置は、以下の構成を有するものである。

[0056] [構成22]

所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、を備え、マイクロ波放射手段は、排ガスが流れる流路外周に周方向に配置してマイクロ波によって形成されるプラズマの生成領域が流路断面一様にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナであることを特徴とするものである。

[0057] [構成23]

構成22を有する排ガス分解装置において、排ガスが流れる流路中心軸方向にマイクロ波による強電界場を形成するための中空、または中実の金属製の棒または板を備えたことを特徴とするものである。

[0058] [構成24]

構成22、または、構成23を有する排ガス分解装置において、マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備えたことを特徴とするものである。

[0059] [構成25]

構成24を有する排ガス分解装置において、プラズマ着火手段は、排ガスが流れる流路外周方向で軸方向に対向して配置した電極間のアーク放電によって行うことを特徴とするものである。

[0060] [構成26]

構成22乃至構成25のいずれか一を有する排ガス分解装置において、マイクロ波

伝送手段を備えたことを特徴とするものである。

[0061] [構成27]

構成26を有する排ガス分解装置において、マイクロ波伝送手段は、同軸ケーブルであることを特徴とするものである。

[0062] [構成28]

構成26を有する排ガス分解装置において、マイクロ波伝送手段は、導波管であることを特徴とするものである。

[0063] さらに、本発明に係るオゾン発生・滅菌・消毒装置は、以下の構成を有するものである。

[0064] [構成29]

オゾンの生成領域に所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振する該オゾン生成領域に設けたマイクロ波共振空洞と、マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段とを備え、マイクロ波放射手段は、マイクロ波によって形成されるオゾンの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナであることを特徴とするものである。

[0065] [構成30]

構成29を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置において、マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備え、マイクロ波放射手段は、プラズマ着火手段によって形成されるオゾンの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、諸寸法を有するマイクロ波放射アンテナであることを特徴とするものである。

[0066] [構成31]

構成29、または、構成30を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置において、マイクロ波共振空洞内の気体が大気圧以上の空気であることを特徴とするものである。

[0067] [構成32]

構成29、または、構成30を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置において、マイクロ波共振空洞内の気体が大気圧以上の水蒸気であることを特徴とするものである。

[0068] さらに、本発明に係る消臭装置は、以下の構成を有するものである。

[0069] [構成33]

所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段とを備え、マイクロ波放射手段は、マイクロ波によって形成されるマイクロ波共振空洞内消臭空間にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナであることを特徴とするものである。

[0070] [構成34]

構成33を有する消臭装置において、マイクロ波共振空洞内に消臭する気体、液体を循環するための循環装置および循環系を備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0071] 構成1を有する点火装置においては、誘電率制御手段が、燃焼・反応領域内の混合気の誘電率を制御し、この混合気の共振周波数をマイクロ波放射手段によって放射されるマイクロ波の周波数に一致させるので、マイクロ波放射手段によってマイクロ波が放射されたときに、混合気を効率良く温度上昇させることができる。

[0072] また、構成2を有する点火装置においては、マイクロ波放射手段が燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して燃焼・反応領域における混合気の温度を上昇させた後に、該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させて火炎着火特性の向上及び火炎伝播速度の促進を図り、着火手段が混合気に対し着火し、次にマイクロ波放射手段が燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して混合気の燃焼・反応を促進させるので、混合気中の燃料の割合を下げ薄混合気または不均一混合気を燃焼・反応させる場合においても、安定、かつ、高効率の燃焼・反応が行われる。

[0073] 構成3を有する点火装置においては、マイクロ波放射手段となるマイクロ波放射アンテナと、着火手段となる点火・放電部とが、一体的に構成された碍子部内に内蔵されているので、これらを従来のスパークプラグと互換的に使用することができる。

[0074] 構成4を有する点火装置においては、マイクロ波放射手段が放射するマイクロ波が一、または、二以上の制御された断続波であるので、複数箇所放電を実現出来る。また、消費電力を増大させることなく、瞬間的にはマイクロ波を用いたプラズマを生

成することができる。

- [0075] 構成5を有する内燃機関においては、ピストンのシリンダ内壁に摺接する外周面に、マイクロ波の漏洩を防止するための凹部が形成されているので、前述の点火装置を用いた場合においても、マイクロ波の漏洩を防止することができる。
- [0076] 構成6を有する内燃機関においては、バルブの燃焼・反応室内に臨む面に、前記マイクロ波を一、または、二以上のバルブ底面に集中させる構造(電気長さとして使用する波長の1/4の長さの構造)が形成されているので、前述の点火装置を用いて、このバルブにマイクロ波を供給することにより、マイクロ波の共振により燃焼・反応領域に対して放電などのエネルギー放射を行うことができる。
- [0077] 構成7を有する内燃機関においては、磁石が発生する磁界により、燃焼・反応室内で発生するイオン、または、プラズマの電界をピストン方向とし、火炎・反応帯内、または、火炎・反応帯の後方の既燃・既反応ガス中のイオン、または、プラズマをシリンダの外周側に向けて加速させるので、火炎面及びその後方でマイクロ波により発生されたプラズマによる着火特性と火炎伝搬速度の加速を促進させることができる。
- [0078] 構成8を有する内燃機関においては、着火手段に供給する電圧を調整することにより、燃焼・反応室内における未燃焼・未反応の混合気に対して着火エネルギー以下での放電を行うことによりプラズマ化させ、及び/又は、既燃焼・既反応の混合気に対して放電を行うことによりプラズマ化させるので、マイクロ波を用いることなく、従来のスパークプラグを応用することによって、着火前後の両方の段階でプラズマを生成させることができる。
- [0079] すなわち、この内燃機関においては、着火手段に供給する電圧を断続波とし、その振幅及び時間長さを制御することにより、負荷、混合気濃度、回転数、着火タイミング等の広い条件下において、安定火炎の生成と、火炎伝搬速度の加速を実現することができる。
- [0080] 構成9を有する内燃機関においては、反応性ガスと酸化ガスとの混合気を高圧で燃焼・反応領域に噴射することで混合気を圧縮して温度を上昇させ、混合気を自着火させる際、燃焼・反応領域内に前もってマイクロ波を放射しているため、その自着火を利用して低温プラズマを発生させることができる。この低温プラズマ発生により混

合気中の水分から多量のOHラジカル、オゾン(O_3)を持続的に生成することができ、該燃焼・反応領域における混合気の燃焼を促進させることができる。

- [0081] 構成10を有する内燃機関においては、燃焼・反応領域から排気された排気ガス中の O_2 、 NO_x 、CO、ススの濃度を計測する計測センサ群を備えているため、燃焼・反応室内の燃焼・反応状態をモニターすることができ、マイクロ波を用いた燃焼改善・制御に反映させることが可能となる。
- [0082] 構成11を有する点火プラグにおいては、マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部が、一体的に構成された碍子部内に内蔵されているので、従来のスパークプラグやグロープラグ等、プラズマ源と互換的に使用しつつ、前述の点火装置を構成することができる。
- [0083] 構成12を有するプラズマ装置においては、所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)と、キャビティ内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)とを備えており、プラズマの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法のマイクロ波放射アンテナを有することで効率のよい低温プラズマを発生することができる。
- [0084] 構成13を有するプラズマ装置においては、キャビティ内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段を備えており、プラズマの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法のマイクロ波放射アンテナを有することで効率のよい低温プラズマを発生することができる。
- [0085] 構成14を有するプラズマ装置においては、マイクロ波放射手段及びプラズマ着火手段を制御する制御手段と、プラズマ発生によって生成するOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する測定部とを備えており、測定部の結果をリアルタイムで処理して、マイクロ波放射手段及び/またはプラズマ着火手段の制御に用いることでOHラジカル、 O_3 の発生量を電氣的に制御することができる。
- [0086] 構成15を有するプラズマ装置においては、マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されており、安価、コンパクトで、取り扱いの容易な、融通性の高い装置を提供できる。

- [0087] 構成16を有するプラズマ装置においては、発振周波数が2.45GHzの家電用マグネトロンを用いているので、安価で、入手しやすく、修理・交換が容易で、かつ使用上の法的規制上、支障がないプラズマ装置を提供できる。
- [0088] 構成17を有するプラズマ装置においては、プラズマ着火手段は、電極間に誘電体などの絶縁物を挿入するバリア放電、不平等電界を形成するコロナ放電、 $1\mu\text{s}$ 未満の短パルス電圧を印加するパルス放電タイプのいずれを用いても同じ効果を得ることができ、適用条件によらず融通性の高い装置を提供できる。
- [0089] 構成18を有するプラズマ装置においては、マイクロ波伝送手段を備えているため、同じ効果を維持しつつ、発生装置の設置場所に融通性を持たせることができる。
- [0090] 構成19を有するプラズマ装置においては、マイクロ波伝送手段にフレキシブルな同軸ケーブルを用いているため、マイクロ波発振装置の設置に制約がなく、同じ効果を得ることができ、融通性の高い装置を提供できる。
- [0091] 構成20を有するプラズマ装置においては、マイクロ波伝送手段は導波管であるため、同軸ケーブル以上に高効率の伝送が期待できる。
- [0092] 構成21を有するプラズマ装置においては、マイクロ波を伝送する同軸ケーブルと、マイクロ波を分岐、隔離、結合する方向性結合器と、伝送系全体のインピーダンスを調整する調整器(スタブ)とを備えることで伝送系のマイクロ波伝送効率を高め、最適に調整することができる。またマイクロ波発生装置とプラズマ発生箇所を分離することができ、適用箇所に応じたより裕度の高いシステム設計が可能となる。
- [0093] 構成22を有する排ガス分解装置においては、所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)と、キャビティ内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)と、を備え、マイクロ波放射手段は、排ガスが流れる流路外周に周方向に配置してマイクロ波によって形成されるプラズマの生成領域が流路断面一様にマイクロ波による強電界場を形成する形状、諸寸法を有しているため、大流量の排ガスを処理することが可能である。
- [0094] 構成23を有する排ガス分解装置においては、排ガスが流れる流路中心軸(流れ)方向にマイクロ波による強電界場を形成するための中空、または中実の金属製の棒

または板を備えることで、排ガスが流れる流路断面全域、流れ方向にわたって一様で強度の高い低温プラズマを発生させることができる。

- [0095] 構成24を有する排ガス分解装置においては、キャビティ内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段を備えることで、キャビティ内でエネルギー効率良くマイクロ波によるプラズマを発生させ、効率よく排ガスの分解を行うことができる。
- [0096] 構成25を有する排ガス分解装置においては、プラズマ着火手段に、排ガスが流れる流路外周方向で軸(流れ)方向に対向して配置した電極間でのアーク放電によって行うことで、流路断面内で均一かつ軸方向に任意の区間プラズマを発生させることができる。
- [0097] 構成26を有する排ガス分解装置においては、マイクロ波伝送手段を備えているため、マイクロ波発振装置の設置場所にかかわらず、オンライン上にプラズマ装置を据え付けることが可能となり、設置制約がなくなる。
- [0098] 構成27を有する排ガス分解装置においては、マイクロ波伝送手段が同軸ケーブルであるため、マイクロ波発振装置の設置場所にかかわらず、オンライン上にプラズマ装置を据え付けることが可能となり、途中の伝送スペースや構造上の据え付け制約がなくなる。
- [0099] 構成28を有する排ガス分解装置において、マイクロ波伝送手段は導波管であるため、同軸ケーブル以上に高効率の伝送が期待できる。
- [0100] 構成29を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置においては、オゾンの生成領域に所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振する該オゾン生成領域に設けたマイクロ波共振空洞(キャビティ)と、キャビティ内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)とを備え、マイクロ波放射アンテナは、オゾンの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有しているため、大流量のオゾンを発生することが可能である。
- [0101] 構成30を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置においては、キャビティ内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備え、マイクロ波放射アンテナは、プラズマ着火手段によって形成されるオゾンの生成領域にマイクロ波によ

