(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2015 100 916 A1** 2015.07.30

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 100 916.1**
(22) Anmeldetag: **22.01.2015**
(43) Offenlegungstag: **30.07.2015**

(51) Int Cl.: ***C01B 13/11*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2014-011117 24.01.2014 JP

(71) Anmelder:
NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

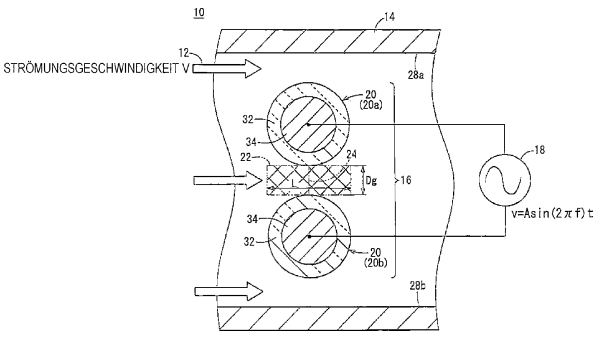
(72) Erfinder:
Kondo, Yoshimasa, c/o NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi-pref., JP; Yokoi, Shoji, c/o NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi-pref., JP; Terazawa, Tatsuya, c/o NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi-pref., JP; Takase, Naoya, c/o NGK INSULATORS, LTD., Nagoya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ozongenerator**

(57) Zusammenfassung: Ein Ozongenerator (10) umfasst ein oder mehrere Elektrodenpaare (16), die jeweils zwei Elektroden (20) umfassen, die in einer Entfernung einer vorbestimmten Spaltlänge (Dg) angeordnet sind, und eine Energiequelle (18) zum Anlegen einer Wechselspannung (v) zwischen den zwei Elektroden (20). In dem Ozongenerator (10) wird Ozon produziert, wenn ein Quellengas (12) zumindest zwischen den zwei Elektroden (20) strömt und eine Entladung zwischen den zwei Elektroden (20) erzeugt wird. Der Ozongenerator umfasst einen Entladungsraum (22), der zwischen den zwei Elektroden (20) gebildet ist, und der Ozongenerator erfüllt die Bedingung 0,5 < V/f/L, wobei V (m/s) eine Strömungsgeschwindigkeit des Quellengases (12), das durch den Entladungsraum (22) strömt, darstellt, f (Hz) eine Frequenz der Wechselspannung darstellt und L (m) eine Länge des Entladungsraums (22) in der Hauptströmungsrichtung des Quellengases (12) darstellt.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ozongenerator zum Strömen eines Quellengases zwischen Elektroden und Erzeugen einer Entladung zwischen den Elektroden, um dadurch Ozon zu produzieren.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] Ein Ozongenerator ist eine Vorrichtung, die dazu in der Lage ist, ein Sauerstoff enthaltendes Gas wie etwa Luft in einem thermischen Nichtgleichgewichtsplasma zu strömen bzw. strömen zu lassen, um Ozon zu produzieren. Das thermische Nichtgleichgewichtsplasma wird unter Verwendung einer Entladung erzeugt, die durch eine Entladungserzeugungseinrichtung bereitgestellt wird. Die Entladungserzeugungseinrichtung kann zum Beispiel von der Art einer stillen Entladung sein. Bei dieser Art von Einrichtung wird zum Beispiel eine hohe Spannung von mehreren bis mehreren zehn kV durch eine Hochspannungs-Wechselstromenergiequelle an einen Entladungsspalt zwischen einer Hochspannungselektrode und einer Erdungselektrode angelegt, um eine Entladung einer Sammlung von Mikroentladungssäulen zu erzeugen. Das Sauerstoff enthaltende Gas wird in dem Entladungsprozess zersetzt, um Ozon zu produzieren.

[0003] Herkömmliche Strukturen von solchen Ozongeneratoren sind zum Beispiel in den japanischen Patentoffenlegungsschriften Nr. 10-324504 und Nr. 2013-193893 offenbart.

[0004] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 10-324504 offenbart in Absatz [0002], dass "ein Ozongenerator der Art einer stillen Entladung zwei Elektroden aufweist, die einander gegenüberstehen, und einer oder zwei dielektrische Körper zwischen den Elektroden angeordnet sind. Eine hohe Wechselspannung wird an die Elektroden angelegt, während ein Sauerstoff enthaltendes Quellengas (wie etwa ein Sauerstoffgas mit hoher Konzentration (PSA-Sauerstoff) oder getrocknete Luft) in einer Spalte zwischen der Elektrode und dem dielektrischen Körper oder zwischen den dielektrischen Körpern strömt, und Sauerstoff wird durch eine stille Entladung getrennt bzw. aufgespaltet, um Ozon zu erzeugen. Die Spalte besitzt eine Länge von ungefähr 1 mm und der dielektrische Körper besteht aus Glas oder keramischem Material mit einer hohen dielektrischen Festigkeit".

[0005] Weiterhin offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 10-324504 in Absatz [0015], dass "der Ozongenerator **2** eine Hartglasröhre (dielektrischer Körper) **9** mit einem äußeren Durchmesser von 18 mm und einer Dicke von 0,9 mm, eine Filmelektrode **10**, die an einer äußeren Oberfläche der Glasröhre **9** haftet, und eine Spiralelektrode (bestehend aus SUS316 und mit einem Durchmesser von 0,5 mm) **11** aufweist, die an einer inneren Oberfläche von dieser haftet". Die Veröffentlichung offenbart ebenso in Absatz [0015], dass "in dem Ozongenerator **2** eine getrocknete Luft oder ein Hochkonzentrationssauerstoff (PSA-Sauerstoff, mit einer Sauerstoffkonzentration von 95% oder mehr) als ein Quellengas von einem Ende der Glasröhre **9** zugeführt wird, eine hohe Wechselspannung (mehrere bis einige Dutzend kV, 40 kHz) mit der Umschaltfrequenz von 0,1 bis 1000 Zyklen pro Sekunde und dem Lastfaktor von 5 bis 95% angelegt wird, und dann Ozonluft (Luft, die Ozon enthält) von dem anderen Ende der Glasröhre **9** ausgestoßen wird". Weiterhin offenbart die Veröffentlichung in Absatz [0020], "in einem Fall einer Strömungsrate von getrockneter Luft von 1,0 L/min". Ebenso offenbart die Veröffentlichung in Absatz [0005], dass "der Spalt zwischen dem dielektrischen Körper und der Elektrode oder der Spalt zwischen den dielektrischen Körpern weiter verengt wird (auf 0,5 bis 1 mm)".

[0006] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2013-193893 offenbart in Absatz [0011], dass "ein Ozongenerator eine zylindrische Hochspannungselektrode, eine zylindrische Niederspannungselektrode, die koaxial mit der Hochspannungselektrode angeordnet ist, und einen dielektrischen Körper zwischen den Elektroden umfasst. Trockene Luft wird als Quellengas zwischen den Elektroden zugeführt und eine vorbestimmte hohe Spannung wird durch den dielektrischen Körper zwischen der Hochspannungs- und der Niederspannungselektrode angelegt, um eine Entladung zu erzeugen, wodurch durch die Entladung Ozon produziert wird. Die Entladungsspaltlänge d ist 0,3 bis 0,5 mm". Weiterhin offenbart die Veröffentlichung in Absatz [0018], dass "zusätzlich ein pd-Produkt, das ein Produkt der Entladungsspaltlänge d und eines Gasdrucks p des Rohmaterialgases (Luft) ist, in einem Bereich von 6 bis 16 kPa·cm liegt. Weiterhin sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Entladungsspaltlänge d (cm) und der Gasdruck p des Rohmaterialgases (kPa) eingestellt, um den folgenden Ausdruck zu erfüllen".

[0007] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 10-324504 offenbart, dass bei dem Ozongenerator der Art einer Kriechentladung die Wechselspannung mit der Entladungsfrequenz von 40 kHz in der zylindrischen Röhre angelegt wird, die den äußeren Durchmesser von 18 mm und die Dicke von 0,9 mm aufweist, und die getrocknete Luft mit einer Strömungsrate von 1,0 L/min zugeführt wird. Die Veröffentlichung offenbart jedoch nicht, wie groß die Strömungsgeschwindigkeit des Quellengases in dem

Entladungsraum sein sollte, um die Zersetzung von Ozon zu reduzieren.

[0008] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2013-193893 erklärt die Ozonproduktionseffizienz in Relation zu der Entladungsspaltlänge und dem Quellengasdruck. Der Gasdruck kann jedoch in Abhängigkeit von der Röhrenlänge und der Luftmenge beliebig geändert werden.

[0009] Weiterhin ist die in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 2013-193893 offenbarte Technologie in einem Fall eines koaxialen zylindrischen Ozongenerators effektiv, in dem das gesamte zugeführte Quellengas durch den Entladungsraum strömt. Die Technologie ist jedoch nicht in einem Fall eines Ozongenerators effektiv, der Elektroden umfasst, die in einer vorbestimmten Entfernung angeordnet sind, wobei jede Elektrode einen zylindrischen keramischen dielektrischen Körper und einen leitenden Körper, der in dem keramischen dielektrischen Körper angeordnet ist, aufweist. Dies liegt daran, dass das Quellengas ebenso durch andere Räume als den Entladungsraum strömt, so dass der Quellengasdruck in Abhängigkeit von dem Volumen der anderen Räume als des Entladungsraums variiert.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Angesichts der vorstehenden Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Ozongenerator bereitzustellen, bei dem verhindert werden kann, dass Ozon, das durch eine Entladung erzeugt wird, erneut einer Entladung unterzogen wird, und dass Ozon durch eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül und einer OH-Gruppe kaum zersetzt werden kann, wodurch die Ozonproduktionsreduzierung unterdrückt werden kann.

