

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成24年5月17日(2012.5.17)

【公開番号】特開2010-212252(P2010-212252A)

【公開日】平成22年9月24日(2010.9.24)

【年通号数】公開・登録公報2010-038

【出願番号】特願2010-111764(P2010-111764)

【国際特許分類】

H 05 H 1/46 (2006.01)

H 01 L 21/3065 (2006.01)

【F I】

H 05 H 1/46 R

H 01 L 21/302 103

【手続補正書】

【提出日】平成24年3月26日(2012.3.26)

【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】

RFプラズマシステムにおけるRF生成器であって、

同調可能な周波数範囲内での同調周波数においてRF電力信号を生成するように動作可能な電力源と、

前記RF電力信号を検出するように適合され、前記RF電力信号を示すアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記アナログ信号が前記電力源の同調周波数に関連する対象周波数成分を有する、センサユニットと、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するよう適合されたセンサ信号処理ユニットであって、当該アナログ信号を所定帯域幅内に帯域制限し、当該所定帯域幅は、前記対象周波数成分を通過させ、かつ、干渉周波数成分を拒絶するように調整可能である、センサ信号処理ユニットと

を具備するRF生成器。

【請求項2】

前記アナログ信号はさらに基本周波数成分と複数のスプリアス周波数成分とを有すると規定され、前記センサ信号処理ユニットの所定帯域幅は、前記基本周波数成分を通過させ、前記複数のスプリアス周波数成分を除去するように調整可能である請求項1に記載のRF生成器。

【請求項3】

前記センサ信号処理ユニットの所定帯域幅は、前記電力源の同調周波数を追尾する請求項1に記載のRF生成器。

【請求項4】

前記センサ信号処理ユニットは、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するように適合され、前記アナログ信号をデジタル電力信号に変換するように動作可能なA/D変換器対と、

前記A/D変換器対から前記デジタル電力信号を受信するように適合され、RF生成器により生成されたRF電力信号を追尾する前記デジタル電力信号からデジタル制御信号を導出するように動作可能なデジタル信号プロセッサと

をさらに含む請求項 1 に記載の R F 生成器。

【請求項 5】

前記センサユニットは、R F ライン電圧を示すアナログ電圧信号と R F ライン電流を示すアナログ電流信号とを生成し、前記 A / D 変換器対は前記アナログ電圧信号をデジタル電圧信号に、前記アナログ電流信号をデジタル電流信号に変換する請求項 4 に記載の R F 生成器。

【請求項 6】

前記デジタル信号プロセッサは、前記デジタル電圧信号及びデジタル電流信号の各々に對して、同相信号と直角位相信号とを生成する請求項 5 に記載の R F 生成器。

【請求項 7】

前記デジタル信号プロセッサは、
デジタル混合信号を生成するように動作可能なデジタル周波数合成器と、
第 1 デジタル電力信号を処理する第 1 処理部と、
第 2 デジタル電力信号を処理する第 2 処理部と
をさらに具備し、前記各処理部は、

前記デジタル混合信号と 1 つの前記デジタル電力信号を受信するように適合され、前記デジタル混合信号と前記 1 つのデジタル電力信号を結合して複素座標信号を形成するように動作可能なデジタル複素混合器と、

前記複素座標信号を受信するように適合され、前記複素座標信号のデータレートを減少するように動作可能なデシメーションモジュールと、

前記デシメーションモジュールから下方変換された複素座標信号を受信し、前記下方変換された複素座標信号の周波数応答を形成するように適合されたローパスフィルタと
を含む請求項 4 に記載の R F 生成器。

【請求項 8】

前記デシメーションモジュールはさらに、カスケードインテグレータコームフィルタとして規定される請求項 7 に記載の R F 生成器。

【請求項 9】

前記デジタル周波数合成器のデジタル混合信号は、前記電力源の同調周波数と相関関係を有する請求項 7 に記載の R F 生成器。

【請求項 10】

前記デジタル信号プロセッサは、フィールドプログラマブルゲートアレイにおいて少なくとも部分的には実行される請求項 5 に記載の R F 生成器。

【請求項 11】

プラズマ室と、

前記プラズマ室へ R F 電力信号を送信する R F 生成器であって、
同調可能周波数範囲内での同調周波数における R F 電力信号を生成するように動作可能な同調可能電力源と、

