

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6074792号
(P6074792)

(45) 発行日 平成29年2月8日 (2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日 (2017.1.20)

(51) Int.Cl.

F I

H05H 1/00 (2006.01)

H05H 1/24 (2006.01)

H05H 1/00 A

H05H 1/24

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-234839 (P2012-234839)	(73) 特許権者	301021533
(22) 出願日	平成24年10月24日 (2012.10.24)		国立研究開発法人産業技術総合研究所
(65) 公開番号	特開2013-131487 (P2013-131487A)		東京都千代田区霞が関1-3-1
(43) 公開日	平成25年7月4日 (2013.7.4)	(72) 発明者	榊田 創
審査請求日	平成27年8月7日 (2015.8.7)		茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法
(31) 優先権主張番号	特願2011-254516 (P2011-254516)		人産業技術総合研究所つくばセンター内
(32) 優先日	平成23年11月22日 (2011.11.22)	(72) 発明者	池原 譲
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法
			人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	木山 学
			茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法
			人産業技術総合研究所つくばセンター内
		審査官	山口 敦司
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ評価装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受けて、その被照射材が被照射側測定端子を介して抵抗器と差動アンプからなる微弱電流測定部に接続されており、さらにその微弱電流測定部の抵抗はプラズマ生成用電源の接地側に接続されており、抵抗器の抵抗間にかかる電圧を差動アンプを介して測定することにより被照射材に流れる電流を測ること、及びプラズマ生成用電源の出力電圧を測ることによりプラズマの状態を評価することを特徴とするプラズマ評価装置。

【請求項2】

前記抵抗が可変であること、または抵抗値を切り替え可能であることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ評価装置。

10

【請求項3】

前記差動アンプの出力信号、及び電圧の信号をアナログ光変換器を介して光ファイバーを通して伝送し、受光部において電気信号に変換してアナログ・デジタル変換器に入力し計測すること、もしくは、前記差動アンプの出力信号、及び電圧の信号をアナログ・デジタル変換器に入力して更に光変換することで、光ファイバーで電氣的に絶縁してデータを伝送して別のアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを特徴とする請求項1もしくは2に記載のプラズマ評価装置。

【請求項4】

前記被照射材が、大気圧プラズマの性能評価用端子の場合はプラズマ照射装置の電流測

20

定を行い、受け皿の場合は当該受け皿に乗せたマウスなどの小型動物に流れる電流測定を行い、診察台の場合は当該診察台に乗せた人または中型動物に流れる電流測定を行い、または電極パッドの場合は当該電極パッドに乗せた人体の一部に流れる電流測定を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のプラズマ評価装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の電流測定はいずれも、

(A - 1) ; プラズマを生成させない条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加して計測した電圧値 V_1 と電流値 I_1 と、

(A - 2) ; プラズマを生成する条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成し、

(A - 3) ; (A - 1) の電圧値 V_1 と同じになるように供給電源の出力を調整し、その時計測した電流値 I_3 と、

(A - 4) ; (A - 1) と (A - 3) で計測した電流の位相を調整してピークを合わせ、(A - 3) の電流値 I_3 から (A - 1) の電流値 I_1 を差し引いた値、つまり、 $I_3 - I_1$ を真に流れた電流成分として評価するか、

または、

(B - 1) ; プラズマを生成させない条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加して計測した電圧値 V_1 と電流値 I_1 と、

(B - 2) ; プラズマを生成する条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成して計測した電圧値 V_2 と電流値 I_2 と、

(B - 3) ; (B - 1) と (B - 2) の電圧値の比を (B - 2) の電流に掛けた $(V_1 / V_2) \times I_2$ と、(B - 1) で計測した電流の位相を調整してピークを合わせ、 I_1 を差し引いた値、つまり、 $(V_1 / V_2) \times I_2 - I_1$ 言い換えれば $V_1 \cdot I_2 / V_2 - I_1$ を真に流れた電流成分として評価する、

ことを特徴とする請求項 4 記載のプラズマ評価装置。

【請求項 6】

前記抵抗器の出力とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ロコスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて電流を計測することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のプラズマ評価装置。