[1] Ein Ozongenerator gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein oder meh rere Elektrodenpaare, die jeweils zwei Elektroden umfassen, die in einer Entfer nung einer vorbestimmten Spaltlänge angeordnet sind, und eine Energiequelle zum Anlegen einer Wechselspannung zwischen den zwei Elektroden, wobei in dem Ozongenerator Ozon erzeugt wird, wenn ein Quellengas zumindest zwischen den zwei Elektroden strömt und eine Entladung zwischen den zwei Elektroden erzeugt wird, wobei der Ozongenerator einen Entladungsraum aufweist, der zwi schen den zwei Elektroden geformt ist, und der Ozongenerator die Bedingung

$0{,}5 < V/f/L$

erfüllt, wobei V (m/s) eine Strömungsgeschwindigkeit des Quellengases, das durch den Entladungsraum strömt, darstellt, f (Hz) eine Frequenz der Wechsel spannung darstellt und L (m) eine Länge des Entladungsraums in der Haupt strömungsrichtung des Quellengases darstellt.

[0011] In diesem Fall wird Ozon, das durch die Entladung erzeugt wird, kaum wiederholt einer Entladung unterzogen. Somit wird das Ozon nicht durch eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül und einer OH-Gruppe zersetzt, wodurch die Ozonproduktionsreduzierung verhindert werden kann.

[2] In der vorliegenden Erfindung erfüllt der Ozongenerator vorzugsweise die Bedingung $1 < V/f/L$. In diesem Fall wird eine größere Menge an Ozon, das durch die Entladung erzeugt wird, kaum der wiederholten Entladung unterzogen. Somit wird Ozon nicht durch eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül und einer OH-Gruppe zersetzt, so dass die Ozonproduktionsreduzierung weiter verhindert werden kann.

[3] In der vorliegenden Erfindung erfüllt der Ozongenerator vorzugsweise die Bedingung $50 > V/f/L$. In diesem Fall wird die Menge des Quellengases, das ohne eine Produktionsreaktion durch den Entladungsraum geströmt ist, reduziert, und somit kann die Ozonproduktionsreduzierung verhindert werden kann.

[4] In der vorliegenden Erfindung erfüllt der Ozongenerator vorzugsweise die Bedingung $20 > V/f/L$. In diesem Fall wird die Menge des Quellengases, das ohne eine Produktionsreaktion durch den Entladungsraum geströmt ist, weiter redu ziert, und somit kann die Ozonproduktionsreduzierung weiter verhindert werden kann.

[5] In der vorliegenden Erfindung ist die Spaltlänge vorzugsweise 0,2 mm oder mehr und 0,5 mm oder weniger.

[0012] Bei diesem Ozongenerator werden auch bei einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit Wassermoleküle und OH-Gruppen, die die Ozonproduktion negativ beeinflussen können, größtenteils an der Oberfläche des dielektrischen Körpers adsorbiert. Deshalb wird die Menge der Wassermoleküle und der OH-Gruppen, die um den dielektrischen Körper herum und in der Mitte des Entladungsraums verbleiben, reduziert. Folglich kann die Ozonproduktionshemmung verhindert werden und kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden. Des Weiteren kann ein Bereich, in dem die Wassermoleküle und die OH-Gruppen um den dielektrischen Körper herum und in der Mitte des Entladungsraums verbleiben, verengt werden. Somit kann ein Bereich, in dem die Ozonproduktion gehemmt wird, verengt werden und kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden. Des Weiteren kann ein Kurzschluss des Entladungsraums aufgrund der Wassermoleküle und der OH-Gruppen weiter vermieden werden, um die Ozonproduktionsmengenreduzierung zu unterdrücken.

[0013] Als ein Ergebnis ändert sich die Ozonproduktionsperformance auch unter einer hohen Feuchtigkeit nur gering, und somit kann der Ozongenerator dazu dienen, in einem breiten Bereich von Feuchtig-

keitsumgebungen (mit einer absoluten Feuchtigkeit von 0 bis 50 g/m^3) stabil Ozon zu produzieren.

[6] In der vorliegenden Erfindung kann das Quellengas eine Atmosphärenluft sein. In diesem Fall kann das Quellengas eine nicht getrocknete Luft sein.

[7] In der vorliegenden Erfindung kann jede der zwei Elektroden einen röhren förmigen dielektrischen Körper mit einem hohlen Abschnitt und einen leitenden Körper, der in dem hohlen Abschnitt angeordnet ist, aufweisen.

[8] In der vorliegenden Erfindung kann der Ozongenerator eine Vielzahl der Elektrodenpaare aufweisen, die parallel, in Reihe oder parallel und in Reihe an geordnet sind, und kann der Ozongenerator eine Gasdurchlassebene mit einer Normalenrichtung parallel zu der Hauptströmungsrichtung des Quellengases und einen Nichtentladungsraum, der auf der Gasdurchlassebene gebildet ist, aufwei sen.

[9] In der vorliegenden Erfindung ist die Strömungsrate des Quellengases, das durch den Entladungsraum strömt, vorzugsweise 380 L/min oder weniger, mehr vorzugsweise 300 L/min oder weniger und weiter vorzugsweise 150 L/min oder weniger.

[0014] Infolgedessen kann die Verteilung des Quellengases in dem Entladungsraum verengt bzw. begrenzt werden, können die Ozonmoleküle in dem Entladungsraum gleichmäßig produziert werden und kann das Quellengas für die Ozonproduktion aufgebraucht werden. Deshalb kann die Ozonproduktionsreduzierung aufgrund der Zersetzung des Ozons verhindert werden und kann die Menge des Restquellengases, das ohne die Produktionsreaktion durch den Entladungsraum geströmt ist, reduziert werden. Folglich kann der Ozongenerator eine hohe Ozonproduktionseffizienz aufweisen.

[0015] Bei dem Ozongenerator gemäß der vorliegenden Erfindung kann verhindert werden, dass Ozon, das durch eine Entladung erzeugt wird, erneut einer Entladung unterzogen wird, und das Ozon kann kaum durch eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül und einer OH-Gruppe zersetzt werden, und die Ozonproduktionsreduzierung kann unterdrückt werden. Als ein Ergebnis können die Konzentration des erzeugten Ozons und die Ozonproduktionseffizienz verbessert werden.

[0016] Die vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung ersichtlicher, wenn diese in Verbindung mit den anhängigen Zeichnungen vorgenommen wird, in denen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung als illustratives Beispiel gezeigt ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] **Fig.** 1 ist eine längsverlaufende Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Ozongenerators gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] **Fig.** 2 ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie II-II von **Fig.** 1;

[0019] **Fig.** 3 ist eine erklärende Ansicht zum genauen Darstellen der Strömungsgeschwindigkeit V (m/s) eines Quellengases, das durch einen Entladungsraum strömt, der Frequenz f (Hz) einer Wechselspannung v und der Länge L (m) des Entladungsraums in der Hauptströmungsrichtung des Quellengases in dem Hauptteil des Ozongenerators des vorliegenden Ausführungsbeispiels;

[0020] **Fig.** 4A ist eine erklärende Ansicht zum Darstellen eines Nachteils eines Ozongenerators mit einem Elektrodenpaar mit einer größeren Spaltlänge;

[0021] **Fig.** 4B ist eine erklärende Ansicht zum Darstellen eines vorteilhaften Effekts des Ozongenerators des vorliegenden Ausführungsbeispiels;

[0022] **Fig.** 5 ist eine längsverlaufende Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Ozongenerators gemäß einem ersten Modifikationsbeispiel;

[0023] **Fig.** 6 ist eine längsverlaufende Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Ozongenerators gemäß einem zweiten Modifikationsbeispiel;

[0024] **Fig.** 7 ist eine längsverlaufende Querschnittsansicht eines Hauptteils eines Ozongenerators gemäß einem dritten Modifikationsbeispiel;

[0025] **Fig.** 8 ist ein Graph, der die Ozonkonzentrationsänderungen mit einer Änderung eines V/f/L-Werts in Proben 1 bis 3 unter Verwendung von unterschiedlichen Quellengasströmungsraten zeigt; und

[0026] **Fig.** 9 ist ein Graph, der die Ozonproduktionseffizienzänderungen mit einer absoluten Feuchtigkeit in Proben 11 bis 16 zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0027] Ein Ausführungsbeispiel des Ozongenerators der vorliegenden Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf **Fig.** 1 bis **Fig.** 9 beschrieben. In dieser Beschreibung umfasst ein numerischer Bereich von "A bis B" beide numerischen Werte A und B als den unteren Grenzwert und den oberen Grenzwert.

[0028] Wie in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 gezeigt ist, umfasst ein Ozongenerator **10** gemäß diesem Ausfüh-

rungsbeispiel ein Gehäuse **14**, in dem ein Quellengas **12** strömt, ein oder mehrere Elektrodenpaare **16**, die in dem Gehäuse **14** angeordnet sind, und eine Wechselstromquelle **18**. Jedes der Elektrodenpaare **16** umfasst zwei Elektroden **20** (eine Elektrode **20a** und die andere Elektrode **20b**), die in einer Entfernung einer vorbestimmten Spaltlänge Dg angeordnet sind. Die Wechselstromquelle **18** dient zum Anlegen einer Wechselspannung v (= Asin(2πf)t) zwischen den zwei Elektroden **20**.

[0029] In dem Ozongenerator **10** wird Ozon produziert, wenn das Quellengas **12** zumindest zwischen den zwei Elektroden **20** des Elektrodenpaars **16** strömt und eine Entladung zwischen den zwei Elektroden **20** erzeugt wird. Ein Raum, der zwischen den zwei Elektroden **20** gebildet ist, in dem die Entladung erzeugt wird, ist als ein Entladungsraum **22** definiert.

[0030] Der Ozongenerator **10** umfasst Nichtentladungsräume **26** auf einer Gasdurchlassebene **24** mit einer Normalenrichtung parallel zu der Hauptströmungsrichtung des Quellengases **12**. Speziell umfassen die Nichtentladungsräume **26** einen Raum zwischen der einen Elektrode **20a** und einer inneren Wand **28a** des Gehäuses **14** (die innere Wand näher zu der einen Elektrode **20a**) und einen Raum zwischen der anderen Elektrode **20b** und der anderen inneren Wand **28b** des Gehäuses **14** (die innere Wand näher zu der anderen Elektrode **20b**) auf der Gasdurchlassebene **24**. Der Ausdruck "die Hauptströmungsrichtung des Quellengases **12**" bedeutet die Strömungsrichtung der ausgerichteten Mitte des Quellengases **12**. Somit schließt die Hauptströmungsrichtung Strömungsrichtungen von nicht ausgerichteten peripheren Komponenten des Quellengases **12** aus.

