(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2010-528405
(P2010-528405A)
(43)公表日　平成22年8月19日(2010.8.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01H 9/54	(2006.01)	H01H	9/54	Z	5G034
H01T 15/00	(2006.01)	H01T	15/00	Z	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 23 頁）

(21)出願番号　特願2010-507834 (P2010-507834)
(86)(22)出願日　平成20年5月9日 (2008.5.9)
(85)翻訳文提出日　平成21年12月14日 (2009.12.14)
(86)国際出願番号　PCT/EP2008/003780
(87)国際公開番号　WO2008/138573
(87)国際公開日　平成20年11月20日 (2008.11.20)
(31)優先権主張番号　07009567.4
(32)優先日　平成19年5月12日 (2007.5.12)
(33)優先権主張国　欧州特許庁 (EP)

(71)出願人　508142413
ヒュッティンガー　エレクトロニック　スプウカ　ズ　オグラニショナ　オドポウィ　ヂャルノスツィア
Huettinger Electronic Sp. z o. o.
ポーランド国　ジロンカ　マレツカ　シュトラーセ　４７
Marecka St. 47, 05-220 Zielonka, Poland
(74)代理人　100061815
弁理士　矢野　敏雄
(74)代理人　100094798
弁理士　山崎　利臣

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プラズマアークの急速消弧のためのリードインダクタンスに蓄積されている電気エネルギーの低減のための回路及び方法

(57)【要約】
本発明は負荷（２）への給電を許可／中断すべく少なくとも１つのリードに作動接続する少なくともスイッチング手段（ＳＳ）を含んでいる、電源ユニット（５）を負荷（２）特にプラズマ応用部に接続するための１つ又は複数のリード（３．１，３．２）または負荷に蓄積された電気エネルギーを低減するための回路構成部（９）に関している。本発明によれば前記回路構成部（９）は、第１の電気的な非線形デバイスと、前記第１の電気的な非線形デバイスと直列に配設されているエネルギー蓄積デバイスと、プリチャージ回路を有し、該プリチャージ回路は、前記負荷（２）への給電が可能である間、エネルギー蓄積デバイスにおいて予め定められたエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために当該エネルギー蓄積デバイスと作動接続されるように構成されている。

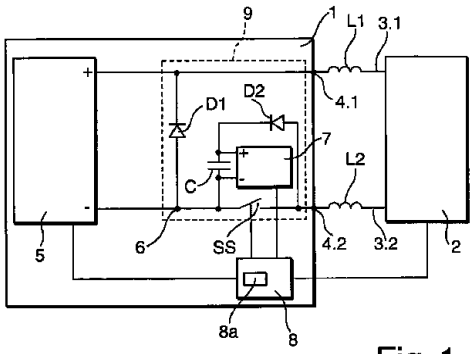

Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つまたは複数のリード（３．１，３．２）又は負荷に蓄積された電気エネルギーを低減するための回路構成部（９）であって、
前記回路構成部（９）は、前記負荷（２）への給電を許可／中断すべく少なくとも１つのリード（３．１，３．２）に作動接続する少なくともスイッチング手段（ＳＳ）を含んでいる形式のものにおいて、
第１の電気的な非線形デバイスと、
前記第１の電気的な非線形デバイスと直列に配設されているエネルギー蓄積デバイスと、
プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）が設けられており、
前記プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）は、前記負荷（２）への給電が可能である間、エネルギー蓄積デバイスにおいて予め定められたエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために、当該エネルギー蓄積デバイスと作動接続されるように構成されていることを特徴とする回路構成部。
【請求項２】
電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つまたは複数のリード（３．１，３．２）又は負荷に蓄積された電気エネルギーを転送するための回路構成部（９）であって、
前記回路構成部（９）は少なくとも１つの第１の電気的な非線形デバイスと、エネルギー蓄積デバイスを含んでいる形式のものにおいて、
第１の電気的な非線形デバイスとエネルギー蓄積デバイスが、リード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギーの転送は許可され、エネルギー蓄積デバイスからリード若しくは負荷へのエネルギーの転送は許可されないように接続されることを特徴とする回路構成部。
【請求項３】
前記回路構成部（９）は、特にリード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギー転送に先駆けて、リードから電源ユニットへの通流を中断させる制御／監視ユニット（８）を含んでいる、請求項２記載の回路構成部。
【請求項４】
前記回路構成部（９）は、負荷（２）への給電（５）の許可／中断のために、少なくとも１つのリード（３．１，３．２）と作動接続される少なくとも１つのスイッチング手段（ＳＳ）を含んでいる、請求項２又は３記載の回路構成部。
【請求項５】
前記回路構成部（９）は、負荷（２）への給電が可能な間に、エネルギー蓄積デバイスに所定のエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために当該エネルギー蓄積デバイスに作動接続される少なくとも１つのプリチャージ回路（７；７．１；７．１′）を含んでいる、請求項２から４いずれか１項記載の回路構成部。
【請求項６】
前記第１の電気的な非線形デバイスはダイオード（Ｄ２）のようなバルブ手段である、請求項１から５いずれか１項記載の回路構成部。
【請求項７】
前記エネルギー蓄積デバイスはキャパシタンス（Ｃ）及び／又はインダクタンスである、請求項１から６いずれか１項記載の回路構成部。
【請求項８】
前記第１の電気的な非線形デバイスは、プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）及び／又はエネルギー蓄積デバイスから生じた電流がリード内へ供給されるのを阻止すべく適応化されている、請求項１から７いずれか１項記載の回路構成部。
【請求項９】

前記プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）は、エネルギー蓄積デバイスと第１の電気的な非線形デバイスの間に配置されたノード（１０；１０′）とリード（３．１；３．２）との間に接続された第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ３）を含んでいる、請求項１から８いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１０】

第１及び／又は第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ２，Ｄ３）はダイオードか又は制御されたＭＯＳＦＥＴである、請求項１から９いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１１】

第１及び第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ２，Ｄ３）は、阻止方向とは反対側に配設されている、請求項９又は１０記載の回路構成部。

【請求項１２】

さらに放電回路（７；７．２；７．２′）がエネルギー蓄積デバイスと、電気的なエネルギーの転位、すなわちその中に電気的にチャージされ蓄積されたエネルギーの放電のために作動接続される、請求項１から１１いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１３】

前記放電回路（７．２；７．２′）は、請求項９に含まれている第２の電気的な非線形デバイスと並列に接続された抵抗素子（Ｒ）と、該抵抗素子を介してエネルギー蓄積デバイスを放電するためのエネルギー蓄積デバイスと接続された放電スイッチング手段（ＤＳ）を含んでいる、請求項１２記載の回路構成部。

【請求項１４】

第１の電気的な非線形デバイスとエネルギー蓄積デバイスが２つのリード（３．１，３．２）の間の電流パスに配置され、それに対して負荷（２）への給電が中断される、請求横１から１３いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１５】

プラズマ応用部のための電源装置（１）であって、

電源ユニット（５）と、

前記電源ユニット（５）から複数のリード（３．１，３．２）を介してプラズマ応用部（２）まで給電するための出力側（４．１，４．２）から構成されている形式の電源装置において、

前記電源装置（１）がさらに請求項１から１４いずれか１項記載の方法を実施するための第１の回路構成部（９）を含んでいることを特徴とする電源装置。

【請求項１６】

前記プラズマ応用部（２）の作動状態、特にプラズマアークの発生に関するを監視と、該監視の結果に応じて少なくともスイッチング手段（ＳＳ）を制御する監視／制御ユニット（８）がさらに含まれている、請求項１５記載の電源装置。

【請求項１７】

前記第１の回路構成部（９）とは逆並列に接続された、請求項１から１０いずれか１項記載の方法を実施する第２の回路構成部（９）がさらに含まれている、請求項１５又は１６記載の電源装置。

