

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4645936号
(P4645936)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int.Cl. F 1
C O 2 F 1/48 (2006.01) C O 2 F 1/48 B

請求項の数 3 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-111229 (P2004-111229) (22) 出願日 平成16年4月5日(2004.4.5) (65) 公開番号 特開2005-288415 (P2005-288415A) (43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20) 審査請求日 平成18年4月19日(2006.4.19)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 (74) 代理人 100091306 弁理士 村上 友一 (72) 発明者 長澤 武 栃木県足利市小俣町1728-49</p> <p>審査官 富永 正史</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水の殺菌方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心部に置かれた第1印加電極と、その周囲に互いに等間隔に容量結合可能に配列した複数の浮遊電極の周囲を取り囲んで互いに電気接続された複数の第2印加電極との間にパルス電圧を印加しつつ、それらの間の容量結合された複数の浮遊電極間に前記被処理水を通水して殺菌することを特徴とする水の殺菌方法。

【請求項2】

被処理水中に配置可能な電極ユニットを有し、この電極ユニットはその中心部に配置される第1印加電極と、当該第1印加電極の周囲に互いに等間隔に容量結合可能に配列した浮遊電極と、当該浮遊電極の周辺部に互いに電氣的に接続された第2印加電極とから構成し、

10

前記第1電極と第2電極との間にパルス電圧を印加しつつ、前記複数の浮遊電極を容量結合させる電源ユニットを備えてなる、

ことを特徴とする水の殺菌装置。

【請求項3】

請求項2に記載の水の殺菌装置において、

前記各浮遊電極は、円柱状に形成してあって、等間隔に配置してあることを特徴とする水の殺菌装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、水の殺菌方法に係り、特に水中に配置した電極間に電圧を印加して殺菌する水の殺菌方法および装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、水道水などの飲料水や、プールの水、公衆浴場のお湯などを殺菌する場合、一般に水中に塩素などの化学物質（薬品）を投入して行なっていた。しかし、化学物質による殺菌は、化学物質によって水の味が変わるばかりでなく、化学物質の臭いがして人に不快感を与える。

【 0 0 0 3 】

また、水中に放射線を照射して殺菌する方法も開発されている。しかし、放射線を照射して殺菌する方法は、水が分解されてOHラジカルを生じ、OHラジカルによって水が改質され、味が変わってしまう。しかも、放射線による殺菌方法は、大量の水を殺菌することができない。そこで、近年は、特許文献1に記載されているように、水中に電極を配置して電極間に電圧を印加し、電気化学的に水処理をして殺菌する方法が行なわれるようになっている。

【 0 0 0 4 】

すなわち、特許文献1には、被処理水中に配置した陽極と陰極との間に高電圧パルス印加し、被処理水中で陽極と陰極との間で放電させる。そして、放電による強い衝撃力と、高い電界強度、水の電気分解により生ずる酸素の活性種などによって、被処理水を殺菌するようにしている。

【特許文献1】特開2004-89935号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献1に記載の、水中放電による電気分解の作用によって殺菌する方法は、大変な高電圧を必要とする。また、特許文献1に記載の殺菌方法は、放電に伴って大電流が流れるために危険であるばかりでなく、水素を発生するので危険である。また、大量の電力を使用する必要があり、処理コストが高かつき、大量の水を殺菌するのが容易でない。

【 0 0 0 6 】

本発明は、前記従来技術の欠点を解消するためになされたもので、低電圧で殺菌でき、電力の消費量を大幅に削減できるようにすることを目的としている。

また、本発明は、大量の水を容易に殺菌できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するために、本発明に係る水の殺菌方法は、中心部に置かれた第1印加電極と、その周囲に互いに等間隔に容量結合可能に配列した複数の浮遊電極の周囲を取り囲んで互いに電気接続された複数の第2印加電極との間にパルス電圧を印加しつつ、それらの間の容量結合された複数の浮遊電極間に前記被処理水を通水して殺菌することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

そして、上記の水の殺菌方法を実施する本発明に係る水の殺菌装置は、被処理水中に配置可能な電極ユニットを有し、この電極ユニットはその中心部に配置される第1印加電極と、当該第1印加電極の周囲に互いに等間隔に容量結合可能に配列した浮遊電極と、当該浮遊電極の周辺部に互いに電氣的に接続された第2印加電極とから構成し、前記第1電極と第2電極との間にパルス電圧を印加しつつ、前記複数の浮遊電極を容量結合させる電源ユニットを備えてなることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