[0031] Jede der Elektroden **20** besitzt eine Stabform, umfasst einen röhrenförmigen dielektrischen Körper **32** mit einem hohlen Abschnitt **30** und umfasst weiterhin einen leitenden Körper **34**, der in dem hohlen Abschnitt **30** des dielektrischen Körpers **32** angeordnet ist. In einem Beispiel von **Fig.** 1 und **Fig.** 2 besitzt der dielektrische Körper **32** eine zylindrische Form und besitzt der darin gebildete hohle Abschnitt **30** einen kreisförmigen Querschnitt. Der leitende Körper **34** besitzt einen kreisförmigen Querschnitt. Natürlich sind die Formen der Komponenten nicht auf die Beispiele beschränkt. Der dielektrische Körper **32** kann eine röhrenförmige Form mit einem polygonalen Querschnitt wie etwa einem dreieckigen, viereckigen, fünfeckigen, sechseckigen, oder achteckigen Abschnitt aufweisen. Der leitende Körper **34** kann eine säulenförmige Form mit einem polygonalen Abschnitt wie etwa einem dreieckigen, viereckigen, fünfeckigen, sechseckigen oder achteckigen Abschnitt entsprechend der Form des dielektrischen Körpers **32** aufweisen.

[0032] In diesem Ausführungsbeispiel wird das Quellengas **12** zum Zweck des Produzierens von Ozon verwendet und kann deshalb eine Atmosphärenluft, Sauerstoff enthaltendes Gas usw. sein. In diesem Fall kann das Quellengas **12** eine nicht getrocknete Luft sein.

[0033] Der dielektrische Körper **32** kann aus einem Einzeloxidmaterial, einem Verbundoxidmaterial oder einem Verbundnitridmaterial bestehen, das eine oder mehrere Substanzen enthält, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Bariumoxid, Bismutoxid, Titanoxid, Zinkoxid, Neodymoxid, Titannitrid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Siliziumoxid, und Mullit besteht.

[0034] Der leitende Körper **34** besteht vorzugsweise aus einem Material, das eine Substanz enthält, die aus einer Gruppe ausgewählt wird, die aus Molybdän, Wolfram, Silber, Kupfer, Nickel und Legierungen, die zumindest eine von diesen enthalten, besteht. Beispiele von solchen Legierungen umfassen Invar, Kovar, Inconel (registrierte Marke) und Incoloy (registrierte Marke).

[0035] Der dielektrische Körper **32** besteht vorzugsweise aus einem keramischen Material, wie etwa LTCC ("Low Temperature Co-fired Ceramics"), die bei einer Temperatur gebrannt werden können, die geringer als der Schmelzpunkt des leitenden Körpers **24** ist. Speziell besteht der dielektrische Körper **32** vorzugsweise aus einem Einzeloxidmaterial, einem Verbundoxidmaterial oder einem Verbundnitridmaterial, das eine oder mehrere Substanzen enthält, die aus der Gruppe ausgewählt werden, die aus Bariumoxid, Bismutoxid, Titanoxid, Zinkoxid, Neodymoxid, Titannitrid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Siliziumoxid und Mullit besteht.

[0036] Wie in **Fig.** 3 gezeigt ist, erfüllt der Ozongenerator **10** des vorstehenden Ausführungsbeispiels vorzugsweise die folgende Ungleichung (1), wobei V (m/s) die Strömungsgeschwindigkeit des Quellengases **12**, die durch den Entladungsraum **22** strömt, darstellt, f (Hz) die Frequenz der Wechselspannung v darstellt, und L (m) die Länge des Entladungsraums **22** in der Hauptströmungsrichtung des Quellengases **12** darstellt.

$$0{,}5 < V/f/L \qquad (1)$$

[0037] Der Wert von V/f/L gibt an, um wie viele Male die Bewegungsentfernung des Quellengases **12** pro Periode der Wechselspannung länger ist als die Länge L.

[0038] Wenn der Ozongenerator **10** die Ungleichung (1) erfüllt, werden die Ozonmoleküle, die durch die Entladung produziert werden, kaum wiederholt der Entladung ausgesetzt. Deshalb werden die Ozonmo-

leküle kaum über eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül oder einer OH-Gruppe zersetzt. Somit kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden.

[0039] Wenn der Ozongenerator **10** die folgende Ungleichung (2) erfüllt, wird eine kleinere Menge der produzierten Ozonmoleküle wiederholt der Entladung ausgesetzt, im Vergleich mit der Ungleichung (1). Deshalb werden die Ozonmoleküle über eine Reaktion mit dem O-Atom, dem Wassermolekül oder der OH-Gruppe kaum zersetzt. Somit kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung weiter verhindert werden.

$$1 < V/f/L \quad (2)$$

[0040] Wenn der Ozongenerator **10** die folgende Ungleichung (3) erfüllt, kann die Menge des nicht reagierten Quellengas **12** reduziert werden, so dass die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden kann.

$$50 > V/f/L \quad (3)$$

[0041] Wenn der Ozongenerator **10** die folgende Ungleichung (4) erfüllt, kann der Restbetrag des nicht reagierten Quellengases **12** weiter reduziert werden, so dass die Ozonproduktionsmengenreduzierung weiter verhindert werden kann.

$$20 > V/f/L \quad (4)$$

[0042] In dem Ozongenerator **10** dieses Ausführungsbeispiels ist die Strömungsrate des Quellengases **12**, das durch den Entladungsraum **22** strömt, vorzugsweise 380 L/min oder weniger. Die Strömungsrate ist mehr vorzugsweise 300 L/min oder weniger, weiter vorzugsweise 150 L/min oder weniger.

[0043] In diesem Fall kann die Verteilung des Quellengases **12** in dem Entladungsraum **22** verengt bzw. begrenzt werden, können die Ozonmoleküle in dem Entladungsraum **22** gleichförmig produziert werden und kann das Quellengas **12** für die Ozonproduktion aufgebraucht werden. Deshalb kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung aufgrund der Ozonzersetzung verhindert werden, und die Menge des nicht reagierten Quellengases **12**, das durch den Entladungsraum **22** strömt, kann reduziert werden. Folglich kann der Ozongenerator **10** eine hohe Ozonproduktionseffizienz aufweisen.

[0044] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, ist die obere Grenze der Spaltlänge Dg zwischen den zwei Elektroden **20** vorzugsweise weniger als 1,0 mm. Die Spaltlänge Dg bezeichnet die kürzeste Entfernung zwischen dem dielektrischen Körper **32** der einen Elektrode **20a** und dem dielektrischen Körper **32** der anderen Elektrode **20b**.

[0045] In diesem Ausführungsbeispiel umfasst jede Elektrode **20** den röhrenförmigen dielektrischen Körper **32** mit dem hohlen Abschnitt **30** und den leitenden Körper **34**, der in dem hohlen Abschnitt **30** angeordnet ist. Deshalb kann die Entfernung zwischen den Elektroden **20** einfach angepasst werden. Somit kann die Spaltlänge Dg zwischen den Elektroden **20** einfach auf weniger als 1,0 mm reduziert werden, im Vergleich mit der Struktur der Kriechentladungsart, die in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 10-324504 offenbart ist.

[0046] In einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit können Wassermoleküle und OH-Gruppen die Ozonproduktion des Ozongenerators **10** negativ beeinflussen. Deshalb ist es wünschenswert, so viele Wassermoleküle und OH-Gruppen wie möglich an den dielektrischen Körpern **32** der Elektroden **20** zu adsorbieren. In diesem Fall können die Mengen der Wassermoleküle und der OH-Gruppen, die in einem mittleren Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleiben, reduziert werden, um den negativen Effekt auf die Ozonproduktion zu verringern. Wenn jedoch die Spaltlänge Dg 1,0 mm oder mehr ist, wie in **Fig.** 4A gezeigt ist, wird die Entfernung zwischen den dielektrischen Körpern **32** erhöht, wobei eine kleinere Menge der Wassermoleküle und der OH-Gruppen an den dielektrischen Körpern **32** adsorbiert wird und eine größere Menge der Wassermoleküle und der OH-Gruppen um die dielektrischen Körper **32** herum oder in dem mittleren Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleibt. Deshalb wird in einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit die Ozonproduktion gehemmt, die Ozonproduktionseffizienz reduziert oder die Ozonproduktion gestoppt, durch die erhöhten Wassermoleküle und OH-Gruppen, die in dem Quellengas **12** enthalten sind und um die dielektrischen Körper **32** herum oder in dem zentralen Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleiben.

[0047] Im Gegensatz dazu ist in diesem Ausführungsbeispiel die obere Grenze der Spaltlänge Dg weniger als 1,0 mm. Deshalb, wie in **Fig.** 4B gezeigt ist, werden auch in einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit die Wassermoleküle und die OH-Gruppen, die die Ozonproduktion negativ beeinflussen können, größtenteils an den Oberflächen der dielektrischen Körper **32** adsorbiert und werden die Mengen der Wassermoleküle und der OH-Gruppen, die um die dielektrischen Körper **32** herum und in dem zentralen Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleiben, reduziert. Folglich kann eine Ozonproduktionshemmung vermieden werden und kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden. Des Weiteren kann ein Bereich, in dem die Wassermoleküle und die OH-Gruppen um die dielektrischen Körper **32** herum und in dem zentralen Abschnitt **22** des Entladungsraums **22** verbleiben, verengt werden. Somit kann ein Bereich, in dem die Ozonproduktion ge-

hemmt wird, verengt werden, und kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden.

[0048] Als ein Ergebnis wird die Ozonproduktionsperformance auch unter einer hohen Feuchtigkeit nur leicht geändert, und deshalb kann der Ozongenerator **10** dazu dienen, in einem breiten Bereich von Feuchtigkeitsumgebungen (mit einer absoluten Feuchtigkeit von 0 bis 50 g/m^3) stabil Ozon zu produzieren.

