

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5677344号  
(P5677344)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.

C01B 13/11 (2006.01)

F 1

C01B 13/11

E

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-59696 (P2012-59696)  
 (22) 出願日 平成24年3月16日 (2012.3.16)  
 (65) 公開番号 特開2013-193893 (P2013-193893A)  
 (43) 公開日 平成25年9月30日 (2013.9.30)  
 (45) 審査請求日 平成24年9月14日 (2012.9.14)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 (74) 代理人 100112656  
 弁理士 宮田 英毅  
 (72) 発明者 村田 隆昭  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
 東芝内  
 (72) 発明者 沖田 裕二  
 東京都中央区日本橋本町四丁目9番11号  
 東芝ITコンロトールシステム株式会社  
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】オゾン発生装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

乾燥空気を原料ガスとし、円筒状の高圧電極に対し、同軸に円筒状の低圧電極を配置し、前記高圧電極と前記低圧電極との間に誘電体を介して所定の高電圧を印加して放電させ、前記放電によりオゾンを発生させるオゾン発生装置において、放電ギャップ長  $d$  が  $0.3\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$  とされ、

前記放電ギャップ長  $d$  と、前記原料ガスのガス圧  $p$  との積である  $p d$  積が  $6 \sim 16\text{kPa} \cdot \text{cm}$  であり、

前記放電ギャップ長  $d$  と、前記原料ガスのガス圧  $p$  とが、次式を満たすように設定され、

$$(p d - 250 d - 3.16)^2 + 150 d = 12.5$$

前記高圧電極は、円筒状の誘電体の内周面に設けられており、

前記低圧電極の内周面に、前記誘電体の外周面に当接し、当該誘電体との間で前記放電ギャップ長  $d$  を維持可能に当該低圧電極と同一材料で前記放電ギャップ長  $d$  に等しい高さの突起を複数設けた、

オゾン発生装置。

## 【請求項 2】

乾燥空気を原料ガスとし、円筒状の高圧電極に対し、同軸に円筒状の低圧電極を配置し、前記高圧電極と前記低圧電極との間に誘電体を介して所定の高電圧を印加して放電させ、前記放電によりオゾンを発生させるオゾン発生装置において、

10

20

放電ギャップ長 d が 0.3 mm ~ 0.5 mm とされ、

前記放電ギャップ長 d と、前記原料ガスのガス圧 p と、の積である p d 積が 6 ~ 16 kPa · cm であり、

前記放電ギャップ長 d と、前記原料ガスのガス圧 p とが、次式を満たすように設定され、

$$(p d - 250 d - 3.16)^2 + 150 d = 12.5$$

前記高圧電極は、円筒状の誘電体の内周面に設けられており、

前記誘電体の外周面に、前記低圧電極の内周面に当接し、当該低圧電極との間で前記放電ギャップ長 d を維持可能に当該誘電体と同一材料で前記放電ギャップ長 d に等しい高さの突起を複数設けた、

オゾン発生装置。

**【請求項 3】**

前記高圧電極は、前記誘電体の内周面に導体をターゲットとするスパッタリング法によって形成されている。

請求項 1 又は請求項 2 記載のオゾン発生装置。

**【請求項 4】**

前記導体は、ステンレス鋼である請求項 3 に記載のオゾン発生装置。

**【請求項 5】**

前記高圧電極は、前記誘電体の内周面に導体をめっきして形成されている。

請求項 1 又は請求項 2 記載のオゾン発生装置。

**【請求項 6】**

前記導体は、ニッケルである請求項 5 に記載のオゾン発生装置。

**【請求項 7】**

前記原料ガスのガス圧 p が 0.3 MPa より小さく設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のオゾン発生装置。

**【請求項 8】**

前記高電圧を印加する高圧電源の電源周波数は 1 kHz ~ 3.5 kHz とされている。

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のオゾン発生装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明の実施形態は、オゾン発生装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

一般的なオゾン発生装置は、気密容器内に配置された誘電体電極と金属電極とを備え、誘電体電極と金属電極 6 との間には放電ギャップを形成するためのスペーサが挿入されている。ここで、誘電体電極の内面には導電膜が設けられている。

**【0003】**

このようなオゾン発生装置において、ガス入口から気密容器内に導入された原料ガスは、誘電体電極と金属電極との間に形成された放電ギャップを流れ、ガス出口から流出される。