各浮遊電極は、円柱状に形成することが望ましい。また、各浮遊電極は、等間隔に配置

10

20

30

40

50

するとよい。さらに、各浮遊電極は、第1各印加電極と第2印加電極とのいずれか一方の印加電極を中心とする複数の同心円上に配置し、いずれか他方の印加電極が各浮遊電極の外側に配置することができる。

【発明の効果】

【0010】

上記のごとくなっている本発明は、容量結合している複数の浮遊電極間に被処理水を流すと、浮遊電極間の被処理水と各浮遊電極とによって、いわゆる浮遊コンデンサが形成される。したがって、浮遊電極間を容量結合させるために第1印加電極と第2印加電極との間に印加する電圧が小さくとも、浮遊電極間に大きな電界を発生させることが可能で、大腸菌などの細菌に大きな分極作用を及ぼす。細菌は、分極作用により細胞膜などが破壊されて死滅する。しかも、各印加電極間に印加する電圧を小さくできるため、水中における放電などが発生せず、電流量を少なくすることができ、安全性も向上し、水の温度が上って味が変わるなどの現象を防ぐことができる。

10

【0011】

そして、第1、第2印加電極間に印加する電圧を間歇的に、すなわちパルス状に印加して各浮遊電極間を間歇的に容量結合すると、印加電極間を流れる電流量をより少なくすることができる。また、パルス状の電圧を印加すると、急激に変化する電界によって細菌に瞬間的な分極が発生し、殺菌作用を高めることができる。さらに、間歇的に電圧を印加することにより、第1、第2印加電極間を流れるパルス状の微弱電流によって、被処理水に溶解している酸素が容易に酸化還元反応を起こして活性化され、活性な酸素による殺菌作用を得ることができる。なお、浮遊電極を円柱状に形成し、等間隔に配置すると、電界の局所的な集中を避けることができ、各浮遊電極の周囲の電界が一様となって良好な殺菌を行なうことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明に係る水の殺菌方法および装置の好ましい実施の形態を、添付図面に従って詳細に説明する。

図1は、本発明の実施の形態に係る水の殺菌装置の説明図である。図1において、殺菌装置10は、電極ユニット12と電源ユニット14とから構成してある。電極ユニット12は、実施形態の場合、平面視で六角形状に形成してあって、1つの第1印加電極16と複数の第2印加電極18と複数の浮遊電極20とを有する。これらの各電極16、18、20は、詳細を後述するように、円柱状に形成してある。

30

【0013】

第1印加電極16は、電極ユニット12の中心部に配置してある。また、複数の第2印加電極18は、電極ユニット12の外周縁部において六角形の各片に沿って配置してある。そして、電極ユニット12は、第2印加電極18の外側に六角形状に形成した導電性連結材22が設けてあって、この導電性連結材22の内面に各第2印加電極18が電氣的に接続してある。したがって、各第2印加電極18は、導電性連結材22を介して相互に電氣的に接続している。また、導電性連結材22は、第2印加電極18の高さ方向の適宜の位置に設けてあって、各第2印加電極18の間を図示しない被処理水が通流できるようになっている。なお、導電性連結材22は、第2印加電極18の上面を連結するようによ

40

【0014】

第1印加電極16と導電性連結材22とは、リード線24を介して電源ユニット14に接続してあり、電源ユニット14によって両者間に電圧を印加できるようにしてある。すなわち、電源ユニット14は、第1印加電極16と第2印加電極18との間に電圧を印加する。第1印加電極16と第2印加電極18と間には、複数の浮遊電極20が配設してある。

【0015】

各浮遊電極20は、第1印加電極16の周囲に等間隔に配置してある。また、各電極1

50

6、18、20は、複数の平行した直線状に配列されるとともに、隣接する列間において千鳥状に配置されている。各浮遊電極20は、電源などに接続されておらず、電氣的に浮いた状態となっていて、第1印加電極16と第2印加電極18との間に電圧が印加されると、相互に容量結合される。したがって、各浮遊電極20は、電極間に誘電体が配置されたコンデンサとなる。

【0016】

第1、第2印加電極16、18と浮遊電極20とは、例えば黒鉛やステンレスなどの耐食性の導電材によって形成しあり、実施形態の場合、同一の形状をなしている。すなわち、各電極16、18、20は、図2に図1のA-A線に沿った断面の一部を示したように、大径の頭部26と小径の脚部28とからなっている。また、電極ユニット12は、プラスチックなどの絶縁材からなるベース30を備えている。ベース30は、上面に複数の植設孔32が形成してあって、植設孔32に電極16、18、20の脚部28が挿入してある。なお、頭部26は、ベース30の表面から適宜の距離dだけ離してあって、各電極が近接配置した場合でも、沿面放電が生じないようにしてある。