[0049] Die obere Grenze der Spaltlänge Dg ist weiter vorzugsweise 0,5 mm oder weniger. In diesem Fall wird eine noch größere Menge der Wassermoleküle und der OH-Gruppen, die die Ozonproduktion hemmen können, an den dielektrischen Körpern **32** adsorbiert, während die Wassermoleküle und die OH-Gruppen, die um die dielektrischen Körper **32** herum und in dem zentralen Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleiben, weiterhin entsprechend reduziert werden können. Deshalb kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung weiterhin verhindert werden.

[0050] Andererseits, wenn die Spaltlänge Dg übermäßig reduziert wird, könnte der Entladungsraum **22** durch die Wassermoleküle und die OH-Gruppen, die an den dielektrischen Körpern **32** adsorbiert sind, kurzgeschlossen werden. Genauer könnten die dielektrischen Körper **32** durch die Wassermoleküle und die OH-Gruppen miteinander verbunden werden. Dieser Fall ist ähnlich zu der Situation, in der eine größere Menge der Wassermoleküle und der OH-Gruppen in dem zentralen Abschnitt **22a** des Entladungsraums **22** verbleibt. Somit wird durch das Vorhandensein von Wassermolekülen und OH-Gruppen die Ozonproduktion gehemmt, die Ozonproduktionseffizienz reduziert oder die Ozonproduktion gestoppt. Die untere Grenze der Spaltlänge Dg ist vorzugsweise 0,1 mm oder mehr, weiter vorzugsweise 0,2 mm oder mehr. In diesem Fall kann der Kurzschluss des Entladungsraums **22** aufgrund der Wassermoleküle und der OH-Gruppen verhindert werden, um die Ozonproduktionsmengenreduzierung zu unterdrücken.

[0051] Die Elektrode **20** kann durch das folgende Verfahren produziert werden. Zum Beispiel wird eine Kompaktröhre („tubular compact“) (oder ein Grünkörper bzw. Grünling) vorläufig gebrannt, um einen vorläufig gebrannten Körper mit einem hohlen Abschnitt vorzubereiten, und danach wird der leitende Körper **34** in den hohlen Abschnitt des vorläufig gebrannten Körpers eingesetzt. Dann werden der vorläufig gebrannte Körper und der leitende Körper **34** bei einer Temperatur gebrannt, die höher ist als die vorläufige Brenntemperatur, um die Elektrode **20**, die den dielektrischen Körper **32** und den leitenden Körper **34** enthält, die direkt miteinander integriert sind, zu produzieren, wobei der leitende Körper **34** in den hohlen Abschnitt **30** des dielektrischen Körpers **32** eingesetzt ist.

[0052] Alternativ könnte die Elektrode **20** durch eine Gießtechnik mit Gel produziert werden. Bei der Gießtechnik mit Gel wird der leitende Körper **34** in einer Gussform platziert, werden eine Schlacke, die Keramikpulver enthält, ein Dispersionsmedium und ein Geliermittel in die Gussform gegossen, wird die Schlacke unter einer Temperaturbedingung oder durch Hinzufügung eines Vernetzers geliert, wodurch die Schlacke sich verfestigt und modelliert wird, und das Ergebnis wird gebrannt, um die Elektrode **20** zu produzieren.

[0053] Obwohl ein Elektrodenpaar **16** in dem vorstehenden Beispiel beschrieben ist, können ebenso Strukturen gemäß ersten bis dritten Modifikationsbeispielen, die in **Fig.** 5 bis **Fig.** 7 gezeigt sind, vorzugsweise in der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0054] Wie in **Fig.** 5 gezeigt ist, unterscheidet sich ein Ozongenerator **10a** gemäß dem ersten Modifikationsbeispiel von dem Ozongenerator **10** (der in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 gezeigt ist) dadurch, dass eine Vielzahl der Elektrodenpaare **16** parallel angeordnet ist. Die Wechselstromquelle **18** dient zum Anlegen der Wechselspannung v zwischen der einen Elektrode **20a** und der anderen Elektrode **20b** in jedem der Elektrodenpaare **16**.

[0055] Der Ozongenerator **10a** besitzt ebenso die Nichtentladungsräume **26** auf der Gasdurchlassebene **24**. Speziell umfassen die Nichtentladungsräume **26** Räume zwischen den Elektrodenpaaren **16**, einen Raum zwischen der einen Elektrode **20a** (neben der einen inneren Wand **28a** des Gehäuses **14**) und der einen inneren Wand **28a**, und einen Raum zwischen der anderen Elektrode **20b** (neben der anderen inneren Wand **28b** des Gehäuses **14**) und der anderen inneren Wand **28b** in der Gasdurchlassebene **24**.

[0056] Wie in **Fig.** 6 gezeigt ist, unterscheidet sich ein Ozongenerator **10b** gemäß dem zweiten Modifikationsbeispiel von dem Ozongenerator **10** (der in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 gezeigt ist) dadurch, dass eine Vielzahl der Elektrodenpaare **16** in Reihe angeordnet ist. Die Wechselstromquelle **18** dient zum Anlegen der Wechselspannung v zwischen der einen Elektrode **20a** und der anderen Elektrode **20b** in jedem der Elektrodenpaare **16**.

[0057] Der Ozongenerator **10b** besitzt ebenso die Nichtentladungsräume **26** auf den Gasdurchlassebenen **24**. Speziell umfassen die Nichtentladungsräume **26** einen Raum zwischen der einen Elektrode **20a** in jedem der Elektrodenpaare **16** und der einen inneren Wand **28a** des Gehäuses **14** und einen Raum zwischen der anderen Elektrode **20b** in jedem der Elek-

trodenpaare **16** und der anderen inneren Wand **28b** des Gehäuses **14**.

[0058] Wie in **Fig.** 7 gezeigt ist, unterscheidet sich ein Ozongenerator **10c** gemäß dem dritten Modifikationsbeispiel von dem Ozongenerator **10** (der in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 gezeigt ist) dadurch, dass eine Vielzahl der Elektrodenpaare **16** parallel und in Reihe angeordnet ist. Die Wechselstromquelle **18** dient zum Anlegen der Wechselspannung v zwischen der einen Elektrode **20a** und der anderen Elektrode **20b** in jedem der Elektrodenpaare **16**.

[0059] Der Ozongenerator **10c** umfasst ebenso die Nichtentladungsräume **26** auf den Gasdurchlassebenen **24**.

[Erstes Beispiel]

[0060] Ozonkonzentrationsänderungen mit einer Änderung des V/f/L-Werts wurden in Proben bzw. Tests 1 bis 3 unter Verwendung entsprechend unterschiedlicher Strömungsraten des Quellengases **12** evaluiert.

[0061] Luft wurde als das Quellengas **12** verwendet. Die Wechselstromquelle **18** wurde als eine Entladungsenergiequelle zum Anlegen der Wechselspannung v mit einer Spannung (Amplitude A) von ±4 kV und einer Frequenz f von 20 kHz verwendet.

[0062] Unter den vorstehenden Bedingungen wurde die Ozonkonzentration des Abgases unter Verwendung eines Ozonkonzentrationsmessgeräts EG-3000D (verfügbar von Ebara Jitsugyo Co., Ltd.) gemessen.

[0063] Wie in **Fig.** 3 gezeigt ist, stellt L die Länge (m) des Entladungsraums **22** in der Hauptströmungsrichtung des Quellengases **12** dar, stellt V die Strömungsgeschwindigkeit (m/s) des Quellengases **12**, das durch den Entladungsraum **22** strömt, dar und stellt f die Frequenz (Hz) der Wechselspannung v von der Wechselstromquelle **18** dar.

[0064] Die Details der Proben 1 bis 3 waren wie folgt.

(Probe 1)

[0065] Die Probe 1 hatte die Struktur, die in **Fig.** 1 bis **Fig.** 3 gezeigt ist, mit der Spaltlänge Dg von 0,30 mm in dem Elektrodenpaar **16** und das Quellengas **12** wurde mit einer Strömungsrate von 350 L/min zugeführt.

(Probe 2)

[0066] Die Probe 2 hatte die gleiche Struktur wie die Probe 1, außer dass das Quellengas **12** mit einer Strömungsrate von 275 L/min zugeführt wurde.

(Probe 3)

[0067] Die Probe 3 hatte die gleiche Struktur wie die Probe 1, außer dass das Quellengas **12** mit einer Strömungsrate von 145 L/min zugeführt wurde.

(Evaluierungsergebnis)

[0068] Die Evaluierungsergebnisse der Proben 1 bis 3 sind in **Fig.** 8 gezeigt. In **Fig.** 8 weist die horizontale Achse des Graphen, der V/f/L darstellt, eine logarithmische Skalierung auf.

[0069] Wie aus **Fig.** 8 ersichtlich ist, wurde in der Probe 1 die Ozonkonzentration von 0,7 ppm oder mehr innerhalb des Bereichs von $0,5 < V/f/L \leq 10$ beibehalten, und wurde die Ozonkonzentration von ungefähr 0,72 ppm innerhalb des Bereichs von $1 < V/f/L < 10$ beibehalten. Des Weiteren wurde die Ozonkonzentration von 0,6 bis 0,7 ppm innerhalb des Bereichs von $10 < V/f/L \leq 30$ beibehalten und wurde die Ozonkonzentration von 0,55 bis 0,6 ppm innerhalb des Bereichs von $30 < V/f/L < 50$ beibehalten.

[0070] In der Probe 2 wurde die Ozonkonzentration von 0,7 ppm oder mehr innerhalb des Bereichs von $0,5 < V/f/L \leq 20$ beibehalten und wurde die Ozonkonzentration von ungefähr 0,75 ppm innerhalb des Bereichs von $1 < V/f/L < 10$ beibehalten. Des Weiteren wurde die Ozonkonzentration von 0,6 bis 0,7 ppm innerhalb des Bereichs von $20 < V/f/L < 50$ beibehalten.

[0071] In der Probe 3 wurde die Ozonkonzentration von 0,8 ppm oder mehr innerhalb des Bereichs von $0,5 < V/f/L \leq 10$ beibehalten und wurde die Ozonkonzentration von ungefähr 0,82 ppm innerhalb des Bereichs von $1 < V/f/L < 10$ beibehalten. Des Weiteren wurde die Ozonkonzentration von 0,7 bis 0,8 ppm innerhalb des Bereichs von $10 < V/f/L \leq 35$ beibehalten und wurde die Ozonkonzentration von 0,65 bis 0,7 ppm innerhalb des Bereichs von $35 < V/f/L < 50$ beibehalten.