る強電界場を形成する形状、諸寸法を有しているため、キャビティ内でエネルギー効率良くマイクロ波によるプラズマを発生させ、効率よく大流量のオゾンが発生させることができる。

[0102] 構成31を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置において、キャビティ内の気体が大気圧以上の空気であるため、特殊な構造を有することなく安価で容易に、かつ多量に発生させることができる。

[0103] 構成32を有するオゾン発生・滅菌・消毒装置においては、キャビティ内の気体が大気圧以上の水蒸気を用いることでさらに、特殊な構造を有することなく安価で容易に、かつ多量に発生させることができる。

[0104] 構成33を有する消臭装置においては、所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)と、キャビティ内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)と、マイクロ波放射アンテナは、マイクロ波によって形成されるキャビティ内消臭空間にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有しているため、大量のオゾンが発生させ消臭効果を高めることができる。

[0105] 構成34を有する消臭装置においては、キャビティ内に消臭する気体、液体を循環するための循環装置および循環系を備えることで、さらに消臭効果を高めた消臭装置を提供できる。

[0106] すなわち、本発明は、レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置において、混合気中の燃料の割合を下げて薄い混合気を燃焼・反応させる場合においても、安定、かつ、高効率の燃焼・反応が行われることを可能とし、着火の安定化、燃焼速度の向上、不均一混合気の燃焼促進、燃費消費率の改善を図ることができる点火装置を提供することができるものである。

[0107] また、本発明は、前述のような本発明に係る点火装置を適用するに好適な内燃機関を提供することができるものであり、さらに、本発明は、前述のような本発明に係る点火装置に適用するに好適な点火プラグを提供することができるものである。なお、この点火プラグは、内燃機関のみならず、燃焼・反応機器の点火装置として用いるこ

とができる。これにより、火炎の安定化と燃費向上、燃焼・反応効率の向上を図ることができる。

[0108] さらに、本発明は、例えば、有害排出物(CO_2 、 NO_x 、未燃炭化水素)、揮発性有害化学物質(VOC)、浮遊粒子状物質(PM)、スス等の削減、低減のための処理装置、電気集塵機への応用、およびタール、汚泥、排水の処理・再利用などの環境(インプラント、エンドオブパイプ)対策技術分野、および滅菌、殺菌、洗浄技術など医療・衛生分野で用いられるプラズマ装置、排ガス分解装置、有害物質処理装置、オゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置において、大気圧で簡単にプラズマ化ができ、OHラジカルや O_3 が大量に発生する安価で小型の装置を提供することができるものである。

[0109] また、エンドオブパイプ対策技術のみならず、インプラント対策技術への適用もできるものである。ガスタービン、火炉、産業廃棄物焼却炉、熱分解炉など種々の燃焼器においても、安定、かつ、高効率の燃焼が行えるようにして、出力の低下なく、燃焼プロセスの改善(希薄燃料の燃焼限界の拡大による省エネルギー化)、未燃焼燃料の分解・完全燃焼による有害排出物の削減・低減を図る好適なプラズマ装置を提供することができるものである。

[0110] また、安価で、容易に、大量の O_3 を高効率、かつ省エネルギーで発生するオゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置を提供することができるものである。

図面の簡単な説明

[0111] [図1]本発明に係る点火装置が適用される内燃機関における混合気の温度と誘電率との関係を示すグラフである。

[図2]本発明に係る点火装置におけるマイクロ波のパルス幅を示すグラフである。

[図3]前記内燃機関における燃焼・反応室の構成を示す側面図である。

[図4]本発明に係る4段階のマルチ着火のマイクロ波のパルス幅およびマイクロ波の出力を示すグラフである。

[図5]本発明に係る点火プラグの構成を示す断面図である。

[図6]本発明に係る点火プラグの構成を示す側面図である。

[図7]本発明に係る内燃機関の第1の実施の形態の要部の構成を示す側面図及び

平面図である。

[図8]本発明に係る内燃機関の第2の実施の形態の要部の構成を示す断面図である。

[図9]本発明に係る内燃機関の構成の他の例を示す側面図である。

[図10]本発明に係る内燃機関の構成のさらに他の例を示す断面図である。

[図11]本発明に係るプラズマ装置の第1の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。

[図12]本発明に係るプラズマ装置の第2の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。また、本発明に係る排ガス処理装置の第1の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。

[図13]本発明に係るプラズマ装置の第3の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。

[図14]本発明に係るプラズマ装置の第4の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。また、本発明に係る排ガス処理装置の第2の実施の形態の要部の構成を示す側面図である。

符号の説明

- [0112]
- 1 マイクロ波放射アンテナ
 - 2 点火・放電部
 - 3 同軸ケーブル
 - 4 グランド端子部
 - 5 陽極端子
 - 6 シリンダ
 - 7 ピストン
 - 8 燃焼・反応室
 - 9 凹部
 - 10 吸気口
 - 11 排気口
 - 12 バルブ

- 13 周期構造
- 14 シャフト部
- 15 磁石
- 16 絶縁材料
- 17 マイクロ波発振装置
- 18 マイクロ波共振空洞(キャビティ)
- 19 マイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)
- 20 プラズマ着火手段
- 21 プラズマ生成領域
- 22 キャビティ内流体
- 23 測定部
- 24 制御手段
- 25 同軸ケーブル

発明を実施するための最良の形態

[0113] 以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照しながら説明する。

[0114] [点火装置の第1の実施の形態]

熱機関またはプラズマ装置において、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域、例えば、エンジンの燃焼・反応室において、マイクロ波による混合気の昇温や点火を行う場合には、昇温や点火のために要するエネルギーを燃焼・反応室内に効率よく伝送する必要がある。そのため、燃焼・反応室の形状や混合気の誘電率(ϵ)などによって決まる共振周波数と、マイクロ波の周波数とが一致していることが望ましい。一方、マイクロ波を発生させるマグネトロンとしては、水分子に共振する発振周波数2.45GHzのものが、すでに家電製品用として多数生産され使用されている。また、魚群探知機やレーダー用のものとしては、さらに高周波のマグネトロンが実用化されている。

[0115] そこで、燃焼・反応室の共振周波数を、例えば、この周波数(2.45GHz)に一致させることができれば、大量に流通し安価である発振周波数2.45GHzのマグネトロン

を使用することができ、装置の製造の容易化や製造コストの低廉化の観点から望ましい。

[0116] しかし、シリンダの内部形状及びピストンの形状によって決まる燃焼・反応室の形状は、共振周波数以外の様々な要因によって決定されるため、すべての機関において共振周波数が一定となるような形状とすることは困難である。

[0117] そこで、本発明に係る点火装置においては、燃焼・反応室内に水及び／又は排気ガスを導入することにより、混合気の誘電率(ϵ)を制御して、燃焼・反応室内の混合気の共振周波数をマイクロ波の周波数に一致させるようにしている。

[0118] すなわち、この点火装置は、誘電率制御手段を有している。この誘電率制御手段は、熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域(燃焼・反応室等)に対して、水及び／又は該燃焼・反応領域から排気された排気ガスを導入して、燃焼・反応領域内における混合気の誘電率を制御するものである。

[0119] 燃焼・反応室内の混合気の誘電率(ϵ)は、燃焼・反応室内に噴射するガソリン量を変えることによる空燃比(A/F値)の変化によっても変化するが、図1に示すように、混合気とは別に、燃焼・反応室内に水(水蒸気)を導入することによっても、変化させることができる。そこで、誘電率制御手段によって、燃焼・反応室内に水を導入することにより、燃焼・反応領域内における混合気の誘電率を制御することができる。燃焼・反応室内に水を導入することは、例えば、タンクに蓄えた水をポンプによって燃焼・反応室内に送り出すことによって行うことができる。

[0120] また、燃焼・反応室から排気された排気ガスを燃焼・反応室に再導入することは、いわゆる「EGR」(エキゾースト・ガス・リターニング)として従来より行われていることであるので、排気ガスを燃焼・反応室に再導入する具体的な機構としては周知の機構を使用することができる。

[0121] 誘電率制御手段は、これら水及び／又は排気ガスを燃焼・反応室内に導入することによって、燃焼・反応室内の水蒸気量や温度を制御し、これらによって混合気の誘電率(ϵ)を制御する。そして、この誘電率制御手段は、燃焼・反応室内の混合気の共振周波数を、後述するマイクロ波放射手段により放射されるマイクロ波の周波数に

一致させる。

- [0122] そして、この点火装置は、燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射し、この燃焼・反応領域における混合気の温度を上昇させるマイクロ波放射手段を有している。このマイクロ波放射手段としては、発振周波数が2.45GHzの一般的なマグネトロンを使用することができる。発振周波数2.45GHzのマグネトロンは、いわゆる「電子レンジ」において使用されているものであり、大量に生産され流通しているものである。一方、マグネトロンに限らず、携帯電話等に用いられる高周波帯域の発信機等を使用しても良く、この場合は、より小型で携帯可能な装置を提供できる。そして、このマイクロ波放射手段は、マイクロ波をマイクロ秒のパルス、あるいは一、または、二以上の断続的として放射するものであることが望ましい。マイクロ波を断続的にすることにより、消費電力を増大させることなく、瞬間的には大きなパワーのマイクロ波によりプラズマを生成することができる。
- [0123] さらに、本発明の適用対象物に対して、マイクロ波の発振形態をこれらパルス、断続、連続の組み合わせで最適となるよう構成して制御することもできる。
- [0124] なお、断続的なマイクロ波の持続時間(パルス幅)は、それぞれの熱機関またはプラズマ装置により適宜最適化することができ、図2に示すように、例えば、インバータ付きの電子レンジの機構を応用するのであれば、16msec程度の周期で3 μ sec乃至18 μ sec程度のパルス幅のマイクロ波を放射することが可能となる。なお、断続的なマイクロ波の振幅及び周期は任意に設定できる。
- [0125] この点火装置において、マイクロ波放射手段より発せられるマイクロ波は、同軸ケーブルを介して、燃焼・反応室内に伝送されるようになっている。
- [0126] さらに、この点火装置は、燃焼・反応室内の混合気に対して着火する着火手段を有している。この着火手段は、ガソリンエンジンにおいて一般的に使用されているスパークプラグや、ディーゼルエンジンにおいて一般的に使用されているグロープラグなどの点火・放電部を有するものを使用することができる。
- [0127] なお、この点火装置においては、着火手段として、スパークプラグやグロープラグを使用することなく、マイクロ波放射手段が着火手段をも兼ねるようにしてもよい。さらにマイクロ波によるプラズマ発生を容易にするための着火手段として、レーザー光、ライタ