10

【0017】

電源ユニット14は、電源部40と制御部42とから構成してある。電源部40には、リード線24を介して第1印加電極16と導電性結合材22とが接続してあって、第1印加電極16と第2印加電極18との間にパルス状の電圧を印加する。制御部42は、電源部40が出力する印加電圧の大きさ、電圧の印加時間(パルス幅)、パルス間隔(周波数)を設定できるようになっていて、設定条件にしたがって電源部40を制御する。

20

【0018】

このようになっている実施形態の殺菌装置10は、図示しない被処理水の流路、または循環路に配置される。そして、電源ユニット14の電源部40によって第1印加電極16と第2印加電極18との間に電圧を印加すると、図3に示したように、第1、第2印加電極16、18(第2印加電極18は図示せず)と浮遊電極20との間、および各浮遊電極20間にコンデンサCが形成される。すなわち、電極ユニット12は、マルチコンデンサとなる。そして、各電極間に被処理水を通すと、電極間に大きな電界を生ずる。また、各電極は、導電体であるので、誘電率が無限大であって、電極の表面に電界が集中し、水と電極との境界付近が強電界となる。したがって、電極間隔を適宜に設定すると、第1印加電極16と第2印加電極18との間に印加する電圧が小さくとも、細菌を死滅させるのに十分な電界を容易に得ることができる。しかも、第1印加電極16と第2印加電極18との間に印加する電圧を低くできるため、水中における放電などが発生することがなく、印加電極16、18間を流れる電流量を少なくすることができ、電力消費量を大幅に削減することができる。

30

【0019】

また、第1印加電極16と第2印加電極18との間にパルス状の電圧を印加し、各浮遊電極20間を間歇的に容量結合すると、印加電極16、18間を流れる電流を非常に小さくすることができる。しかも、パルス電圧の印加によって、水中の電界が急激に変化するため、細菌にパルス電界による瞬間的な分極作用を与えることができ、殺菌作用を高めることができる。さらに、第1印加電極16と第2印加電極18との間に間歇的に電圧を印加すると、印加電極16、18間を流れる微弱なパルス電流によって、被処理水に溶解している酸素が容易に酸化還元反応を起こして活性化され、活性な酸素による殺菌作用を得ることができる。また、流れる電流が少なく、必要とする電力量が小さいため、容易にパルス幅の小さな電源ユニット14を用いることができる。しかも、低電力量で殺菌するため、被処理水の温度の上昇を抑えることができ、水の性質(味)が変わることがない。そして、高電圧を必要としないため、安全性を高めることができる。また、複数の電極ユニット12を被処理水中や被処理水の流路に配置することにより、大量の被処理水を容易に殺菌することができる。

40

【0020】

50

また、実施形態においては、各電極 16、18、20 を円柱状に形成し、等間隔に配置したことにより、電界の局所的な集中を避けることができ、浮遊電極の周囲の電界が一様となって良好に殺菌することができる。そして、実施形態の殺菌装置 10 は、塩素などの化学物質を使用しないため、水の味が変わることがなく、人に化学物質の臭いがするなどの不快感を与えることがない。さらに、殺菌装置 10 は、複数の電極ユニット 12 を流路に配置して容易にマルチ化することができ、大量の被処理水を殺菌することができる。

【実施例 1】

【0021】

図 4 (1) に示したように、頭部 26 の直径が 5 mm、頭部 26 の長さが 10 mm、脚部 28 の長さが 10 mm のステンレスからなる第 1、第 2 印加電極 16、18 および浮遊電極 20 を作製した。そして、これらの電極 16、18、20 をプラスチックのベース 30 に配置し、図 4 (2) に示したような電極ユニット 12 を形成した。電極ユニット 12 は、隣接する電極の間隔が 0.4 mm であって、中央部に 1 本の第 1 印加電極 16、その周囲に 18 本の浮遊電極 20 を配置し、さらに浮遊電極 20 の周囲に第 2 印加電極 18 を配置して、全体として六角形状に形成した。また、ベース 30 と頭部 26 との間隔 d は、3 mm にした。