【請求項 7】

プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受けて、その被照射材が被照射側測定端子を介してプラズマ生成用電源の接地側に接続されており、被照射側測定端子とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ロコスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて被照射材に流れる電流を計測すること、及びプラズマ生成用電源の出力電圧を測ることによりプラズマの状態を評価することを特徴とし、該被照射材が、大気圧プラズマの性能評価用端子の場合はプラズマ照射装置の電流測定を行い、受け皿の場合は当該受け皿に乗せたマウスなどの小型動物に流れる電流測定を行い、診察台の場合は当該診察台に乗せた人または中型動物に流れる電流測定を行い、または電極パッドの場合は当該電極パッドに乗せた人体の一部に流れる電流測定を行うことを特徴とするプラズマ評価装置。

【請求項 8】

前記ロコスキーコイルまたはカレントトランスのアンプの出力信号をアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを、もしくはアンプの出力信号をアナログ光変換器を介して光ファイバーを通して伝送し、受光部において電気信号に変換しアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを、もしくはアンプの出力信号をアナログ・デジタル変換器に入力し更に光変換することで、光ファイバーで電氣的に絶縁してデータを伝送し別のアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを特徴とする請求項 7 に記載のプラズマ評価装置。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のプラズマ評価装置において、可視光域もしくは赤外光域のカメラを用いたモニタリングを併用して、プラズマによる被照射部の状態を観察

10

20

30

40

50

することを特徴とするプラズマ評価装置。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 いずれか一項に記載のプラズマ評価装置を用いて、プラズマの電流を計測することで大気圧プラズマを評価するプラズマ評価方法。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のプラズマ評価装置を用いて、前記被照射材として大気圧プラズマの性能評価用端子を選択採用してプラズマの電流を計測して大気圧プラズマを評価するプラズマ評価方法であって、

プラズマ照射装置が生成するプラズマの長さを L_0 としたとき、半径 $L_0 \times 2$ 、高さ $L_0 \times 3$ の円柱領域を想定し、円柱の上底中心から円柱の中心軸に沿って下底側に前記プラズマが照射されるとき、前記プラズマに対する前記性能評価用端子の相対位置が前記円柱領域の範囲内で、前記プラズマの電流を計測することで大気圧プラズマを評価するプラズマ評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ評価装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、世界的な規模で、大気圧環境下でプラズマを発生させて手術等に利用しようとする研究が活発化し、医療用機器としてのプラズマ技術の開発が加速されている。しかしながら、利用されるプラズマの特性が計測されず、安全性が評価されないまま導入が進められようとしている。事実、エネルギーが高い場合には、組織損傷をきたす場合がある。

【0003】

プラズマの特性としては、特に真空中において、電子温度、電子密度、イオン温度、イオン密度、空間電位などが計測されてきている。一方、大気圧中の非平衡低温プラズマに関しては、発光分光計測や電子温度計測など幾つかの計測が行われ始めている段階にある。計測されるべきパラメーターの中で、特に生体(人体)に流れる電流値の大きさが安全性に最も影響するので、実際に流れる電流を計測し、プラズマ照射装置を制御・調整しなければならない。

【0004】

一般に電流を計測する手法としては、電流路に抵抗を入れてその抵抗間にかかる電圧を計測することによりその抵抗値と電圧値から電流を評価する手法、ロゴスキーコイルを用いた方法、もしくはカレントトランスを用いる方法などの手法が見出され、古くから利用されてきている。しかしながら、大気圧環境下におけるプラズマ発生装置が発生するプラズマジェットの電流や生体を通して流れる電流を計測することは容易ではなかった。なぜなら、大気圧中において非平衡低温プラズマを発生させるために、通常、プラズマ発生用電極を時間と共に変動させている。該プラズマ発生装置の電極電流は、該電極電圧に対して、位相をずらして時間変動する。電圧印加電極とプラズマ装置の接地電極間に流れる電流以外に、生体を通して流れる電流がそれに加わる。生体に流れる電流は時間的に激しく変動するパルス状で、変位電流成分もそれに加わり、プラズマ状態により、電極印加電圧も変動することがあり、結果、プラズマの状態も変動させてしまう。このように、プラズマ状態、プラズマ発生装置の電極間電圧、プラズマ発生装置の電極間電流、及び生体を通して流れる電流が相互関係にあり、プラズマ発生装置の供給側電源の電流を測定できても、該生体を通して流れる電流は、プラズマ発生装置の電極間電流に重なっているため、分離は容易ではなかった。

【0005】

従って問題点としては、国内外において普及が見込まれる医療用等プラズマ照射装置のプラズマ特性を簡単に測定・評価することができないこと、特に医療現場においては、操作性、衛生面、コンパクト性を考慮した利便性に優れた装置がないことである。つまり、