ー・バーナーなどの火炎、ヒータ加熱、高温の金属片などの手段を用いて熱的に電子を供給しても良い。

- [0128] この点火装置においては、誘電率制御手段は、燃焼・反応室内における混合気の燃焼・反応が行われる前に、この混合気の誘電率(ϵ)を制御することにより、燃焼・反応室内における混合気の共振周波数をマイクロ波放射手段によって放射されるマイクロ波の周波数に一致させる。この状態で、マイクロ波放射手段によってマイクロ波が放射されると、燃焼・反応室全体が共振し、燃焼・反応室内の混合気が効率良く昇温され、着火が容易な状態となる。
- [0129] このように燃焼・反応室内の混合気が昇温された状態で、着火手段によって着火を行うことにより、混合気が良好に燃焼・反応することになる。この着火においては、マイクロ波による共振を利用して、いわゆる「体積着火」を行ってもよく、あるいは、局所領域において「点着火」を行ってもよく、さらに、多段の着火を行ってもよい。すなわち、この点火装置は、着火前、着火時、着火後に、マイクロ波によるプラズマ生成を行うことができるシステムである。
- [0130] なお、着火時については、「着火遅れ時間」(イグニッション・ディレイ)を考慮して、着火は、ピストンが上死点に至り燃焼・反応室の容積が最も縮小される時点の所定時間前に行うことが望ましい。燃料の濃度(空燃比)や着火のタイミングは、それぞれの熱機関またはプラズマ装置により最適化することにより、最大の出力が得られるようにすることができる。
- [0131] また、この点火装置においては、燃焼・反応室内に導入する水の量、再循環する排気ガスの量、燃料の量などを適宜最適化することにより、混合気の誘電率を的確に制御することができる。なお、これらの最適化は、燃焼・反応室内の酸素濃度、混合気の温度、残留ガスの濃度などによる影響も考慮して、適切に定めることのできる。
- [0132] このようにして、この点火装置は、従来の熱機関またはプラズマ装置における点火装置に比較して、混合気中の燃料の割合が低い場合であっても混合気濃度が不均一状態であっても、安定した燃焼・反応を実現することができる。
- [0133] なお、この点火装置は、燃焼・反応領域として閉鎖された燃焼・反応室を有さないジェットエンジンなどにおいても使用できる。ジェットエンジンなどにおいては、エンジン

内の連続した空間において、吸気、混合、燃焼・反応及び排気がそれぞれ連続して行われるが、この点火装置は、燃焼・反応が行われる領域において、前述したように、混合気の誘電率の制御、マイクロ波放射及び着火を連続的に、または、断続的に行う。

[0134] そして、この点火装置において、マイクロ波放射手段は、発振周波数2.45GHzのマグネトロンに限定されず、燃料中の炭化水素分子、炭素分子、または、水素分子等に共振する周波数において発振するマグネトロンを用いてもよい。この場合には、燃焼・反応領域内に水を導入する必要はない。

[0135] [点火装置の第2の実施の形態]

この実施形態における点火装置は、前述の第1の実施の形態における点火装置と同様に、マイクロ波放射手段と、着火手段とを有している。そして、この点火装置においては、マイクロ波放射手段及び着火手段を制御する制御手段を備えている。

[0136] 制御手段は、マイクロ波放射手段及び着火手段を制御して、図3に示すように、マイクロ波放射手段により燃焼・反応室8内にマイクロ波を放射して燃焼・反応室における混合気の温度を上昇させ、または、ラジカル生成をさせた後に、着火手段により混合気に対し着火させ、次に、マイクロ波放射手段により燃焼・反応室内にマイクロ波を放射させて燃焼・反応室における混合気の燃焼・反応を促進させるというサイクルを繰り返して実行する。

[0137] すなわち、この点火装置においては、マイクロ波発生タイミング及びマイクロ波の出力(投入エネルギー)をコントロールすることによって、混合気の昇温及びラジカル生成、着火、火炎伝播促進という燃焼・反応サイクルを実現する。このとき、燃焼・反応前の混合気に対しては、前述の第1の実施の形態と同様に、水及び／又は排気ガスを導入することとしてもよい。

[0138] また、この点火装置においては、例えば、4段階のマルチ着火を行うことができる。第1段階では、着火前の混合気にマイクロ波を放射することにより、混合気における水の温度を上昇させる。第2段階では、着火前の混合気にマイクロ波を放射することにより、燃焼・反応領域でプラズマ放電を起こし、ラジカル濃度を上昇させる。これら第1段階及び第2段階により、混合気の着火特性を向上させ、着火が容易な状態と

する。第3段階では、燃焼・反応領域における混合気に対し放電させ、着火を行う。このとき、既存のスパークプラグを用いた着火でもよい。第4段階では、着火後の混合気にマイクロ波を放射することにより、燃焼・反応領域でプラズマ放電を起こし、ラジカル濃度を上昇させ、または、マイクロ波を放射することにより、マイクロ波から定在波を発生させることによって、火炎伝播を促進させる。

[0139] なお、4段階のマルチ着火におけるマイクロ波のパルス幅及びマイクロ波の出力（投入エネルギー）は、図4に示すように、各段階のマイクロ波の出力及びパルス幅をそれぞれの熱機関またはプラズマ装置において最適化することにより、最大の出力が得られるようにすることができる。また、マイクロ波の出力と断続波の振幅及び周期との制御により、このマイクロ波の放射によって、混合気の昇温、OHラジカルなどのラジカルの生成、着火及び火炎伝播促進のいずれをも行うことができる。

[0140] この点火装置においては、このようにして燃焼・反応が促進されることにより、従来の点火装置を用いた場合には燃焼・反応させることができなかつた燃料の希薄な混合気をも効率良く燃焼・反応させることができ、出力を維持したままで、燃焼・反応消費率の改善、燃焼・反応室の小型化、出力の向上、排気ガスの清浄化を図ることができる。また、この点火装置においては、非完全燃焼・反応が防止され、完全燃焼・反応が実現されるので、大気汚染物が発生を抑制することができ、環境保護にも資することができる。

[0141] [点火プラグの実施の形態]

本発明に係る点火プラグは、図5中の(a)に示すように、マイクロ波放射手段となるマイクロ波放射アンテナ1と、着火手段となる点火・放電部2とを備えており、これらマイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部が、一体的に構成された碍子部内に内蔵されているものである。この点火プラグは、従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジンにおいて一般的に使用されているスパークプラグやグロープラグと互換的に使用することにより、前述した本発明に係る点火装置を構成することができるものである。

[0142] この点火プラグにおいて、マイクロ波放射アンテナ1には、同軸ケーブル3を介して、図示しないマグネトロンより、マイクロ波が伝送される。そして、この点火プラグは、マイクロ波放射アンテナ1を囲むようにして、円筒状のグランド端子部4を有している。点

火・放電部2は、図示しない電源より電圧を印加される陽極端子5の先端部と、円筒状のグランド端子部4の先端部との間に形成されている。

[0143] また、この点火プラグは、図5中の(b)に示すように、マイクロ波放射アンテナ1を円筒状に形成し、このマイクロ波放射アンテナ1内に陽極端子5を配置して構成してもよい。この場合には、グランド端子部4は、棒状に形成し、マイクロ波放射アンテナ1の外側に配置する。この場合においても、陽極端子5の先端部とグランド端子部4の先端部との間には、点火・放電部2が形成される。

[0144] この点火プラグにおいては、これらマイクロ波放射アンテナ1と点火・放電部2とは、図6に示すように、従来の一般的なスパークプラグと互換的な形状として一体的に構成される。そして、この点火プラグにおいては、着火手段としてのスパーク(放電)と、マイクロ波放射手段としてのマイクロ波の放射とが可能であり、前述した点火装置を構成することが容易となる。

なお、図5及び図6に示した各点火プラグにおいては、前述の点火装置の第2の実施の形態である4段階マルチ着火ができる構造である。

[0145] [内燃機関の第1の実施の形態]

本発明に係る内燃機関は、図7に示すように、シリンダ6及びピストン7から構成され燃料と空気との混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応室8を有し、また、点火装置として、前述した実施の形態におけるマイクロ波放射アンテナ1を備えている。そして、この内燃機関は、ピストン7のシリンダ6内壁に摺接する外周面に、マイクロ波の漏洩を防止するための凹部9が形成されているものである。

[0146] この凹部9は、円柱状のピストン7の外周面に、この外周面を囲む円環状の溝が断続した形状として形成されている。この凹部9の幅(溝幅)Lは、シリンダ6の内壁とピストンの隙間をDとし、マイクロ波の波長を λ としたとき、 $8D$ 以上、 $\lambda/8$ 以下とすることが望ましい。また、この凹部9の深さ(溝深さ)は、 $\lambda/4$ とする。

[0147] また、この凹部9は、図7(a)に示すように、マイクロ波の波長に乱れがない場合には、ピストン7の外周面の全周(360度)に対する約80%の範囲に形成することにより、このマイクロ波がシリンダ6から漏洩しないようにすることができる。そして、この凹部9は、図7(b)に示すように、マイクロ波の波長に乱れがある場合には通過させるので

、選択的に特定の周波数のマイクロ波をトラップし、チャンバ内を安定させることができる。

[0148] [内燃機関の第2の実施の形態]

本発明に係るこの内燃機関は、図8に示すように、シリンダ及びピストンから構成され燃料と空気との混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応室8と、この燃焼・反応室8に設けられた吸気口10及び排気口11を開閉するバルブ12とを有し、また、点火装置として、前述した実施の形態におけるマイクロ波放射手段を備えている。このマイクロ波放射手段は、前述したように、燃焼・反応室8内にマイクロ波を放射し、少なくとも燃焼・反応室8内の混合気の温度上昇を行う。

[0149] そして、この内燃機関においては、各バルブ12の燃焼・反応室8内に臨む面には、マイクロ波に共振し、マイクロ波を一、または、二以上のバルブ底面、すなわち、エンジン燃焼室側に集中させる周期構造(例えば、リムボーン、ベーンストラップ、コルゲート)13が形成されている。この周期構造13は、窒化物などによって、マグネトロンにおける共振器と同形状の突条として形成されているものである。なお、この周期構造13をなす突条間の凹部となる部分は、セラミック等の絶縁材料によって埋められており、各バルブ12の燃焼・反応室8内に臨む面は、平坦な形状となされている。

[0150] この内燃機関においては、マグネトロンからのマイクロ波は、各バルブ12のシャフト部14を介して、各バルブ12の燃焼・反応室8内に臨む面に伝送される。そして、このマイクロ波は、各バルブ12の周期構造13において共振し、電流に変換される。したがって、各バルブ12の周期構造13にマイクロ波が伝送されると、この周期構造13においてスパークを生ずる。すなわち、この内燃機関においては、スパークプラグを使用しなくとも、スパークによる混合気に対する着火を行うことができる。なお、各バルブ12のシャフト部14は、マイクロ波の漏洩を防止するため、直径を8mm以下とすることが望ましい。

[0151] この内燃機関においては、従来のようなスパークプラグを設ける必要がなく、空間的な余裕ができるので、吸気口10及び排気口11を大型化して燃焼・反応効率の向上を図ることができる。また、内燃機関においては、各バルブ12の燃焼・反応室8内に臨む面の略全面において多点着火を行うことができ、安定した燃焼・反応を実現する