【0022】

このように形成した電極ユニット 12 を、細菌を添加した被処理水 (図示せず) の入った内径 50 mm の樹脂製容器 44 内に配置したのち、第 1 印加電極 16 と第 2 印加電極 18 との間にパルス電圧を印加して殺菌実験を行なった。被処理水は、蒸留水 30 mL に大腸菌 (E.coli IAM12119) を添加し、菌の濃度を 50 cell/mL に調整した。第 1、第 2 印加電極 16、18 間に印加した電圧は、周波数 $f = 2.5 \text{ kHz}$ 、パルス幅が $16 \mu\text{s}$ 、ピーク電圧が 1.8 kV であり、ピーク電流が 110 mA である。

【0023】

このような実験条件の下に殺菌試験を行なったところ、図 5 に示したような結果が得られた。なお、図 5 の横軸は単位を分で表した処理時間、縦軸は初期の菌の数に対する処理後における生菌の数の割合である。なお、図 5 の N_0 は初期の菌の数 (コロニー数)、 N は殺菌処理後の菌の数を示している。そして、図中の N/N_0 は、実測値である。この実測値に基づいて、除菌 (殺菌) の時間的変化を求めたところ、処理時間を t (分) とすると、

【数 1】

$$(N/N_0) = 0.98 e^{-0.042t}$$

となり、同図の破線に示した曲線が得られた。そして、12 分間の殺菌処理で被処理水の温度が 10℃ 上昇したとして消費電力を計算したところ、約 1.7 mW であった。

【0024】

なお、浮遊電極 20 の効果を確認するために、浮遊電極 20 を有する図 4 の電極ユニット 12 と、図 4 の電極ユニット 12 から浮遊電極 20 を取り除いて、1 本の第 1 印加電極 16 と六角形状に配置した 18 本の第 2 印加電極 18 とだけからなる電極ユニットを作製し、上記と同様の条件で殺菌試験を行なった。その結果を図 6 に示す。

【0025】

図 6 の横軸は処理時間 (単位: 分) であり、縦軸は菌の生存率の対数値である。また、図中の N/N_0 は浮遊電極を設けた電極ユニット 12 による結果であり、 N/N_0 は浮遊電極を有しない電極ユニットによる結果である。図からわかるように、浮遊電極 20 を設けることによって、殺菌効果が大幅に向上することがわかる。

【実施例 2】

【0026】

図 7 (1) に示したように、被処理水 50 を貯留した被処理水タンク 52 と、殺菌処理した処理水 54 を貯留する処理水タンク 56 とを連通する流路 58 に、殺菌処理部 62 を設け、殺菌処理部 62 に図 4 に示した電極ユニット 12 を 7 個直列に配置した。そして、

流路 5 8 に設けたポンプ 6 0 によって、被処理水タンク 5 2 中の被処理水 5 0 を処理水タンク 5 6 に向けて圧送した。被処理水 5 0 は、蒸留水に大腸菌を添加して実施例 1 と同様に調整した。また、各電極ユニット 1 2 には、周波数 $f = 5 \text{ kHz}$ 、パルス幅 $10 \mu\text{s}$ 、ピーク電圧 500 V のパルス電圧を印加した。パルス電流は 200 mA である。

【0027】

なお、安全性を考慮して、図 7 (2) に示したように、殺菌処理部 6 2 の両側の殺菌処理部 6 2 から離れた位置において、流路 5 8 を接地した。殺菌処理部 6 2 から遠い位置を接地したのは、殺菌処理部 6 2 の近くを接地すると、水の導電性から電極ユニット付近が接地される (等電位になる) ことになり、電極間の電界が弱まるためである。

【0028】

このような実験条件において、流路 5 8 を流れる被処理水 5 0 の流量を変化させたときの殺菌効果を調べた。実験結果を図 8 に示す。図 8 は、殺菌処理部 6 2 において殺菌処理した処理水中の菌の生存率を示したもので、横軸が殺菌処理部 6 2 に流入する被処理水 5 0 の流量 $Q (\text{mL} / \text{分})$ 、縦軸が菌の生存率 (%) である。なお、この実施例においては、 $Q = 120 \text{ mL} / \text{分}$ が水道管を流れる水道水の一般的な流量に相当している。

【0029】

1 分間あたりの被処理水 5 0 の流量 Q が多くなるほど殺菌 (滅菌) 効果が小さくなる。また、この実施例において、滅菌効果が比較的小さく、菌の生存率が高いのは、第 1、第 2 印加電極 1 6、1 8 間に印加した電圧が低いためと考えられる。