この原料ガスの導入と並行して誘電体電極と金属電極との間に高圧電源から交流高電圧をヒューズおよび高圧給電端子を介して印加すると、放電ギャップに誘電体バリア放電が形成され、オゾンが発生する。なお、誘電体バリア放電は単にバリア放電、あるいは無声放電と呼ばれることがある。

**【0004】**

この誘電体バリア放電で発生する熱は、金属電極と気密容器とで形成された冷却水流路内に供給される冷却水により冷却される。これにより、放電ギャップのガス温度上昇を抑制し、効率的にオゾンが得られることとなっていた。

**【先行技術文献】**

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開平10-182109号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

従来の一般的なオゾン発生装置では、放電ギャップ長dは0.6mm~1.3mmとされ、原料ガスである空気のガス圧pは0.17~0.28MPa(絶対圧)とされていた。

## 【0007】

ところで、原料ガスのガス圧pと放電ギャップ長dとの積は、一般にpd積と呼ばれている。このpd積を一定にすることで、放電の相似則が成立する。これは、pd積が放電ギャップ中のガス分子数を表すためである。

## 【0008】

たとえば、放電ギャップ中を走行する電子の増倍は、ガスの電離係数と放電ギャップ長dの積dで表され、

$$d = ( / p ) ( p d )$$

と書き換えると / p は単一衝突による電離を表し、pd積は放電ギャップ中に含まれる分子数を表す。有名な放電開始電圧を与えるPaschenの法則が、pd積の関数であるのはこのためである。

## 【0009】

これまで用いられてきた放電ギャップ長dは先にも述べたように0.6mm以上の領域にあり、この領域ではpd積のオゾン発生効率に対する最適値は20kPa·cm近くの一定値であり、オゾン発生効率のより一層の向上は困難であった。

## 【0010】

本発明の目的は、より高いオゾン発生効率を達成することが可能なオゾン発生装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

実施形態のオゾン発生装置は、乾燥空気を原料ガスとし、円筒状の高圧電極に対し、同軸に円筒状の低圧電極を配置し、前記高圧電極と前記低圧電極との間に誘電体を介して所定の高電圧を印加して放電させ、前記放電によりオゾンを発生させるオゾン発生装置において、放電ギャップ長dが0.3mm~0.5mmとされ、前記放電ギャップ長dと、前記原料ガスのガス圧pと、の積であるpd積が6~16kPa·cmであり、前記放電ギャップ長dと、前記原料ガスのガス圧pとが、次式を満たすように設定され、

$$( p d - 250 d - 3.16 )^2 + 150 d = 12.5$$

前記高圧電極は、円筒状の誘電体の内周面に設けられており、前記低圧電極の内周面に、前記誘電体の外周面に当接し、当該誘電体との間で前記放電ギャップ長dを維持可能に当該低圧電極と同一材料で前記放電ギャップ長dに等しい高さの突起を複数設けている。

また、実施形態のオゾン発生装置は、乾燥空気を原料ガスとし、円筒状の高圧電極に対し、同軸に円筒状の低圧電極を配置し、前記高圧電極と前記低圧電極との間に誘電体を介して所定の高電圧を印加して放電させ、前記放電によりオゾンを発生させるオゾン発生装置において、放電ギャップ長dが0.3mm~0.5mmとされ、前記放電ギャップ長dと、前記原料ガスのガス圧pと、の積であるpd積が6~16kPa·cmであり、前記放電ギャップ長dと、前記原料ガスのガス圧pとが、次式を満たすように設定され、

$$( p d - 250 d - 3.16 )^2 + 150 d = 12.5$$

前記高圧電極は、円筒状の誘電体の内周面に設けられており、前記誘電体の外周面に、前記低圧電極の内周面に当接し、当該低圧電極との間で前記放電ギャップ長dを維持可能に当該誘電体と同一材料で前記放電ギャップ長dに等しい高さの突起を複数設けている。

## 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【0012】

【図1】図1は、実施形態のオゾン発生装置の概要構成説明図である。

【図2】図2は、実施形態のオゾン発生装置におけるp d 積とオゾン発生効率の説明図である。

【図3】図3は、実施形態のオゾン発生装置におけるp d 積とオゾン発生効率のより詳細な説明図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