10

20

30

40

50

安全・安心のために、プラズマ装置の初期性能、性能維持・管理を行える評価装置がなく、更に、プラズマの状態を容易に監視(計測・評価)しながら、照射処理が行うことができなかった。

【 0 0 0 6 】

以上のように、特許文献 1、非特許文献 1 等の大気圧環境下でプラズマ照射処理装置が発生するプラズマの状態を容易に計測して客観的に評価する装置、手法が強く望まれている。

一方、特許文献 2 には、プラズマ処理装置において、ウエハステージ上に設けた紫外光誘起電流測定用のフォトン検出センサにより、プラズマチャンバ内で発生する異常放電現象を半導体ウエハの処理の進行と同時にリアルタイムで検出するものが記載されている。しかしながら、これは、ウエハ加工等の工業用のプラズマ処理装置であって、主放電とは別の領域で発生する異常放電に起因した光電子電流を計測するものであり、医療用等のプラズマ照射装置の被照射物、特に生体等に流れ込む電流を計測するものではない。したがって、医療用等に応用は効かず、医療現場等で簡便に使用できるものでもない。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 PCT/JP2011/064661

【 特許文献 2 】 特開2005-340632号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 K. E. Grund et al., EndoscopeSurgery 2 (1994) 42.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明の解決しようとする課題は、医療用等のプラズマ照射処理装置の発生するプラズマの電流、及び生体等に流れる電流を簡便に計測し、評価する装置、及び方法を提供することである。また、医療現場等において、照射する前、及び照射中の機器の状態を簡便にモニターする評価装置を提供することである。更に、プラズマ照射機器をメンテナンスとして簡便にチェックすることができる評価装置を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、本発明のプラズマ評価装置は、プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受けて、その被照射材が被照射側測定端子を介して抵抗器と差動アンプからなる微弱電流測定部に接続されており、さらにその微弱電流測定部の抵抗はプラズマ生成用電源の接地側に接続されており、抵抗器の抵抗間にかかる電圧を差動アンプを介して電流を測定し、及びプラズマ生成用電源の出力電圧を測ることでプラズマを評価することを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、抵抗器の抵抗が可変であること、または抵抗値を切り替え可能であることを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、前記差動アンプの出力信号、及び電圧の信号をアナログ光変換器を介して光ファイバーを通して伝送し、受光部において電気信号に変換してアナログ・デジタル変換器に入力し計測することを特徴とする。もしくは、前記差動アンプの出力信号、及び電圧の信号をアナログ・デジタル変換器に入力して更に光変換することで、光ファイバーで電氣的に絶縁してデータを伝送して別のアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、被照射材が、性能評価用端子の場合はプラズマ照射装置の電流測定を行い、または受け皿の場合は当該受け皿にマウスなどの小型動物を乗せて電流測定を行い、または診察台の場合は人または中型動物に流れる電流測定を行い、または電極パッドの場合は人体の一部に流れる電流測定を行うことを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、上記電流測定はいずれも、

(A - 1) ; プラズマを生成させない条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加して計測した電圧値 V_1 と電流値 I_1 と、

(A - 2) ; プラズマを生成する条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成し、

(A - 3) ; (A - 1)の電圧値 V_1 と同じになるように供給電源の出力を調整し、その時計測した電流値 I_3 と、

(A - 4) ; (A - 1)と(A - 3)で計測した電流の位相を調整してピークを合わせ、(A - 3)の電流値 I_3 から(A - 1)の電流値 I_1 を差し引いた値、つまり、 $I_3 - I_1$ を真に流れた電流成分として評価するか、

10

または、

(B - 1) ; プラズマを生成させない条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加して計測した電圧値 V_1 と電流値 I_1 と、

(B - 2) ; プラズマを生成する条件で、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成して計測した電圧値 V_2 と電流値 I_2 と、

(B - 3) ; (B - 1)と(B - 2)の電圧値の比を(B - 2)の電流に掛けた(V_1 / V_2) $\times I_2$ と、(B - 1)で計測した電流の位相を調整してピークを合わせ、 I_1 を差し引いた値、つまり、(V_1 / V_2) $\times I_2 - I_1$ 言い換えれば $V_1 \cdot I_2 / V_2 - I_1$ を真に流れた電流成分として評価することを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、抵抗器の出力とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ログスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて電流を計測することを特徴とする。