【実施例 3】

【0030】

図 4 に示した電極ユニット 1 2 を用いて、第 1、第 2 印加電極 1 6、1 8 間の印加電圧と殺菌効果との関係を調べた。その結果を図 9 に示した。印加電圧は、周波数 $f = 2.5 \text{ kHz}$ 、パルス幅 $16 \mu\text{s}$ 、流したパルス電流は 110 mA であって、被処理水は実施例 1 と同様に調整した。

【0031】

図 9 の横軸は第 1 印加電極 1 6 と第 2 印加電極 1 8 との間に印加した電圧 (単位 : kV) であり、横軸は死滅速度定数 (単位 : min^{-1}) である。

なお、処理前の細菌の数を N_0 、処理時間を t (分)、処理後の細菌の数を N とすると、死滅速度定数 κ は、

【数 2】

$$\kappa = (1/t) \log (N_0/N)$$

として求められる。

【0032】

この死滅速度定数 κ が大きいほど殺菌効果が大きく、細菌を早期に死滅させることができる。そして、図 9 においては、第 1、第 2 印加電極 1 6、1 8 間に印加する電圧が 1.5 kV 以上になると、大きな死滅速度定数が得られ、よい殺菌効果が望める。これは、図 4 に示した実施例の電極ユニット 1 2 の場合、第 1 印加電極 1 6 と、第 2 印加電極 1 8 との間に印加する電圧を 1.5 kV 以上にすると、菌体の細胞膜を分極させて絶縁破壊するのに必要とする電圧が得られるためと考えられる。したがって、実施例 2 の実験においても、殺菌処理部 6 2 の各電極ユニット 1 2 に印加する電圧を 1.5 kV 以上にすることにより、良好な殺菌を行なえるものと思われる。

なお、印加電圧が同じである場合、印加電圧の周波数がより高いほど、より大きな殺菌効果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】本発明に係る水の殺菌装置の説明図である。

【図 2】図 1 の A - A 線に沿った一部断面図である。

10

20

30

40

50

【図3】実施形態に係る浮遊電極の作用を説明する図である。

【図4】実施例に用いた電極ユニットの説明図である。

【図5】処理時間に対する除菌の変化を示す図である。

【図6】浮遊電極の殺菌効果を説明する図である。

【図7】実施例2の説明図である。

【図8】被処理水の流量と細菌の生存率との関係を示す図である。

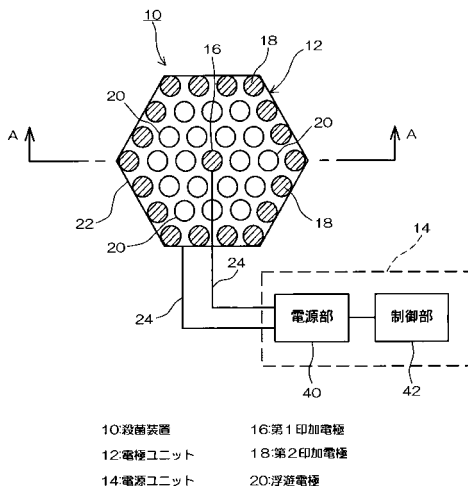
【図9】印加電極間の印加電圧と細菌の死滅速度定数との関係を示す図である。

【符号の説明】

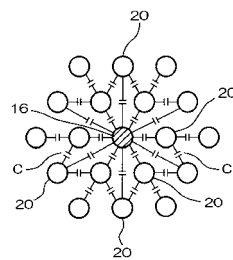
【0034】

10.....殺菌装置、12.....電極ユニット、14.....電源ユニット、16.....
 第1印加電極、18.....第2印加電極、20.....浮遊電極、40.....電源部、42
制御部、50.....被処理水、54.....処理水、58.....流路、62.....殺
 菌処理部。

