

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3702304号

(P3702304)

(45) 発行日 平成17年10月5日(2005.10.5)

(24) 登録日 平成17年7月29日(2005.7.29)

(51) Int. Cl.⁷

F I

C 2 3 C 14/38

C 2 3 C 14/38

C 2 3 C 14/34

C 2 3 C 14/34

R

H 0 1 J 37/34

H 0 1 J 37/34

H 0 5 H 1/48

H 0 5 H 1/48

請求項の数 48 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平6-522416	(73) 特許権者	アドバンスド エナジー インダストリーズ, インコーポレイテッド アメリカ合衆国80525 コロラド州, フォート コリンズ, シャープ ポイント ドライブ 1625
(86) (22) 出願日	平成6年4月1日(1994.4.1)	(74) 代理人	弁理士 山本 秀策
(65) 公表番号	特表平8-510504	(72) 発明者	ドラモンド, ジョフリー, エヌ. アメリカ合衆国 80526 コロラド州 フォート コリンズ, エス. スワロー 1 601, アpartment 71
(43) 公表日	平成8年11月5日(1996.11.5)		
(86) 国際出願番号	PCT/US1994/003611		
(87) 国際公開番号	W01994/023440		
(87) 国際公開日	平成6年10月13日(1994.10.13)		
審査請求日	平成13年3月30日(2001.3.30)		
(31) 優先権主張番号	08/042,619		
(32) 優先日	平成5年4月2日(1993.4.2)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 増強された反応性直流スパッタリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- a. 被覆用チャンバの中に被覆用部材を露出するために部材ターゲットを供給する工程と、
- b. 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用部材と反応する少なくとも1種類のガスを前記被覆用チャンバの中に供給する工程と、
- c. 荷電粒子で構成されるプラズマを発生するために、前記被覆用チャンバに直流電力を供給する工程と、
- d. 前記プラズマの作用により、基板の上に前記電氣的絶縁性の部材の少なくともいくつかの部材の沈着を起こさせる工程と、
- e. 荷電粒子の不均等な蓄積を削除することを周期的に行うようにタイミングをとる工程と、
- f. アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるために、前記チャンバの中の前記荷電粒子の不均等な蓄積を削除する工程と、
- g. 前記基板の上に沈着を起こし続ける工程と
- を有する反応性スパッタリングの方法。

【請求項2】

荷電粒子の不均等な蓄積を削除する前記工程が約10マイクロ秒ごとから約2000マイクロ秒ごとに行われる、請求項1に記載の反応性スパッタリングの方法。

【請求項3】

10

20

- a . 被覆用チャンバと、
 - b . 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、
 - c . 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する、反応性ガス供給源と、
 - d . 前記被覆用チャンバの中で前記部材ターゲットの近傍に配置されたアノードと、
 - e . 前記部材ターゲットに接続された第 1 導線と、前記アノードに接続された第 2 導線とを備えた直流電源と、
 - f . 前記第 1 導線に沿って直列に接続され、かつ磁氣的に相互に結合した第 1 インダクタ部分と第 2 インダクタ部分とを有するインダクタ手段と、
 - g . 前記第 1 インダクタ部分と前記第 2 インダクタ部分との間の接続点において、前記第 2 導線から前記第 1 導線に接続されたスイッチと
- を有する反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

10

【請求項 4】

前記第 1 インダクタ部分が大きい、請求項 3 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 5】

前記第 1 インダクタ部分と前記第 2 インダクタ部分とが相互に 1 つの巻数比を定め、前記第 1 インダクタ部分に対する前記第 2 インダクタ部分の巻数比が少なくとも約 10 % である、請求項 3 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 6】

前記第 1 インダクタ部分と前記第 2 インダクタ部分とが相互に 1 つの巻数比を定め、かつ前記第 1 インダクタ部分に対する前記第 2 インダクタ部分の巻数比が少なくとも約 10 % である、請求項 4 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

20

【請求項 7】

センサをさらに有し、前記センサに前記スイッチが応答する、請求項 3、請求項 5 および請求項 6 のいずれか 1 項に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 8】

前記直流電源が出力電圧を有し、前記センサが前記出力電圧を検出する、請求項 7 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 9】

前記直流電源が出力電圧を発生し、前記センサが前記出力電圧の変化速度を検出する、請求項 7 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

30

【請求項 10】

前記センサが前記出力電圧をさらに検出する、請求項 9 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 11】

タイマ回路をさらに有し、前記タイマ回路に前記スイッチが応答する、請求項 3 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 12】

前記タイマ回路が約 10 マイクロ秒ごとから約 2000 マイクロ秒ごとに前記スイッチを作動させる、請求項 11 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

40

【請求項 13】

前記タイマ回路が約 1 マイクロ秒ないし約 10 マイクロ秒の間、前記スイッチを作動させる、請求項 11 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 14】

前記タイマ回路が約 10 マイクロ秒ごとから約 2000 マイクロ秒ごとに前記スイッチを作動させる、請求項 13 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 15】

- a . 被覆用チャンバと、
- b . 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、

50

c . 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する反応性ガス供給源と、

d . 前記被覆用チャンバの中で前記部材ターゲットの近傍に配置されるアノードと、

e . 前記アノードと前記部材ターゲットとの間に出力電圧を供給する直流電源と、

f . アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるように作用する電圧反転回路とを有し、

前記直流電源が前記部材ターゲットに接続された第 1 導線と前記アノードに接続された第 2 導線とを有し、

前記電圧反転回路が

a . 前記第 1 導線に沿って直列に接続され、第 1 インダクタ部分と第 2 インダクタ部分とを有し、前記第 1 インダクタ部分と前記第 2 インダクタ部分とが磁氣的に結合されるインダクタと、 10

b . 前記第 1 インダクタ部分と前記第 2 インダクタ部分との間の接続点で前記第 2 導線から前記第 1 導線に接続されたスイッチとを有する、反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 16】

前記電圧反転回路がセンサをさらに有し、前記スイッチが前記センサに応答する、請求項 15 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 17】

前記センサが前記直流電源からの前記出力電圧を検出する、請求項 16 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。 20

【請求項 18】

前記センサが前記直流電源からの出力電圧の変化率を検出する、請求項 16 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 19】

前記センサが前記直流電源からの前記出力電圧をさらに検出する、請求項 18 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 20】

a . 被覆用チャンバと、

b . 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、 30

c . 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する反応性ガス供給源と、

d . 前記被覆用チャンバの中で前記部材ターゲットの近傍に配置されるアノードと、

e . 前記アノードと前記部材ターゲットとの間に出力電圧を供給する直流電源と、

f . アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるように作用する電圧反転回路と、

g . タイマ回路と

を有し、前記電圧反転回路がタイマ回路に応答する、反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 21】

前記タイマ回路が約 10 マイクロ秒ごとから約 2000 マイクロ秒ごとに前記電圧反転回路を作動させる、請求項 20 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。 40

【請求項 22】

前記タイマ回路が約 1 マイクロ秒から約 10 マイクロ秒の間、前記電圧反転回路を作動させる、請求項 20 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 23】