次に実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、実施形態のオゾン発生装置の概要構成説明である。

10

実施形態のオゾン発生装置10は、誘電体バリア放電式のオゾン発生装置として構成されている。

オゾン発生装置10は、大別すると、オゾン発生装置本体11と、このオゾン発生装置本体11にヒューズ12を介して電力を供給する高圧電源（高圧交流電源）13と、を備えている。

## 【0014】

オゾン発生装置本体11は、気密容器15を備えている。気密容器15には、原料ガスが導入されるガス入口16及び未反応の原料ガス及びオゾン（O<sub>3</sub>）が導出されるガス出口17が設けられている。

気密容器15内には、円筒状の誘電体電極（第1電極）21が配置されている。この誘電体電極21の外周面に対向して、所定の放電ギャップ22が保たれた状態で円筒状かつステンレス鋼製の金属電極（第2電極）23が配置されている。

20

## 【0015】

この金属電極23の背面と気密容器15との間には、冷却水が導入される冷却水入口24と冷却水が導出される冷却水出口25との間に冷却水流路26が設けられている。

また、誘電体電極21は、熱膨張係数の小さい石英ガラス等で形成された円筒状誘電体21Aを備えている。円筒状誘電体21Aの内周面には、導電電極21Bが形成されている。この導電電極21Bには、ヒューズ12を介して高圧電源13に接続された高圧給電端子21Cが接続されている。

## 【0016】

30

ここで、円筒状誘電体21Aは、石英ガラス、ホウケイ酸ガラス、高ケイ酸ガラス、アルミのケイ酸ガラス、セラミックスなどにより形成する。

また導電電極21Bは、金、銀、銅、ステンレス、クロム、錫、亜鉛、ニッケルカーボンあるいはアルミニウムをスパッタリング、溶射、蒸着、無電解メッキ、電解メッキ、塗料塗布などにより形成する。

## 【0017】

金属電極23には、誘電体電極21との間に放電ギャップ22を形成するために複数の突起23Aが形成されている。

上記構成において、放電ギャップ22の距離に相当する放電ギャップ長dは、従来の一般的なオゾン発生装置の放電ギャップ長である0.6mm～1mmよりも短い0.3mm～0.5mmに設定されている。

40

## 【0018】

また、原料ガス（空気）の圧力である原料ガス圧pは、放電ギャップ長dと原料ガス圧pとの積であるp d 積が6～16kPa・cmとされている。

さらに、本実施形態においては、原料ガス圧p（kPa）とギャップ長d（cm）とが次式を満たすように設定している。

$$(p d - 250 d - 3.16)^2 + 150 d = 12.5$$

以下、より詳細に説明する。

## 【0019】

図2は、実施形態のオゾン発生装置におけるp d 積とオゾン発生効率の説明図である。

50

図2において、横軸はp d 積 ( kPa ) であり、縦軸はオゾン発生効率 ( g / kWh ) である。

図2に示す例においては、オゾン濃度が 40 g / Nm<sup>3</sup> であり、電力密度が 3 kW / m<sup>2</sup> 一定の条件で放電ギャップ長 d をパラメータにしてオゾン発生を行わせた場合のものである。

#### 【0020】

図2中、放電ギャップ長 d = 0.6 mm、1.3 mm のグラフは、従来のオゾン発生装置による値を参考のため表示している。

図2に示すように、放電ギャップ長 d = 0.6 mm、1.3 mm の従来のオゾン発生装置においては、オゾン発生効率に対する p d 積の最適値は 20 kPa · cm と、放電ギャップ長 d に依存せず、ほぼ一定であることがわかる。 10

#### 【0021】

これに対し、より放電ギャップ長 d が短い本実施形態のオゾン発生装置 10においては、放電ギャップ長 d = 0.5 mm 放電ギャップ長 d = 0.4 mm 放電ギャップ長 d = 0.3 mm と放電ギャップ長 d がより短くなるとオゾン発生効率が上昇しながら、 p d 積の小さいほうにシフトしていっていることが分かる。

しかしながら、放電ギャップ長 d = 0.2 mm では、 p d 積の最適値は 7.6 kPa · cm まで下がるが、オゾン発生効率 は、放電ギャップ長 d = 0.3 mm よりも小さくなってしまっていることが分かる。 20