ことができる。

- [0152] なお、この内燃機関においても、マイクロ波の全てのエネルギーがスパークに消費されるわけではなく、マイクロ波の出力やパルス幅等を適宜最適化することにより、マイクロ波のうちのスパークとして消費されるエネルギーと、燃焼・反応室8内にマイクロ波として放射されるエネルギーとの割合を調整することができ、前述したような点火装置を構成することが可能である。
- [0153] また、この内燃機関においては、図9に示すように、マイクロ波が伝送されるバルブ12のシャフト部14の回りに磁石15を設けて、磁界および電界を発生させることにより、プラズマ生成及び火炎伝播促進による燃焼・反応の促進を図ることができる。
- [0154] さらに、この内燃機関においては、図10に示すように、燃焼・反応室8の内壁部に、マイクロ波に共振する周期構造13(窒化物などによってマグネトロンにおける共振器と同形状の突条として形成したもの)を設け、この周期構造13に電流を供給することにより、この周期構造13においてマイクロ波が発生されるようにしてもよい。
- [0155] [プラズマ装置の第1の実施の形態]
- 本発明に係るプラズマ装置は、図11に示すように、マイクロ波発振装置17と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)18と、キャビティ内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)19と、キャビティ内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段20とを備え、マイクロ波放射アンテナ19は、プラズマ着火手段20によるプラズマ生成領域21にマイクロ波による強電界場を形成するものである。
- [0156] 有害排出物、化学物質、浮遊粒子状物質、スス等をプラズマによる生成物(OHラジカル、オゾン(O_3))を利用して化学的に酸化、反応させ、無害化するために、マイクロ波共振空洞(キャビティ)内流体22に、高圧場(大気圧、または、0.2MPa以上)の非平衡プラズマを発生させる。大気圧・非平衡プラズマの最大のメリットは、熱・化学平衡の制約を回避して、温度・圧力とほぼ独立に反応速度や原料転換率を制御できる点にある。生成したプラズマと反応させる反応器(リアクタ)の設計自由度が高く、軽量・コンパクト、かつ応答性のよいリアクタを構築することもできる。大気圧・非平衡プラズマは、例えば、メタンからメタノールの直接合成、天然ガスの水蒸気改質、ア

セチレン合成、天然ガスの液化などへの利用も考えられている。

[0157] この時、発生するプラズマの圧力は、無害化する有害排出物、化学物質、浮遊粒子状物質、スス等の処理流体のライン圧力で設定される。また、処理量は、ラインを流れる流量で決まる。

[0158] さて、高圧場のプラズマを生成させるために、発明者は種々の基礎研究を行ってきた。その研究成果からプラズマの種を何らかの方法で着火させ、それにエネルギーを与えることで安定したプラズマの持続が可能であることが判明した。そのため、プラズマ着火手段4に関しては、電極間に誘電体などの絶縁物を挿入するバリア放電、不平等電界を形成するコロナ放電、 $1\ \mu\text{s}$ 未満の短パルス電圧を印加するパルス放電のいずれかを用いて非平衡プラズマを着火する。例えば、ガソリン自動車用点火プラグやグロープラグの放電を用い、局所的なプラズマを着火する。この生成したプラズマを成長させるために、マイクロ波発信装置1から発信するマイクロ波(マイクロ波)を用いて、点火プラグやグロープラグの放電箇所近傍のプラズマ生成領域21に強電界場を形成する。これにより、マイクロ波のエネルギーが非平衡プラズマに吸収され、プラズマは成長(体積着火)する。この過程において、活性化学反応を生じるOHラジカルや強い酸化力を有する O_3 が数百倍のオーダーで多量に増加する。この反応を助長させるには、OHラジカル、 O_3 の元となる水分を加えると良い。また、この反応を促進させるためには、水分子が共振する1GHz以上のマイクロ波を印加させることが効果的である。マイクロ波を発生させるマグネトロンとしては、すでに世界中で多量に生産されている家電製品用(例えば、電子レンジ用の発振周波数2.45GHzのもの)を用いることが、装置の製造の容易化、製造コストの低廉化の観点から望ましい。

[0159] また、有害物質等の処理対象物に応じて、マイクロ波放射手段は、発振周波数2.45GHzのマグネトロンに限定されず、燃料中の炭化水素分子、炭素分子、または、水素分子等に共振する周波数において発振するマグネトロンを用いてもよい。この場合には、燃焼領域内に水を導入する必要はない。

[0160] [プラズマ装置の第2の実施の形態]

本発明に係るプラズマ装置は、図12に示すように、マイクロ波発振装置17と、所定

のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)18と、前記キャビティ内プラズマ生成領域21にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)19と、前記キャビティ内の気体22に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段20と、プラズマ発生によって生成するOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する測定部23とマイクロ波放射手段及びプラズマ着火手段の投入エネルギー・パターン制御する制御手段24を備えるものである。図中に示す矢印は、プラズマによって処理もしくは燃焼させる流体25の流れ方向を示す。

[0161] 第1の実施の形態で説明したように、プラズマ発生によって無害化、もしくは酸化、OHラジカルによる化学反応をした流体の成分は、下流側に設けた測定部23において、OHセンサ、 O_3 センサによって、リアルタイムでOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する。この測定結果を演算し、ある制御範囲のもとで、マイクロ波放射手段19及びプラズマ着火手段20を任意の値に制御することで、プラズマ装置を貫流する有害物質等の処理量を制御する。

[0162] [プラズマ装置の第3の実施の形態]

本発明に係るプラズマ装置は、図13に示すように、本発明の第1または第2の実施の形態においてマイクロ波放射手段19を小型、コンパクト、低廉化にするために行うものである。従来から用いられている点火プラグやグロープラグにアンテナ19を組込むことで可能となる。この場合、アンテナ19の先端を分岐して点火・放電部を取り囲むようにして強電界場にする。

[0163] [プラズマ装置の第4の実施の形態]

本発明に係るプラズマ装置は、図14に示すように、本発明の第1及至第3の実施の形態において、マイクロ波を伝送する同軸ケーブル26と、マイクロ波を分岐、隔離、結合する方向性結合器27と、伝送系全体のインピーダンスを調整する調整器(スタブ)28とを備えるものである。例えば、本発明を自動車用エンジンに適用する場合は、振動が多いエンジン部にマイクロ波発信装置17を設置するのではなく、振動や温度が変動しない箇所に設置することで、マイクロ波発信装置17の耐久性、信頼性を向上させることができる。また、方向性結合器を設けることで、マイクロ波発信装置からのエネルギーを燃焼室やオンラインでの反応炉(プラズマによる有害物質等の無害

化を行う箇所)で多点に分岐して処理ムラのない装置を実現することができる。

[0164] [プラズマ装置の第4の実施の形態]

本発明に係るプラズマ装置は、図13に示すように、本発明の第1及至第3の実施の形態において、マイクロ波を伝送する同軸ケーブル26と、マイクロ波を分岐、隔離、結合する方向性結合器27と、伝送系全体のインピーダンスを調整する調整器(スタブ)28とを備えるものである。例えば、本発明を自動車用エンジンに適用する場合は、振動が多いエンジン部にマイクロ波発信装置17を設置するのではなく、振動や温度が変動しない箇所に設置することで、マイクロ波発信装置17の耐久性、信頼性を向上させることができる。また、方向性結合器を設けることで、マイクロ波発信装置からのエネルギーを燃焼室やオンラインでの反応炉(プラズマによる有害物質等の無害化を行う箇所)で多点に分岐して処理ムラのない装置を実現することができる。

[0165] [排ガス分解装置の第1の実施の形態]

本発明に係る排ガス分解装置は、図12もしくは図14と基本的構成は同じである。図12もしくは図14に示すように、マイクロ波発振装置17と、所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞(キャビティ)18と、前記キャビティ内プラズマ生成領域にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段(マイクロ波放射アンテナ)19と、前記キャビティ内の気体22に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段20と、プラズマ発生によって生成するOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する測定部23とマイクロ波放射手段及びプラズマ着火手段の投入エネルギー・パターン制御する制御手段24を備えるものである。図中に示す矢印は、プラズマによって処理もしくは燃焼させる排ガス流体25の流れ方向を示す。

[0166] 第1の実施の形態で説明したように、燃焼・反応室での未燃ガスやスス、 NO_x 等の排ガスは、プラズマ発生に伴うオゾン、OHラジカルの強酸化力によって炭素-炭素結合、炭素-水素結合を切断し、酸化、OHラジカルによる化学反応により NO_2 、 C_2O_2 などの安定した無害な酸化物や炭素へと排ガス成分を無害化する。下流側に設けた測定部6において、OHセンサ、 O_3 センサによって、リアルタイムでOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する。この測定結果を演算し、ある制御範囲のもとで、マイクロ波放射手段19及びプラズマ着火手段20を任意の値に制御すること

で、プラズマ装置を貫流する有害物質等の処理量を制御することができる。

[0167] [オゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置の使用例]

例えば、本発明を航空機用ジェットエンジンに適用する場合は、本装置をジェットエンジン排気コーン近傍に設置することで、水分を含んだ高圧蒸気を本装置で発生する非平衡プラズマにより多量のOHラジカル、 O_3 に変換することができる。これにより従来、飛行中の排気ガスにより大気汚染をしていたが、排気ガスを多量のOHラジカル、 O_3 の強力な酸化力をもって無害なガスに分解するとともに、フロン等で破壊された成層圏のオゾン層修復のために多量の O_3 を発生させることができる。

[0168] また、本装置をジェットエンジン高圧コンプレッサ後段に位置する燃焼室内に設置することで、圧縮された混合燃料を強力なラジカル反応で燃焼促進することが可能となる。これにより、大気汚染排出ガスではなくクリーンな排気ガスを放出することで環境保護に貢献することができる。下流側に設けた測定部6において、OHセンサ、 O_3 センサによって、リアルタイムでOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する。この測定結果を演算し、ある制御範囲のもとで、マイクロ波放射手段及びプラズマ着火手段を任意の値に制御することで、燃焼室内の燃焼制御により有害物質等の生成量を制御することができる。

[0169] [本発明に係わる内燃機関、プラズマ装置の使用例]

本発明に係わる内燃機関、プラズマ装置の燃料にバイオガス、超希薄メタンガス、超低カロリーガスなどを用いても、プラズマ生成によって発生したOHラジカル、 O_3 の強酸化力を利用して化学的反応を促進させることができ、通常ガスエンジンでは追加ガスとあわせてしか燃焼できなかつたところを燃焼可能とするだけでなく、出力向上、発電効率向上なども期待できる。

[0170] [本発明に係わるプラズマ装置の使用例]

本発明のプラズマ装置を大気圧・空気中において使用することにより、空気中に含まれる N_2 から多量のスペクトル光を発生させることができる。このスペクトルを集光し、ファイバー等で導出することで、従来用いられていた高価なレーザ光源の代わりに安価でコンパクトな N_2 スペクトル光源、パルス光源を提供することができる。

[0171] [本発明に係わるオゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置の使用例]