前記 R F 電力信号を検出するように適合され、前記 R F 電力信号を示すアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記アナログ信号が基本周波数成分と複数の干渉周波数成分とを有する、センサユニットと、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するよう適合されたセンサ信号処理ユニットであって、当該アナログ信号を所定帯域幅内に帯域制限し、当該所定帯域幅は、前記基本周波数成分を通過させ、かつ、干渉周波数成分を拒絶するように調整可能である、センサ信号処理ユニットと

を含む、R F 生成器と、

前記 R F 生成器と前記プラズマ室との間に介在し、前記 R F 生成器と前記プラズマ室との間でインピーダンスの整合をとる整合ネットワークと
を具備する R F プラズマシステム。

【請求項 12】

R F プラズマシステムにおける R F 生成器であって、

第1固定周波数におけるRF電力信号を生成するように動作可能な第1電力源と、
第2固定周波数におけるRF電力信号を生成するように動作可能な第2電力源と、
前記第1及び第2電力源の1つにより生成された前記RF電力信号を検出するように適合され、対応する前記RF電力信号を示す第1及び第2のアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記第1及び第2のアナログ信号が前記電力源の固定周波数に関連する対象周波数と複数の干渉周波数成分とを有する、センサユニットと、
デジタル領域において実行されるセンサ信号処理ユニットであって、前記センサユニットから前記第1及び第2のアナログ信号を受信し、前記第1及び第2のアナログ信号を、前記対象周波数を通過させ、干渉周波数成分を拒絶する所定帯域幅内に帯域制限するように適合された、センサ信号処理ユニットと
を具備するRF生成器。

【請求項13】

前記複数のスプリアス周波数成分の少なくともいくつかは、前記第1及び第2電力源からのRF電力信号の相互変調に起因する請求項12に記載のRF生成器。

【請求項14】

前記センサ信号処理ユニットは、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するように適合され、前記アナログ信号をデジタル電力信号に変換するように動作可能なA/D変換器対と、

前記A/D変換器対から前記デジタル電力信号を受信するように適合され、RF生成器により生成されたRF電力信号を追尾する前記デジタル電力信号からデジタル制御信号を導出するように動作可能なデジタル信号プロセッサと
をさらに含む請求項12に記載のRF生成器。

【請求項15】

前記センサユニットは、RFライン電圧を示すアナログ電圧信号とRFライン電流を示すアナログ電流信号とを生成し、前記A/D変換器対は前記アナログ電圧信号をデジタル電圧信号に、前記アナログ電流信号をデジタル電流信号に変換する請求項14に記載のRF生成器。

【請求項16】

前記デジタル信号プロセッサは、前記デジタル電圧信号及びデジタル電流信号の各々に
対して、同相信号と直角位相信号とを生成する請求項15に記載のRF生成器。

【請求項17】

前記デジタル信号プロセッサは、

デジタル混合信号を生成するように動作可能なデジタル周波数合成器と、

第1デジタル電力信号を処理する第1処理部と、

第2デジタル電力信号を処理する第2処理部と

をさらに具備し、前記各処理部は、

前記デジタル混合信号と1つの前記デジタル電力信号とを受信するように適合され、前記デジタル混合信号と前記1つのデジタル電力信号とを結合して複素座標信号を形成する
ように動作可能なデジタル複素混合器と、

前記複素座標信号を受信するように適合され、前記複素座標信号のデータレートを減少
するように動作可能なデシメーションモジュールと、

前記デシメーションモジュールから下方変換された複素座標信号を受信し、前記下方変
換された複素座標信号の周波数応答を形成するように適合されたローパスフィルタと
を含む請求項14に記載のRF生成器。

【請求項18】

前記デシメーションモジュールはさらに、カスケードインテグレータコームフィルタと
して規定される請求項17に記載のRF生成器。

【請求項19】

前記デジタル周波数合成器のデジタル混合信号は、前記電力源の同調周波数と相関関係
を有する請求項17に記載のRF生成器。

【請求項 2 0】

前記デジタル信号プロセッサは、フィールドプログラマブルゲートアレイにおいて少なくとも部分的には実行される請求項14に記載のRF生成器。

【請求項 2 1】

RFプラズマシステムにおけるRF生成器であって、

同調可能な周波数範囲内での同調周波数においてRF電力信号を生成するように動作可能な電力源と、

前記RF電力信号を検出するように適合され、前記RF電力信号を示すアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記アナログ信号が前記電力源の同調周波数に関連する対象周波数成分を有するセンサユニットと、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信し、対象周波数成分を通過させ、干渉周波数成分を拒絶するように調整可能な所定帯域幅内に前記アナログ信号の帯域制限を行うように適合されたセンサ信号処理ユニットと