【請求項１８】

前記電源ユニット（５）は直流電源ユニットである、請求項１５から１７いずれか１項記載の電源装置。

【請求項１９】

前記電源ユニット（５）は交流電源ユニットである、請求項１５から１７いずれか１項記載の電源装置。

【請求項２０】

直流電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つ若しくは複数のリード（３．１，３．２）に蓄積された電気エネルギー、又は負荷に蓄積された電気エネルギー、特に複数のリード（３．１，３．２）によって形成されたリードインダクタンス（Ｌ）に蓄積された電気エネルギーを低減するための方法であって、

ａ）前記負荷（２）への給電を中断し、それによって電源ユニット（５）から少なくとも１つのリード（３．１，３．２）への電力供給を抑制するステップと、
ｂ）前記リード又は負荷に蓄積されたエネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップとを含んでいる形式の方法において、
ｃ）前記給電の中断に先駆けて、エネルギー蓄積デバイスを所定のエネルギーレベルまでプリチャージするステップと、
ｄ）負荷に電力を戻す前に、前記エネルギー蓄積デバイスに蓄積された電気的エネルギーを転位ないし移動させるステップとを含んでいることを特徴とする方法。
【請求項２１】
直流電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つ若しくは複数のリード（３．１，３．２）に蓄積された電気エネルギー、または負荷に蓄積された電気エネルギー、特に複数のリードによって形成されたリードインダクタンス（Ｌ）に蓄積された電気エネルギーを転送するための方法であって、
ａ）前記リード若しくは負荷に蓄積されたエネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップを含んでいる形式の方法において、
ｂ）前記負荷（２）への給電を中断し、それによって電源ユニット（５）から少なくとも１つのリード（３．１；３．２）への電力供給を抑制するステップと、
ｃ）前記リード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギー転送をイネーブルするステップと、
ｄ）エネルギー蓄積デバイスからリード若しくは負荷へのエネルギーの転送をディスエーブルするステップと、
ｅ））負荷に電力を戻す前に、前記エネルギー蓄積デバイスに蓄積された電気的エネルギーを転位ないし移動させるステップとを含んでいることを特徴とする方法。
【請求項２２】
さらにエネルギー蓄積デバイスを所定のエネルギーレベルまでプリチャージするステップを含んでいる、請求項２１記載の方法。
【請求項２３】
さらにエネルギー蓄積デバイスに所定のエネルギーレベルまでの放電を可能にするために、プラズマ応用部（２）への給電中断の後で、調整可能な阻止期間を適用するステップを含んでいる、請求項２０から２２いずれか１項記載の方法。
【請求項２４】
さらに前記給電中断の後で、エネルギー蓄積デバイスが所定のエネルギーレベルまで放電するまで待機させるステップを含んでいる、請求項２０～２３いずれか１項記載の方法。
【請求項２５】
前記エネルギー蓄積デバイスにおける電圧が電源ユニット（５）の出力側の電圧と同じになるようにエネルギー蓄積デバイスを放電させる、請求項２０～２４いずれか１項記載の方法。
【請求項２６】
前記給電の中断とエネルギーの転位ないし移動の後で、負荷に電力を戻す前に、電源装置（１）がエネルギーを再び放散することができるようになるまで待機させるステップを含んでいる、請求項２０～２５いずれか１項記載の方法。
【請求項２７】
回路若しくはエネルギー蓄積デバイスの放電によって当該エネルギー蓄積デバイスが所定のエネルギーレベルまでプリチャージされるまで、又は所定の温度に到達するまで待機させるステップを含んでいる、請求項２０～２６いずれか１項記載の方法。
【請求項２８】
直流電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つ若しくは複数のリード（３．１，３．２）に蓄積された電気エネルギー、または負荷に蓄積された電気エネルギー、特に複数のリード（３．１，３．２）によって形成されたリードインダ

クタンス（Ｌ）に蓄積された電気エネルギーを低減するための方法であって、
前記少なくとも１つのリードを電源ユニット（５）から接続解除させるステップと、電気的エネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップと、非線形デバイスを用いて前記エネルギー蓄積デバイスから前記リードへのエネルギーの通流を抑制するステップが含まれている形式の方法において、
前記リードを電源ユニット（５）から接続解除させる前に、エネルギー蓄積デバイスを能動的にプリチャージするステップが含まれていることを特徴とする方法。
【請求項２９】
前記負荷及び／又はリードに蓄積されたエネルギーを低減させる、請求項２０～２８いずれか１項記載の方法。
【請求項３０】
前記エネルギー蓄積デバイスを複数のリードの間に配置する、請求項２０～２９いずれか１項記載の方法。
【請求項３１】
非線形デバイスを用いて前記エネルギー蓄積デバイスから負荷へのエネルギーの通流を抑制する、請求項２０～２３いずれか１項記載の方法。
【請求項３２】
前記複数のリードの１つが電源ユニットにスイッチバックされる前に前記エネルギー蓄積デバイスのエネルギーが転位ないし移動される、請求項２０～３１いずれか１項記載の方法。
【請求項３３】
前記エネルギーは熱となって放散される、請求項３２記載の方法。
【請求項３４】
前記エネルギーは電力としてリサイクルされる、請求項３２又は３３記載の方法。
【請求項３５】
前記エネルギー蓄積デバイスにおける電圧が電源ユニット（５）の出力側（４．１，４．２）の電圧と同じになるようにエネルギー蓄積デバイスを充電させる、請求項２０～３４いずれか１項記載の方法。
【請求項３６】
直流電源と接続されたプラズマ応用部における消弧のための方法であって、
プラズマ応用部（２）のプラズマ放電に関する運転状態を監視するステップと、
前記監視の結果に応じてプラズマ応用部への給電を中断するステップとを含んでいる形式の方法において、
請求項２０～３５いずれか１項記載の方法を、プラズマ応用部（２）への給電の中断と結び付けて実施するようにしたことを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、請求項１の上位概念による、電源ユニットを負荷、特にプラズマ応用部ないしプラズマ負荷に接続するための複数のリードによって形成されたリードインダクタンスに蓄積された電気エネルギーを低減するための回路構成部であって、前記回路構成部は、前記負荷への給電を許可／中断すべく前記複数のリードの少なくとも１つと作動接続する少なくとも１つのスイッチング手段を含んでいる形式の回路構成部に関しており、さらに本発明は請求項２の上位概念による、電源ユニットを負荷、特にプラズマ応用部ないしプラズマ負荷に接続するための１つ若しくは複数のリードに蓄積された電気エネルギーを転送するための回路構成部であって、前記回路構成部は少なくとも１つの電気的に非線形のデバイスと、エネルギー蓄積デバイスを含んでいる形式の回路構成部に関している。
【０００２】
また本発明は、請求項１５の上位概念による、プラズマ応用部のための電源装置であって、電源ユニットと、前記電源ユニットから複数のリードを介してプラズマ応用部へ電力

を供給するための出力側を含んでいる形式の電源装置に関している。

【０００３】

さらに本発明は、請求項２０の上位概念による、直流電源ユニットを負荷、特にプラズマ応用部に接続するための複数のリードによって形成されたリードインダクタンスに蓄積された電気エネルギーの低減方法であって、前記方法は、前記複数のリードの１つとの作動接続において例えばスイッチング手段を用いた前記負荷への給電を中断するステップと、それによって電源ユニットから複数のリードの少なくとも１つへの電力の流れを抑制するステップとを含んでいる形式の方法に関している。

【０００４】

さらに本発明は、請求項２１の上位概念による、直流電源ユニットを負荷、特にプラズマ応用部に接続するための１つ若しくは複数のリードに蓄積された電気エネルギー、または負荷、特に複数のリードによって形成されたリードインダクタンスに蓄積された電気エネルギーを転送するための方法であって、前記方法は前記リード若しくは負荷に蓄積されたエネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップを含んでいる形式の方法に関している。

【０００５】

さらに本発明は請求項３６の上位概念による、直流電源と接続されたプラズマ応用部における消弧のための方法であって、プラズマ応用部のプラズマ放電の発生に関する運転状態を監視するステップと、前記監視の結果に応じてプラズマ応用部への給電を中断するステップとを含んでいる形式の方法に関している。