20

また、本発明のプラズマ評価装置は、プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受けて、その被照射材が被照射側測定端子を介してプラズマ生成用電源の接地側に接続されており、被照射側測定端子とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ログスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて電流を計測し、及びプラズマ生成用電源の出力電圧を測ることでプラズマを評価することを特徴とし、該被照射材が、性能評価用端子の場合はプラズマ照射装置の電流測定を行い、または受け皿の場合は当該受け皿にマウスなどの小型動物を乗せて電流測定を行い、または診察台の場合は人または中型動物に流れる電流測定を行い、または電極パッドの場合は人体の一部に流れる電流測定を行うことを特徴とする。

30

また、本発明のプラズマ評価装置は、ログスキーコイルまたはカレントトランスのアンプの出力信号をアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを、もしくはアンプの出力信号をアナログ変換器を介して光ファイバーを通して伝送し、受光部において電気信号に変換しアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを、もしくはアンプの出力信号をアナログ・デジタル変換器に入力し更に光変換することで、光ファイバーで電氣的に絶縁してデータを伝送し別のアナログ・デジタル変換器に入力して計測することを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価装置は、上記プラズマ評価装置に可視光域もしくは赤外光域のカメラを用いたモニタリングを併用して、プラズマによる被照射部の状態を観察することを特徴とする。

40

また、本発明のプラズマ評価方法は、上記プラズマ評価装置を用いて、電流を計測することで大気圧プラズマを評価することを特徴とする。

また、本発明のプラズマ評価方法は、上記プラズマ評価装置を用いて、前記被照射材として性能評価用端子を選択採用して事前に電流を計測して大気圧プラズマを事前評価するプラズマ評価方法であって、プラズマ照射装置が生成するプラズマの長さを L_0 としたとき、半径 $L_0 \times 2$ 、高さ $L_0 \times 3$ の円柱領域を想定し、円柱の上底中心から円柱の中心軸に沿って下底側に前記プラズマが照射されるとき、前記プラズマに対する前記性能評価用端子の相対位置が前記円柱領域の範囲内で、電流を計測することで大気圧プラズマを評価するプラズマ評価方法。

50

【発明の効果】

【0011】

本発明のプラズマ評価装置は上記構成であるから、医療用等のプラズマ照射処理装置の発生するプラズマの電流、及び生体等にかかる電流を精度良く計測し、客観的に評価する装置、及び方法を提供することができた。また、医療現場において、照射する前、及び照射中の機器の発生するプラズマの状態を簡便にモニターする装置を提供することができた。更に、プラズマ照射機器をメンテナンスとして簡便にチェックすることを可能にする評価装置を提供することができた。特に、プラズマ照射処置に伴う被照射物毎の血液の凝固状態の違いを電流の変化として捉えて、客観的に評価することを可能とさせる効果もある。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】図1は本発明の概念図である。

【図2】図2は本発明の実施例1を示した説明図である。

【図3】図3は本発明の実施例2を示した説明図である。

【図4】図4は本発明の実施例3を示した説明図である。

【図5】図5(a)は被照射材として性能評価端子を用いて電流を計測することで大気圧プラズマの評価を行う際の、性能評価端子とプラズマとの位置関係を説明した図である。図5(b)は、軸上で測定する性能評価端子とプラズマとの位置関係を説明した図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

20

課題を解決するために、本発明のプラズマ評価装置の中心的な構成としては、図1に示すように、電流路に抵抗を入れてその抵抗間にかかる電圧を計測することによりその抵抗値と電圧値から電流を評価する手法、及びロゴスキーコイルもしくはカレントトランスを用いる手法を応用し、大気圧プラズマの電流、及び生体等を通して流れる低周波数もしくは高周波数で微少の電流を精度良く計測し、客観的に評価する構成となっている。

【実施例】

【0014】

(実施例1)

以下、本発明を実施例によって具体的に説明する。

プラズマ評価装置は、図2に示すように、プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受け、その被照射材が被照射側測定端子を介して抵抗器と差動アンプからなる微弱電流測定部に接続されており、さらにその微弱電流測定部はプラズマ生成用電源の接地側に接続されており、抵抗器の抵抗間にかかる電圧を差動アンプを介して測定することで電流を評価する。また、分圧抵抗による電圧測定部を併用することでプラズマ生成用電源の出力電圧の変化を測定することも可能である。プラズマ生成用電源の接地側は、基本的に接地をするが、接地をせずに使うこともできる。