[0072] Folglich ist klar, dass der Ozongenerator vorzugsweise die Bedingung $0,5 < V/f/L$ erfüllt und weiter vorzugsweise die Bedingung $1 < V/f/L$ erfüllt. Wenn der Ozongenerator diese Bedingungen erfüllt, werden die Ozonmoleküle, die durch die Entladung produziert werden, kaum wiederholt der Entladung ausgesetzt. Deshalb werden die Ozonmoleküle durch eine Reaktion mit einem O-Atom, einem Wassermolekül, oder einer OH-Gruppe unter der erneuten Entladung kaum zersetzt. Folglich kann die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden.

[0073] Zusätzlich ist klar, dass der Ozongenerator vorzugsweise die Bedingung $50 > V/f/L$ erfüllt und weiter vorzugsweise die Bedingung $20 > V/f/L$ erfüllt. Wenn der Ozongenerator diese Bedingungen erfüllt, kann die Menge des nicht reagierten Quellengases

12 reduziert werden, so dass die Ozonproduktionsmengenreduzierung verhindert werden kann.

[0074] Des Weiteren, wie von den Ergebnissen der Proben 1 bis 3 ersichtlich ist, ist die Strömungsrate des Quellengases **12**, das durch den Entladungsraum **22** strömt, vorzugsweise 380 L/min oder weniger. Die Strömungsrate ist mehr vorzugsweise 300 L/min oder weniger, weiter vorzugsweise 150 L/min oder weniger. Wenn der Ozongenerator diese Bedingungen erfüllt, kann die Verteilung des Quellengases **12** in dem Entladungsraum **22** begrenzt werden, können Ozonmoleküle in dem Entladungsraum **22** gleichförmig produziert werden und kann das Quellengas **12** für die Ozonproduktion aufgebraucht werden. Deshalb kann die Menge des Restquellengases **12**, das ohne die Produktionsreaktion durch den Entladungsraum **22** geströmt ist, reduziert werden. Folglich kann der Ozongenerator eine hohe Ozonproduktionseffizienz aufweisen.

[Zweites Beispiel]

[0075] Ozonproduktionseffizienzänderungen mit einer absoluten Feuchtigkeit wurden in Proben 11 bis 16 evaluiert. Die Ozonproduktionseffizienz entspricht der Ozonkonzentration eines Abgases gemäß einer konstant angelegten elektrischen Energie und einer konstanten Gasströmungsrate.

(Verfahren zum Messen einer Ozonproduktionseffizienz)

[0076] Bei der Messung der Ozonproduktionseffizienz wurde Luft als das Quellengas **12** mit einer Gasströmungsrate von 350 L/min und einem Gasdruck von 0,10 MPa verwendet.

[0077] Wie in dem ersten Ausführungsbeispiel wurde die Wechselstromquelle **18** als eine Entladungsenergiequelle zum Anlegen der Wechselspannung v mit einer Spannung (Amplitude A) von ±4 kV und einer Frequenz f von 20 kHz verwendet.

[0078] Gemäß den vorstehenden Bedingungen wurde die Ozonkonzentration des Abgases unter Verwendung eines Ozonkonzentrationsmessgeräts EG-3000D (verfügbar von Ebara Jitsugyo Co., Ltd.) gemessen.

[0079] Die Details der Elektrodenstrukturen in den Ozongeneratoren der Proben 11 bis 16 waren wie folgt.

(Probe 11)

[0080] Die Probe 11 hatte die gleiche Struktur, die in **Fig.** 1 und **Fig.** 2 gezeigt ist, mit der Spaltlänge Dg von 0,60 mm in dem Elektrodenpaar **16**.

(Proben 12 bis 15)

[0081] Die Proben 12, 13, 14 und 15 hatten die gleiche Struktur wie die Probe 11, außer dass die Spaltlängen Dg in den Elektrodenpaaren entsprechend 0, 45, 0,30, 0,15 und 0,05 mm waren.

(Probe 16)

[0082] Die Probe 16 hatte die gleiche Struktur wie die Probe 11, außer dass die Spaltlänge Dg in dem Elektrodenpaar **16** gleich 1,00 mm war.

[Evaluierungsergebnis]

[0083] Die Evaluierungsergebnisse der Proben 11 bis 16 sind in **Fig.** 9 gezeigt. Wie aus **Fig.** 9 ersichtlich ist, wurde in der Probe 16 Ozon innerhalb des absoluten Feuchtigkeitsbereichs von 0 bis 15 g/m^3 produziert.

[0084] Im Gegensatz dazu wurde in den Proben 11 bis 15 Ozon innerhalb des absoluten Feuchtigkeitsbereichs von 0 bis 50 g/m^3 produziert. In den Proben 12 bis 14 wurden die Ozonproduktionseffizienzen von 15 g/kWh oder mehr innerhalb des absoluten Feuchtigkeitsbereichs von 0 bis 50 g/m^3 beibehalten und deshalb wurden die Ozonproduktionsprozesse in einem breiten Bereich von Feuchtigkeitsumgebungen stabil durchgeführt. Insbesondere in den Proben 12 und 13 wurden Ozonproduktionseffizienzen von 25 g/kWh oder mehr innerhalb des absoluten Feuchtigkeitsbereichs von 0 bis 50 g/m^3 beibehalten.

[0085] Folglich ist klar, dass die obere Grenze der Spaltlänge Dg in dem Elektrodenpaar **16** vorzugsweise weniger als 1,0 mm, weiter vorzugsweise 0,5 mm oder weniger ist. Zusätzlich ist klar, dass die untere Grenze der Spaltlänge Dg vorzugsweise 0,1 mm oder mehr, weiter vorzugsweise 0,2 mm oder mehr ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 10-324504 [0003, 0004, 0005, 0007, 0045]
- JP 2013-193893 [0003, 0006, 0008, 0009]

Patentansprüche

1. Ozongenerator, mit:
einem oder mehreren Elektrodenpaaren (**16**), die jeweils zwei Elektroden (**20**) aufweisen, die in einer Entfernung einer vorbestimmten Spaltlänge (Dg) angeordnet sind; und
einer Energiequelle (**18**) zum Anlegen einer Wechselspannung (v) zwischen den zwei Elektroden (**20**), wobei in dem Ozongenerator Ozon erzeugt wird, wenn ein Quellengas (**12**) zumindest zwischen den zwei Elektroden (**20**) strömt und eine Entladung zwischen den zwei Elektroden (**20**) erzeugt wird, wobei
der Ozongenerator einen Entladungsraum (**22**) aufweist, der zwischen den zwei Elektroden (**20**) gebildet ist, und
der Ozongenerator eine Bedingung $0{,}5 < V/f/L$ erfüllt, wobei V (m/s) eine Strömungsgeschwindigkeit des Quellengases (**12**), das durch den Entladungsraum (**22**) strömt, darstellt, f (Hz) eine Frequenz der Wechselspannung (v) darstellt und L (m) eine Länge des Entladungsraums (**22**) in einer Hauptströmungsrichtung des Quellengases (**12**) darstellt.

2. Ozongenerator gemäß Anspruch 1, wobei der Ozongenerator eine Bedingung $1 < V/f/L$ erfüllt.

3. Ozongenerator gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Ozongenerator eine Bedingung $50 > V/f/L$ erfüllt.

4. Ozongenerator gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Ozongenerator eine Bedingung $20 > V/f/L$ erfüllt.

5. Ozongenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spaltlänge (Dg) 0,2 mm oder mehr und 0,5 mm oder weniger ist.

6. Ozongenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Quellengas (**12**) eine Atmosphärenluft ist.

7. Ozongenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei jede der zwei Elektroden (**20**) einen röhrenförmigen dielektrischen Körper (**32**) mit einem hohlen Abschnitt (**30**) und einen leitenden Körper (**34**), der in dem hohlen Abschnitt (**30**) angeordnet ist, aufweist.

8. Ozongenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Ozongenerator eine Vielzahl der Elektrodenpaare (**16**) aufweist, die parallel, in Reihe oder parallel und in Reihe angeordnet sind, und der Ozongenerator eine Gasdurchlassebene (**24**) mit einer Normalenrichtung parallel zu der Hauptströmungsrichtung des Quellengases (**12**) und einen Nichtentladungsraum (**26**), der auf der Gasdurchlassebene (**24**) gebildet ist, aufweist.

9. Ozongenerator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine Strömungsrate des Quellengases (**12**), das durch den Entladungsraum (**22**) strömt, 380 L/min oder weniger ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