を具備するRF生成器。

【請求項 2 2】

前記アナログ信号はさらに基本周波数成分と複数のスプリアス周波数成分とを有すると規定され、前記センサ信号処理ユニットの所定帯域幅は、前記基本周波数成分を通過させ、前記複数のスプリアス周波数成分を除去するように調整可能である請求項21に記載のRF生成器。

【請求項 2 3】

前記センサ信号処理ユニットの所定帯域幅は、前記電力源の同調周波数を追尾する請求項21に記載のRF生成器。

【請求項 2 4】

前記センサ信号処理ユニットは、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するように適合され、前記アナログ信号をデジタル電力信号に変換するように動作可能なA/D変換器対と、

前記A/D変換器対から前記デジタル電力信号を受信するように適合され、RF生成器により生成されたRF電力信号を追尾する前記デジタル電力信号からデジタル制御信号を導出するように動作可能なデジタル信号プロセッサと

をさらに含む請求項21に記載のRF生成器。

【請求項 2 5】

前記センサユニットは、RFライン電圧を示すアナログ電圧信号とRFライン電流を示すアナログ電流信号とを生成し、前記A/D変換器対は前記アナログ電圧信号をデジタル電圧信号に、前記アナログ電流信号をデジタル電流信号に変換する請求項24に記載のRF生成器。

【請求項 2 6】

前記デジタル信号プロセッサは、前記デジタル電圧信号及びデジタル電流信号の各々に対して、同相信号と直角位相信号とを生成する請求項25に記載のRF生成器。

【請求項 2 7】

前記デジタル信号プロセッサは、

デジタル混合信号を生成するように動作可能なデジタル周波数合成器と、

第1デジタル電力信号を処理する第1処理部と、

第2デジタル電力信号を処理する第2処理部と

をさらに具備し、前記各処理部は、

前記デジタル混合信号と1つの前記デジタル電力信号を受信するように適合され、前記デジタル混合信号と前記1つのデジタル電力信号を結合して複素座標信号を形成するように動作可能なデジタル複素混合器と、

前記複素座標信号を受信するように適合され、前記複素座標信号のデータレートを減少するように動作可能なデシメーションモジュールと、

前記デシメーションモジュールから下方変換された複素座標信号を受信し、前記下方変

換された複素座標信号の周波数応答を形成するように適合されたローパスフィルタとを含む請求項 24 に記載の RF 生成器。

【請求項 28】

前記デシメーションモジュールはさらに、カスケードインテグレータコームフィルタとして規定される請求項 27 に記載の RF 生成器。

【請求項 29】

前記デジタル周波数合成器のデジタル混合信号は、前記電力源の同調周波数と相関関係を有する請求項 27 に記載の RF 生成器。

【請求項 30】

前記デジタル信号プロセッサは、フィールドプログラマブルゲートアレイにおいて少なくとも部分的には実行される請求項 25 に記載の RF 生成器。

【請求項 31】

プラズマ室と、

前記プラズマ室へ RF 電力信号を送信する RF 生成器と、

前記 RF 生成器と前記プラズマ室との間に介在し、前記 RF 生成器と前記プラズマ室との間でインピーダンスの整合をとる整合ネットワークと

を具備する RF プラズマシステムであって、前記 RF 生成器は、

同調可能周波数範囲内での同調周波数における RF 電力信号を生成するように動作可能な同調可能電力源と、

前記 RF 電力信号を検出するように適合され、前記 RF 電力信号を示すアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記アナログ信号が基本周波数成分と複数の干渉周波数成分とを有するセンサユニットと、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信し、基本周波数成分を通過させ、干渉周波数成分を拒絶するように調整可能な所定帯域幅内に前記アナログ信号の帯域制限を行うように適合されたセンサ信号処理ユニットとをさらに具備する RF プラズマシステム。