【０００６】

電源ユニットから有意な長さのリード若しくはケーブルを通って、例えば表面処理装置などのプラズマ応用部に使用されているプラズマデバイスやプラズマチャンバ等の負荷へ大電流が流れることは、リードインダクタンスに蓄積されている電気エネルギーの有意な量に関連して不可避である。本願において「リード」とは、無視できない位のインダクタンス値と関連し得るワイヤなどのような重要な電気的接続線路を意味する。プラズマ過程の給電のために電源装置が使用される場合には、プラズマアーク放電ないしプラズマアークがプラズマチャンバ内に発生し、不所望な結果を引き起こすかもしれない。典型的には、プラズマにおけるアーク放電の検出に基づいて、プラズマ応用部に対する電力供給が中断される。しかしながらできるだけ速やかにプラズマから給電部を切り離すことのみが重要なのではなく、アーク放電を引き続き出力するリードインダクタンスからのエネルギー量を低減することも重要である。

【０００７】

このことを比較的短いリード又はインダクタンスの低いケーブルを使用することで保証することは一方的である。なぜならリードのインダクタンス値は基本的にリードの長さに比例するからである。しかしながらこの試みは、プラズマチャンバのすぐそばに電源装置を配置することを要求し、実際には達成が非常に困難である。

【０００８】

発明の課題

従って本発明の課題は、冒頭に述べたような形式の回路構成部、電源装置、方法において、電力が供給される負荷と電源ユニットの相対的な位置関係に関する配置的制約を与えることなく、負荷に供給されるリードインダクタンスエネルギーの顕著な低減を保証することである。

【０００９】

発明の概要

本発明の第１の態様によれば、前記課題は、冒頭に述べたような回路構成部において、第１の電気的な非線形デバイスと、該第１の電気的な非線形デバイスと直列に配設されているエネルギー蓄積デバイスと、プリチャージング回路とが含まれ、前記プリチャージ回路は前記負荷への給電が可能である間、エネルギー蓄積デバイスにおいて予め定められたエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために、当該エネルギー蓄積デバイスと作動

接続されるようにして解決される。

【００１０】

本発明の第２の態様によれば、前記課題は、冒頭に述べたような回路構成部において、第１の電気的な非線形デバイスとエネルギー蓄積デバイスが次のように接続されて解決される。すなわちリード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギーの転送はイネーブルされ、エネルギー蓄積デバイスからリード若しくは負荷へのエネルギーの転送はディスエーブルされるように接続される。

【００１１】

非線形デバイスとは電流が電圧に比例していない特性を備えたデバイスである。典型的な非線形デバイスとしてはダイオードのような電気的なバルブ手段が挙げられる。電気的なスイッチとしては例えば非線形特性を備えたトランジスタ、サイリスタ、トライアック、並びにバリスタや電気機械的若しくは電磁的なデバイスなどが挙げられる。

【００１２】

またエネルギー蓄積デバイスとは、エネルギーを蓄えることのできる何らかのデバイスである。典型的なエネルギー蓄積デバイスは、キャパシタンス、インダクタンス、あるいは少なくとも１つのキャパシタンスと少なくとも１つのインダクタンスを含んだ装置などである。第１の電気的な非線形デバイスはスイッチング手段と並列に配置され、エネルギー蓄積デバイスは、スイッチング手段と並列にかつ第１の電気的な非線形デバイスと直列に配置される。

【００１３】

プリチャージエネルギー蓄積デバイス（キャパシタ）は負荷に供給された電圧を所定の値まで主に通流電流に依存せずに備蓄する。この値は協働している素子の電圧特性と容易にマッチング可能であり、従ってそれを安全に保つことができ、最適な電流シャットオフ能力を提供する。

【００１４】

本発明の第３の態様によれば、前記課題は、冒頭に述べたような形式の電源装置において、当該電源装置がさらに前記第１の態様に従った回路構成を含むことによって解決される。

【００１５】

本発明の第４の態様によれば、前記課題は、冒頭に述べたような形式の電気的なエネルギーの低減方法において、

ａ．給電の中断に先立って、エネルギー蓄積デバイスを所定のエネルギーレベルまでプリチャージするステップと、

ｂ．負荷に電力を戻す前に、前記エネルギー蓄積デバイスに蓄積されている電気エネルギーを転位ないし移動させるステップとを含んでいることによって解決される。

【００１６】

本発明の第５の態様によれば、前記課題は、請求項２１に記載の方法によって解決され、本発明の第６の態様によれば、請求項２８に記載の方法によって解決される。

【００１７】

前述した"給電の中断"とは、当該中断期間の間、電源部の出力側に電圧が何も生じないことを意味する。このことは直列スイッチを開くことによって、若しくは当該電源装置内に組み込まれている並列スイッチを介して電源装置の出力コネクタを短絡させることによって、あるいはもっと単純にディスチャージスイッチを当該中断期間の間閉成することによって行ってもよい。

【００１８】

本発明の第７の態様によれば、前記課題は請求項３６に記載のプラズマ応用部におけるアーク消去方法によって解決される。

【００１９】

本発明のさらなる実施例はそれぞれの従属請求項にも記載されており、ここではテキストの不要な繰返しを避けるために、引用によってそれらの用語が本願明細書にも取り入れ

られるものとする。

【００２０】

本発明による回路構成部、電源装置、方法によれば、リードやケーブルにおける何らかの短縮化を施すことなく、アーク放電のためのリードインダクタンスから伝送されるエネルギーの著しい低減が保証される。このようにして、改善された消弧とプラズマ応用部が、電源ユニットと負荷との相対的な位置に関する配置的な制約なしで実現可能となる。

【００２１】

本発明の基礎をなす基本的な考察によれば、電源ユニットと負荷、例えばプラズマ応用部の間に配置されているスイッチング手段が、通常の作動状態の間は閉成され、さらに前記スイッチング手段に並列に接続されているエネルギー蓄積デバイスがプリチャージ回路によって所望のエネルギーレベル（電圧レベル）までプリチャージされる。前記プリチャージ回路は電圧制御された外部電源ユニットとして構成されていてもよい。プラズマにおいてアークが検出された場合、すなわち負荷状態によってリードから負荷に供給された残留エネルギーの低減と共に電力供給の中断が要求された場合には、前記スイッチング手段が開かれる。それによりリードインダクタンスからの出力電流は、電気的な非線形デバイス（例えばダイオード）に直列に接続されたエネルギー蓄積デバイスを含むバイパス路に沿って流れる。この有利な配置構成は、リードインダクタンスに蓄積された相当量の残留エネルギーを、負荷へ送出する代わりに、エネルギー蓄積デバイスへ転送させることを可能にする。

【００２２】

本発明の別の有利な実施例によれば、エネルギー蓄積デバイスに蓄積されたエネルギーが負荷への電力供給再開前に放電回路を用いて消去される。

【００２３】

本発明による回路構成部は二者択一的に配置されてもよい。それにより前記スイッチング手段は電源ユニットの正極側にも負極側にも配置することが可能となる。

【００２４】

本発明のさらに有利な実施例によれば、プリチャージ回路と放電回路が共通の回路構成要素内に集積され得る。また代替的に前記プリチャージ回路と放電回路は別個の回路として構成してもよい。具体的には、例えば放電回路は電気的な非線形デバイス（例えばダイオード）を含み、抵抗性の素子（放電抵抗）は並列に接続されてもよい。

【００２５】

また前記スイッチング手段と放電抵抗の両方は作動中に相当に加熱され得るものなので、有利にはそれらの素子のどちらか一方が過剰な熱を効果的に放散させるヒートシンクを備えていてもよい。このことは、本発明より以前では放棄されていたエネルギーが負荷に向けられ、それによってエネルギーを伴ったアーク供給がアーク消弧よりもエネルギー蓄積デバイス、例えばキャパシタに取り込まれることを意味する。このエネルギーは抵抗素子内に放散される可能性があるので、それ故にこの素子に対してはヒートシンクが有利となる。但し代替的にこのエネルギーを再利用すべく、電源ユニットにフィードバックさせてもよい。