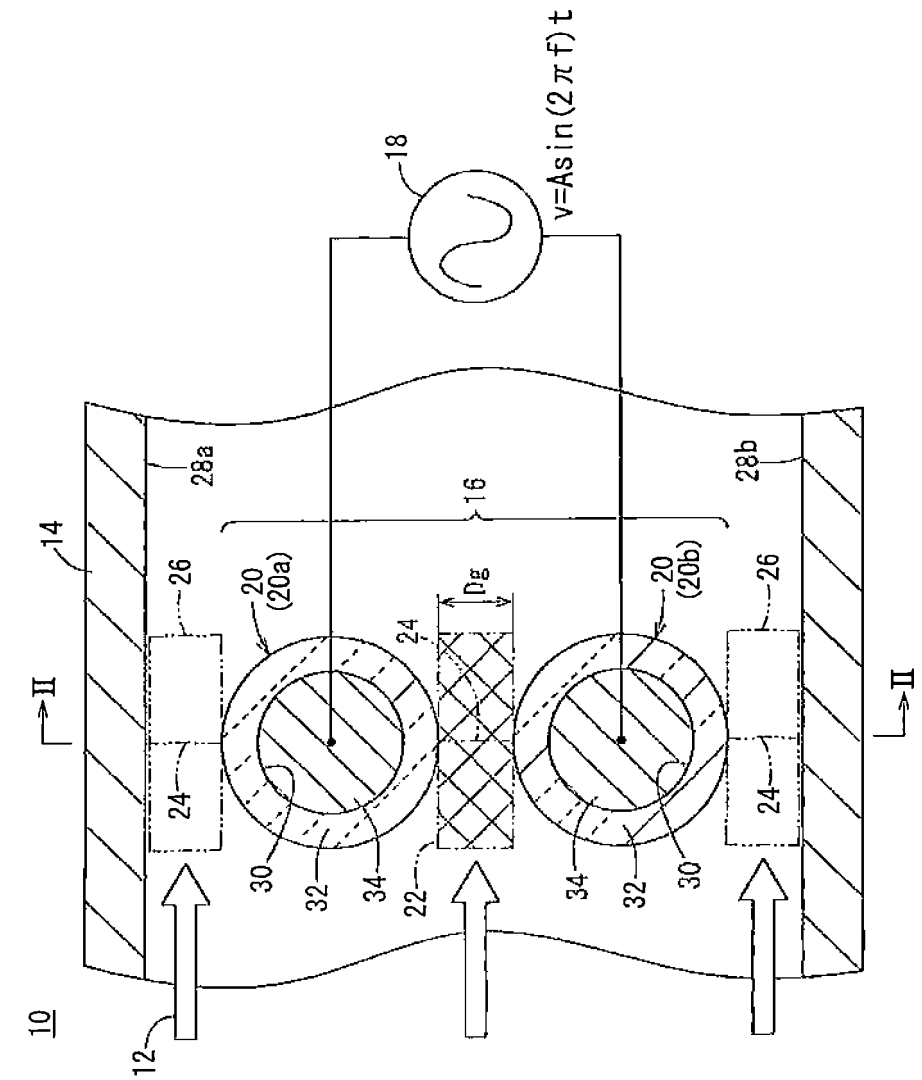


FIG. 1

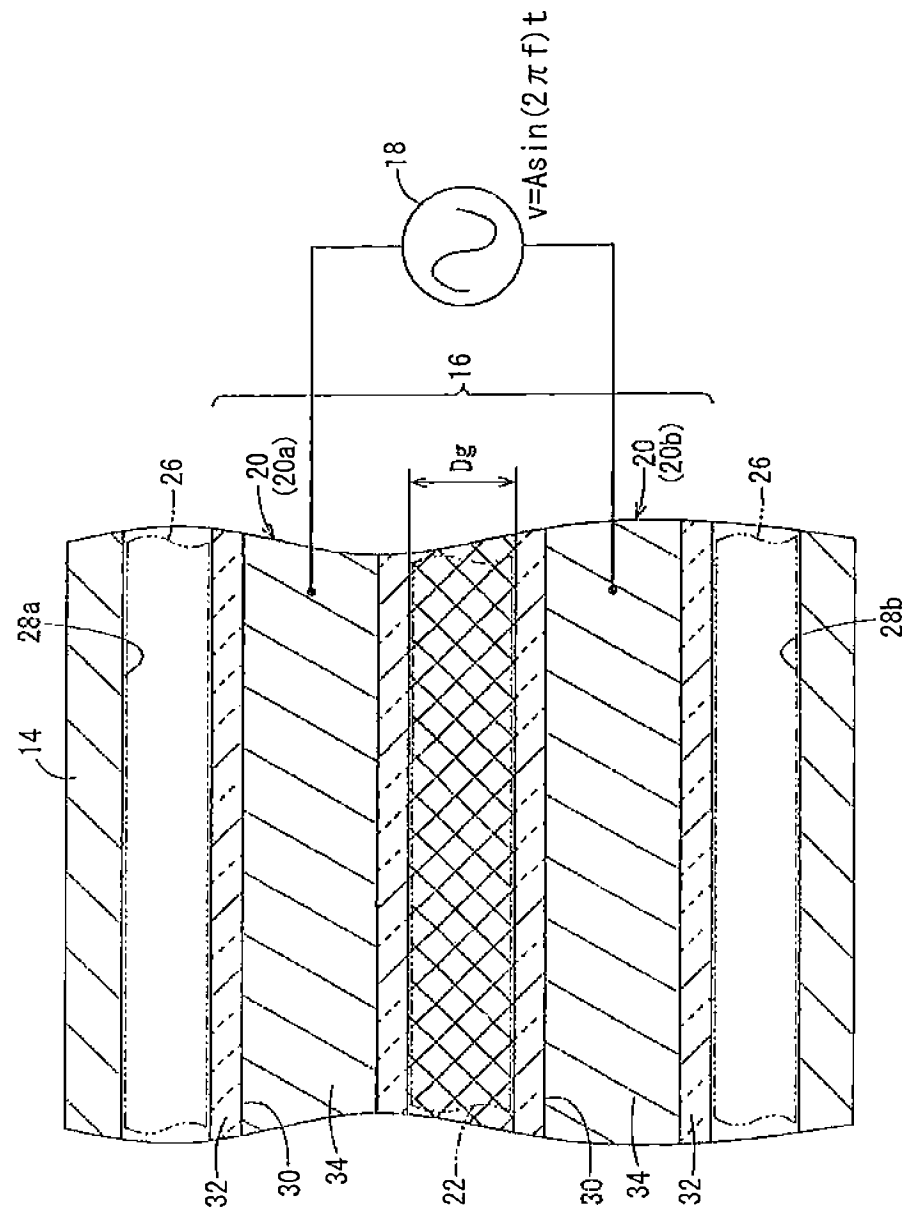

v=Asin(2πf)t
18
16
26
20
(20a)
Dg
20
(20b)
26
28a
28b
14
32
30
34
22
30
34
32

FIG. 2 10

FIG. 3

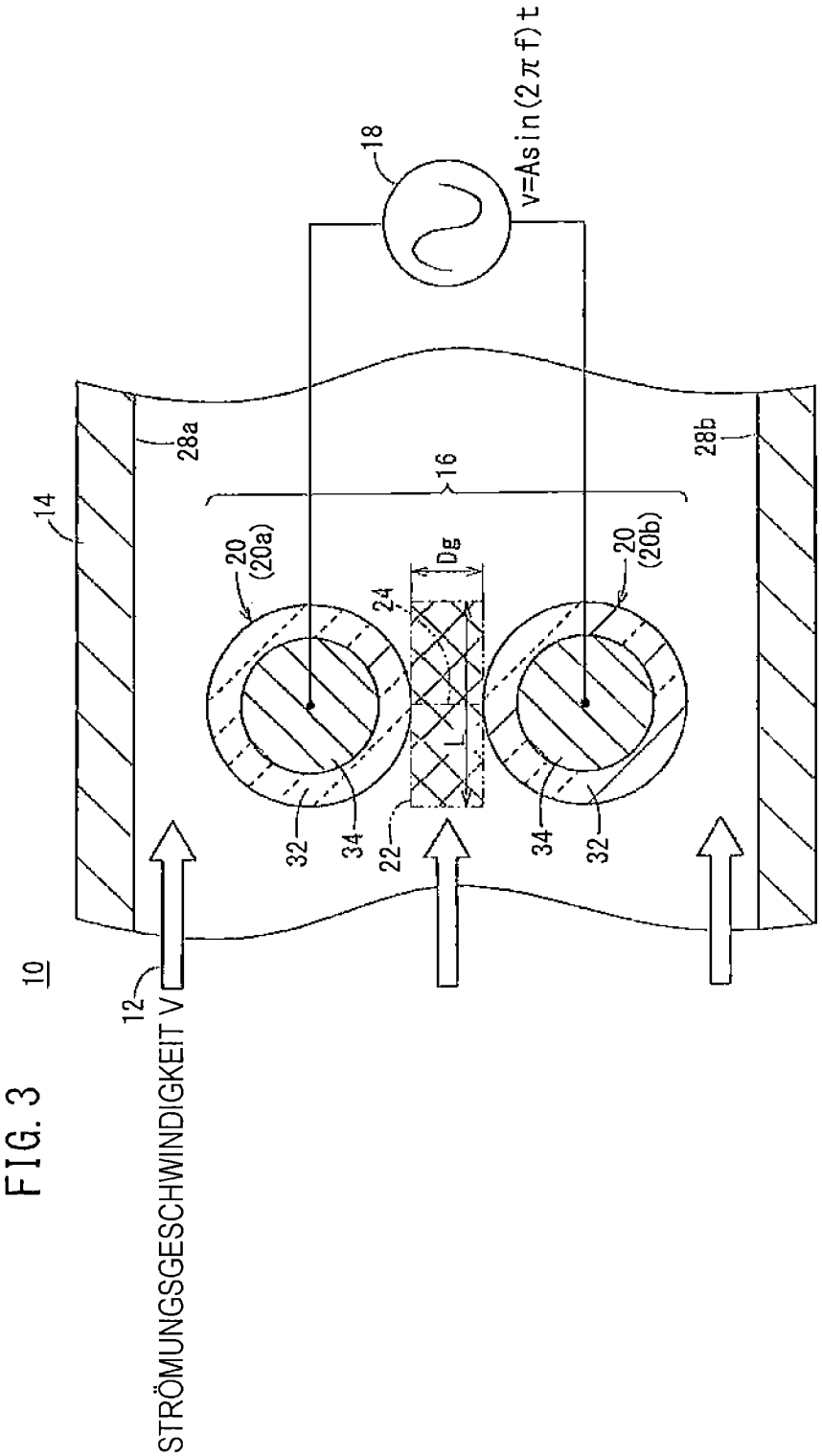

10
12
STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT V
14
18
V=Asin(2πf)t
28a
28b
16
20
(20a)
20
(20b)
24
Dg
L
32
34
22
34
32