前記タイマ回路が約 10 マイクロ秒ごとから約 2000 マイクロ秒ごとに前記電圧反転回路を作動させる、請求項 22 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 24】

a . 被覆用チャンバと、

b . 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、 50

- c . 電気的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する、反応性ガス供給源と、
- d . 処理を起こすために前記被覆用チャンバの中で直流電力を供給する直流電源と、
- e . 処理の間アーク放電を起こし得る条件を第一に避け、そして自動的に前記処理を再開するために、荷電粒子の不均等な蓄積を削除するように作用する削除回路と、
- f . タイマ回路と

を有し、前記削除回路は、前記タイマ回路に**応答する**、**反応性プラズマ・スパッタリングシステム**。

【請求項 25】

前記削除回路が約 10 マイクロ秒ごとから約 2000 マイクロ秒ごとに**周期的な削除**を起こす、請求項 24 に記載の**反応性プラズマ・スパッタリングシステム**。

【請求項 26】

- a . 被覆用チャンバと、
- b . 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、
- c . 電気的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する**反応性ガス供給源**と、
- d . 前記被覆用チャンバの中で前記部材ターゲットの近傍に配置されるアノードと、
- e . 前記アノードと前記部材ターゲットとの間に出力電圧を供給する直流電源と、
- f . アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるように作用する電圧反転回路と

を有し、
前記出力電圧が**プラズマ電流を発生させ**、前記電圧反転回路が**反転電圧時間の間反転電圧レベルを発生させ**、前記反転電圧時間の間の前記反転電圧レベルが前記**プラズマ電流をゼロに達するようにする**、**反応性プラズマ・スパッタリングシステム**。

【請求項 27】

前記直流電力を供給する工程が、第 1 導線および第 2 導線を有しかつ前記第 1 導線に沿って直列に接続されたインダクタを有する DC 電源を利用する工程を有し、前記荷電粒子の不均等な蓄積を削除する工程が、前記インダクタの後段の接続点で前記第 2 導線から前記第 1 導線に接続される**スイッチ**を利用する工程を有する、**請求項 1 に記載の反応性スパッタリングの方法**。

【請求項 28】

- a . 被覆用チャンバの中に被覆用部材を露出するために部材ターゲットを供給する工程と、
- b . 電気的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用部材と反応する少なくとも 1 種類のガスを前記被覆用チャンバの中に供給する工程と、
- c . 荷電粒子で構成されるプラズマを発生するために、前記被覆用チャンバの中に電圧を加えることにより直流電力を供給する工程と、
- d . 前記プラズマの作用により、基板の上に前記電氣的絶縁性の部材の少なくともいくつかの部材の沈着を起こさせる工程と、
- e . 前記沈着の間、アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるために、前記電圧を反転する工程と、

を有し、
前記直流電力を供給する工程が、第 1 導線および第 2 導線を有しかつ前記第 1 導線に沿って直列に接続されたインダクタを有する DC 電源を利用する工程を有し、前記電圧を反転する工程が、前記インダクタの後段の接続点で前記第 2 導線から前記第 1 導線に接続される**スイッチ**を利用する工程を有する、**反応性スパッタリングの方法**。

【請求項 29】

- a . 被覆用チャンバの中に被覆用部材を露出するために部材ターゲットを供給する工程と、
- b . 電気的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用部材と反応する少なくとも 1 種類のガスを前記被覆用チャンバの中に供給する工程と、

c. 荷電粒子で構成されるプラズマを発生するために、前記被覆用チャンバの中に電圧を加えることにより直流電力を供給する工程と、

d. 前記プラズマの作用により、基板の上に前記電氣的絶縁性の部材の少なくともいくつかの部材の沈着を起こさせる工程と、

e. アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるために、前記直流電力を中断する工程と、

f. 前記基板上に沈着を起こし続ける工程と、

を有し、

前記直流電力を供給する工程が、第1導線および第2導線を有しかつ前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタを有するDC電源を利用する工程を有し、前記直流電力を中断する前記工程が、前記インダクタの後段の接続点で前記第2導線から前記第1導線に接続されるスイッチを利用する工程を有する、反応性スパッタリングの方法。

10

【請求項30】

前記DC電源が、第1導線および第2導線と前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタとを有し、かつ前記一掃回路が、前記インダクタの後段の接続点で前記第2導線から前記第1導線に接続されるスイッチを有する、請求項24に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項31】

a. 被覆用チャンバと、

b. 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、

c. 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する反応性ガス供給源と、

d. 処理を起こすために前記被覆用チャンバの中で直流電力を供給する直流電源と、

e. 処理の間アーク放電を起こし得る条件を第一に避け、そして自動的に前記処理を再開するために、前記直流電力を中断するための中断回路と、

を有し、

前記DC電源が、第1導線および第2導線と前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタとを有し、前記中断回路が、前記インダクタの後段の接続点で前記第2導線から前記第1導線に接続されるスイッチを有する、反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項32】

前記直流電力を供給する工程が、前記部材ターゲットに接続された第1導線とアノードに接続された第2導線を有しかつ前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタを有するDC電源を利用する工程を有し、

前記荷電粒子の不均等な蓄積を削除する工程が、

a. 第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とが磁氣的に相互に結合し、前記第1インダクタ部分が前記第2インダクタ部分に比較して大きい、前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分とを有するインダクタとして前記インダクタを設定する工程と、

b. 前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分との間の接続点において、前記第2導線から前記第1導線に接続されたスイッチを利用する工程と

を有する、請求項1に記載の反応性スパッタリングの方法。

40

【請求項33】

a. 被覆用チャンバの中に被覆用部材を露出するために部材ターゲットを供給する工程と、

b. 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用部材と反応する少なくとも1種類のガスを前記被覆用チャンバの中に供給する工程と、

c. 荷電粒子で構成されるプラズマを発生するために、前記被覆用チャンバの中に電圧を加えることにより直流電力を供給する工程と、

d. 前記プラズマの作用により、基板の上に前記電氣的絶縁性の部材の少なくともいくつかの部材の沈着を起こさせる工程と、

e. 前記沈着の間、アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるために、前記電圧を反

50

転する工程と、
を有し、

前記直流電力を供給する工程が、前記部材ターゲットに接続された第1導線とアノードに接続された第2導線を有しかつ前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタを有するDC電源を利用する工程を有し、

前記電圧を反転する前記工程が、

a. 第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とが磁氣的に結合し、前記第1インダクタ部分が前記第2インダクタ部分に比較して大きい、前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分と有するインダクタとして前記インダクタを設定する工程と、

b. 前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分との間の接続点において、前記第2導線から前記第1導線に接続されたスイッチを利用する工程と
10
を有する、反応性スパッタリングの方法。

【請求項34】

a. 被覆用チャンバの中に被覆用部材を露出するために部材ターゲットを供給する工程と、

b. 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用部材と反応する少なくとも1種類のガスを前記被覆用チャンバの中に供給する工程と、

c. 荷電粒子で構成されるプラズマを発生するために、前記被覆用チャンバの中に電圧を加えることにより直流電力を供給する工程と、

d. 前記プラズマの作用により、基板の上に前記電氣的絶縁性の部材の少なくともいくつかの部材の沈着を起こさせる工程と、
20

e. アーク放電を起こし得る条件を第一に避けるために、前記直流電力を中断する工程と、

f. 前記基板の上に沈着を起こし続ける工程と

を有し、

前記直流電力を供給する工程が、前記部材ターゲットに接続された第1導線とアノードに接続された第2導線を有しかつ前記第1導線に沿って直列に接続されたインダクタを有するDC電源を利用する工程を有し、