【００２６】

本発明と共に使用されるいくつかのダイオードは代替的に、制御されたＭＯＳＦＥＴ、トランジスタ、サイリスタ、並びにバリスタ、電気機械的デバイスあるいは非線形特性を備えた磁気的デバイスなどであってもよい。

【００２７】

有利には、本発明による回路構成部がプラズマ応用部の消弧と結びつけて使用される時には、放電抵抗の加熱を伴う過剰な数のプラズマアークが検出され消去される。この状況において有利には、本発明の前記第４の態様による方法の有利な実施例により、プラズマ応用部への電力供給の中断の後で、調整可能な阻止期間が適用される。前記阻止期間の間は、電源ユニットはスイッチオンされず、プラズマ応用部への電力供給は抑制される。

【００２８】

さらに電源装置は、前述したタイプの回路構成部の逆並列に接続された第２の回路構成部を含んでいる。この電源ユニットは直流電源ユニットであってもよいし、交流電源ユニットであってもよい。

【００２９】

調整可能な阻止期間は、エネルギー蓄積デバイスに所定のエネルギーレベルまで放電させる目的で給電中断の後にプラズマ応用部に提供してもよい。

【００３０】

この方法はさらに、エネルギー蓄積デバイスが所定のエネルギーレベルまで放電するまで待機させるステップを含んでいる。

【００３１】

さらにエネルギー蓄積デバイスは、当該エネルギー蓄積デバイスにおける電圧が電源ユニットの出力電圧と同じ電圧になるように放電させてもよい。

【００３２】

給電中断の後及びエネルギーの転位ないし移動の後は、シリアルスイッチング手段の閉成前及び／又はエネルギー蓄積デバイスが所定のエネルギーレベルまでプリチャージされるまで、若しくは放電回路またはエネルギー蓄積デバイスによって所定の温度に到達するまでに、電源装置がエネルギーの再放散の準備を整えるまでの時間が許容される。

【００３３】

本発明の課題は、直流電源ユニットを負荷、特にプラズマ応用部に接続するための１つまたは複数のリードに蓄積された電気エネルギー、若しくは負荷、特に複数のリードによって形成されるリードインダクタンスに蓄積された電気エネルギーを低減する方法であって、

給電ユニットから少なくとも１つのリードを接続解除するステップと、

電気エネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップと、

非線形デバイスを用いてエネルギー蓄積デバイスからリードへのエネルギー通流を抑制するステップとを含んでいる形式のものにおいて、

電源ユニットからのリードの接続解除に先立ってエネルギー蓄積デバイスを能動的にプリチャージすることによって解決する。

【００３４】

それにより負荷及び／又はリードに蓄積されるエネルギーは低減される。

【００３５】

非線形デバイスを用いることによってエネルギー蓄積デバイスから負荷へのエネルギー通流が抑制される。

【００３６】

エネルギー蓄積デバイスのエネルギーは、例えばリードの１つが電源ユニットにスイッチバックされる前に、例えば放散若しくは電源ユニットへの供給によって転位ないし移動される。

【００３７】

エネルギー蓄積デバイスはチャージされ、それによってエネルギー蓄積デバイスの電圧が電源ユニットの出力側の電圧と同じ電圧となる。

【００３８】

さらに本発明のさらなる利点と特徴は、図面に基づいて例示的なサンプルとして与えられる有利な実施例の以下の説明からも得られる。前述した特徴部分のみならず以下で詳述する特徴部分は本発明においては個別に使用されてもよいし組み合わせて使用されてもよい。以下の詳細な説明は微細な列挙例に関するのではなくむしろ本発明の基礎をなす基本的考察に関する例示的なものである。

【図面の簡単な説明】

【００３９】

【図１】本発明による回路構成部の第１実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図

【図２】本発明による回路構成部の第２実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図。
【図３】本発明による回路構成部の第３実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図
【図４】本発明による回路構成部の第４実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図
【図５】本発明による回路構成部の第５実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図
【図６】本発明による回路構成部の第６実施例が含まれている電源装置の実施例をブロック回路図で示した図
【図７】シリアルスイッチングでバイスと非線形素子を含んだモジュールを表した図
【図８】本発明による方法を実行するためのフローチャート
【実施例】
【００４０】
図１には本発明による電源装置の実施例がブロック回路図で示されており、この電源装置には本発明による回路構成部の第１実施例が含まれている。この電源装置１は、プラズマデバイス又はプラズマチャンバの形態のプラズマ応用部２と、リード３．１、３．２を用いて接続されている。これらのリードは電源装置１の各出力側４．１，４．２に接続している。リード３．１，３．２は共通のケーブルに配設されており、そこではそれぞれリードインダクタンスＬ１，Ｌ２が存在しているので全体のリードインダクタンスＬはＬ１+Ｌ２となる。このリードインダクタンスＬは電源装置１の作動中、すなわちプラズマ応用部２の作動中に電気エネルギーを蓄積する。
【００４１】
電源装置１の出力側４．１は、当該電源装置１内に含まれている直流（ＤＣ）電源ユニット（ジェネレータ）５の正極（＋）に接続されている。同じように電源装置１の出力側４．２もＤＣ電源ユニット５の負極（－）に接続されている。フリーホイリングダイオードＤ１の形態の電気的な非線形デバイスは、電源ユニット５の正・負両極に逆バイアスで結合されている。電源ユニット５の負極（－）と電源装置１の出力側４．２との間には、スイッチング手段ＳＳが直列スイッチの形態で配設されており、このようなスイッチに適した構成は当該分野の当業者にとっては公知である。例えば直列スイッチＳＳはＩＧＢＴ（insulated-gate bipolar transistor）やＭＯＳＦＥＴの形態で構成されてもよい。この直列スイッチＳＳに対しては、ダイオードＤ２の形態の別の電気的な非線形デバイスが並列に配置されている。ダイオードＤ２は、コンデンサＣと直列に接続されており、それによってこれらのダイオードＤ２とコンデンサＣの両方は直列スイッチＳＳと並列に配置されている。この場合ダイオードＤ２のカソードがコンデンサＣに向けられている。このようにしてダイオードＤ２とコンデンサＣは、直列スイッチＳＳに対するバイパスとして有効に形成されている。アノード側に接続しているダイオードＤ１のノード６は、前記バイパスと電源ユニット５の負極（－）との間に配置されている。
【００４２】
さらに図１からは、プリチャージ／ディスチャージ回路７がコンデンサＣの両端子に結合されているのがみてとれる。前記プリチャージ／ディスチャージ回路７は有利には電圧制御された外部電源ユニットとして構成されていてもよい。このプリチャージ／ディスチャージ回路７は、予め定められた及び調整が可能な電圧レベルまでの蓄積コンデンサＣのための電源（図示せず）を含んでいる。この結果として、プリチャージ／ディスチャージ回路７には正及び負の極（＋/－）が存在している。この場合プリチャージ／ディスチャージ回路７の正極（＋）は、コンデンサＣとダイオードＤ２のカソードとの間に接続されており、それに対してプリチャージ／ディスチャージ回路７の負極（－）は、コンデンサＣと直列スイッチＳＳの間、すなわちコンデンサＣとアノード側に接続しているダイオードＤ１のノード６との間に接続されている。このようにしてダイオードＤ２は、プリチャージ／ディスチャージ回路７のプリチャージ電位に関して逆バイアスに配置され、蓄積コ

ンデンサＣのためのプリチャージ回路からのプリチャージ電流を阻止するように適応化されている。コンデンサＣはその他のエネルギー蓄積デバイスタイプに置換えることも可能である。例えば、前記プリチャージ／ディスチャージ回路７は有利には、エネルギー蓄積デバイスとしてのコイルを用いることによって、電圧制御された外部電源ユニットとして構成されてもよい。