本発明の装置を建築現場における建築物内の一角に設置し、建築物を密閉にした状態で動作することによりシックハウス物質の除去や、塗装、接着糊、防腐剤などのさまざまな異臭の脱臭、細菌、ばい菌、アレルギー物質の除菌、消毒を行うことができる。この場合、建築現場等での簡易排気装置の後段に本発明の装置を設置することで後処理した無害の空気を排出できる。あるいは、一般家庭電化製品である掃除機に本装置を組み込むことで、掃除しながら、清掃表面の有害物質を本装置で発生するOHラジカル、 O_3 で分解することも可能である。ここでは、対象物を建築物(公共施設、ビル、体育館、講堂、ショッピングモールなど)として説明したが、同様の効果は、たとえば自動車、電車、貨物、飛行機、船、潜水艦、戦車など任意の密閉空間を有する対象物に対する滅菌、脱臭、消毒に適用することでこの効果を最大限活用することができる。さらにプラズマ発生時に H_2O (水分)を添加することで一層、多くのOHラジカル等を発生させ、効果を増すことができる。

[0172] さらに、公共施設、ビル、体育館、講堂、ショッピングモールや、トンネルなどの施設での火災時の一酸化炭素による中毒防止や、空気清浄化にも適用でき、一酸化炭素から二酸化炭素への変換による無害化、消煙効果、など人命救助に資することができる。

産業上の利用可能性

[0173] 本発明は、例えば、レシプロエンジン、ロータリーエンジン、ジェットエンジンやガスタービンなどの熱機関またはプラズマ装置において用いられる点火装置として利用できる。

[0174] また、本発明は、前記本発明に係る点火装置を適用するに好適な内燃機関に利用できる。

[0175] また、本発明は、前記本発明に係る点火装置に適用するに好適な点火プラグに利用できる。。

[0176] さらに、本発明は、例えば、有害排出物(CO_2 、 NO_x 、未燃炭化水素)、揮発性有害化学物質(VOC)、浮遊粒子状物質(PM)、スス等の削減、低減やタール、汚泥、排水の処理・再利用などの環境(インプラント、エンドオブパイプ)対策分野、および滅菌、殺菌、洗浄技術など医療・衛生分野で用いられるプラズマ装置に利用できる。

[0177] また、本発明は、前記本発明に係るプラズマ装置を適用するに好適な排ガス分解装置に利用できる。

[0178] さらに、本発明は、前記本発明に係るプラズマ装置を適用するに好適なオゾン発生・滅菌・消毒装置、消臭装置に利用できる。

請求の範囲

- [1] 熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応領域に対し、水及び／又は該燃焼・反応領域において生成された排気ガスを導入し、該燃焼・反応領域内における混合気の誘電率を制御する誘電率制御手段と、
- 前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射し、該燃焼・反応領域における混合気の温度を上昇させるとともに、該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させて火炎着火特性の向上及び火炎伝播速度の促進を図るマイクロ波放射手段と、
- 前記燃焼・反応領域における混合気に対し放電させ、着火する着火手段と、
- 既燃焼・反応領域における混合気に対し放電させ、燃焼・反応、または、プラズマガス中のラジカル濃度を上昇させ火炎着火特性の向上と火炎伝播速度を促進するマイクロ波放射手段と
- を備え、
- 前記誘電率制御手段は、前記燃焼・反応領域内における混合気の燃焼・反応が行われる前に、この混合気の誘電率を制御することにより、該燃焼・反応領域内における混合気の共振周波数を前記マイクロ波放射手段によって放射されるマイクロ波の周波数と共振させる
- ことを特徴とする点火装置。
- [2] 熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応領域に対し、水及び／又は該燃焼・反応領域において生成された排気ガスを導入し、該燃焼・反応領域内における混合気の誘電率を制御する誘電率制御手段と、
- 前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射し、該燃焼・反応領域における混合気の温度を上昇させるとともに、該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させて火炎着火特性の向上及び火炎伝播速度の促進を図るマイクロ波放射手段と、
- 前記燃焼・反応領域における混合気に対し放電させ、着火する着火手段と、

既燃焼・反応領域における該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させ火炎着火特性の向上と火炎伝播速度の促進を図るマイクロ波放射手段手段と、

前記マイクロ波放射手段及び前記着火手段を制御する制御手段とを備え、

前記マイクロ波放射手段及び前記着火手段は、前記制御手段によって制御されることにより、前記マイクロ波放射手段が前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して該燃焼・反応領域における混合気の温度を上昇させるとともに該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させ火炎着火特性の向上と火炎伝播速度の促進させた後、前記着火手段が前記混合気に対し放電、着火し、次に前記マイクロ波放射手段が前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して該既燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させ火炎着火特性の向上と火炎伝播速度の促進及び既燃焼・反応領域における混合気の燃焼・反応を促進させるというサイクルを繰り返す

ことを特徴とする点火装置。

- [3] 前記マイクロ波放射手段となるマイクロ波放射アンテナと、前記着火手段となる点火・放電部とを備え、

前記マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されている

ことを特徴とする請求項1、または、請求項2記載の点火装置。

- [4] 前記マイクロ波放射手段が放射するマイクロ波は、一、または、二以上の制御された断続波である

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一に記載の点火装置。

- [5] シリンダ及びピストンから構成され、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、

前記燃焼・反応室内にマイクロ波を放射し、該燃焼・反応室内の混合気の温度上昇を行うとともに、該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させ

火炎着火特性の向上と火炎伝播速度の促進を図るマイクロ波放射手段と
を備え、

前記ピストンの前記シリンダ内壁に摺接する外周面には、前記マイクロ波の漏洩を
防止するための凹部が形成されている

ことを特徴とする内燃機関。

- [6] シリンダ及びピストンから構成され、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこ
の混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、
前記燃焼・反応室に設けられた吸気口及び排気口を開閉するバルブと、
前記燃焼・反応室内にマイクロ波を放射し、該燃焼・反応室内の混合気の温度上
昇を行うとともに、該燃焼・反応領域でプラズマ放電をさせラジカル濃度を上昇させ
火炎着火特性の向上と火炎伝播速度の促進を図るマイクロ波放射手段と
を備え、

前記バルブの前記燃焼・反応室内に臨む面には、前記マイクロ波を一、または、二
以上のバルブ底面に集中させる構造が形成されている

ことを特徴とする内燃機関。

- [7] シリンダ及びピストンから構成され、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこ
の混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、
前記燃焼・反応室における混合気に対し放電させ、着火する着火手段と、
前記着火手段の周り、または、前記シリンダの周りに設置された磁石と
を備え、

前記磁石が発生する磁界により、前記燃焼・反応室内で発生するイオン、または、
プラズマの電界を前記ピストン方向とし、火炎・反応帯内、または、火炎・反応帯の後
方の既燃・既反応ガス中のイオン、または、プラズマを前記シリンダの外周側に向け
て加速させる

ことを特徴とする内燃機関。

- [8] シリンダ及びピストンから構成され、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこ
の混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、
前記燃焼・反応室における混合気に対し放電させ、着火する着火手段と、

前記着火手段に供給する電圧を調整する電圧調整手段と
を備え、

前記電圧調整手段は、前記着火手段に供給する電圧を調整することにより、前記
燃焼・反応室内における未燃焼・未反応の混合気に対して着火エネルギー以下での放
電を行うことによりプラズマ化させ、及び／又は、既燃焼・既反応の混合気に対して
放電を行うことによりプラズマ化させる

ことを特徴とする内燃機関。

[9] シリンダ及びピストンから構成され、反応性ガスと酸化ガスとの混合気が供給されこ
の混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる燃焼・反応室と、

反応性ガスと酸化ガスとの混合気を高圧で噴射することで反応性ガスと酸化ガスと
の混合気を圧縮して温度を上昇させ、自着火させる手段と、

前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、

前記自着火させる手段及び前記マイクロ波放射手段を制御する制御手段と
を備え、

前記マイクロ波放射手段及び前記着火手段は、前記制御手段によって制御される
ことにより、前記マイクロ波放射手段が前記燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射して
該燃焼・反応領域における混合気中の水分から多量のヒドロキシル(OH)ラジカル、
オゾン(O₃)を発生させた後に、化学的に酸化、反応させ、前記自着火させる手段が
前記混合気に対し着火し、多量のOHラジカル、O₃によって該燃焼・反応領域にお
ける混合気の燃焼を促進させるというサイクルを繰り返す

ことを特徴とする内燃機関。

[10] 反応性ガスと酸化ガスとの混合気の燃焼・反応、または、プラズマ反応が行われる
燃焼・反応領域に対し、該燃焼・反応領域から排気されたガス中のO₂、NO_x、CO、
ススの濃度を計測する計測センサ群を備えている

ことを特徴とする請求項5、または、請求項9記載の内燃機関。

[11] 熱機関またはプラズマ装置において反応性ガスと酸化ガスとの混合気が存在しこ
の混合気の燃焼・反応が行われる燃焼・反応領域内にマイクロ波を放射するマイクロ
波放射アンテナと、

- 前記燃焼・反応領域における混合気に対し着火する点火・放電部とを備え、
前記マイクロ波放射アンテナ及び点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されている
ことを特徴とする点火プラグ。
- [12] 所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、
所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、
前記マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、
を備え、
前記マイクロ波放射手段は、前記マイクロ波によって形成されるプラズマの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナである
ことを特徴とするプラズマ装置。
- [13] 前記マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備えた
ことを特徴とする請求項12記載のプラズマ装置。
- [14] 前記マイクロ波放射手段及び前記プラズマ着火手段を制御する制御手段と、
プラズマ発生によって生成するOHラジカル、 O_3 の発生量、もしくは発光強度を測定する測定部とを備え、
前記マイクロ波放射手段及び／又は前記プラズマ着火手段は、前記測定部の結果をリアルタイムで処理して、その制御手段に供する
ことを特徴とする請求項13記載のプラズマ装置。
- [15] 前記マイクロ波放射手段は、前記マイクロ波放射手段と、前記プラズマ着火手段となる点火・放電部とを備え、
前記マイクロ波放射手段及び前記点火・放電部は、一体的に構成された碍子部内に内蔵されている
ことを特徴とする請求項13、または、請求項14記載のプラズマ装置。
- [16] 前記マイクロ波発振装置として、発振周波数が2.45GHzの発振家電用マグネトロ