#### 【0022】

したがって、図2によれば、高いオゾン発生効率 ( = 60 g / kWh 以上 ) を得るには、放電ギャップ長 d が 0.3 mm ~ 0.5 mm であり、原料ガスのガス圧 p との積である p d 積が 6 ~ 16 kPa · cm であることが分かる。

この範囲でオゾン発生効率 ( g / kWh ) は、原料ガスのガス圧 p ( kPa ) と放電ギャップ長 d ( cm ) を用いて (2) 式を満たす必要があることが分かった。

$$= - ( p d - 250 d - 3.16 )^2 - 150 d + 79.5 \quad \dots (2)$$

#### 【0023】

(2) 式によれば、少なくとも最高オゾン発生効率 75 g / kWh よりオゾン発生効率が 10 % 低くなる 67 g / kWh を得るためにには、

$$67 = - ( p d - 250 d - 3.16 )^2 - 150 d + 79.5 \quad 30$$

を満たす必要がある。

すなわち、原料ガスのガス圧 p ( kPa ) と放電ギャップ長 d ( cm ) とを用いて、(3) 式を満たすようにする必要がある。

#### 【0024】

$$( p d - 250 d - 3.16 )^2 + 150 d = 12.5 \quad \dots (3)$$

以上の説明のように、本実施形態によれば、 = 67 g / kWh 以上の高効率でオゾンを生成することが可能になる。

#### 【0025】

次により詳細に検討する。

図3は、実施形態のオゾン発生装置における p d 積とオゾン発生効率のより詳細な説明図である。 40

図3は、放電ギャップ長 d = 0.4 mm 一定としたときのオゾン発生効率 を示している。

図3中、黒丸印 ( ) は実験値、実線は発明者らが開発したオゾン発生シミュレータのシミュレーション結果である。

#### 【0026】

p d 積が 10 kPa · cm より小さい領域では、オゾンの生成反応が酸素原子 O と、酸素分子 O<sub>2</sub> と中性分子 M の衝突によってオゾン O<sub>3</sub> が生成する (4) 式で表される 3 体衝突反応が主要因となっている。



50

すなわち、ガス圧が高いほど、高いオゾン発生効率が得られる。

そして、 $p d$  積が  $10 \text{ kPa} \cdot \text{cm}$  近辺でオゾン発生効率がほぼ一定となり、放電中のフィラメント放電とよばれる放電収縮によってガス温度上昇が増えるためオゾン発生効率は飽和から低下を示す。この反応は(5)式で示される。



#### 【0027】

そして、温度上昇によって(5)式で表される反応が進み、オゾンが分解されていくこととなる。

ところで、本実施例のオゾン発生装置10においては、放電ギャップ長dが $0.3 \text{ mm} \sim 0.5 \text{ mm}$ であり、この放電ギャップ長dを精度よく実現させるためには、従来用いていた放電ギャップ(空間)に挿入するタイプのスペーサを用いることができない。10

その理由は、スペーサ自身の厚さが $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ あり、従来のように円周状に巻きつけるとガス空間を埋めてしまうため、原料ガスが流れなくなり、オゾン発生ができないくなるからである。

#### 【0028】

そこで、図1に示したように、金属電極23の表面に突起23Aを円周上に3点以上一体に形成したり、あるいは、誘電体電極21を構成する円筒状誘電体21Aの表面に突起を円周上に3点以上一体に形成したりすることで、誘電体電極21と、金属電極と23と、を精度良く同軸に保持することが可能となっている。

上述の突起23Aについては、金属電極23であるステンレス鋼製のパイプに金属エッジを押し付けて、つぶすことによって形成している。また、突起23Aの形成には金属電極であるパイプを押し出し整形する際、ダイスに一部切れ込みをいれることで突起を形成することも可能である。20

また、誘電体電極21を構成する円筒状誘電体21Aの表面に突起を設けるには、溶融した円筒状誘電体21Aと同材料のガラスを表面につけるようにすればよい。

#### 【0029】

また、本実施形態では、 $p d$  積が従来よりも小さい領域を用いることによって、従来よりも小さい $0.3 \text{ mm} \sim 0.5 \text{ mm}$ の放電ギャップ長dであってもガス圧pを $0.3 \text{ MPa}$ より小さくすることが可能になっている。この結果、オゾン発生装置10の気密容器15(筐体)の厚さを薄くできるため、軽量で安価に、高い効率でオゾンを生成することが可能になる。30