30

【0015】

抵抗器の抵抗は可変である。もしくは、抵抗値を切り替えることが可能であり、例えば、図2において、R1は0.1から1キロオーム程度の抵抗値の範囲であり、R2及びR3は50オーム程度の抵抗値であり、R4は5オーム程度の抵抗値である。

40

【0016】

差動アンプの出力などの各電気信号は、そのままオシロスコープなどのアナログ・デジタル(AD)変換器に入力されるか、もしくはアナログ光変換器を介して光ファイバーを通して伝送し電氣的に絶縁して、受光部において電気信号に変換されてオシロスコープなどのアナログ・デジタル変換器に入力される。出力はオシロスコープのモニター部で表示する。また、データをパソコンに接続することによりパソコンのモニター上で表示しても良い。もしくは、オシロスコープの出力を光変換することにより電氣的に絶縁して光ファイバーで伝送して電気信号に再変換することにより、パソコン上に表示することも可能である。

【0017】

50

プラズマ生成用電源の電力は、DC電源もしくはバッテリー等の電源から供給される。DC電源の場合、ACラインから絶縁トランスを介して電力が供給される。段落0016で記述された差動アンプ、光変換器(電気から光; E/O、光から電気; O/E)、オシロスコープ、パソコン、アナログ・デジタル変換器、演算器などの各電力もACラインから絶縁トランスを介してそれぞれ供給される。

【0018】

図2に示す被照射材が性能評価用端子(A)の場合は、各プラズマ照射装置の電流を測定し性能評価を行う。また、被照射材が受け皿(B)の場合は、当該受け皿にマウスなどの小型動物を乗せて電流測定を行う。また、被照射材が診察台(C)の場合は、人などの中型動物に流れる電流を測定する。また、電極パッド(D)の場合は、人体の一部(手、足等)に流れる電流を測定する。上記A~D等の被照射材は評価装置本体の被照射側測定端子に接続されるオプション部材として提供される。被照射材A~D等は金属、絶縁物(誘電体)等から選択される。性能評価用端子(A)の形状は、平板、球、半球の凹型、尖った形状などから選択される。

10

被照射材の材質を金属、絶縁物(誘電体)など換えて測定することにより、電気伝導度の大きさ、比誘電率の大きさなど、あるいはそれらの周波数依存性などそれぞれの材質の電気的特性に基づく放電特性を生かして電流測定が可能である。

被照射材の形状は、平板、球、半球の凹型、尖った形状など換えて測定することにより、その形状による電場分布に基づく放電特性を生かして電流測定が可能である。例えば、同じ金属でも、尖った先端をもつ被照射材には先端に電荷が集中しやすく、一方凹面であれば面内に電荷密度が極端に低くなり、それぞれ異なる放電状況で、プラズマ照射装置のプラズマ評価ができる。

20

【0019】

可視光域、赤外光域用などのカメラを用いてプラズマ被照射部をモニターし、出力信号をパソコンなどに送ることにより、電流変化及び被照射部の映像や表面温度をモニター上に表示することも可能である。

【0020】

(実施例2)

図3に示すように、抵抗器の出力とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ログスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて電流を計測することも可能である。ログスキーコイル、及びカレントトランスの出力はアンプにより増幅されて、アナログ・デジタル変換器に入力される。また、アンプの信号を光変換し光ファイバーで伝送し電氣的に絶縁し、受光部において電気信号に変換しアナログ・デジタル変換器に入力して計測することも可能である。各アンプの電力はACラインから絶縁トランスを介してそれぞれ供給される。また、ログスキーコイルまたはカレントトランスは、プラズマ生成用電源とプラズマ照射装置の電圧印加電極との間、もしくはプラズマ照射装置の接地電極とプラズマ生成用電源の接地側との間に取り付けることで、その箇所に流れる電流を計測することも可能である。

30

【0021】

(実施例3)

別の構成としては、図4に示すように、プラズマ照射装置が生成するプラズマを被照射材で受けて、その被照射材が被照射側測定端子を介してプラズマ生成用電源の接地側に接続される。そして、被照射側測定端子とプラズマ生成用電源の接地側との間に、ログスキーコイルまたはカレントトランスを取り付けて電流を計測することが可能である。

40

【0022】

上記実施例1~3において、各プラズマ照射装置の電流を測定して性能評価を行う場合には、プラズマ照射装置用電源、プラズマ被照射材以外のプラズマ評価装置をそれぞれ電磁シールドボックス内に設置することでノイズ信号をより減らすことが可能である。