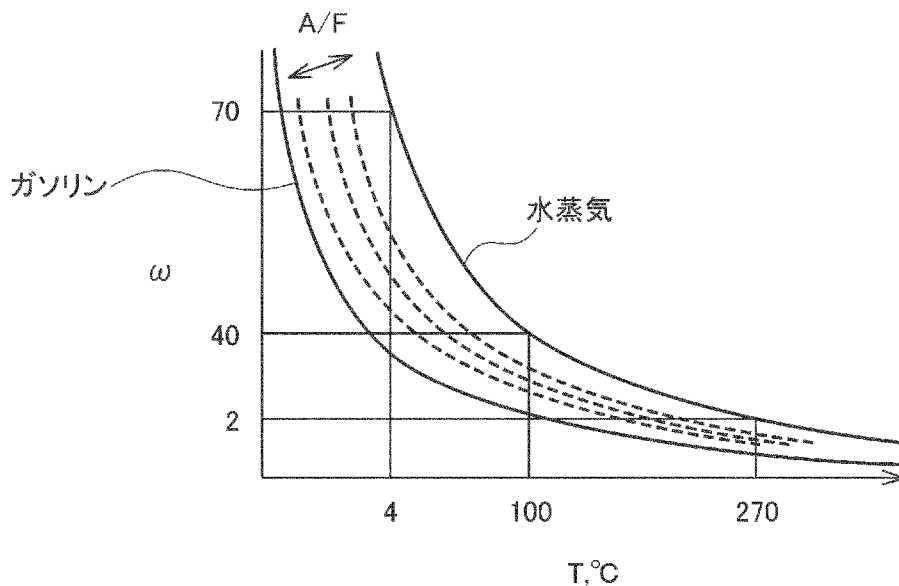
ンを用いた

- ことを特徴とする請求項12乃至請求項15のいずれかーに記載のプラズマ装置。
- [17] 前記プラズマ着火手段は、電極間に誘電体などの絶縁物を挿入するバリア放電、不平等電界を形成するコロナ放電、 $1\mu\text{s}$ 未満の短パルス電圧を印加するパルス放電タイプを用いた
- ことを特徴とする請求項13乃至請求項15のいずれかーに記載のプラズマ装置。
- [18] マイクロ波伝送手段を備えた
- ことを特徴とする請求項12、請求項13、請求項15、または、請求項16記載のプラズマ装置。
- [19] 前記マイクロ波伝送手段は、同軸ケーブルである
- ことを特徴とする請求項18記載のプラズマ装置。
- [20] 前記マイクロ波伝送手段は、導波管である
- ことを特徴とする請求項18記載のプラズマ装置。
- [21] マイクロ波を伝送する同軸ケーブルと、
- マイクロ波を分岐、隔離、結合する方向性結合器と、
- 伝送系全体のインピーダンスを調整する調整器と
- を備えたことを特徴とする請求項15乃至請求項17のいずれかーに記載のプラズマ装置。
- [22] 所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、
- 所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、
- 前記マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と、
- を備え、
- 前記マイクロ波放射手段は、排ガスが流れる流路外周に周方向に配置して前記マイクロ波によって形成されるプラズマの生成領域が流路断面一様にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナである
- ことを特徴とする排ガス分解装置。
- [23] 排ガスが流れる流路中心軸方向に前記マイクロ波による強電界場を形成するための中空、または中実の金属製の棒または板を備えた

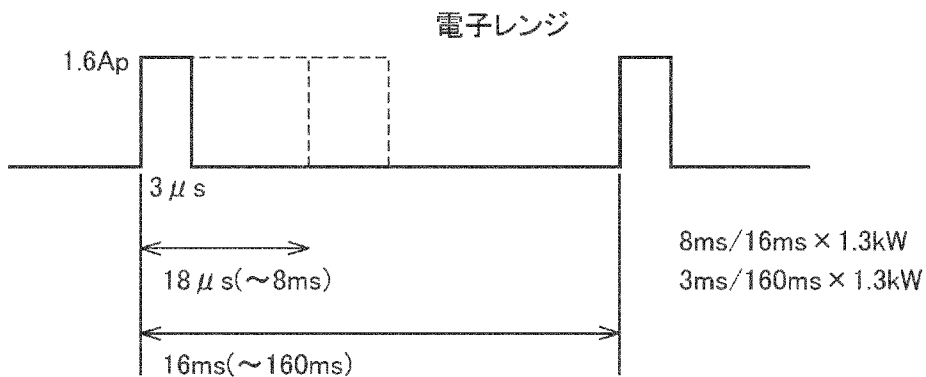
- ことを特徴とする請求項22記載の排ガス分解装置。
- [24] 前記マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備えた
- ことを特徴とする請求項22、または、請求項23記載の排ガス分解装置。
- [25] 前記プラズマ着火手段は、排ガスが流れる流路外周方向で軸方向に対向して配置した電極間のアーク放電によって行う
- ことを特徴とする請求項24記載の排ガス分解装置。
- [26] マイクロ波伝送手段を備えた
- ことを特徴とする請求項22乃至請求項25のいずれかーに記載の排ガス分解装置。
- [27] 前記マイクロ波伝送手段は、同軸ケーブルである
- ことを特徴とする請求項26記載の排ガス分解装置。
- [28] 前記マイクロ波伝送手段は、導波管である
- ことを特徴とする請求項26記載の排ガス分解装置。
- [29] オゾンの生成領域に所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、所定のマイクロ波帯域を共振する該オゾン生成領域に設けたマイクロ波共振空洞と、
- 前記マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段とを備え、
- 前記マイクロ波放射手段は、前記マイクロ波によって形成されるオゾンの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナである
- ことを特徴とするオゾン発生・滅菌・消毒装置。
- [30] 前記マイクロ波共振空洞内の気体に対し部分放電して気体をプラズマ化するプラズマ着火手段とを備え、
- 前記マイクロ波放射手段は、前記プラズマ着火手段によって形成されるオゾンの生成領域にマイクロ波による強電界場を形成する形状、諸寸法を有するマイクロ波放射アンテナである

- ことを特徴とする請求項29記載のオゾン発生・滅菌・消毒装置。
- [31] 前記マイクロ波共振空洞内の気体が大気圧以上の空気であることを特徴とする請求項29、または、請求項30記載のオゾン発生・滅菌・消毒装置
- 。
- [32] 前記マイクロ波共振空洞内の気体が大気圧以上の水蒸気であることを特徴とする請求項29、または、請求項30記載のオゾン発生・滅菌・消毒装置
- 。
- [33] 所定のマイクロ波帯域を発生するマイクロ波発振装置と、
所定のマイクロ波帯域を共振するマイクロ波共振空洞と、
前記マイクロ波共振空洞内にマイクロ波を放射するマイクロ波放射手段と
を備え、
前記マイクロ波放射手段は、前記マイクロ波によって形成されるマイクロ波共振空洞内消臭空間にマイクロ波による強電界場を形成する形状、寸法を有するマイクロ波放射アンテナである
ことを特徴とする消臭装置。
- [34] 前記マイクロ波共振空洞内に消臭する気体、液体を循環するための循環装置および循環系を備えた
ことを特徴とする請求項33記載の消臭装置。

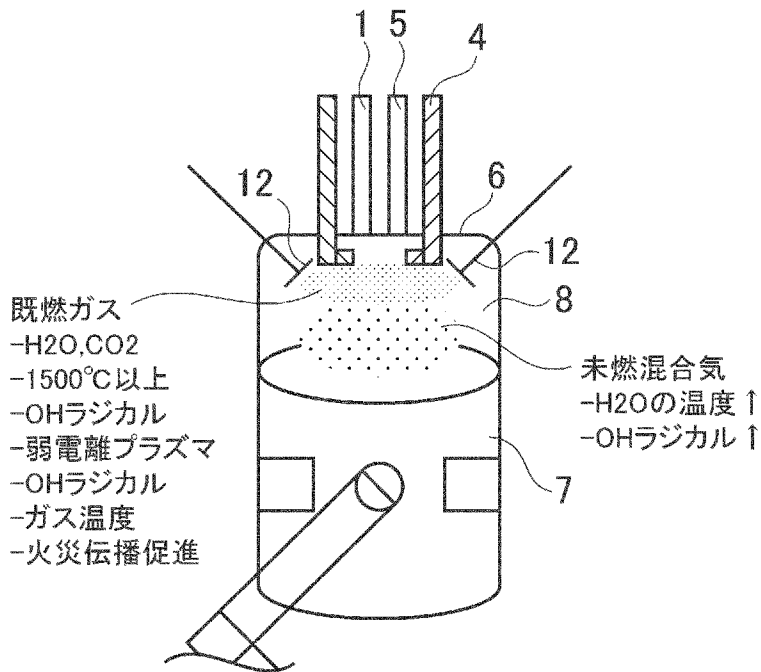
[図1]



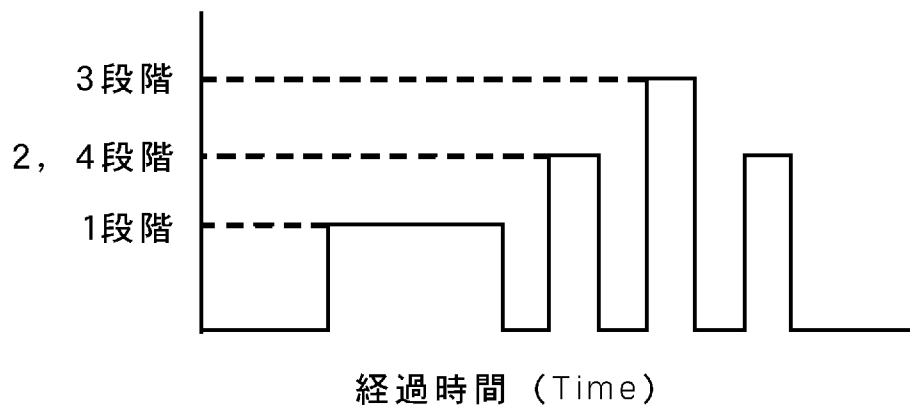
[図2]



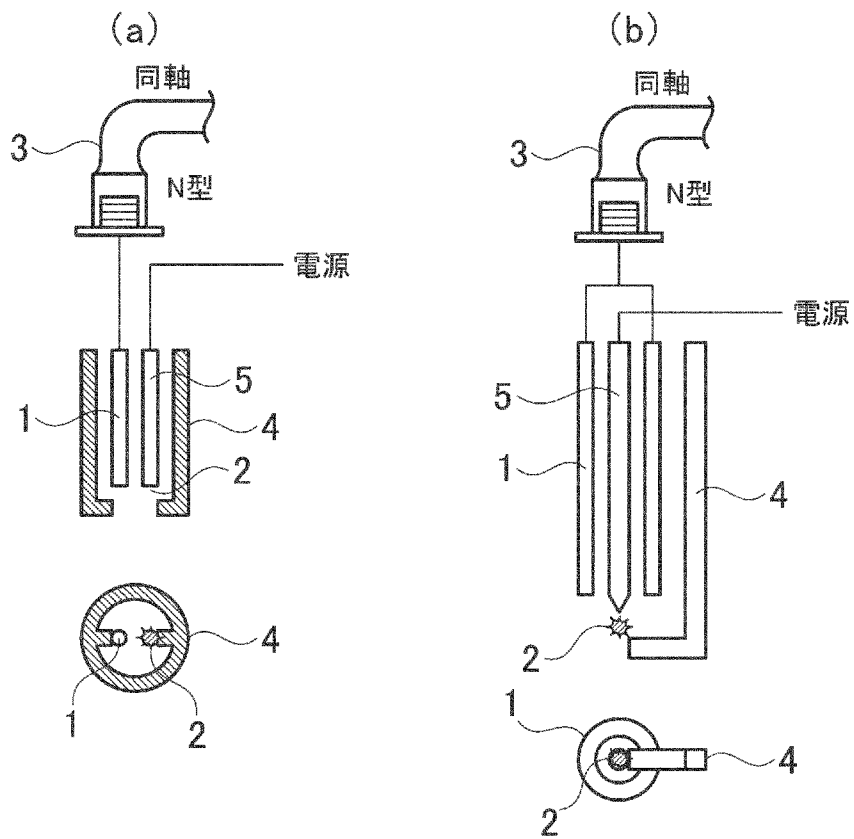
[図3]