前記直流電力を中断する前記工程が、

a. 第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とが磁氣的に結合し、前記第1インダクタ部分が前記第2インダクタ部分に比較して大きい、前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分と有するインダクタとして前記インダクタを設定する工程と、
30

b. 前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分との間の接続点において、前記第2導線から前記第1導線に接続されたスイッチを利用する工程と
を有する、反応性スパッタリングの方法。

【請求項35】

前記DC電源が、前記部材ターゲットに接続された第1導線とアノードに接続された第2導線を有し、前記削除回路が、第1導線に沿って直列に接続されたインダクタであって、第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とが磁氣的に結合し前記第1インダクタ部分が前記第2インダクタ部分に比較して大きい前記第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とを有する前記インダクタと、前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分との間の接続点において前記第2導線から前記第1導線に接続されたスイッチとを有する、請求項24に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。
40

【請求項36】

a. 被覆用チャンバと、

b. 前記チャンバの中で被覆用部材を露出するために配置された部材ターゲットと、

c. 電氣的に絶縁性である部材を作成するために、前記被覆用チャンバに連結され、かつ前記被覆用部材と反応するガスを供給する反応性ガス供給源と、

d. 処理を起こすために前記被覆用チャンバの中で直流電力を供給する直流電源と、

e. 処理の間アーク放電を起こし得る条件を第一に避け、そして自動的に前記処理を再
50

開するために、前記直流電力を中断するための中断回路と、
を有し、

前記DC電源が、前記部材ターゲットに接続された第1導線とアノードに接続された第2導線を有し、前記中断回路が、第1導線に沿って直列に接続されたインダクタであって、第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とが磁氣的に結合し前記第1インダクタ部分が前記第2インダクタ部分に比較して大きい前記第1インダクタ部分と第2インダクタ部分とを有する前記インダクタと、前記第1インダクタ部分と前記第2インダクタ部分との間の接続点において前記第2導線から前記第1導線に接続されたスイッチとを有する、反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項37】

フィルムが形成された基板を製造する方法であって、

a. 被覆用チャンバの中にターゲット部材を供給する工程と、
b. 電流が流れるプラズマを発生するために、第1導線および第2導線を有する回路を介して前記被覆用チャンバに直流電力を供給する工程と、
c. 薄膜処理の沈着時間の間、前記プラズマの作用により、基板の上に被覆用部材の薄膜の沈着を起こさせる工程と、
d. 荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを第一に行うようにタイミングをとる工程であって、そのようなタイミングが、前記薄膜処理の沈着時間全体にわたってアークの発生をなくすように設定される、工程と
を有する、方法。

【請求項38】

荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを行うようにタイミングをとる前記工程が、約10マイクロ秒ごとから約2000マイクロ秒ごとに作動する、請求項37に記載のフィルムが形成された基板を製造する方法。

【請求項39】

荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを行うようにタイミングをとる前記工程が、前記プラズマを流れる電流をただちに停止させる工程を周期的に起こす、請求項37に記載のフィルムが形成された基板を製造する方法。

【請求項40】

前記被覆用部材に直流電力を供給する前記工程が、前記被覆用部材に電圧を供給する工程を有し、荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを行うようにタイミングをとる前記工程が、前記被覆用部材に反転電圧を供給する工程を周期的に起こす、請求項37に記載のフィルムが形成された基板を製造する方法。

【請求項41】

前記反転電圧は、10Vと100Vとの間である、請求項40に記載のフィルムが形成された基板を製造する方法。

【請求項42】

前記周期的に削除する前記工程が、前記反転電圧を供給する工程を有する、請求項37に記載のフィルムが形成された基板を製造する方法。

【請求項43】

荷電粒子の不均等な蓄積を削除する前記工程が、約1マイクロ秒から約10マイクロ秒の時間に対して起こる、請求項1に記載の反応性スパッタリングの方法。

【請求項44】

前記電圧を反転する前記工程が、約10マイクロ秒ごとから約2000マイクロ秒ごとに行われる、請求項43に記載の反応性スパッタリングの方法。

【請求項45】

荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを行うようにタイミングをとる前記工程が、前記直流電力を中断する工程を周期的に引き起こすことによりアーク放電を起こし得る条件を第一に避ける、請求項1に記載の反応性スパッタリングの方法。

【請求項46】

10

20

30

40

50

荷電粒子の不均等な蓄積を周期的に削除することを行うようにタイミングをとる前記工程が、反転電圧を前記被覆用チャンバに印加する工程を周期的に引き起こす、請求項 1 に記載の反応性スパッタリングの方法。

【請求項 47】

前記削除回路は、直流電力を中断することによりアーク放電を起こし得る条件を第一に避ける中断回路を含む、請求項 24 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【請求項 48】

前記削除回路は、アーク放電を起こし得る条件を第一に避ける作用する電圧反転回路を含む、請求項 24 に記載の反応性プラズマ・スパッタリングシステム。

【発明の詳細な説明】

I. 技術分野

本発明は、全体的には、プラズマが基板上の処理工程に効果を及ぼす反応性スパッタリング装置に関する。さらに詳細に言えば、本発明は、被覆工程の際の化学反応により作成される絶縁性部材で被覆が行われる時、直流スパッタリングに対して応用することができる。本発明は、このような応用に用いられる電源の設計にも関係している。

II. 背景技術

直流プラズマ処理工程の分野は、よく知られた分野である。これらの処理工程において、直流電源が陰極と陽極との間に電位を発生し、それにより、プラズマを発生する。沈着モードでは、プラズマが部材ターゲットに作用し、基板の上に薄膜を生成する。この薄膜は、ターゲット部材それ自身で構成されることもできるし、または被覆用チャンバの中の一定の元素との反応の結果により構成されることもできる。後者の場合は「反応性スパッタリング」と呼ばれ、本発明が最も関係する場合である。もちろん、関与する部材と元素との両方、およびその具体的な応用は、大幅に種々に変更することができる。これらの応用は、建築用ガラスの被覆からマイクロチップの製造の範囲にまで広がっている。