#### 【0030】

また、誘電体電極21の円筒状誘電体21Aに導電電極21Bを形成するに当たっては、ステンレス鋼をターゲットとするスパッタリング法によって形成している。

これにより、オゾンや放電の副生成物である硝酸発生があっても長期にわたって高圧側電極である誘電体電極21の腐食をおさえ、安定したオゾン濃度で高効率オゾンを生成することができる。

また、高圧電極である誘電体電極21を、円筒状誘電体21Aとしての円筒ガラス内面にニッケルめっきによって形成することも可能である。

#### 【0031】

ところで、上述したオゾン発生装置10では、放電電力密度W/Sは、(6)式により表すことができる。

$$W/S = C_g \cdot f \cdot 2V^* \{ 2V_{op} - (1 + C_0 / C_g) \cdot 2V^* \} \quad \dots (6)$$

#### 【0032】

ここでWは電力、fは電源周波数、 $V^*$ は放電維持電圧、 $V_{op}$ は印加電圧、 $C_0$ は単位面積あたりの放電ギャップの静電容量、 $C_g$ は単位面積当たりのガラスの静電容量である。放電維持電圧 $V^*$ は、(7)式により表される。

$$V^* = 203pd + 900 - 400 \exp(-pd/6.66) \quad \dots (7)$$

したがって、放電維持電圧 $V^*$ は、 $p d$  積の関数となる。

すなわち、放電維持電圧 $V^*$ は $p d$  積に比例の関係となっている。

50

20

30

40

## 【0033】

上述したように、従来のオゾン発生装置の放電ギャップ長  $d = 1.3\text{ mm}$ 、 $0.6\text{ mm}$  では、オゾン発生効率に対する  $p d$  積の最適値は  $20\text{ kPa} \cdot \text{cm}$  とほぼ一定であった。

しかしながら、実施形態のオゾン発生装置 10 によれば、放電ギャップ長  $d$  を  $0.3\text{ mm} \sim 0.5\text{ mm}$  に小さくし、原料ガスのガス圧  $p$  との積である  $p d$  積を  $6 \sim 16\text{ kPa} \cdot \text{cm}$  としている。この  $p d$  積は従来の  $0.3 \sim 0.8$  倍と小さくなる。したがって (7) 式の放電維持電圧は最小で  $0.3$  倍となる。

## 【0034】

上述した (6) 式で求めることができる放電電力密度  $W / S$  を本実施形態においても、用いる必要がある。その理由は、装置容積が放電電力密度  $W / S$  に比例するため、同じ冷却容量を用いた場合、同一の放電電力密度  $W / S$  以上とする必要があるからである。

10

## 【0035】

そして、放電電力密度  $W / S$  を同量以上、投入するには電源周波数を従来の  $1\text{ kHz}$  より高くする必要がある。具体的には、その電源周波数の範囲は  $1\text{ kHz} \sim 3.5\text{ kHz}$  にすることが必要となる。ここで、一般に電源周波数は  $10\text{ kHz}$  以上とすると電波を発生するようになるが、本周波数帯域とすることで電源の発生する電波ノイズを抑制し、高効率オゾンを生成することが可能になる。

## 【0036】

そして、生成されたオゾンガス  $O_3$  は、例えば、水にバーリングすることにより、オゾン水を形成することが可能である。すなわち、実施形態にかかるオゾン発生装置 10 を用いて形成されたオゾンあるいはオゾン水は、例えば水処理技術などに適用し、処理されるべき水の脱臭、脱色、及び殺菌等に使用することができる。

20

## 【0037】

本実施形態によれば、原料ガスのガス圧  $p$  ( $\text{kPa}$ ) と放電ギャップ長  $d$  ( $\text{cm}$ ) とを用いて、次式を満たすようにしているため、高効率でオゾンを生成することが可能になる。

$$(p d - 250 d - 3.16)^2 + 150 d = 12.5$$

## 【0038】

また、原料ガスの圧力  $p$  を  $0.3\text{ MPa}$  より小さくすることによってよりコンパクトで安価な高効率オゾンを生成することが可能になる。