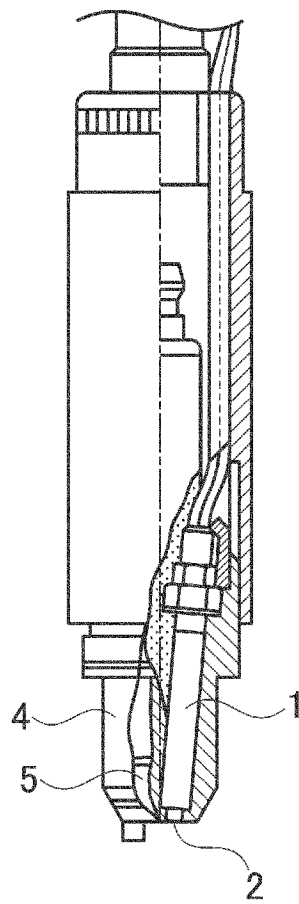
[圖4]



[圖5]

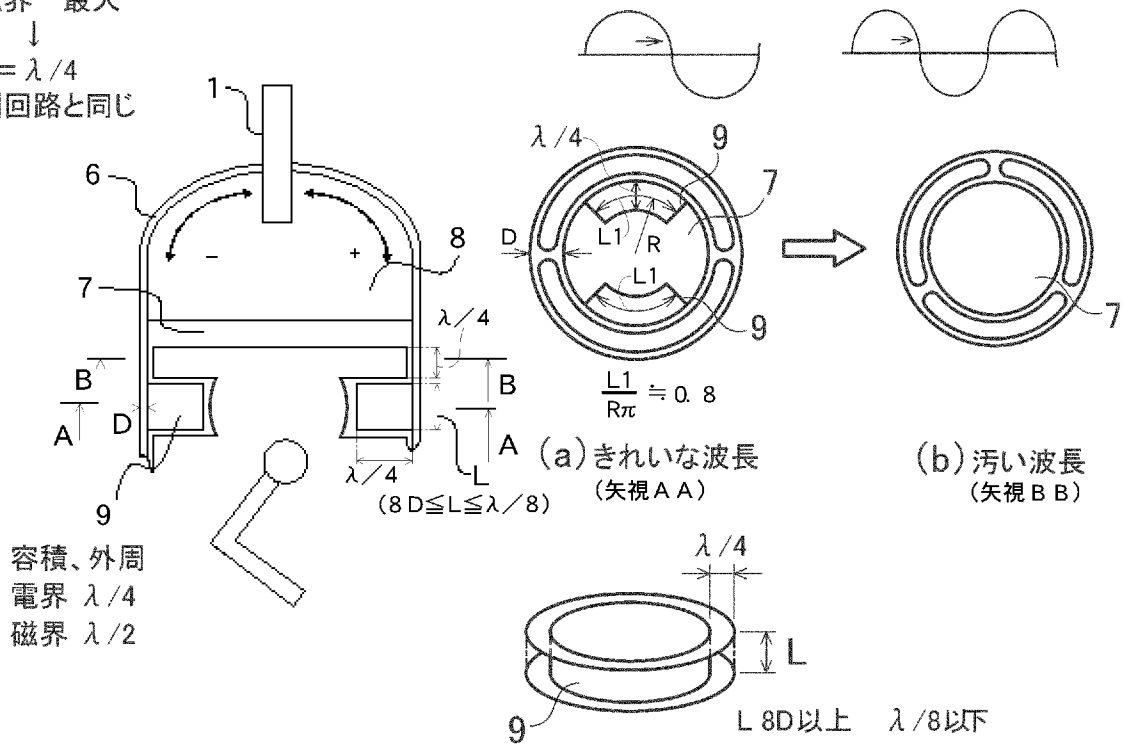


[図6]

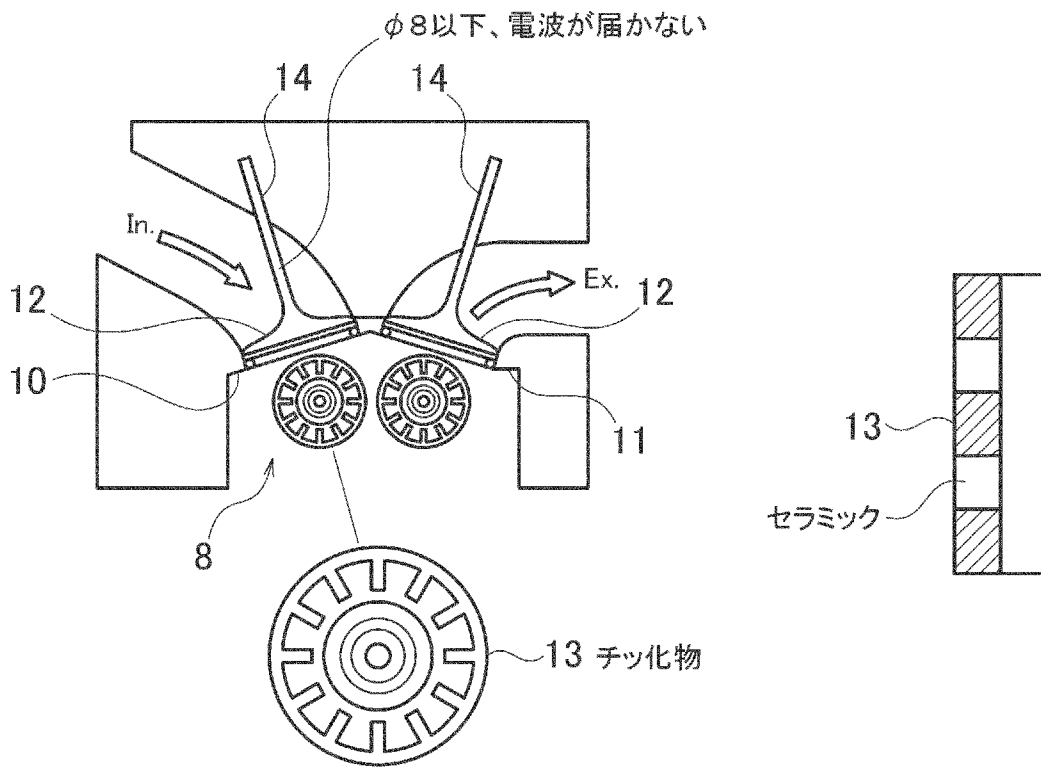


[図7]

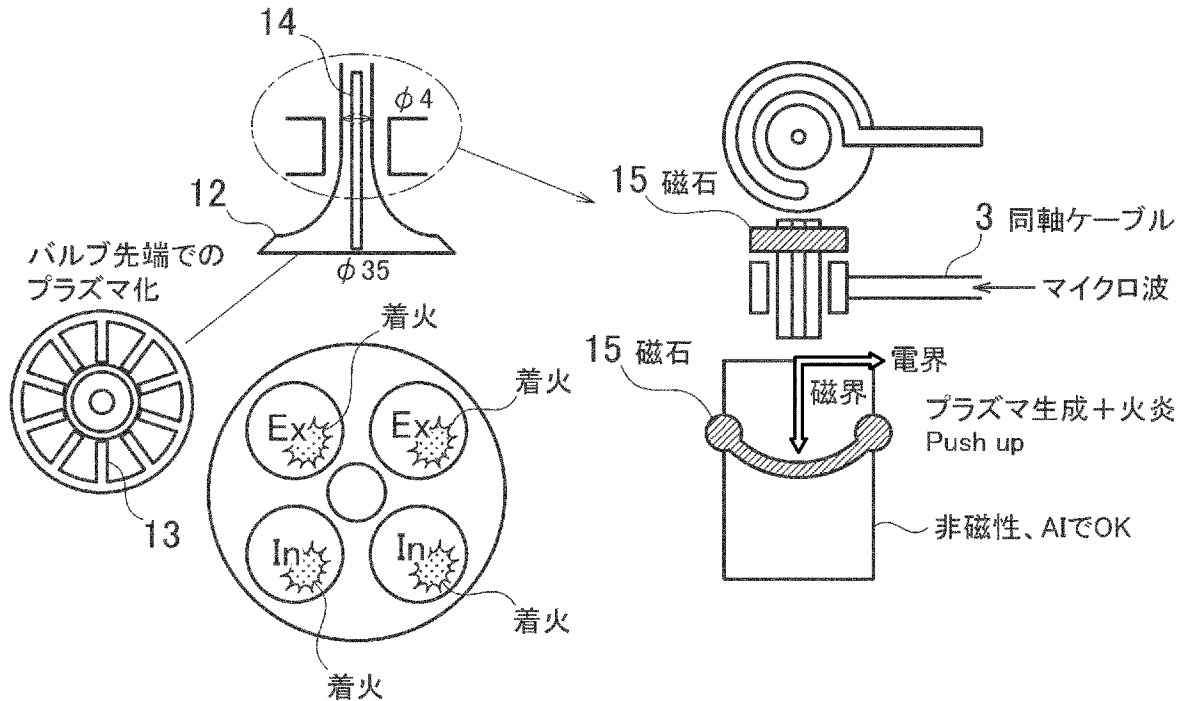
電界 一番弱い所
 磁界 最大
 ↓
 $L = \lambda/4$
 閉回路と同じ



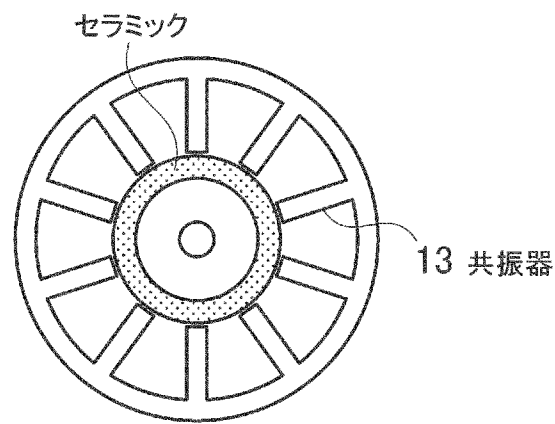
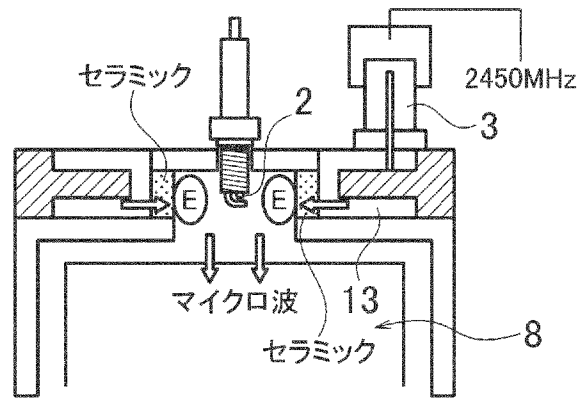
[図8]