【００４３】

図１の実施例によれば、電源装置１はさらに監視／制御ユニット８を含んでおり、このユニット８の機能は以下の明細書でさらに詳細に説明する。しかしながら当該分野の当業者には周知なように、この監視／制御ユニット８は基本的には電源装置１とは別個の形態で構成することも可能である。前記監視／制御ユニット８は、直列スイッチＳＳ、プリチャージ／ディスチャージ回路７、電源ユニット５及びプラズマ応用部２と作動接続されている。本発明の有利な実施形態によれば、前記監視／制御ユニット８は、プラズマアーク検出／消弧ユニットとして構成され、さらにプラズマ応用部２の監視に応じた直列スイッチＳＳ及び／またはプリチャージ／ディスチャージ回路７の操作を制御するために、プラズマアークの発生検出とプラズマ応用部２の作動状態の監視に適するように構成されている。監視／制御ユニット８は、プラズマ応用部２の監視によって、すなわちプラズマに関する種々のパラメータから直接的にプラズマアークが検出できるように適合化されていてもよい。さらに付加的に若しくは代替的に、電源ユニット５の種々の作動パラメータの監視によって間接的に行うことができるように適合化されていてもよい。

【００４４】

当業者には周知なように、検出されたプラズマアークの消弧は基本的に、プラズマ応用部２への電力供給の中断、すなわち給電の中断によって行うことができる。これは監視／制御ユニット８のコントロール下での直列スイッチＳＳの開放によって行われる。さらにこのことに対して図１の実施例では、プラズマ応用部２における迅速な消弧を可能にするためにリードインダクタンスのエネルギー低減が保証されている。

【００４５】

以下では図１による電源装置１の動作を詳細に説明する。通常の作動状態のもとでは、すなわちプラズマ応用部２においてアークが何も検出されない状態のもとでは直列スイッチＳＳは閉成され、プリチャージ／ディスチャージ回路７はプリチャージコンデンサＣを予め定められた電圧レベルまでプリチャージする。プラズマアークが監視／制御ユニット８によって検出されると、直列スイッチＳＳが監視／制御ユニット８の制御のもとで開かれ、リードインダクタンスＬ１，Ｌ２におけるフォーシング電流（これは基本的にはプラズマアークの発生に起因して増大する）がコンデンサＣの初期のプリチャージ電圧に抗してダイオードＤ２を通って流れ、さらに接続ノード６を介してフリーホイリングダイオードＤ１を通って流れる。このようにしてダイオードＤ２は、開かれた直列スイッチＳＳに対するバイパスダイオードとして有効に機能する。このような特定の配置構成により、主にリードインダクタンスＬ１，Ｌ２に蓄積されている残留電気エネルギーのほとんどがコンデンサＣに転送され、プラズマアークないしプラズマアーク放電のために供給される代わりにそこに蓄えられる。このことはプラズマアークの消弧の加速に役立つ。換言すれば、アーク放電のために転送されたエネルギーの全てが有意に活かされるように低減される。プラズマ応用部２への給電を再開すべく直列スイッチＳＳを再び閉じる前に、コンデンサＣに蓄積された余分な電気エネルギーは、プリチャージ／ディスチャージ回路７の放電機能によって消去される。それにより、直列スイッチＳＳは監視／制御ユニット８の制御のもとで安全に閉成され得る。

【００４６】

付加的に、監視／制御ユニット８は、付加的機能部８ａを含んでいてもよい。これは調整可能な阻止期間、すなわち直列スイッチＳＳの次のような制御に対応する制御信号（図示せず）を供給する。すなわちその期間の間はプラズマ応用部２への電力供給のさらなる中断が抑制される制御である。換言すれば、プラズマ応用部２への電力供給（給電）は、監視／制御ユニット８の制御下での直列スイッチＳＳの開放によって中断される。阻止期

間のための機能部８ａは、直列スイッチＳＳが当該阻止期間の間は再び開かれないようにしている。このことは低いアーク検出レートの設定調整を可能にしており、これは、プリチャージ／ディスチャージ回路のおけるチャージの入れ換えと直列スイッチＳＳの加熱回避のためにも重要である。

【００４７】

しかしながら前述したような電源装置１の作動中に生じるかなりの熱は何らかの手法で直列スイッチＳＳにおいて放散させるべきなので、図１には示されていないが、直列スイッチＳＳには有利には過剰な熱を放散させるためのヒートシンク構造が備えられる。

【００４８】

このようにして、当業者にも十分にわかるように、直列スイッチＳＳ、バイパスダイオードＤ２，コンデンサＣ、及びプリチャージ／ディスチャージ回路７は、フリーホイリングダイオードＤ１と共に、リードＬ１，Ｌ２によって形成されたリードインダクタンスＬに蓄積される電気的エネルギーを効果的に低減するための回路構成部９を構成している。前記回路構成部９は図１において波線を用いて強調的に表されている。

【００４９】

前記第１の電気的な非線形デバイス（ダイオードＤ２）とエネルギー蓄積デバイス（キャパシタＣ）は２つのリード３．１，３．２の間の電流パスに配設されている。その一方で負荷（プラズマ応用部２）への給電は中断されている。

【００５０】

２つのダイオードＤ１とＤ２は、監視／制御ユニット８によって制御されるスイッチに置換えることも可能である。逆並列に接続された２つの前記回路構成部９と、ダイオードＤ１とＤ２に代わる制御可能なスイッチとを用いることにより、少なくとも２つの逆並列な回路構成部９からなるこの回路装置は、交流エネルギーをプラズマ応用部２へ供給する電源ユニット５を備えたシステムにも適用可能となる。

【００５１】

図２には本発明による電源装置実施例のブロック回路図が示されており、この電源装置には本発明による回路構成部の第２実施例が含まれている。当業者であるならば直ぐにわかるように、図２の電源装置も基本的には図１に基づいて説明してきた電源装置に類似したものである。従って以下の明細書では図１による実施例と図２による実施例の間で異なっている部分に絞って説明する。なおこの図２においては見やすくする理由から監視／制御ユニット８が省かれていることを述べておく。

【００５２】

図１の集積されたプリチャージ／ディスチャージ回路７の代わりに、この図２による電源装置１にはそれぞれ別個のプリチャージ／ディスチャージ回路７．１，７．２が含まれている。チャージ回路７．１は、電源ユニット５の正極（＋）とノード１０の間に接続されているダイオードＤ３の形態の電気的な非線形デバイスによって形成されている。このノード１０は、コンデンサＣとダイオードＤ３のカソード及びバイパスダイオードＤ２のカソードの間には位置されている。ディスチャージ回路７．２は、放電抵抗Ｒの形態の抵抗素子によって形成されており、これは電源装置１の出力側４．１とノード１１の間に接続されている。このノード１１は前記ノード１０とバイパスダイオードＤ２のカソードの間に配置されている。さらにディスチャージ回路７．２はスイッチング手段ＤＳを含んでおり、このスイッチング手段ＤＳは電源ユニット５の正と負の両極（＋/－）に亘り、フリーホイリングダイオードＤ１と並列に接続されている。ダイオードＤ２とＤ３は、逆の阻止方向でもって配設されており、すなわちこれらはカソード対カソードタイプの接続である。

【００５３】

以下では図２の実施例による電源装置１の動作を詳細に説明する。通常の作動状態のもとでは直列スイッチＳＳは閉成されている。

【００５４】

コンデンサＣはダイオードＤ３（チャージングダイオード）を介して電源ユニット５の

出力電圧レベルまで充電される。プラズマ応用部２におけるアーク放電の検出に基づいて、図１で説明したように直列スイッチＳＳが開かれ、電源装置１のフォーシング出力電流がコンデンサＣの初期の電圧に抗してバイパスダイオードＤ２を通って流れ、さらにフリーホイリングダイオードＤ１を通って流れる。この有利な配置構成のために再びリードインダクタンスＬに蓄積された相当量の残留エネルギーが、アーク放電の供給に代えて、コンデンサＣに転送される。この結果として、アーク放電のために転送された全てのエネルギーが有意に低減され、これは消弧の加速をもたらす。コンデンサＣに蓄積された過剰エネルギーは、直列スイッチＳＳの後続のスイッチオンに先立ってディスチャージ回路７．２を用いて消去される。さらに当業者には容易に理解されるように、ディスチャージ回路７．２におけるスイッチング手段ＤＳの動作、すなわち放電抵抗Ｒを介したコンデンサＣの放電のためのスイッチング手段ＤＳの閉成が、監視／制御ユニット８（図１参照）を用いてコントロールされる。