【0023】

プラズマ電流の評価例として、アナログ・デジタル変換器、もしくはオシロスコープ、

50

もしくはパソコンに取り込まれた信号は、電流、電圧の時間変化の状態を表示させる。アナログ・デジタル変換器、オシロスコープやパソコンが演算機能を有している場合、プラズマ生成用電源などが発生させる変位電流成分を除去して生体等に流れる真のプラズマ電流成分を計算して表示させることが可能である。具体的には、以下に示す演算ダイアグラム A と演算ダイアグラム B の 2 通りのダイアグラムの何れかによる。

【 0 0 2 4 】

< 演算ダイアグラム A >

(1) ; プラズマを生成させない条件(ガスを流さない場合、プラズマ装置を接地電極から離れた状態等)にする。

そして、プラズマ照射装置に電圧を印加して電圧値 V_1 と電流値 I_1 を計測する。

10

(2) ; プラズマを生成する条件にして(ガスを流す等)、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成する。

(3) ; (1) の電圧値 V_1 と同じになるように供給電源の出力を調整し、その時の電流値 I_3 を計測する。

(4) ; (1) と (3) で計測した電流の位相を調整してピークを合わせる。

そして、真に生体等に流れる電流成分を求めるために、(3) の電流値 I_3 から (1) の電流値 I_1 を差し引く(つまり、 $I_3 - I_1$)ことで、真に生体等に流れる電流成分が求まる。

20

【 0 0 2 5 】

< 演算ダイアグラム B >

(1) ; プラズマを生成させない条件(ガスを流さない場合、プラズマ装置を接地電極から離れた状態等)にする。

そして、プラズマ照射装置に電圧を印加して電圧値 V_1 と電流値 I_1 を計測する。

(2) ; プラズマを生成する条件にして(ガスを流す等)、プラズマ照射装置に電圧を印加してプラズマを生成し、電圧値 V_2 と電流値 I_2 を計測する。

30

(3) ; (1) と (2) の電圧値の比を (2) の電流に掛ける。つまり、 $(V_1 / V_2) \times I_2$ 。

そして、(1) で計測した電流の位相を調整してピークを合わせ、 I_1 を差し引くことで、真に生体等に流れる電流成分を求める。つまり、 $(V_1 / V_2) \times I_2 - I_1 = V_1 \cdot I_2 / V_2 - I_1$ で、真に生体等に流れる電流成分が求まる。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、プラズマ評価装置を用い、被照射材として性能評価用端子を選択採用して電流を計測して大気圧プラズマを評価するプラズマ評価方法について説明した図である。プラズマジェットの評価方法を開発するために、プラズマ照射中におけるプラズマジェットの電流、或いは周囲に流れる微少電流を調べた結果、電流計測による大気圧プラズマの評価のためのプラズマジェットと性能評価用端子の相対位置との関係において以下の知見を得た。

40

プラズマジェットの軸上(L 方向)では、

(1) プラズマ照射装置プラズマジェットの出口から L_0 まで ($0 \leq L_1 \leq L_0$) が、プラズマジェット内であり、その影響を最も受ける。照射処置もこの範囲で行われるので、プラズマを評価するのに最も重要である。

(2) さらに、プラズマジェットの先端から $2L_0$ の距離まで ($L_0 < L_1 \leq 3L_0$) が、プラズマジェットの長さ L_0 に対し相対的に近傍で、プラズマジェットの影響(プラズマジェットを經由しての電流)はこの距離まで無視できない。プラズマジェットの外で近傍における電流の情報を得ることができる。

尚、(3) $3L_0 < L_1$ であっては、プラズマジェットの影響は小さくなりすぎるので

50

、プラズマジェットの情報得られず、プラズマの評価に適さない。従って、プラズマジェットの軸上(L方向)では、 $0 \leq L \leq 3L_0$ の範囲が測定に適している。

プラズマジェットの軸に対し垂直方向(r方向)では、

(4) プラズマジェットのある程度の太さがあるが、一般に L_0 に比べ非常に細いので、線と見なせる。プラズマジェット長 L_0 の視野角が大きい、軸から $2L_0$ まで($0 \leq r \leq 2L_0$)がr方向では近傍であり、プラズマジェットの影響(プラズマジェットを經由しての電流)はこの距離まで無視できない。プラズマジェットの外で近傍の電流情報を得ることができる。また、この範囲では、被照射体である性能評価用端子が大きさを持つので、多少プラズマジェットの方向を変えることもあっても、軸から $0 \leq r \leq 2L_0$ の範囲に影響及ぼす範囲は収まる。