多くのこのような応用における 1 つの挑戦は、放電、すなわちアーク、が起こり得る場合に対する応用である。酸化アルミニウム (Al_2O_3) のような反応生成物が絶縁体である場合が、特に当てはまる場合である。1 つの例として、この形式の被覆工程が、特に挑戦の目標となる場合である。それは、部材ターゲットの上に絶縁性領域が生成され、それをイオンで衝撃することが含まれているからである。このことにより、絶縁性領域に帯電が生じ、それにより、絶縁体の電気破壊が生ずることがある。その結果、反応性プラズマ処理工程期間中の電氣的環境は特に導電的であり、アーク放電が起こることが可能である。これらのアーク放電は、被覆工程において電位の不均一を生ずるだけでなく、また微粒子を生成し、したがってコンピュータ・ディスクおよび集積回路のような製品に欠陥を生ずることがあるので、好ましくない。また、アーク放電が起こる時、電源を瞬時にオフにして、電源をアーク放電から保護することが必要であり、このことは処理量に悪い影響を与える。同様に、このような絶縁性領域により、処理工程それ自身が悪い影響を受ける。このことは、薄膜の特性が変化することから処理の速度または処理の性質に影響を与えるというような、多くの結果をもたらすことがある。このことに関して、処理工程それ自身は極めて経験的である。これらの効果およびそれらの解決法は予測不可能であることが多く、処理工程に及ぼす正確な影響を完全には理解することなく、試行錯誤により解決法が得られている。

アークの出現という注目すべき問題点に関し、この特徴は当業者にはよく知られており、通常の金属のスパッタリング、および絶縁性がそれ程高くない膜の反応性スパッタリングにおいて、ある程度の成功が得られている。初期に、処理工程を完全に停止するのが普通であり、再始動の前にチャンバを清浄化することさえ行われた。また別の場合には、アークの出現の頻度を小さくするために、処理工程の速度を遅くすることが行われた。最近では、プラズマそれ自身への電力の供給を急速に停止することにより、アークをそらすことが試みられている。不幸なことに、多くのこのような解決法は損傷が起こった後でのみ作用が開始する。したがって、さらに処理工程の環境に対して敏感である場合には、このような解決法は問題点を軽減する役割は果たすが、問題点を完全に回避することはできない

10

20

30

40

50

。多くの応用に対し、できるだけ急速に反応するために、スイッチ・モード電源または低エネルギー蓄積電源がまた用いられている。これらの電源は本来あまり多量の電力を蓄えないという事実があることや、したがってアーク出現のマイナスの影響をできるだけ小さくするように操作できるという事実があるにしても、多くの処理工程の環境に対し、これらを用いるだけでは十分ではなかった。興味あることに、部品設計者による解決法は、回路が財産であると考えられていたために、処理工程それ自身に含まれる原因を十分には説明することなく行われることが多かった。このことは、問題点の本質を理解することに対する努力に重複を生じ、および問題解決の進展を限られたものにしてしている。この結果、解決法の開発は、共同研究方式というよりはむしろ、主として個人的な努力の結果に任せられている。公的に研究された1つの解決法は、アークを打ち消すために、すなわちアークを消滅するために、電流を反転する方式で、周波数に依存する部品を用いて、インダクタを通してコンデンサを放電することである。不幸なことに、この解決法は初期のアーク電流を増加させる作用をし、したがって、これを解決する前にこの問題点をさらに強めることがある。この解決法はまた、精密化された処理工程の環境の下では特に好ましくなく、処理工程が反応性でありかつ反応生成物が良好な絶縁体である時、前記の解決法のいずれも十分適切には機能しないであろう。この状況のために、直流で付勢される反応性スパッタリングは、他の方法に比べて放棄されるのが通常である。アークを処理する適切な解決法がないので、ラジオ周波数スパッタリングのような、さらに高価な方式が用いられている。

10

本発明は、すべての処理工程において、しかし特に、直流電流処理工程電力を用いた導電性ターゲットの反応性スパッタリングにより、高度に絶縁性である膜のスパッタリングのような極めて要求の厳しい処理工程環境において、アークの出現を実質的に消去するように作用する。電荷の不平等な蓄積を周期的に一扫することにより、そしてそれによりアークの発生源をなくすることにより、このことが得られる。本発明の方法はまた、処理工程の制限を回避するように作用し、および電力の供給を中断することにより、または電圧の反転さえにより、問題点の厳密な原因に関係なく大幅に効果を発揮する。

20

III. 発明の開示

本発明は、アークの出現を実質的に消去し、かつ反応性直流スパッタリング装置の中で処理工程の利点を提供する、基本的な理解と回路設計とを開示する。1つの点に関しては、本発明は、第1位置に潜在するアーク状態の発生を回避するために、沈着装置の中のプラズマと表面の電氣的状態を周期的に一新する技術を開示する。他の点に関しては、本発明は、処理工程を増強する他の方式での処理工程技術を開示する。さらに本発明は種々の実施例を包含している。例えば、直流電力の供給を中断することができる実施例、アークが実際に出現した時または出現の発端の時にプラズマ電流が直ちに停止する、または減少する実施例、電圧が反転することができる実施例、および第1位置に潜在するアークを生じさせる状態を打ち消す実施例が包含される。その好ましい実施例では、本発明は2段階でタップ付きのインダクタを有する。このインダクタはアースにスイッチされる。周期的に、またはアーク状態が出現（アークの実際の出現またはアークの発端が出現）するとそれに基づいて、スイッチが作動し、そしてプラズマに加えられる電圧を反転するように回路が作用する。このことは、処理工程を全体的に増強することができる、またはアーク状態を生ずることが可能な電荷のすべての蓄積を消散させるために、プラズマから電子を積極的に引き出すことができる、のいずれかであることができる。本発明はまた、アーク状態を検知し、またはアークの出現の発端さえ検知して、直ちに応答することが可能な技術を開示する。

30

40

したがって、本発明の1つの目的は、アークが出現する確率を大幅に小さくするために、直流プラズマ処理装置の中のプラズマおよび装置表面の電氣状態を、周期的に一新することである。1つの目標は、このことを自動的に、そして多分規則的にさえ、達成することである。さらに、起こっている（または起こり始めている）アークに反応するだけでなく、第1位置におけるこのような出現を回避することが目標である。プラズマを周期的に一新し、そしてイオンが蓄積する装置表面を放電することにより、第1位置にアークが出現

50

するのを最小限にするために、またはアークの出現を回避さえするために、装置を操作できる一般的な設計基準を得ることが目標である。

本発明のさらに別の目的は、起こっているすべてのアークの好ましくない影響を回避することである。このことを実行する場合、被覆工程の際のアークのすべてのエネルギー衝撃を最小にする方式で、アークに効率的に反応するという目標を本発明が有する。プラズマ処理装置の全体について好ましくない影響を回避する一部分として、プラズマが消滅しないような方式で作用するという目標を本発明が有する。このことは、アークの影響を最小限にするだけでなく、また最小限の遅延でもって処理工程が回復することを可能にする。効率的な設計を提案する際、従来電源および従来プラズマ処理装置設計に容易に適合できる技術を得るというまた別の目標を本発明が有する。装置とは独立した、したがって他の同様な応用に用いることが可能な、改良された方式の電源の設計がまた開示される。

また別の目標は、得られる製品とこの製品の実際の処理工程との両方の見地から歩留り特性が得られるという、処理工程の方法を得ることである。したがって、1つの目的は、直面している問題点の厳密な本性がどのようであってもそれにはかかわりなく、結果を達成することである。したがって、直流電力の供給を周期的に中断することによる、および加えられた電圧を周期的に反転することによる、といった種々の方法で、処理工程を増強するために装置を操作することができる一般的な設計基準をまた得ることが目標である。