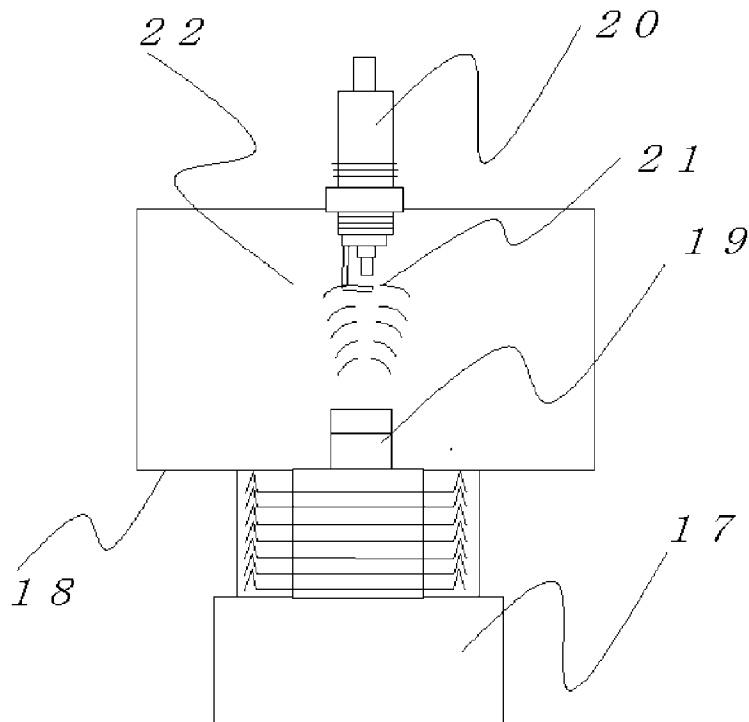
[図9]



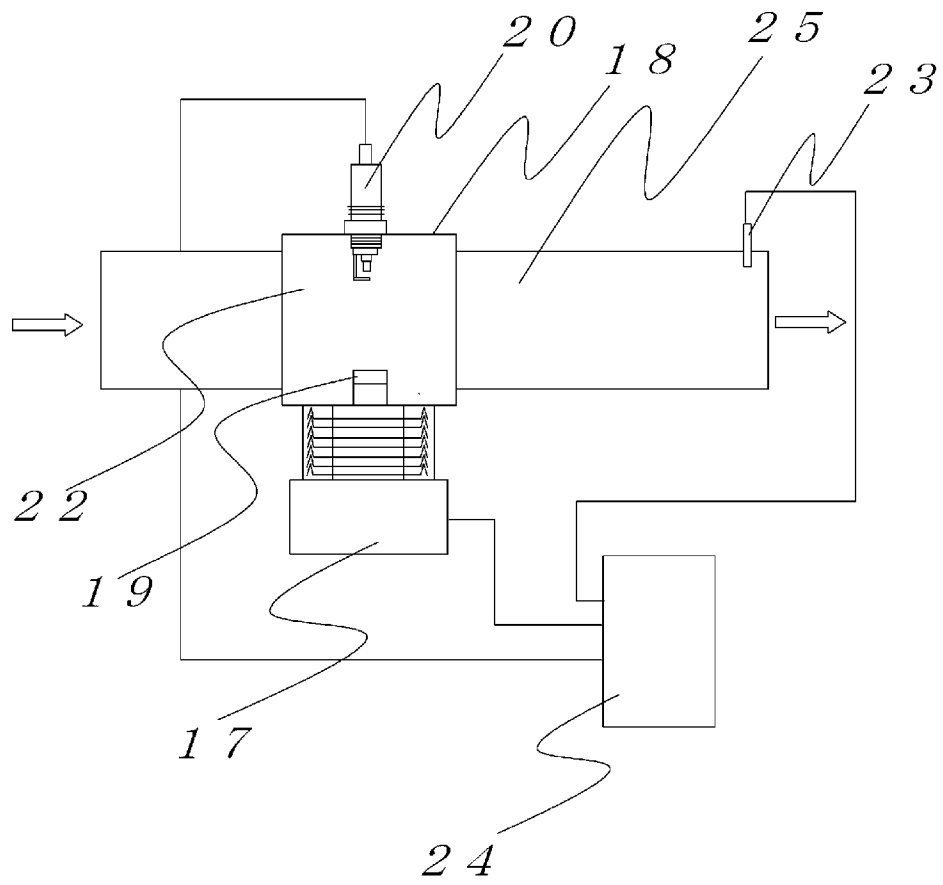
[図10]



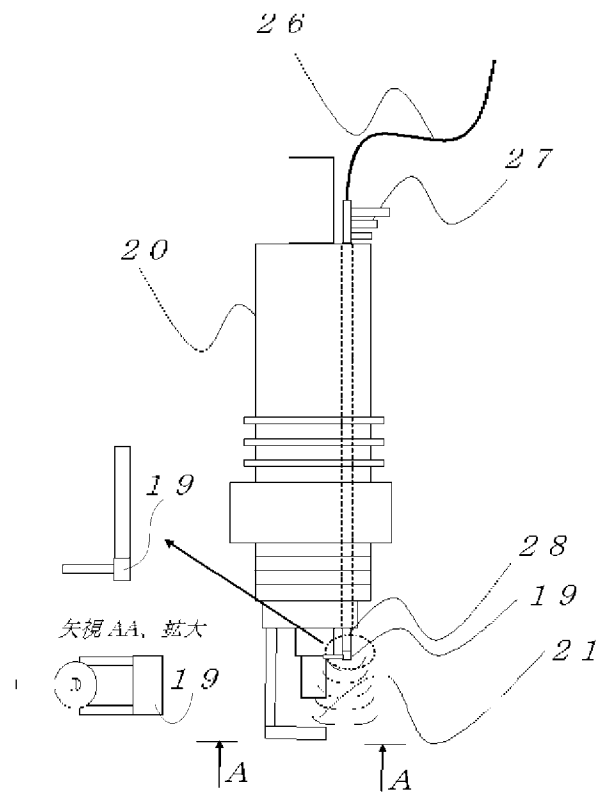
[図11]



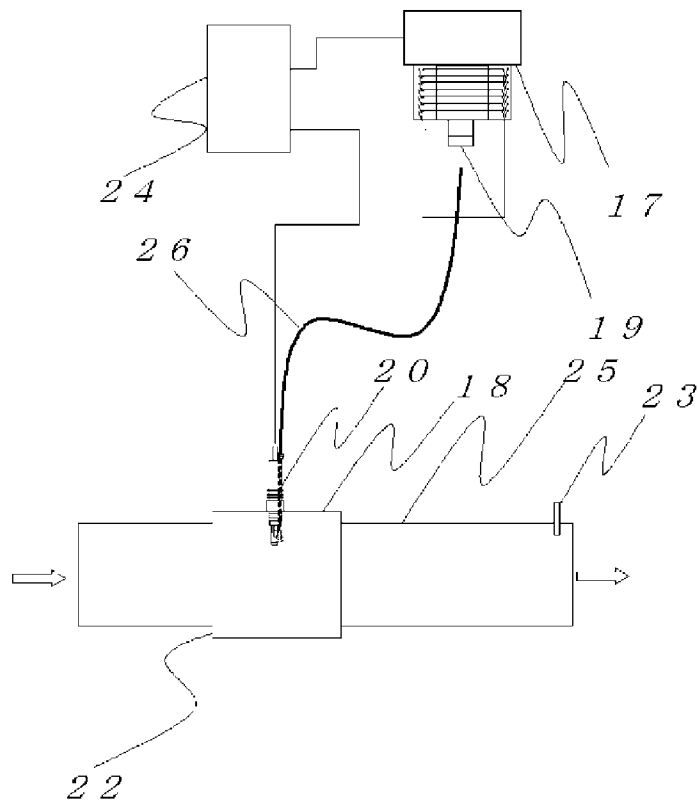
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02P23/04(2006.01)i, *B01J19/08*(2006.01)i, *F02B23/08*(2006.01)i, *F02D19/12*(2006.01)i, *F02M27/04*(2006.01)i, *F02P3/01*(2006.01)i, *F23Q3/00*(2006.01)i, *H05B6/80*(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)

F02P23/04, *B01J19/08*, *F02B23/08*, *F02D19/12*, *F02M27/04*, *F02P3/01*, *F23Q3/00*, *H05B6/80*

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2000-230426 A (Honda Motor Co., Ltd.), 22 August, 2000 (22.08.00), Par. Nos. [0003] to [0011] (Family: none)	1-4
A	JP 2001-73920 A (Honda Motor Co., Ltd.), 21 March, 2001 (21.03.01), Par. Nos. [0002] to [0009] (Family: none)	1-4
A	JP 2004-87498 A (Robert Bosch GmbH), 18 March, 2004 (18.03.04), Full text; all drawings & DE 10239414 A1	1-4

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
05 January, 2007 (05.01.07)

Date of mailing of the international search report
16 January, 2007 (16.01.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319850

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 2001-3800 A (Hitachi, Ltd.), 09 January, 2001 (09.01.01), Full text; all drawings & US 2002/0053336 A1 & EP 1063427 A2	1-4
A	JP 57-119164 A (Hitachi, Ltd.), 24 July, 1982 (24.07.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319850

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1 to 4 relate to an ignition apparatus.

The invention of claim 5 relates to an internal combustion engine wherein a recess part is provided. The invention of claim 6 relates to an internal combustion engine wherein a structure for concentrating microwaves is provided. The invention of claim 7 relates to an internal combustion engine for accelerating plasma. The invention of claim 8 relates to an internal combustion engine for causing discharge to a fuel-air mixture. The inventions of claims 9 and 10 relate to an internal combustion engine wherein a cycle for accelerating the combustion of a fuel-air mixture is repeated. The invention of claim

(continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
Claims 1 to 4

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/319850

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

11 relates to an ignition plug. The inventions of claims 12 to 21 relate to a plasma apparatus. The invention of claims 22 to 28 relate to an exhaust gas decomposition apparatus. The inventions of claims 29 to 32 relate to ozone generation/sterilization/disinfection apparatus. The inventions of claims 33 and 34 relate to a deodorization apparatus.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F02P23/04(2006.01)i, B01J19/08(2006.01)i, F02B23/08(2006.01)i, F02D19/12(2006.01)i, F02M27/04(2006.01)i, F02P3/01(2006.01)i, F23Q3/00(2006.01)i, H05B6/80(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. F02P23/04, B01J19/08, F02B23/08, F02D19/12, F02M27/04, F02P3/01, F23Q3/00, H05B6/80

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 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007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
A	JP 2000-230426 A (本田技研工業株式会社) 2000.08.22, 段落0003-0011 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2001-73920 A (本田技研工業株式会社) 2001.03.21, 段落0002-0009 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2004-87498 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング) 2004.03.18, 全文、全図 & DE 10239414 A1	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 05.01.2007	国際調査報告の発送日 16.01.2007
--------------------------	--------------------------

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) 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
A	JP 2001-3800 A (株式会社日立製作所) 2001.01.09, 全文、全図 & US 2002/0053336 A1 & EP 1063427 A2	1-4
A	JP 57-119164 A (株式会社日立製作所) 1982.07.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-4は点火装置に関するものである。

請求の範囲5は凹部が形成される内燃機関、請求の範囲6はマイクロ波を集中させる構造が形成される内燃機関、請求の範囲7はプラズマを加速させる内燃機関、請求の範囲8は混合気に対して放電する内燃機関、請求の範囲9-10は混合気の燃焼を促進させるサイクルを繰り返す内燃機関、請求の範囲11は点火プラグ、請求の範囲12-21はプラズマ装置、請求の範囲22-28は排ガス分解装置、請求の範囲29-32はオゾン発生・滅菌・消毒装置、請求の範囲33-34は消臭装置に関するものである。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1-4

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。