【００５５】

通常のダイオードを使用する代わりに、電気的な非線形デバイスＤ１，Ｄ３のどちらか一方を代替的に、適切に制御されたＭＯＳＦＥＴの形態で構成すれば、その制御が監視／制御ユニット８（図１）によって実施できる。

【００５６】

図３にも本発明による電源装置実施例のブロック回路図が示されており、この電源装置には本発明による回路構成部の第３実施例が含まれている。この図３の電源装置３も基本的には図１の電源装置に相応しており、そのためここでもこの両者の実施例の間の相違点のみを以下で詳細に説明する。なお図２と同じようにここでも見やすくする理由から監視／制御ユニット８が省略されていることを述べておく。

【００５７】

図１による実施例とは異なってこの図３による実施例では直列スイッチＳＳが電源ユニット５の正極側に配置されている。すなわち電源ユニット５の正極（＋）と直接接続されている。従ってバイパスダイオードＤ２、コンデンサＣ、及び集積されたプリチャージ／ディスチャージ回路７からなるバイパス路の構成もそれに応じて変更されている。つまりここではバイパスダイオードＤ２は、図１のようにそのカソードを介してコンデンサＣに接続する代わりに、そのアノードを介してコンデンサＣに接続されている。

【００５８】

図３による電源装置１の作動は、図１による実施例の作動と類似する。そのためここでのその詳細な説明は省く。

【００５９】

図４にも本発明による電源装置実施例のブロック回路図が示されており、この電源装置には本発明による回路構成部の第４実施例が含まれている。当業者には容易に理解できるように、図４の実施例による電源装置１は、図２に基づいて詳細に説明してきた実施例の変化実施例である。図３の実施例と同じように、この図４の実施例の直列スイッチＳＳも電源ユニット５の正極側に配置されている。図２の実施例に対するここでのコンデンサＣとバイパスダイオードＤ２の変更は、前述の図３に基づく説明と同じである。チャージングダイオードＤ３はここでは電源ユニット５の負極（－）とノード１０′の間に接続されている。このノード１０′はチャージングダイオードＤ３とコンデンサＣの間に配置されている。放電抵抗Ｒはチャージングダイオード Ｄ３と並列に接続されており、それによって放電抵抗Ｒの一方の端子が電源ユニット５の負極（－）に接続されている。それに対して放電抵抗Ｒの他方の端子は、前記ノード１０′とバイパスダイオードＤ２のアノードの間に配置されているノード１１′と接続されている。ダイオードＤ２とＤ３は、アノード対アノードタイプの接続であり、すなわち対向する阻止方向でもって接続されている。それに対して図４のチャージングダイオードＤ３は、プリチャージ回路７．１′を有利に形成し、スイッチング手段ＤＳと抵抗Ｒはディスチャージ回路７．２′を有利に形成している。

【００６０】

図４による電源装置１の作動は、前述の図２による実施例の作動と類似する。そのためここでのその詳細な説明は省く。

【００６１】

直列スイッチＳＳとの関連で先に説明してきたように図２及び図４の放電抵抗Ｒは、電源装置１の作動中に生じる相当量の熱を放散させ得る。それ故にこの放電抵抗Ｒも有利には過剰な熱を効果的に放散させるために（図示されていない）ヒートシンク構造を備え得る。

【００６２】

図５にも本発明による電源装置実施例のブロック回路図が示されており、この電源装置には本発明による回路構成部の第５実施例が含まれている。当業者には容易に理解できるように、この図５の実施例による電源装置も基本的には図２に基づいて詳細に説明してきた実施例に類似しているため、以下でのこの実施例の詳細な説明は図２の実施例との相違部分のみに絞る。

【００６３】

図５による電源装置１にはそれぞれ別個のプリチャージ／ディスチャージ回路７．１，７．２が含まれている。チャージ回路７．１は、電源ユニット５の正極（＋）とノード１０の間に接続されているダイオードＤ３の形態の電気的な非線形デバイスによって形成されている。このノード１０は、コンデンサＣとダイオードＤ３のカソード及びバイパスダイオードＤ２のカソードの間には位置している。

【００６４】

スイッチング手段ＳＳとディスチャージスイッチング手段ＤＳは同時に操作される、すなわち出力側４．２が電源ユニット５から接続解除されると、スイッチング手段ＤＳは同時に閉成され、それによって放電抵抗Ｒはキャパシタ Ｃと並列になる。スイッチング手段ＤＳは偏差したエネルギーレベルの制御、若しくはエネルギー蓄積デバイスへのプリチャージの制御のためには非同時にスイッチングされる（以下参照）。

【００６５】

ディスチャージ回路７．２は、放電抵抗Ｒの形態の抵抗素子によって形成されており、これはダイオードＤ１のカソードと、当該ディスチャージ回路７．２の構成要素でもあるディスチャージスイッチング手段ＤＳの間に接続されている。またここでは抵抗Ｒに対するヒートシンクが設けられている。フリーホイリングダイオードＤ１はキャパシタＣと電源ユニット５の正極（＋）の間に接続されている。

【００６６】

図５の実施例による電源装置１の作動は、以下の通りである。

通常の作動状態のもとではシリアルスイッチング手段ＳＳは閉成されている。すなわち出力側４．２は、電源ユニット５の負極（－）に接続されている。キャパシタＣは、ダイオードＤ３（チャージダイオード）を通って電源ユニット５の出力電圧レベルまでチャージされる。図１に関連して先に説明したように、プラズマ応用部におけるアーク放電が検出されると、シリアルスイッチング手段ＳＳが開かれ、それによって電源装置１の出力電流はキャパシタＣの初期電圧に抗してバイパスダイオードＤ２を流れ、さらにフリーホイリングダイオードＤ１を通って流れる。さらに付加的に電源ユニット５からのさらなる電力放出を抑制するために、電源ユニット５内のスイッチＳＩも開かれる。すなわち、給電が中断される。

【００６７】

リードインダクタンスＬ内に蓄積された大量の残留エネルギーは、アーク放電に提供される代わりにキャパシタＣに転送される。この結果として、アーク放電に対して転送される全エネルギーが大幅に低減され、これはアーク消去の加速に寄与する。キャパシタＣに蓄積された過剰エネルギーは、出力側４．２を給電ユニット５へ接続するためのシリアルスイッチング手段ＳＳの閉成に先立って放電回路７．２によって消去される。当業者には周知のように、放電回路７．２のディスチャージスイッチング手段ＤＳの作動、すなわち放電抵抗ＲによるキャパシタＣの放電のためのスイッチング手段ＤＳの閉成は、監視／制

御ユニット８を用いてコントロールされる。

【００６８】

キャパシタＣ上の電圧は、電圧源（電源ユニット５）の電圧よりも低くはならないが、しかしながらキャパシタＣはシリアルスイッチング手段ＳＳが開かれたときのケーブル内に蓄積されたエネルギーからくる電流によって付加的にチャージされる。そのためキャパシタＣの電圧は電源ユニット５の電圧よりも高くなる。シリアルスイッチング手段ＳＳが開かれると、キャパシタＣの電圧はリードに印加される（但し電源ユニット５のものに比べて逆電位である）。リードインダクタンスＬからダイオードＤ２を介してキャパシタＣに流れる電流は、プリチャージキャパシタによって減少する。

【００６９】

ケーブルから戻されるエネルギーは当該実施例ではキャパシタＣに補足される。このキャパシタへ転送されるエネルギーに対しては複数のやり方での対応が可能である

キャパシタに蓄積されるエネルギー量の制限も存在する。通常は、キャパシタ固有の最大電圧か又は協働する素子に許容される最大電圧である。前記スイッチＤＳはこの電圧が所定の閾値を超えた場合に作動される。これによりキャパシタＣは例えば抵抗Ｒを介して放電される。電圧が閾値よりも下方に低下した場合には、スイッチＤＳは再び開かれる。