前記で説明したように、本発明の全体的な目標は、種々の方法で実施することができる処理工程を得ることである。1つの実施例として、タップ付きインダクタの設計が開示される。回路エレメントを最小限にするために、および技術に種々の改善を行うために、および技術を組み合わせるために、この設計が選定された。この全体的な原理をいったん理解すれば、当業者には他の設計の可能であることは容易に理解されるであろう。種々の方法で実施することができる実施例を開示する際、種々に増強された技術を包含することが1つの目標である。多くのこのような設計において、潜在するアーク出現をできるだけ早く検出し、そしてそれに直ちに反応できることが目標である。いくつかの実施例では、種々の方法で効果を周期的に得ることが目標である。

もちろん、本発明のこの他の目的は、明細書と請求項のその他の部分において開示される。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の1つの実施例を備えた処理装置の概要回路図である。

第2図は、時間が定められて自己トリガされた現象に反応する本発明の1つの実施例により得られる、電流と電圧の相対変化を示すグラフである。

第3図は、潜在するアークの現象に反応する本発明の1つの実施例により得られる、電流と電圧の相対変化を示すグラフである。

V. 発明を実施する最適の態様

容易に理解されるように、種々の方法で本発明の基本的概念を実施することができる。第1図に示されているように、タップ付きインダクタを容易に理解することができる。反応性直流スパッタリング装置は、通常、第1図に示されたエレメントを有する。具体的に言えば、直流電源1が被覆用チャンバ2に接続される。チャンバ2の中には、陰極4および陽極3が配置される。沈着モードでは、直流電源1が動作することにより、部材ターゲット6（または陰極4）と陽極3との間に電位が加わり、プラズマ5が発生することにより、被覆用部材の沈着が起こる。この場合、プラズマ5は部材ターゲット6に作用し、その結果、基板7の上に被覆体得られる。処理工程中に消費される被覆用部材が露出するように、部材ターゲット6が配置され、その位置が定められる。図示されているように、このような被覆用部材は、部材ターゲット6の1つの表面を単に露出することにより部材ターゲット6それ自身が作成され、実際の部材とすることができる。この被覆体は、反応性ガス供給源23の中に含有させることができる1種類または多種類の反応性ガスのような他の元素と、ももとのターゲット部材とを組み合わせることにより、或程度まで電氣的に絶縁性である部材とすることができる。さらに、すぐに分かるように、陰極4は実際に部材ターゲット6とすることができる。それにもかかわらず、直流電源1は、第1導線お

10

20

30

40

50

よび第2導線8および9を通して、プラズマ負荷の中に直流電力出力を供給するように動作し、プラズマの作用により沈着を起させる。

ある程度電氣的に絶縁性である部材を得るために、絶縁性の部材を作成し、沈着することのみが必ずしも必要ではないことが、理解されるはずである。多数類の部材を作成し、これらの部材の中のいくつかだけが電氣的に絶縁性の部材とすることが可能である。電荷蓄積および処理工程による劣化の問題点はなお存在し得る。これらの問題点を引き起こす電氣的に絶縁性の部材は、基板7の上に沈着された部材ではないとすることがまた可能である。これらの問題点または沈着の性質にもかかわらず、再び、本発明の技術により改良を得ることができる。

アーク発生の問題点に関し、十分な電圧が与えられるならば、および被覆用チャンバ2の中 10
の処理工程環境に十分な変動が与えられるならば、プラズマ5または陰極4から、陽極3
および部材ターゲット6にまで、アーク放電が生じ得ることが分かる。このような放電は、
すぐに理解されるように、種々の理由で起こる。反応生成物が良好な絶縁体である反
応性スパッタリングの特別な場合には、ターゲットの上の1つのスポットからプラズマの
中に電子を注入することにより、アーク放電が生じ得ることが分かる。処理工程中に用い
られる1種類または多種類の反応性ガスにより作成されるターゲットの上の絶縁性膜の破
壊的障害から、これらの電子が生ずる。部材ターゲット表面の帯電のために、障害が起
こる。プラズマは正に荷電した粒子と負に荷電した粒子とにより構成される。この原因は、
電源によりその位置に発生した直流電位により、プラズマから引き出されたイオンの到着
によるものである。 20

過剰な電子がプラズマの中に注入される時、強い導電性を示す傾向の領域が発生する。タ
ーゲットからの電子の持続的流入による中性ガス原子との衝突イオン化の機構により、ア
ークの領域の中のプラズマ密度が時間と共に急速に増大し、アークと呼ばれるインピーダ
ンスの小さな経路になるという事実は、多くの応用に対する本発明の理解に対し潜在的に
重要である。もし電源がこの状態を比較的速く検出したとしても、ターゲット表面の上に
成長する薄い反応性膜に損傷が生ずる。この損傷の結果、微粒子が生ずることがあり、こ
のことは、最終的な処理工程の生産の歩留りを低下させる。もし電源がアーク状態を急速
に検出しないならば、基板ターゲット金属から溶融した部材が生成および放出するという
ようなさらに多くの損傷が、ターゲット表面に生ずる。本発明の2つの目標は、装置の表
面に電荷が蓄積することを妨げることによりアークの生成を防止すること、および潜在的 30
に破壊可能なレベルにまでプラズマ密度が蓄積することを防止するために、もしアーク生
成の状態が存在するならば極めて急速に作用することである。これらの2つの目標の中
の第1の目標は、もしターゲットの電圧が短い時間の間に周期的に反転するならば、少な
くとも1つの方式で達成することができる。この電圧の反転により、ターゲット表面、そ
の他の上のイオンまたは他の荷電粒子の不平等な蓄積を放電するためにプラズマから電子
を引き出すことができる。もしこの反転が短時間でのみ行われるならば、正電圧により斥
力を受ける正イオンは、もとの負電圧が再び設定される前に、大きく移動する時間的余裕
がない。2つの目標の中の第2の目標は、同じ方式で達成することができる。アーク生成
状態の検出の瞬間に、もしターゲット上の電圧が反転するならば、電子はプラズマ・ア
ーク位置から除去される。このことは、アークの成長を防止する。したがって、1つの場合 40
にはアーク生成状態の検出に基づいて、および他の場合には周期的なクロックの命令に基
づいて、2つの目標が電圧の反転の手段により達成される。このような技術は、荷電粒子
の不平等蓄積の全部を一掃することはできないにせよ、荷電粒子の1つの不平等蓄積を一
掃するように作用をする。

前記で説明したように、電源または電圧源を単に中断することができる。このことは、電
源を実効的に非接続にするか、または電源を実効的に停止することにより行うことができ
る。すべての電圧反転は、すべての電圧中断でも、長過ぎる時間間隔の間、存在してはな
らないことに注意すべきである。それは、電圧反転は長い時間間隔の間、存在すると、正
イオンが失われることになる装置チャンバの壁に、正イオンが駆動されるという結果が生
ずるからである。このことにより、もとの負電圧が再設定された時、プラズマを再点火す 50