FIG. 4B

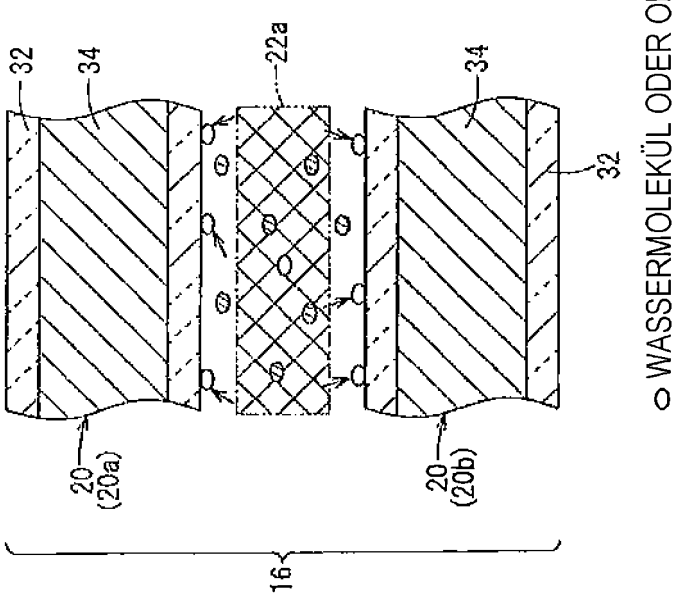

32
34
22a
34
32
20
(20a)
20
(20b)
16
WASSERMOLEKÜL ODER OH-GRUPPE
O⁻ ODER e⁻

FIG. 4A

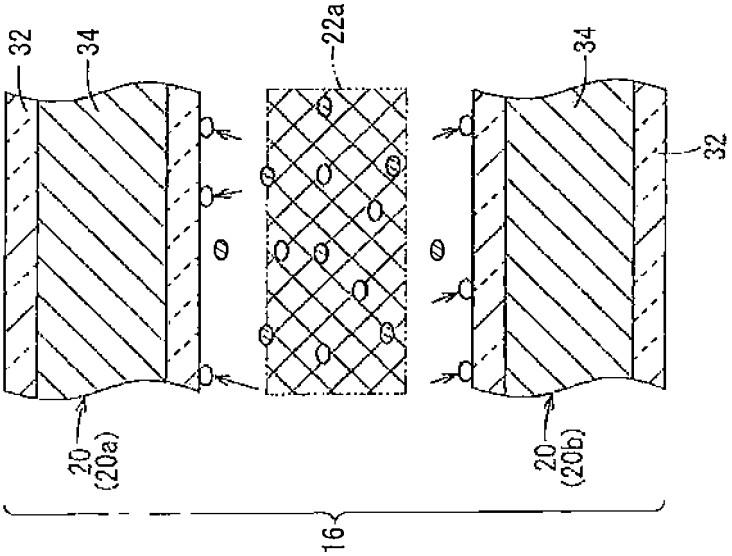

32
34
22a
34
32
20
(20a)
20
(20b)
16
WASSERMOLEKÜL ODER OH-GRUPPE
O⁻ ODER e⁻

FIG. 5

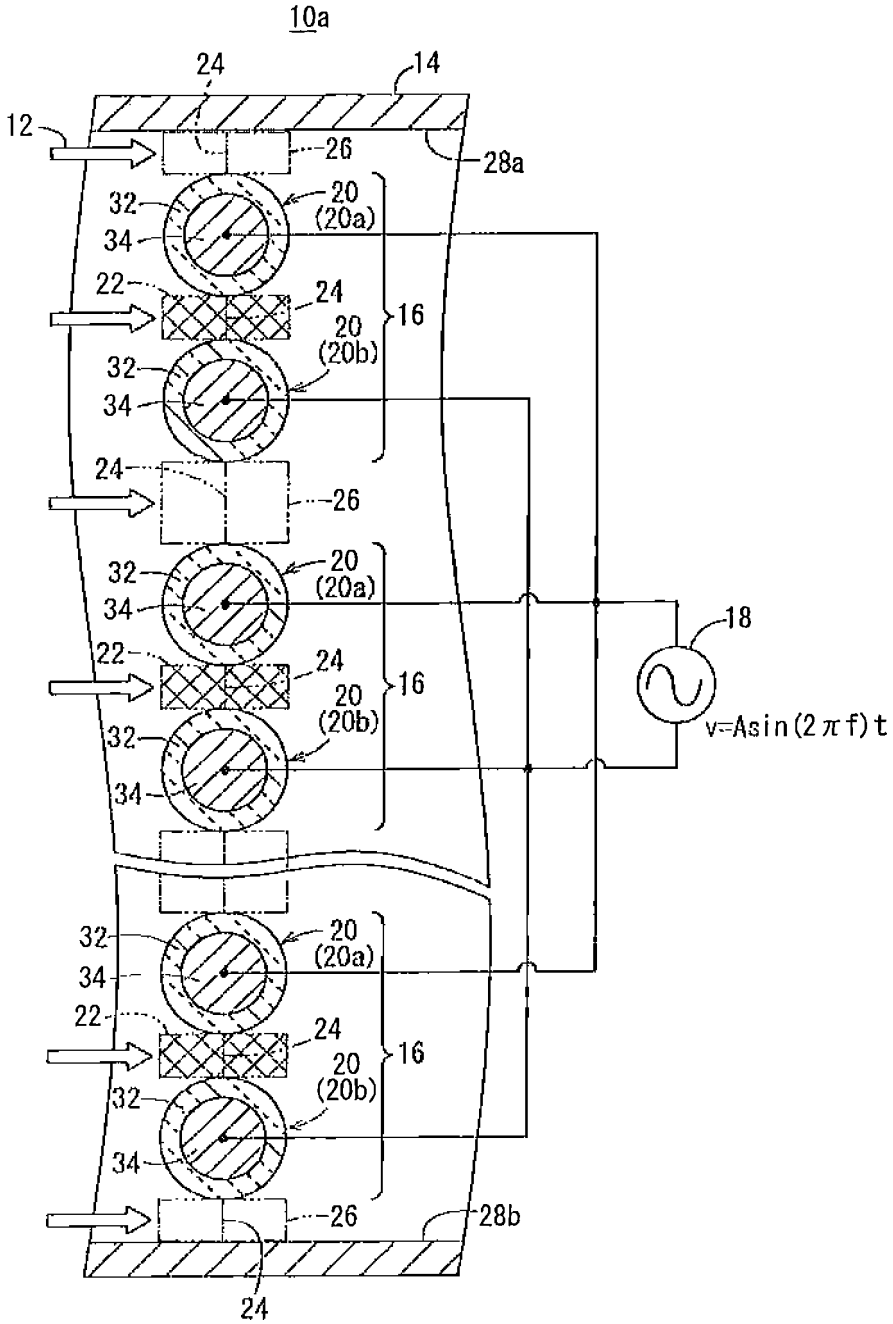

10a
24
14
12
26
28a
32
20
(20a)
34
22
24
16
20
(20b)
32
34
24
26
32
20
(20a)
34
18
22
24
16
20
(20b)
32
34
v=Asin(2πf)t
32
20
(20a)
34
22
24
16
20
(20b)
32
34
26
28b
24