10

【0027】

図5において、プラズマ照射装置が生成するプラズマの長さを L_0 としたとき、半径 $L_0 \times 2$ 、高さ $L_0 \times 3$ の円柱領域(図中破線で示す)を想定し、円柱の上底中心から円柱の中心軸に沿って下底側に前記プラズマが照射されるとき、前記プラズマに対する前記性能評価用端子の相対位置が前記円柱領域の範囲内で、適宜測定位置を選択して、あるいは測定位置を動かして電流を計測することで大気圧プラズマを評価することで評価できる。例えば、使用前にこの装置を適用することで、プラズマ照射装置の最良な状態を評価することができる。

【0028】

血液凝固、及び止血などを目的に生体にプラズマ照射処置を行う医療分野において、プラズマ照射装置使用時における照射処理時の照射状態、もしくは照射前または照射中における照射装置の性能監視(モニター)機能を有する評価装置を提供することになる。

20

そして、プラズマ評価装置により、各プラズマ照射装置の発生する電流値を計測することが可能となるため、例えば、医療用途の場合、電流値がある値以上を超えた場合に出力を制限するなどの措置を取るなどの評価が可能となる。

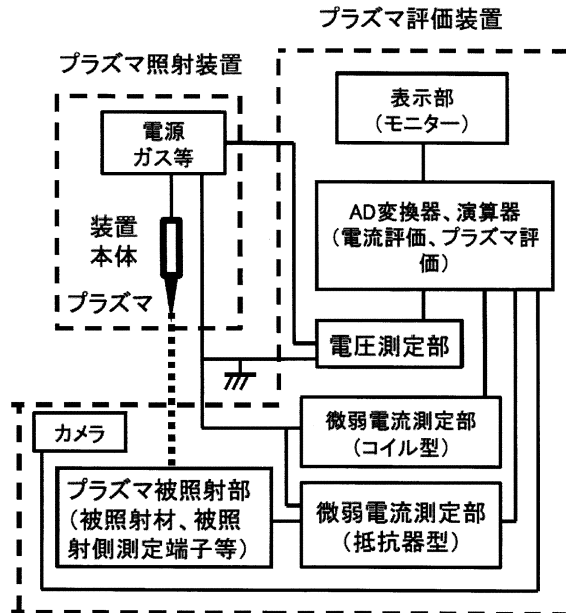
【産業上の利用可能性】

【0029】

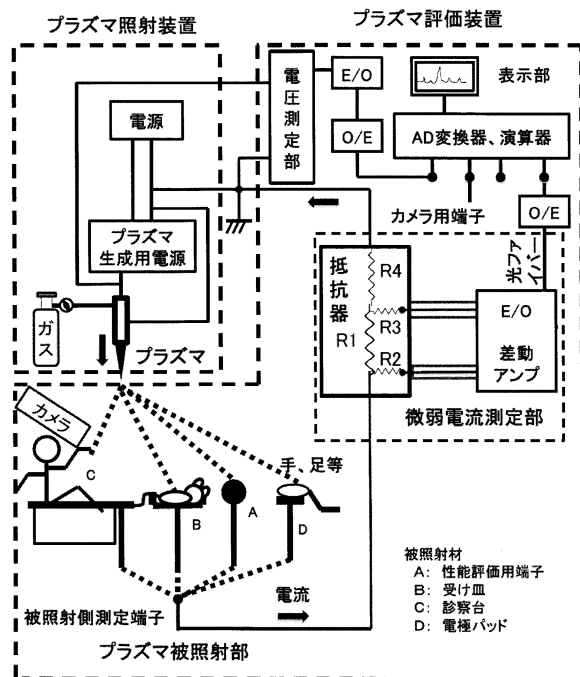
本発明は、各種プラズマ照射装置の発生する電流成分を簡便に計測する事が可能であり、装置間の電流の違いを客観的に評価することが可能である。特に、医療用途のプラズマ照射処理装置の計測に好適である。また、工場等の現場において、プラズマ照射装置を使用する場合、プラズマ評価装置を用いて、プラズマ照射装置の状態を客観的に評価することにより、その場計測の実施を、もしくはメンテナンス計測の実施を、もしくは何らかの不良の原因がプラズマ装置にあるのかそれとも他の要因に基づくものなのかを客観的に判断することを可能とさせる。