る必要がある。したがって、行われるべき作用は、約1マイクロ秒から約10マイクロ秒までのような時間間隔の間、存在するように制限される。それは、このような時間フレームにおいてプラズマが消えないことが多いからである。もちろん、短い時間間隔または長い時間間隔のいずれかに対しプラズマが消えない場合、作用が行われる時間間隔をそれに応じて調整することができる。例えば、プラズマが約100マイクロ秒の間、消えない傾向がある装置では、中断または反転の時間は、この時間間隔よりもいくらか短い時間間隔にまで長くすることができる。

さらに、電圧がある程度にまで反転される場合、大きな正電圧にまで反転される必要のないことに注目することが重要である。電子(ターゲットに吸引することが目標である)は非常に小さく、動きやすいので、非常に小さな電圧で電子を吸引することができる。イオンは大きくて動きにくいので、反転された電圧が非常に大きくなければ、そして反転時間が非常に長くなければ、大きな距離は移動しない。したがって、実際には、動作電圧は通常負であるので、約+10Vから+100Vまでの反転電圧、または正規動作電圧の約5%ないし20%が適切である。もちろん、他の大きさもある程度まで反転の範囲内に入ることが可能である。さらに、反転は実質的な反転とすることができる。すなわち、必要な効果を生ずることができる大きさ、または必要な時、荷電粒子を移動させることができる大きさとすることができる。電圧のこの反転は、チャンパそれ自身に対するものである。チャンパそれ自身は、アースに保持されていることが多い。

前記で説明したように、中断、反転、または他の状態は、プラズマを消滅させる程長く継続してはならない。このことにより、プラズマを再点火する必要を回避することができる。具体的にいえば、約1マイクロ秒から約10マイクロ秒までの時間間隔範囲が実際的である。このことは、もちろん、用いられる形状寸法、関与する反転電圧の大きさ、およびプラズマそれ自身の性質に応じて、変わることがあり得る。応用によっては、反転の継続時間が長い場合、実質的な電圧反転を小さくすることさえができることがある。再び、原因にかかわらず処理工程を増強するか、または不平等な蓄積を一掃するか、または処理工程を単に中断するといういずれかの目標のみを処理する必要がある。好ましいことに、約10ボルトないし100ボルトの反転電圧範囲、または約1マイクロ秒から約10マイクロ秒までの時間に対する動作電圧の5%ないし20%の組み合わせが、種々の応用に対して十分によく機能する。したがって、この可能な相互関係は、スイッチが動作する時間と、中断されない処理工程の時間と、電圧反転のパーセンテージとの特定の組み合わせを、それ自身に関して独自のものとすることができる。

処理工程における中断をできるだけ少なくするために、中断、または反転、または他の状態の継続時間を、中断されない連続した処理工程時間に比べて、短く保つことができるがしかし、短く保つことが必要ではない。このことはまた、関与する処理工程に応じて変動するであろう。時間を短く保持することにより、処理工程が可能な限り長く行われることが可能であり、処理量を増大することができる。50%中断のような、短くない中断を回避することにより、この技術はまた、別の目標、すなわち、この装置の市場価値を最大限にするという目標を達成する。もちろん、これらの時間の変更は可能である。同様に、中断されない連続した処理工程時間を可能な限り長く保つことは可能である。したがって、電圧または電圧の正規の動作レベルは、処理工程を刷新することが必要となるまで、ほぼ保持することができる。プラズマは電氣的に非常に変動する環境にあることが多い。これは荷電粒子の不平等な濃度が成長するのに要する時間の量により決定されるから、この時間は変わることがある。多くの装置では、その間に中断されない連続した処理工程を行なうことができる連続した沈着時間は、約10マイクロ秒から約2000マイクロ秒までの時間でなければならない。したがって、周期的な状態(それは反転、中断、または他の状態である)は、多くの応用では、10マイクロ秒ないし2000マイクロ秒毎に起こらなければならない。

第2図を参照すれば、本発明の1つの実施例において、周期的な反応がどのように自己トリガされたタイミングで行われるかが分かる。タイマ回路22がスイッチを動作させる時、電圧は急速に降下して反転状態になる。第2図に示されているように、電流が同じよう

10

20

30

40

50

に急速に降下する。第2図を見ると明らかであるように、負電流のインパルス11が現れる。この負電流のインパルスは、電圧が反転する時に起こる。このことは、ターゲット表面に流れる電子電流が原因で起こる。このことは、電荷の不平等な蓄積を消すのを助ける働きをする。

第3図は、同じ実施例が潜在するアークの出現にどのように反応するかを示している。時刻Aにアークの発端が起こると、電圧のレベルが降下する、または、電圧の変化速度が変わる。アークの発端がどのようにして検出されるかに関して下記で説明されるように、この実施例において時刻Bに示された電圧の反転を引き起こす活性化を生ずるのが1つの特徴である。ターゲット表面を放電するために流れる電子電流または同様な現象より、再び、負電流のインパルス11が生じ、それにより、電荷の不平等な蓄積が消える。しかし、この場合には、アークが現れるのを開始する時であって、スイッチ15の作用によりそれが停止する前、電流のある程度の増加が同様に起こる。いずれの場合にも、プラズマ処理装置の中の電荷の不平等な蓄積を消す1つの方法として、反転が働く。この不平等な蓄積は、プラズマ5の中で起こることがあり、または処理装置の中の部材ターゲット6の上で起こることがある、または他のマスクまたは他のエレメントの上でさえ起こることがある。アークに対するこの性質は、また、他の異常性の結果でもある。電圧を反転することにより、電流が直ちに停止するだけでなく、このような電流が生ずる状態が打ち消される。したがって、プラズマはその最終的な均一分布を回復する。第2図と第3図の両方に示されているように、典型的な回復が、当業者には周知であるように起こる。このことは、電流が回復し、定常状態条件が取り戻されるまで、図示されているように、電圧を増加させるまたは電圧を元通りに復位させることを含む。

前記で説明したように、電荷の不平等な蓄積は、プラズマ5の中で起こることがあり、または処理装置の中の部材ターゲット6の上で起こることがあり、または他のマスクまたは他のエレメントの上でさえ起こることがある。アークに対するこの傾向は、また、他の異常性の結果でもある。アーク現象の検出、または厳密には時間の経過の後のいずれかに基づく反転、中断、または他の作用により、すべてのこのような電流が直ちに停止するだけでなく、このような電流を生ずる状態が打ち消される。したがって、プラズマはその最終的な均一分布を回復する。前記で説明したように、この均一分布、または多分いくつかの単なる処理工程の利点のいずれかが、チャンバへの電力または電圧の供給を単に中断することを含む種々の方法で、いくつかの装置に対して達成することが可能である。処理工程は完全には理解されていないから、関与する理由がどのようであっても、それにはかわらず、開示された技術を用いることにより、これらの利点を得ることが理解されるはずである。

当業者にはすぐに分かるように、先行技術による設計において、電力の供給が実効的にオフにスイッチされても、電流は直ちに停止または減少することができない。これは、電源回路の中にエネルギーが蓄積されている結果である。装置によっては、電流が直ちに停止することを達成するために、処理工程に影響するエネルギーのどのような放出も、避けまたは最小にしなければならない。光学的被覆に対する場合のような反応性の応用の場合、このことは、1マイクロ秒の何分の1かの時間内に起こることが必要である。