FIG. 6

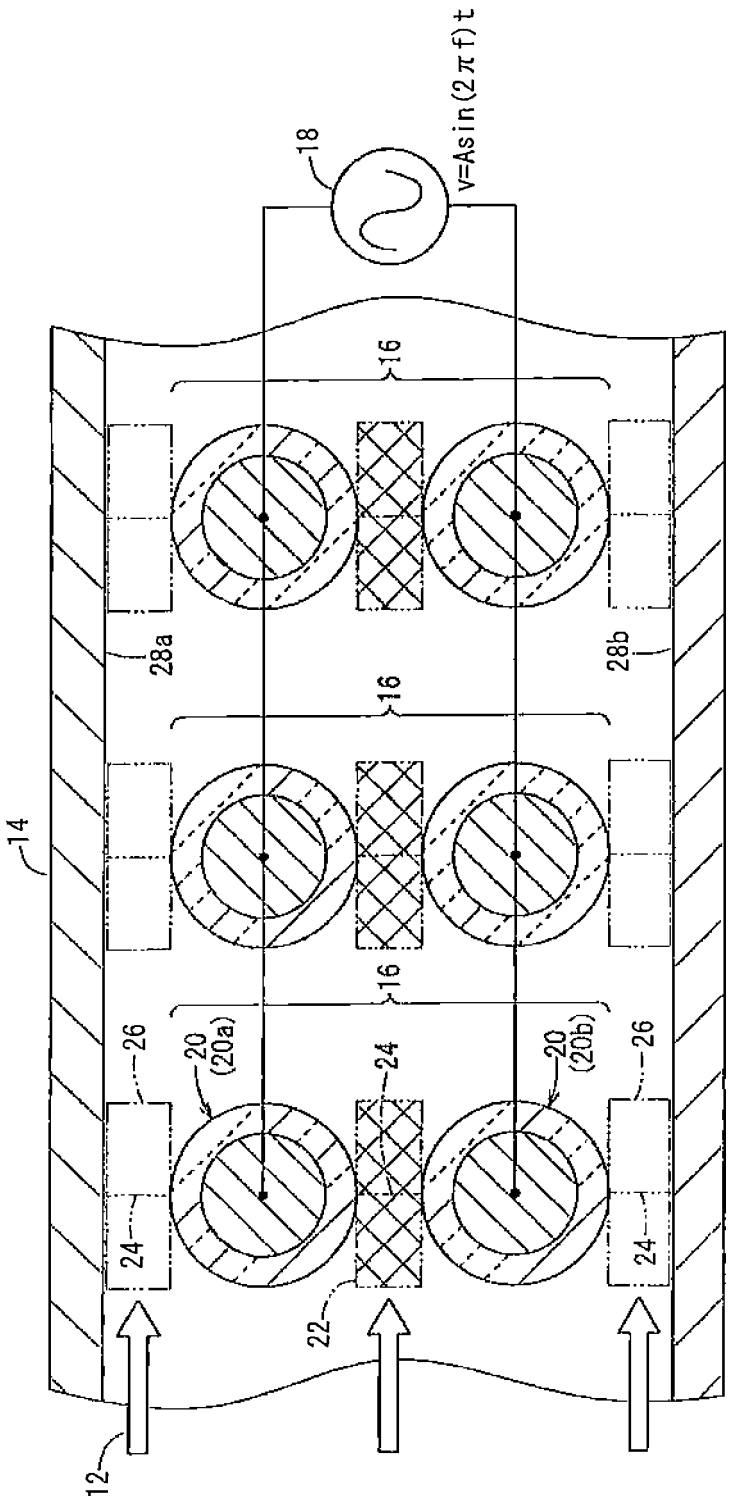


FIG. 7

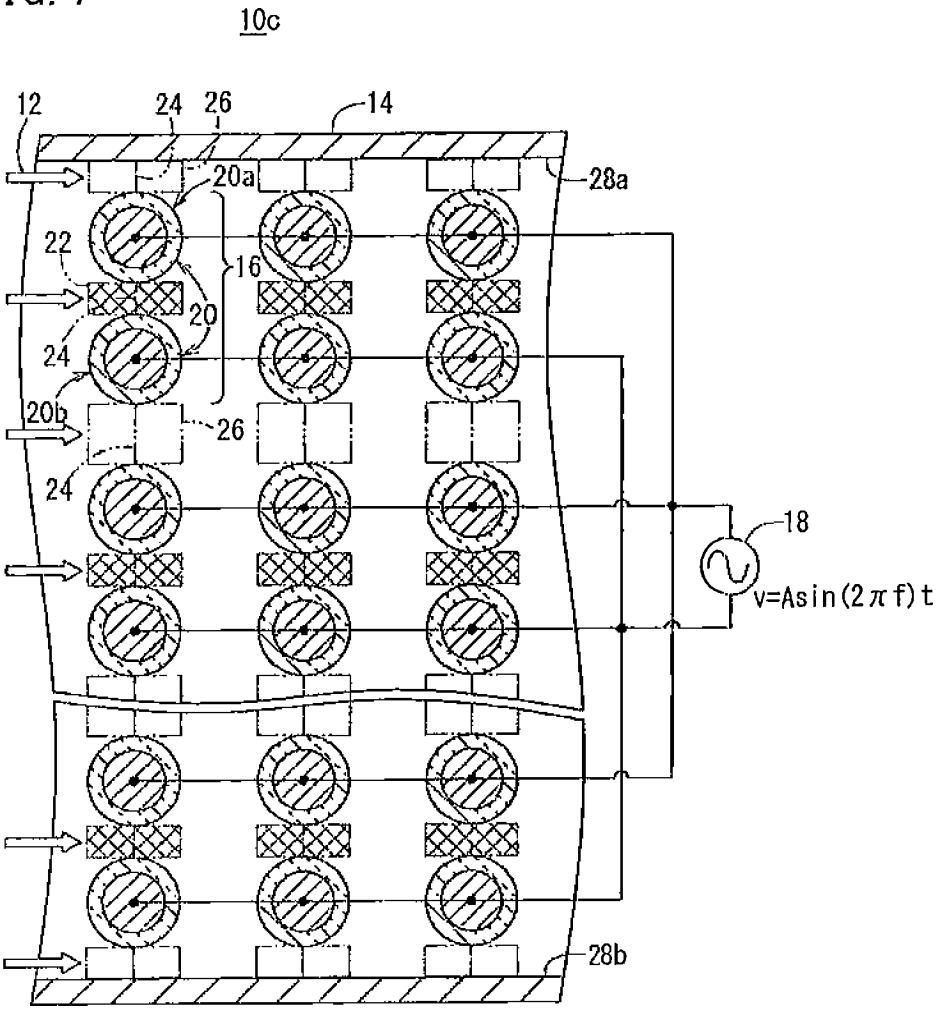


FIG. 8

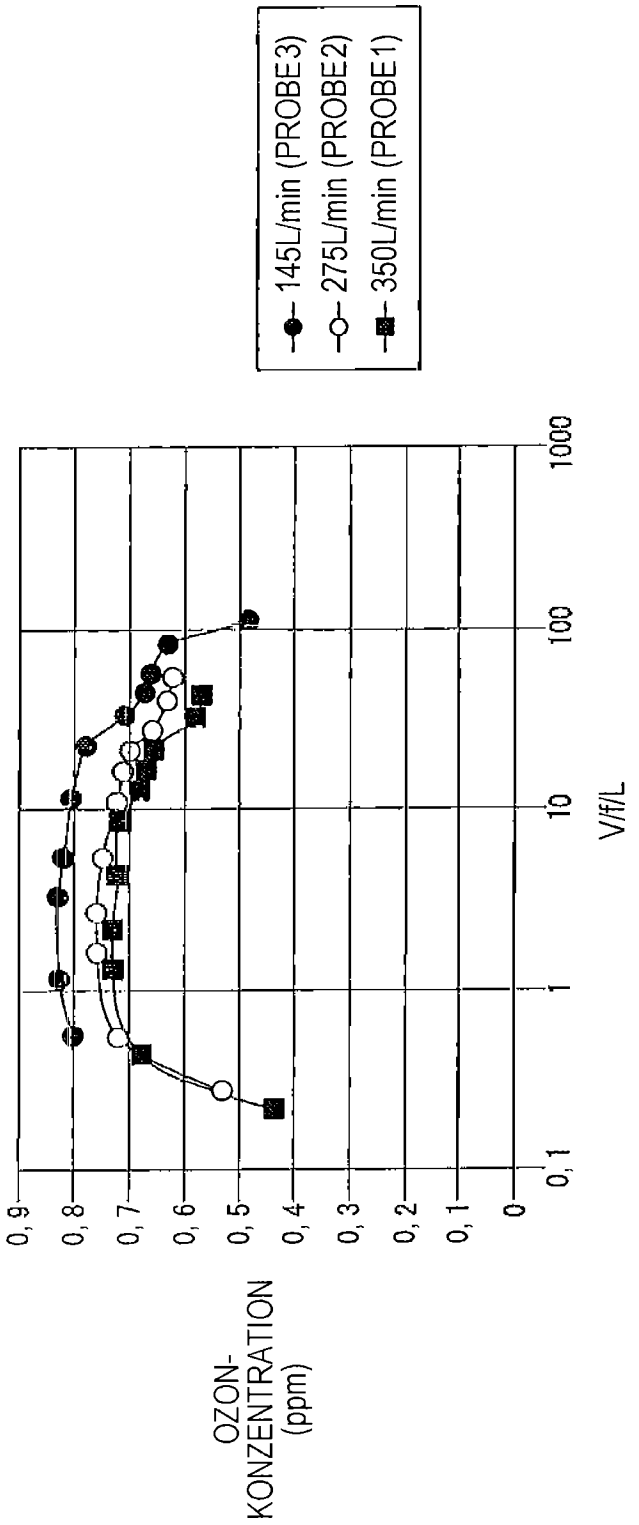
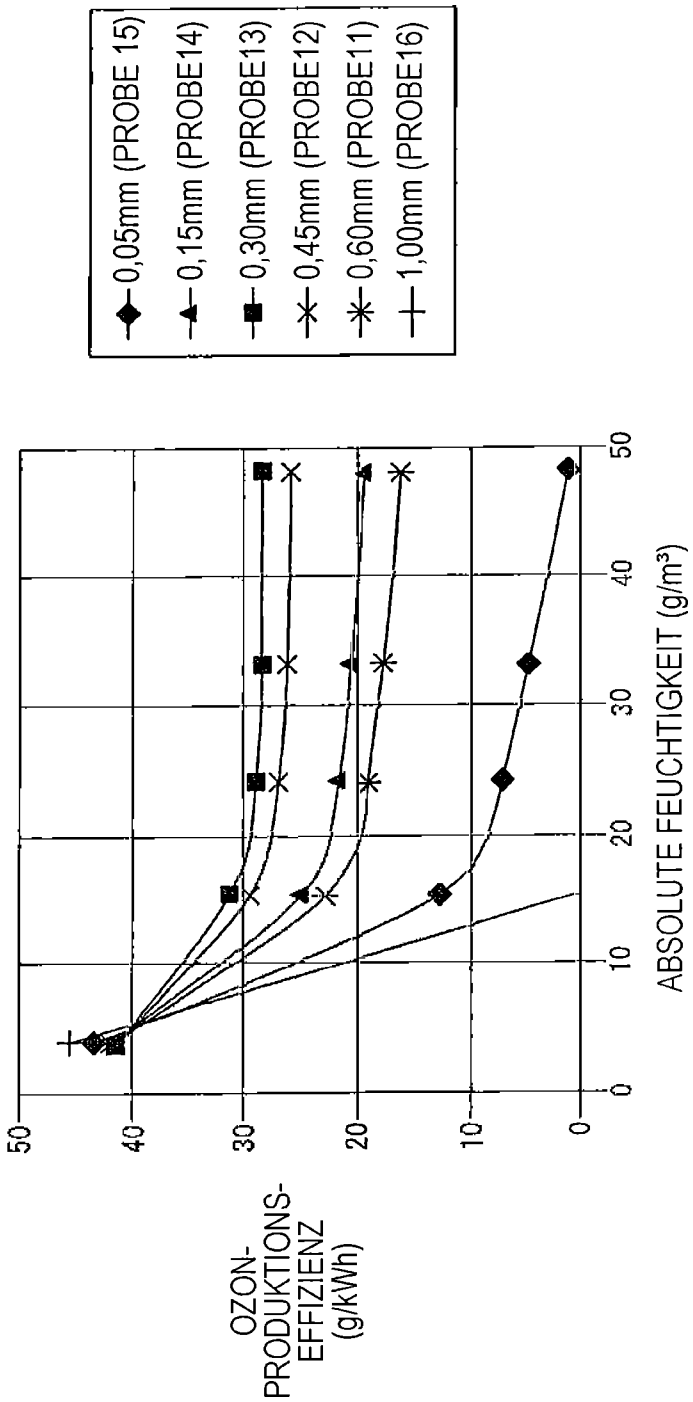

145L/min (PROBE3)
275L/min (PROBE2)
350L/min (PROBE1)
OZON-KONZENTRATION (ppm)
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0,1
1
10
100
1000
V/f/L

FIG. 9


0,05mm (PROBE 15)
0,15mm (PROBE14)
0,30mm (PROBE13)
0,45mm (PROBE12)
0,60mm (PROBE11)
1,00mm (PROBE16)
OZON-PRODUKTIONS-EFFIZIENZ (g/kWh)
ABSOLUTE FEUCHTIGKEIT (g/m³)
0
10
20
30
40
50