30

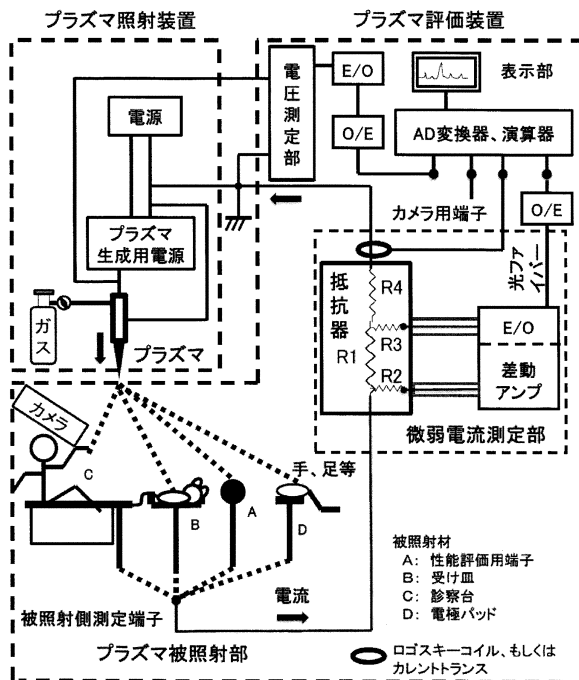
【図 1】



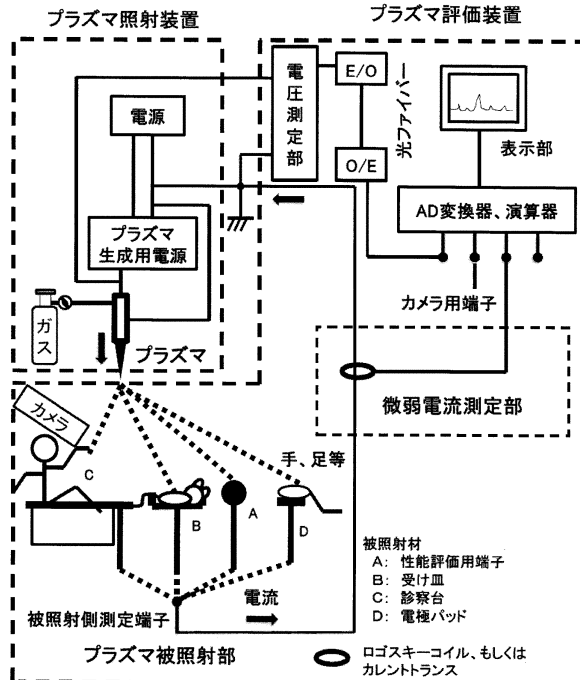
【図 2】



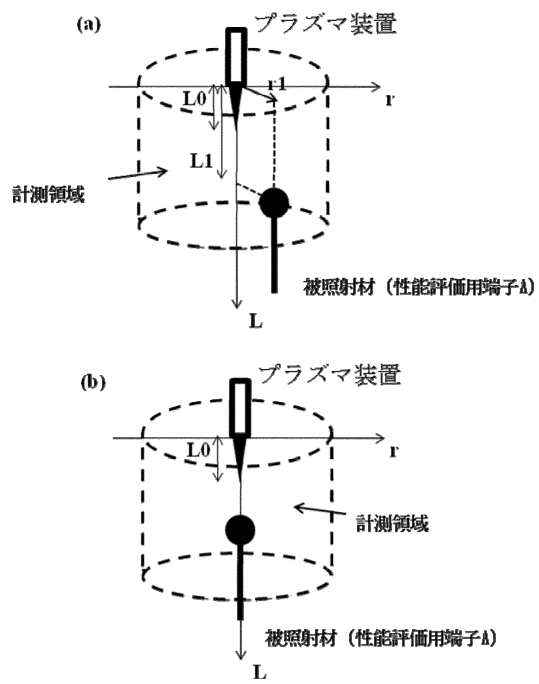
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2002-523173(JP,A)
特開2005-147125(JP,A)
実開昭59-135474(JP,U)
再公表特許第2006/107044(JP,A1)
国際公開第2007/083681(WO,A1)
特開2005-074081(JP,A)
特開平05-217690(JP,A)
特開平11-290335(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H	1/00
H05H	1/24