再び第1図において、電圧を反転することにより、これらの目的を達成するための1つの実施例が開示されている。第1図を見ると分かるように、この実施例は、第1インダクタ部分および第2インダクタ部分13および14を備え、第1導線8に沿って直列に接続されたインダクタを有する。すぐに分かるように、第1インダクタ部分および第2インダクタ部分13および14は種々の方式に配置することができ、変圧器構成に設計することさえできる。重要なことは、これらの第1インダクタ部分および第2インダクタ部分13および14が磁氣的に結合していることである。スイッチ15がまた、第1インダクタ部分および第2インダクタ部分13および14の間の接続点と、第2導線9との間に接続される。作動回路により、または図示されているようにセンサ装置により直接に、このスイッチを制御することができる。このような構成では、プラズマ5の中のアークの実際の出現、またはアークの出現の発端のようなアーク状態を検出するために、センサ17を種々の

10

20

30

40

50

方法でトリガすることができる。第1図から分かるように、スイッチ15がトリガされると、第1導線8にインダクタが直列に接続されている結果、プラズマ5に加えられた電圧が直ちに反転する。この反転により、プラズマ5を流れる電流を直ちに停止することができ、前記で説明したように電荷のすべての不平等蓄積からプラズマを一新するように作用することができ、または理由はよくは分からないが処理工程の利点を単に提供することができる。もちろん、他の種々の方式により電圧を反転することができるが、これらはなお、他の電源出力を供給するか、または反転電圧にスイッチングするか、およびこれらと同等のことを包含するが、しかしそれらに限定されない、本発明の等価な方式であると考えられる。

第2図および第3図について説明したように電圧を反転するために、第2インダクタ部分14は、第1インダクタ部分13に磁氣的に結合することができるだけでなく、また第2インダクタ部分14は、第1インダクタ部分13の巻数の少なくとも10%の巻数比をまた有することができる。このような方式で、巻数比は反転電圧の大きさを指定する。かなり大きな反転電圧、場合によっては、正規動作レベルの約5%ないし20%、または10Vないし100Vまでのいずれかが要求されるから、少なくとも約10%の巻数比が前記の目標を達成する。もちろん、インダクタの他の形状寸法および他の部品さえも等価な方式で用いることができ、これらは本発明の範囲内になお包含される。反転電圧が好ましくない状態を急速に一掃するのに少なくとも十分とすることができるだけでなく、また、アークを再点火する危険を生ずる程大きくしないようにすることができ、またはプラズマを反転モードに駆動しそれによりプラズマを消滅させる危険を生ずる程大きくしないようにすることができる。もちろん、これらの限界値は応用によって変動するであろうが、本発明が意図している応用に対しては、説明された限界は適切である。他の応用におけるいくつかの従来の設計は、電源を停止するように作用する時、わずかの電圧反転を達成することが可能であることに注目される。反応性スパッタリングに应用された場合でも、このわずかの電圧反転は特定の回路設計に付随する単なる1つの現象であり、それらは不平等な電荷蓄積の消滅を達成する時、本発明のいくつかの特徴に係する大幅な電圧反転ではない。さらに、スイッチ15の設計は、反転状態または他の状態を停止するためにスイッチ15を容易に開放することができるように、非ラッチ型であることが好ましい。スイッチ15の特別の設計に関し、蓄積されたゲート・バイポーラ・トランジスタ、電界効果トランジスタ、ダーリントン・バイポーラ・トランジスタ、および規格のバイポーラ・トランジスタが適切である。しかし、この構成の中で集積されたゲート・バイポーラ・トランジスタの制御が最も容易である。

第3図において、潜在するアーク出現に反応する特性のために、潜在するアーク出現を最も容易に検出することが好ましい。この方式では、アークによる電流の増大の大きさが、それにより小さくなる。第1図に示された実施例では、センサ17はプラズマ5にできるだけ接近して状態を検出するように動作することが示される。もちろん、そのように動作することにより、さらに正確な読み出しが行われる。当業者にはすぐに理解される適切な構成により、種々の検出判定を用いることができる。第3図に示されているように、アークが起こることに応答して電圧が急速に降下し、したがって、出力電圧または出力電流の大きな変化速度、および/または小さな出力電圧または増大する電流のいずれかまたは両方の一定の組み合わせを検出することができる。好ましい実施例では、電圧の絶対値を用い、できるだけ早い時刻にアーク出現の初期を信頼性をもって指示することが分かった。電圧値に関して、200ボルトのような出力電圧の特定の電圧降下、または40%のようなパーセンテージの電圧降下のいずれかを用いることができる。もちろん、パーセンテージの決定は応用によって変動することがあるが、電源の正規出力の約40%ないし50%の低い電圧により、多くの応用において適切な特性が得られ、一方、正規の動作レベルの固有の変動を許容することができる。さらに、出力電圧または出力電流が一定のレベル以上に増大した時に「コック」し、次にそのレベル以下に降下した時に「ファイヤ」する回路を含む他の設計が、確かに可能である。再び、この新規な技術が概念の上で発見されたが、実際の値は関与する特定の装置に対し実験的に決定される。

10

20

30

40

50

再び第1図において、本発明の目標を達成するために、特定の電源がどのように変更できるかを理解することができる。当業者には容易に分かるように、スイッチ・モード電源が関与する時、直流電源1は発振器18を有するようにすることができる。発振器18は、単なる交流電力入力であることができ、または交流電力を受容する一定の装置とすることができる。この交流電力は支配的な周波数を有し、この交流電力は次に、変換器19により、直流電力に変換される。さらに高い周波数の交流信号を生ずるために、よく知られているように、次に電源スイッチ20が備えられる。次に、この交流信号は、整流器21を通して、直流出力に再び変換される。第1図において、電源スイッチ20および整流器21の中にいくつかの概念的なエレメントが示されているが、これらは図面を見た時に理解を助けるためだけのものである。このような特性およびそれらの等価体は当業者には周知であるから、これらのエレメントは本特許の範囲内に包含されると考えられる装置の範囲を限定するものではない。この電源を変更するために前記で説明された第1部分および第2部分13および14を有するインダクタと、スイッチ15と、センサ17およびタイマ回路22のような制御装置とが、直流電源1の中に備えられる。このように、直流電源は電圧を供給するだけでなく、出力または電圧を解析する装置と、その負荷を通して流れる電流を直ちに停止する装置とを備える。第2インダクタ部分14とスイッチ15とを備えることにより、この変更された電源は、負荷への電圧を反転することができる電圧反転回路を有する。他のこのような装置はまた、単にいくつかのスイッチ・エレメントの他の構成体を有することが可能であり、または他の電源エレメントを有することさえ可能である。もちろん、もし第2インダクタ部分が備えられないならば、スイッチ15およびタイマ回路22は、再びどこに構成されるか、またはどのように達成されるかにはかわらず、直流電源を中断する中断回路としての役割を果たす。このような実施例では、反転電圧は起こらないかも知れないが、しかし適切な装置設計が与えられるならば、プラズマ5を流れる電流を直ちに停止することが起こり、または電源または電圧の単なる中断が起こる。このような設計では、第1インダクタ部分13を備えることは、なお、価値のある目的を果たすことができる。スイッチ15が作動する時、大きな第1インダクタ部分13を備えることは直流電源1に十分な負荷を提供する役割を果たし、したがって、負荷のこの急激な変化は電源1に過度のストレスを与える原因とはならない。第1インダクタ部分13の大きさに関して、本発明で用いられる「大きい」という表現は、第1インダクタ部分13のインダクタンスが、スイッチ15のインピーダンスと組み合わせられる時、スイッチが動作している時間よりも時定数が十分に大きいことを示す。当業者には容易に理解されるように、この形式の構成体は、電源を十分に負荷されたままで、スイッチ15が動作する時間の全体にわたってストレスがない。