【請求項 32】

RF プラズマシステムにおける RF 生成器であって、

第 1 固定周波数における RF 電力信号を生成するように動作可能な第 1 電力源と、

第 2 固定周波数における RF 電力信号を生成するように動作可能な第 2 電力源と、

前記第 1 及び第 2 電力源の 1 つにより生成された前記 RF 電力信号を検出するように適合され、前記 RF 電力信号を示すアナログ信号を生成するように動作可能なセンサユニットであって、前記アナログ信号が前記電力源の固定周波数に関連する対象周波数と複数の干渉周波数成分とを有するセンサユニットと、

デジタル領域において実行され、前記センサユニットから前記アナログ信号を受信し、前記アナログ信号を、前記対象周波数を通過させ、干渉周波数成分を拒絶する所定帯域幅内に帯域制限するように適合されたセンサ信号処理ユニットとを具備する RF 生成器。

【請求項 33】

前記複数のスプリアス周波数成分の少なくともいくつかは、前記第 1 及び第 2 電力源からの RF 電力信号の相互変調に起因する請求項 32 に記載の RF 生成器。

【請求項 34】

前記センサ信号処理ユニットは、

前記センサユニットから前記アナログ信号を受信するように適合され、前記アナログ信号をデジタル電力信号に変換するように動作可能な A / D 変換器対と、

前記 A / D 変換器対から前記デジタル電力信号を受信するように適合され、RF 生成器により生成された RF 電力信号を追尾する前記デジタル電力信号からデジタル制御信号を導出するように動作可能なデジタル信号プロセッサとをさらに含む請求項 32 に記載の RF 生成器。

【請求項 35】

前記センサユニットは、RFライン電圧を示すアナログ電圧信号とRFライン電流を示すアナログ電流信号とを生成し、前記A/D変換器対は前記アナログ電圧信号をデジタル電圧信号に、前記アナログ電流信号をデジタル電流信号に変換する請求項34に記載のRF生成器。

【請求項36】

前記デジタル信号プロセッサは、前記デジタル電圧信号及びデジタル電流信号の各々に対して、同相信号と直角位相信号とを生成する請求項35に記載のRF生成器。

【請求項37】

前記デジタル信号プロセッサは、
デジタル混合信号を生成するように動作可能なデジタル周波数合成器と、
第1デジタル電力信号を処理する第1処理部と、
第2デジタル電力信号を処理する第2処理部と
をさらに具備し、前記各処理部は、

前記デジタル混合信号と1つの前記デジタル電力信号とを受信するように適合され、前記デジタル混合信号と前記1つのデジタル電力信号とを結合して複素座標信号を形成するように動作可能なデジタル複素混合器と、

前記複素座標信号を受信するように適合され、前記複素座標信号のデータレートを減少するように動作可能なデシメーションモジュールと、

前記デシメーションモジュールから下方変換された複素座標信号を受信し、前記下方変換された複素座標信号の周波数応答を形成するように適合されたローパスフィルタとを含む請求項34に記載のRF生成器。

【請求項38】

前記デシメーションモジュールはさらに、カスケードインテグレータコームフィルタとして規定される請求項37に記載のRF生成器。

【請求項39】

前記デジタル周波数合成器のデジタル混合信号は、前記電力源の同調周波数と相関関係を有する請求項37に記載のRF生成器。

【請求項40】

前記デジタル信号プロセッサは、フィールドプログラマブルゲートアレイにおいて少なくとも部分的には実行される請求項34に記載のRF生成器。

【請求項41】

RF生成器により生成された無線周波数(RF)電力信号を追尾するデジタル制御信号の生成方法であって、

前記RF生成器により生成されたRF電力信号を示すアナログ信号を生成する工程であって、前記アナログ信号が前記RF生成器の同調周波数に関連する対象周波数を有する工程と、

前記アナログ信号をデジタル電力信号に変換する工程と、

周波数設定点と一致するデジタル混合信号を生成する工程と、

前記デジタル混合信号と前記デジタル電力信号とを結合してデジタル複素座標信号を形成する工程と、

前記デジタル複素座標信号に関連するデータレートを減少する工程と、

前記デジタル複素座標信号の周波数応答を形成することにより、RF生成器により生成されたRF電力信号を追尾するデジタル制御信号を導出する工程とを含むデジタル制御信号の生成方法。

【請求項42】

前記デジタル混合信号を生成する工程は、前記周波数設定点と前記RF生成器の同調周波数とが相関関係を有するようにする工程をさらに含む請求項41に記載の方法。