【００７０】

いくらかのエネルギーは、零でない電流が零でないリードインダクタンスを通って流れるとキャパシタ内に収集され、リードがスイッチオフされる。スイッチＤＳは最も高く予想されるケーブルインダクタンスエネルギーを放電するのに十分である時間周期毎に起こり得る時間毎に作動され得る。換言すれば、スイッチＤＳはキャパシタＣの放電が要求されるまで再び閉じられる。それ故に、スイッチＤＳは、キャパシタＣによってピックアップ若しくは蓄積されるエネルギーの制御に使用でき、つまりキャパシタＣは適切な切換えスイッチＤＳによって保護できる。

【００７１】

通常のダイオードを使用する代わりに、電気的な非線形デバイスＤ１－Ｄ３のいずれかを代替的に、適切に制御されたＭＯＳＦＥＴやＩＧＢＴあるいはその他のスイッチングデバイスの形態で構成すれば、その制御が監視／制御ユニット８によって実施できる。

【００７２】

電源ユニット５が電流源であるならば、スイッチＳＩは省略でき、図２のスイッチング手段ＤＳがスイッチング手段ＳＩとして使用できる。すなわちリード（３．１，３．２）及び負荷２から電源ユニット５への通流中断のために使用できる。

【００７３】

図６には、電源装置１のさらに別の実施例が示されている。このケースでのキャパシタＣのチャージは、電圧源若しくは電流源の形態のプリチャージ回路を介して行われる。前述してきた実施例とは異なって、ここでの放電回路７．２は、コンバータを含んでおり、このコンバータは電源ユニット５に接続されている。ここでは過剰エネルギーが放散されるのに代えて、ディスチャージユニット７．２が過剰エネルギーを電源ユニット５に供給し、それによってこのエネルギーが実質的に"リサイクル"されている。

【００７４】

スイッチング手段ＳＳとダイオードＤ２に対しては、図７に示されているように、スイッチとシリアルダイオードを備えた例えば"ＳＥＭＩＫＲＯＮ社のＳＫＭ４００ＧＢ１２８Ｄ（登録商標）"のような集積モジュールが使用されてもよい。

【００７５】

図８には本発明による電気的エネルギー低減方法の実施例を含んだ本発明によるプラズマ応用部での消弧方法の実施例がフローチャートで示されている。この方法は、ステップＳ１００で開始される。

【００７６】

続いてステップＳ１０２では、エネルギー蓄積デバイス（キャパシタＣ）が前述したように（プリ）チャージされる。ステップＳ１０４では、プリチャージ／ディスチャージ回

路が検査される。詳細にはリードインダクタンスからの残留エネルギーの処理に取りかかれるかどうかが検査される。この回路はヒートシンクがまだ過熱状態ではなくキャパシタも過負荷状態ではないなどの場合には残留エネルギーの処理に取りかかれる。

【００７７】

プリチャージ／ディスチャージ回路がスタンバイ状態であるならば、この方法は、ステップＳ１０６に進み、そこではプラズマ応用部へ電力を供給する必要があるか否か、例えばプラズマ供給ユニットをスイッチオンする必要があるかどうか、シリアルスイッチングデバイスを閉成する必要があるかどうかなどがチェックされる。

【００７８】

この問い合わせに対する応答がイエスならば、当該方法はステップＳ１０８に進み、シリアルスイッチング手段が閉成され、ディスチャージスイッチング手段は開放され、給電ユニットは必要に応じてスイッチオンされる。

【００７９】

さらにステップＳ１１０においてアーク放電が検出されたか否かが決定される。このステップＳ１１０における問合せ（アークが検出されたか？）の答えがイエスならば、それに続くステップＳ１１２においてシリアルスイッチング手段が開放され、給電ユニットが例えば抑圧スイッチの開放によってスイッチオフされ、ディスチャージスイッチング手段が閉成される。

【００８０】

続いてステップＳ１１４において、エネルギーが置換される。これはエネルギーの放散若しくはリサイクルを意味する。このことは所定のブロッキングタイムの間実施されるか、所定のエネルギー量が放散ないしリサイクルされるまで実施されるか、所定のエネルギーレベルに達するまで実施される。ステップＳ１０４における問い合わせがノーの場合には、当該方法はステップＳ１１４に進む。

【００８１】

前記ステップＳ１０６における問い合わせがノーの場合、すなわちこの問合せに対する応答が"ノー"の場合には、ステップＳ１１６に進められて電源装置がスイッチオフされる。このステップの後で当該方法はステップＳ１１８においてストップする。

【図１】

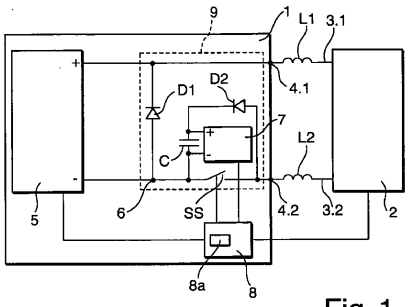

Fig. 1

【図２】

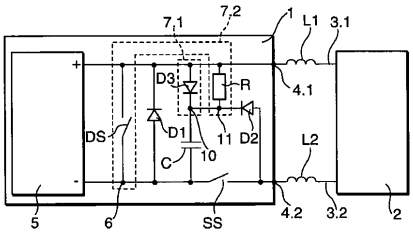

Fig. 2

【図３】

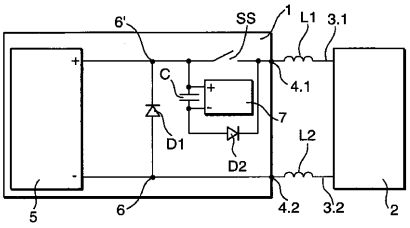

Fig. 3

【図４】

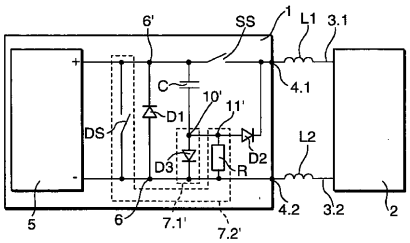

Fig. 4

【図５】

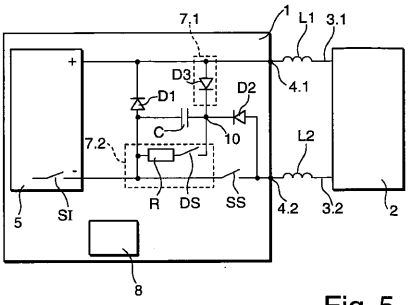

Fig. 5

【図６】

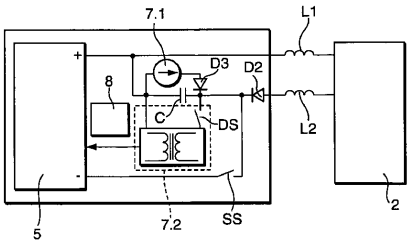

Fig. 6

【図７】

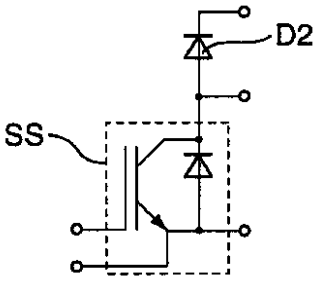

Fig. 7

【図８】

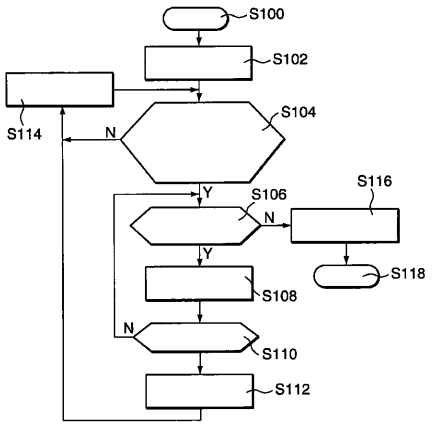

Fig. 8

【手続補正書】
【提出日】平成22年1月13日(2010.1.13)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つまたは複数のリード（３．１，３．２）又は負荷に蓄積された電気エネルギーを低減するための回路構成部（９）であって、
前記回路構成部（９）は、前記負荷（２）への給電を許可／中断すべく少なくとも１つのリード（３．１，３．２）に作動接続する少なくともスイッチング手段（ＳＳ）を含んでいる形式のものにおいて、
第１の電気的な非線形デバイスと、
前記第１の電気的な非線形デバイスと直列に配設されているエネルギー蓄積デバイスと、
プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）が設けられており、
前記プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）は、前記負荷（２）への給電が可能である間、エネルギー蓄積デバイスにおいて予め定められたエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために、当該エネルギー蓄積デバイスと作動接続されるように構成されていることを特徴とする回路構成部。
【請求項２】
電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つまたは複