30

さらに、高圧電極である誘電体電極 21 の導電電極 21B を形成するに際して、円筒ガラス内面に導体をターゲットとするスパッタリング法によって形成することによって安定したオゾン濃度で高効率オゾンを生成することが可能になる。特に、高圧電極が誘電体電極 21 の円筒状誘電体 21A の内面にステンレス鋼をターゲットとするスパッタリング法によって形成することによって耐食性に優れ、安定したオゾン濃度で高効率オゾンを生成することが可能になる。

## 【0039】

また、高圧電極が誘電体である同軸円筒ガラス内面に導体をめっきして形成してもよい。

特に、高圧電極が誘電体である同軸円筒ガラス内面にニッケルをめっきして形成することによって耐食性に優れ、安定したオゾン濃度で高効率オゾンを生成することが可能になる。

40

また、高圧電源 13 の電源周波数を  $1\text{ kHz} \sim 3.5\text{ kHz}$  とすることができるので、高圧電源 13 の発生する電波ノイズが本質的に抑制された状態で、高効率オゾンを生成することが可能になる。

## 【0040】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の

50

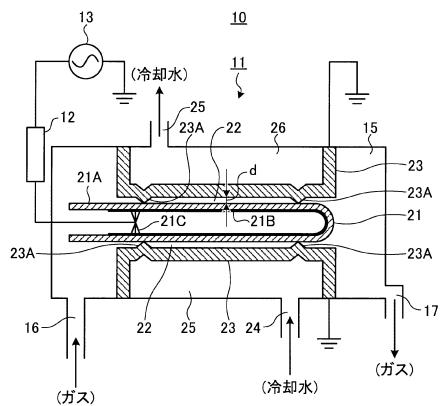
範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

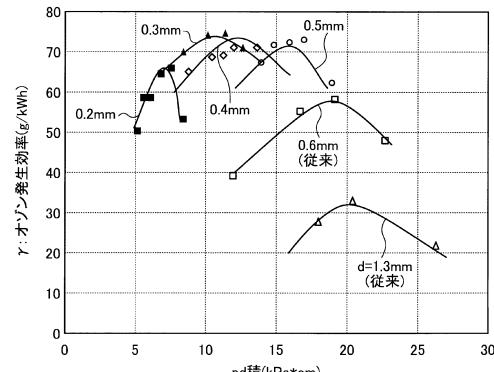
【0041】

1 0	オゾン発生装置	
1 1	オゾン発生装置本体	
1 2	ヒューズ	
1 3	高圧電源	
1 5	気密容器	
1 6	ガス入口	10
1 7	ガス出口	
2 1	誘電体電極	
2 1 A	円筒状誘電体	
2 1 B	導電電極	
2 1 C	高圧給電端子	
2 2	放電ギャップ	
2 3	金属電極	
2 3 A	突起	
2 4	冷却水入口	
2 5	冷却水出口	20
2 6	冷却水流路	
7 5 g	最高オゾン発生効率	
d	放電ギャップ長	
p	ガス圧(原料ガス圧)	

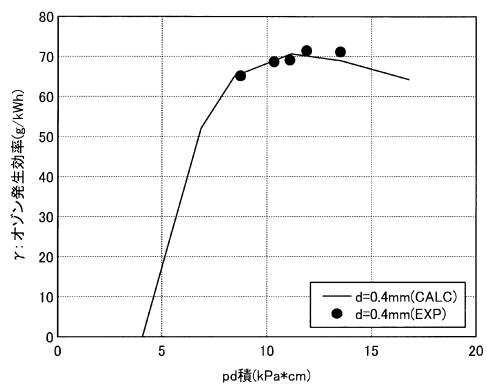
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 雨森 清行

東京都中央区日本橋本町四丁目9番11号 東芝ＩＴコンロトルシステム株式会社内

(72)発明者 久保 貴恵

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 牧瀬 竜太郎

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 納田 和彦

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 高橋 良一

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 佐藤 哲

(56)参考文献 特開平10-338503 (JP, A)

特開平08-217416 (JP, A)

特開2009-114003 (JP, A)

特開2005-089248 (JP, A)

特開2010-269949 (JP, A)

国際公開第2007/108142 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B 13/10 - 13/11