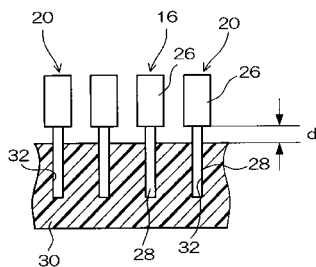
【図1】



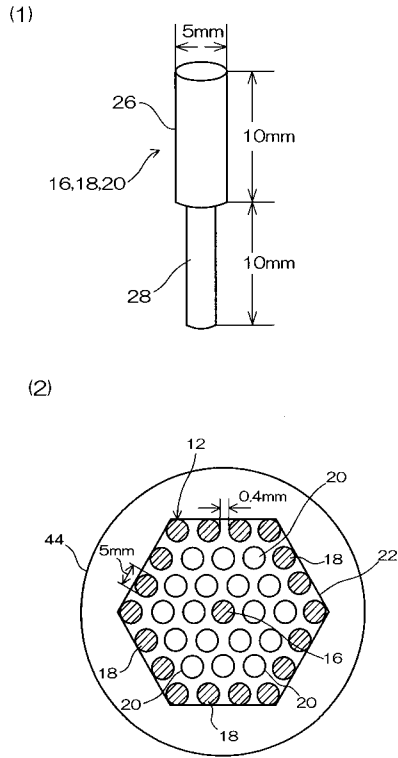
【図3】



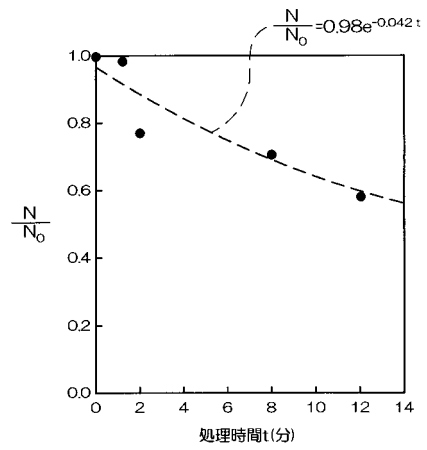
【図2】



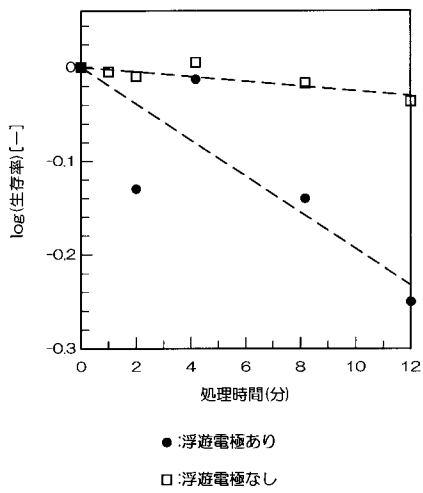
【 図 4 】



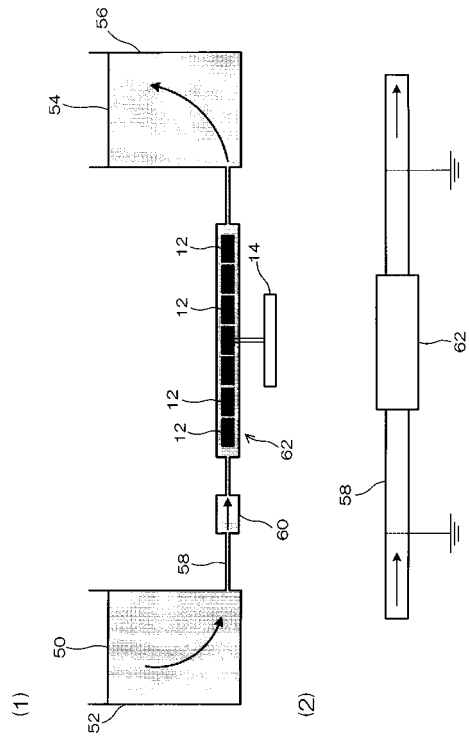
【 図 5 】



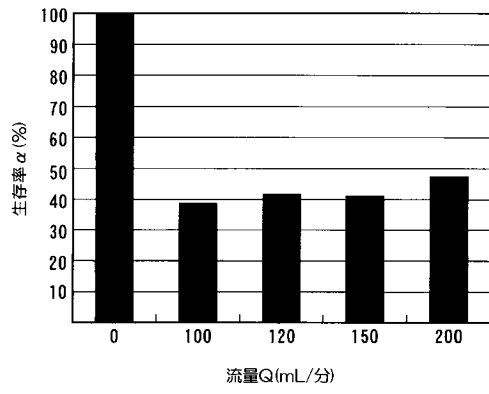
【 図 6 】



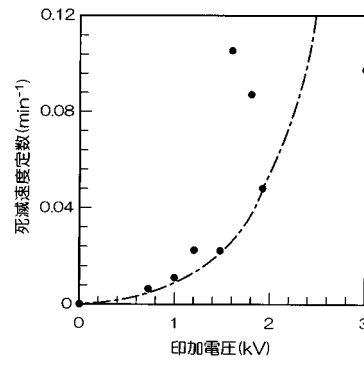
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭54-099340(JP,A)
特開平02-245290(JP,A)
特開平11-070386(JP,A)
特開2003-339832(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C02F 1/46 - 1/48