数のリード（３．１，３．２）又は負荷に蓄積された電気エネルギーを転送するための回路構成部（９）であって、

前記回路構成部（９）は少なくとも１つの第１の電気的な非線形デバイスと、エネルギー蓄積デバイスを含んでいる形式のものにおいて、

第１の電気的な非線形デバイスとエネルギー蓄積デバイスが、リード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギーの転送は許可され、エネルギー蓄積デバイスからリード若しくは負荷へのエネルギーの転送は許可されないように接続されることを特徴とする回路構成部。

【請求項３】

前記回路構成部（９）は、特にリード若しくは負荷からエネルギー蓄積デバイスへのエネルギー転送に先駆けて、リードから電源ユニットへの通流を中断させる制御／監視ユニット（８）を含んでいる、請求項２記載の回路構成部。

【請求項４】

前記回路構成部（９）は、負荷（２）への給電（５）の許可／中断のために、少なくとも１つのリード（３．１，３．２）と作動接続される少なくとも１つのスイッチング手段（ＳＳ）を含んでいる、請求項２又は３記載の回路構成部。

【請求項５】

前記回路構成部（９）は、負荷（２）への給電が可能な間に、エネルギー蓄積デバイスに所定のエネルギーレベルまでエネルギーを蓄積するために当該エネルギー蓄積デバイスに作動接続される少なくとも１つのプリチャージ回路（７；７．１；７．１′）を含んでいる、請求項２から４いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項６】

前記第１の電気的な非線形デバイスはダイオード（Ｄ２）のようなバルブ手段である、請求項１から５いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項７】

前記エネルギー蓄積デバイスはキャパシタンス（Ｃ）及び／又はインダクタンスである、請求項１から６いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項８】

前記第１の電気的な非線形デバイスは、プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）及び／又はエネルギー蓄積デバイスから生じた電流がリード内へ供給されるのを阻止すべく適応化されている、請求項１から７いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項９】

前記プリチャージ回路（７；７．１；７．１′）は、エネルギー蓄積デバイスと第１の電気的な非線形デバイスの間に配置されたノード（１０；１０′）とリード（３．１；３．２）との間に接続された第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ３）を含んでいる、請求項１から８いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１０】

第１及び／又は第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ２，Ｄ３）はダイオードか又は制御されたＭＯＳＦＥＴである、請求項１から９いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１１】

第１及び第２の電気的な非線形デバイス（Ｄ２，Ｄ３）は、阻止方向とは反対側に配設されている、請求項９又は１０記載の回路構成部。

【請求項１２】

さらに放電回路（７；７．２；７．２′）がエネルギー蓄積デバイスと、電気的なエネルギーの転位、すなわちその中に電気的にチャージされ蓄積されたエネルギーの放電のために作動接続される、請求項１から１１いずれか１項記載の回路構成部。

【請求項１３】

前記放電回路（７．２；７．２′）は、請求項９に含まれている第２の電気的な非線形デバイスと並列に接続された抵抗素子（Ｒ）と、該抵抗素子を介してエネルギー蓄積デバイスを放電するためのエネルギー蓄積デバイスと接続された放電スイッチング手段（ＤＳ）

を含んでいる、請求項１２記載の回路構成部。
【請求項１４】
第１の電気的な非線形デバイスとエネルギー蓄積デバイスが２つのリード（３．１，３．２）の間の電流パスに配置され、それに対して負荷（２）への給電が中断される、請求横１から１３いずれか１項記載の回路構成部。
【請求項１５】
プラズマ応用部のための電源装置（１）であって、
電源ユニット（５）と、
前記電源ユニット（５）から複数のリード（３．１，３．２）を介してプラズマ応用部（２）まで給電するための出力側（４．１，４．２）から構成されている形式の電源装置において、
前記電源装置（１）がさらに請求項１から１４いずれか１項記載の方法を実施するための第１の回路構成部（９）を含んでいることを特徴とする電源装置。
【請求項１６】
前記プラズマ応用部（２）の作動状態、特にプラズマアークの発生に関するを監視と、該監視の結果に応じて少なくともスイッチング手段（ＳＳ）を制御する監視／制御ユニット（８）がさらに含まれている、請求項１５記載の電源装置。
【請求項１７】
前記第１の回路構成部（９）とは逆並列に接続された、請求項１から１０いずれか１項記載の方法を実施する第２の回路構成部（９）がさらに含まれている、請求項１５又は１６記載の電源装置。
【請求項１８】
前記電源ユニット（５）は直流電源ユニットである、請求項１５から１７いずれか１項記載の電源装置。
【請求項１９】
前記電源ユニット（５）は交流電源ユニットである、請求項１５から１７いずれか１項記載の電源装置。
【請求項２０】
直流電源ユニット（５）を負荷（２）、特にプラズマ応用部に接続するための１つ若しくは複数のリード（３.１，３.２）に蓄積された電気エネルギー、または負荷に蓄積された電気エネルギー、特に複数のリード（３.１，３.２）によって形成されたリードインダクタンス（Ｌ）に蓄積された電気エネルギーを低減するための方法であって、
前記少なくとも１つのリードを電源ユニット（５）から接続解除させるステップと、電気的エネルギーをエネルギー蓄積デバイスに転送するステップと、非線形デバイスを用いて前記エネルギー蓄積デバイスから前記リードへのエネルギーの通流を抑制するステップが含まれている形式の方法において、
前記リードを電源ユニット（５）から接続解除させる前に、エネルギー蓄積デバイスを能動的にプリチャージするステップが含まれていることを特徴とする方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/003780

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M10/42 H01M10/44 H01J37/32 H02J7/00

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)
H02J H01M H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/13402 A (HUETTINGER ELEKTRONIK GMBH & C [DE]; ZAEHRINGER GERHARD [DE]; WIEDEMUT) 22 February 2001 (2001-02-22) claims 1-29 -----	1-36
A	WO 03/056684 A (ENERGY STORAGE SYSTEMS PTY LTD [AU]; TURNER GEOFF [AU]; SMITH TREVOR [) 10 July 2003 (2003-07-10) claims 1-24 -----	1-36
A	DE 37 06 153 A1 (ROEWAC ELEKTROTECHNISCHE FABRI [DE]) 8 September 1988 (1988-09-08) claims 1-8 -----	1-36

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"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)
"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

"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
"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
"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.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 July 2008	24/07/2008

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Battistig, Marcello

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/003780

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 0113402	A	22-02-2001	DE	19937859	A1	15-03-2001
			EP	1121705	A1	08-08-2001
			US	6621674	B1	16-09-2003
WO 03056684	A	10-07-2003	US	2004263127	A1	30-12-2004
DE 3706153	A1	08-09-1988	NONE			

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,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,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也
(74)代理人 100110593
弁理士 杉本 博司
(74)代理人 100112793
弁理士 高橋 佳大
(74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(72)発明者 パーヴェル オジメク
ポーランド国 ワルシャワ ウリツァ メルマノワ ６エム１
(72)発明者 ラファル ブギー
ポーランド国 ワルシャワ ウリツァ ピウナ ２９／５
(72)発明者 ローベルト ヅィウバ
ポーランド国 ワルシャワ ウリツァ トゥルモンカ １５ア／６
(72)発明者 アンドレイ クリムチャック
ポーランド国 ワルシャワ ウリツァ グダンスカ ２ エム ９１
(72)発明者 マルツィン ツェレホフスキ
ポーランド国 ワルシャワ ウリツァ ヴロシチャンスカ ６ベ／６１

Ｆターム(参考) 5G034 AA04 AE10