直流プラズマ処理装置に用いられる時、電源それ自身は、直流電力を供給して被覆用部材の沈着を起こさせ、その目的を達成するために、第1導線および第2導線を接続する設計を有する。どのような構成であっても、タイマ22はまた規定された時間の間、スイッチ15を動作させる役割を果たす。タイマ22は、また、スイッチ15をそのように非常に頻繁に作動させることのみにより、規定された時間の間、中断されない連続した処理工程を可能にする役割を果たす。

さらに、このような電源および装置は、大幅な反転電圧をプラズマ5に加えることにより、荷電粒子の不平等なすべての蓄積についてプラズマ5を周期的に一掃することができ、予防的なモードで動作することができる。この周期的な一掃は、再び、前記で説明した関与する具体的な処理工程に応じて、約10マイクロ秒ごとないし約2000マイクロ秒ごとの頻繁さで行うことができる。スイッチ15を作動するために一定のタイマ22を備えることにより、再びどこに構成されるか、またはどのように達成されるかにかかわらず、当業者には容易に理解されるように、一掃する回路を達成することができる。もちろん、プラズマを一掃するための他の装置は、また、電源を単に中断し、または電圧を単に中止し、または他の物理的現象を導入することによって、達成することができる。

請求項に関して、多くの場合、1つのエレメントは他のエレメントに対して応答することが分かる。このことは、最も広い意味で用いられていることを意味する。例えば、センサ

10

20

30

40

50

装置 17 はスイッチ 15 の一定の動作を最終的に引き起こさせる状態を検出するから、スイッチ 15 はセンサ装置 17 に対して応答すると考えなければならない。このことは、プログラム可能処理装置およびそれと同等の装置のような他のエレメントにより、出力がフィルタ作用を受け、または変換され、または評価されるという事実があるにも拘らずである。指定された広い意味において、この例に必要なことは、スイッチ 15 がセンサ 17 に「応答する」と考えるためには、スイッチ 15 がセンサ 17 に基づいてその動作を変えることである。中間の処理または中間の操作は、この応答性に影響を与えない。同様に当業者にはすぐに理解されるように、前記で説明した技術の多くの段階は、時間的に種々の時点で、または種々の順序で、および外部の位置において、達成することができる。もちろん、このような変更は、それぞれ本発明の範囲内に包含される。このことは、本発明に対して特に真実である。それは、種々の入力異なる点で供給され、または発生されるからであり、および処理工程の能力が、設計によりまたは外部から加えられた条件により達成することができ、または分布することができるからである。配線設計、ファームウェア設計、および純粋なプログラミング、またはサブルーチンは、本発明の範囲内に包含されるものと理解されるべきである。

10

前記説明および下記の請求項に、本発明の好ましい実施例が開示されている。特に請求項に関して、本発明の本質の範囲内で、種々の変更が可能であることを理解すべきである。このことに関して、本発明の範囲内に包含される種々の修正および変更は、好ましい実施例として選定された特定の装置または特定の段階により限定されるわけではない。そうではなく、同じ機能を達成するために当業者には周知である、このような修正および変更は、本発明の請求項の範囲内に包含されるものと考えられるべきである。このことは、特定の機能に対する装置として説明されたエレメントに関して、または機能的に特に当てはまる。それは、当業者には容易に理解されるように、複数個のソフトウェアおよびハードウェアの実施例が可能であるからである。もちろん、このような改定が本発明の本質を利用して、これらの改定は本発明により達成される保護の範囲内に包含される。

20

【 図 1 】

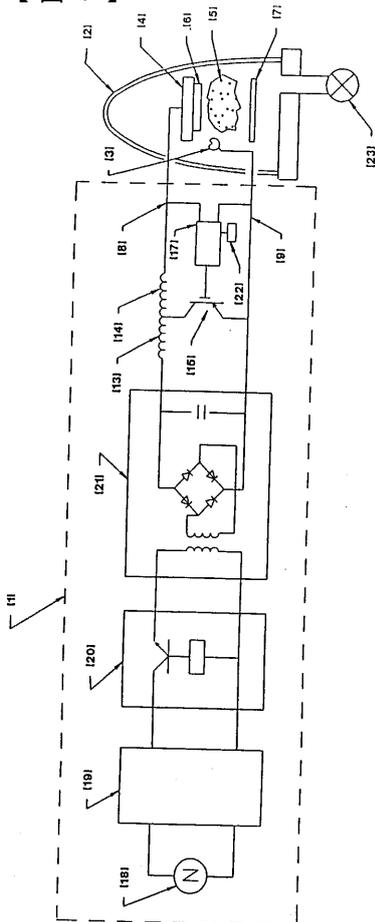


Figure 1

【 図 2 】

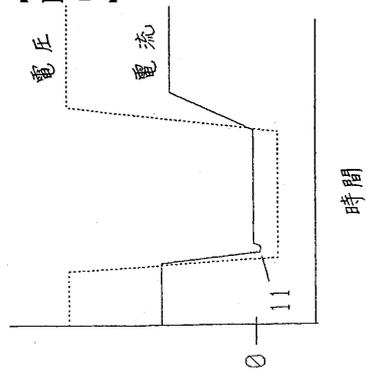


Figure 2

【 図 3 】

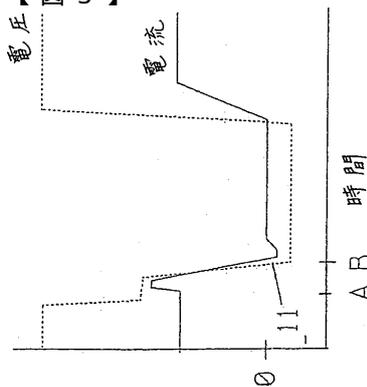


Figure 3

フロントページの続き

(72)発明者 スコール, リチャード エイ.
アメリカ合衆国 80526 コロラド州フォート コリンズ, スカイセッド レーン 612

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 特開平04 - 346860 (JP, A)
特開昭55 - 125275 (JP, A)
特開平05 - 311433 (JP, A)
特開平06 - 220629 (JP, A)
特表平07 - 503577 (JP, A)
特開平06 - 132095 (JP, A)
特開平05 - 302167 (JP, A)
L.Anderson, A New Technique for Arc Control in DC Sputtering, Society of Vacuum Coaters, 1992年, 325 - 329

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
C23C 14/00 - 14/58
C23F 1/00
B05B 5/00