(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7690023号
(P7690023)

(45)発行日　令和7年6月9日(2025.6.9)

(24)登録日　令和7年5月30日(2025.5.30)

(51)国際特許分類

		FI		
H05H	*1/00 (2006.01)*	H05H	1/00	A
H05H	*1/46 (2006.01)*	H05H	1/46	L

請求項の数　27　（全98頁）

(21)出願番号　特願2023-514878(P2023-514878)
(86)(22)出願日　令和3年8月31日(2021.8.31)
(65)公表番号　特表2023-540974(P2023-540974A)
(43)公表日　令和5年9月27日(2023.9.27)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/048515
(87)国際公開番号　WO2022/055757
(87)国際公開日　令和4年3月17日(2022.3.17)
審査請求日　令和6年8月28日(2024.8.28)
(31)優先権主張番号　63/076,700
(32)優先日　令和2年9月10日(2020.9.10)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　592010081
ラム リサーチ コーポレーション
ＬＡＭ ＲＥＳＥＡＲＣＨ ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，カリフォルニア ９４５３８，フレモント，クッシング パークウェイ ４６５０
(74)代理人　110000028
弁理士法人明成国際特許事務所
(72)発明者　ヴァルコア・ジョン・シー．・ジュニア
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者　ウォン・トラビス・ジョセフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　センサデータを分析し、インテリジェントに収集するためのシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

プラズマツールを制御する方法であって、

プロセッサによって、プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信することと、

メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするための第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定することと、

前記プロセッサによって、前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを前記プラズマツールのデータ処理システムに提供することと、

前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信することと、

メトリックデータの前記第２のセットを分析して変数データを生成することと、

前記変数データに従って前記プラズマツールを制御することと

を含む、方法。

【請求項２】

請求項１に記載の方法であって、前記第１のタイムウィンドウが、第１の時間及び第２の時間を含み、前記第１の位置が前記第１の時間にある、方法。

【請求項３】

請求項２に記載の方法であって、前記第１のタイムウィンドウ外のメトリックデータの第３のセットはキャプチャされない、方法。

【請求項４】
請求項１に記載の方法であって、前記プラズマツールが、ＲＦ発生器又はマッチレスプラズマ源を含む、方法。
【請求項５】
請求項１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第１のセットを分析することが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲内にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定することと
を含む、方法。
【請求項６】
請求項５に記載の方法であって、前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、方法。
【請求項７】
請求項１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第１のセットを分析することが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定することと
を含む、方法。
【請求項８】
請求項７に記載の方法であって、前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態から、メトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、方法。
【請求項９】
請求項１に記載の方法であって、前記タイムウィンドウが、前記プラズマツールのプラズマ源によって生成されたＲＦ信号の状態、又はサブ状態、又はスライスを定義する、方法。
【請求項１０】
請求項１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
メトリックデータの前記第２のセットから第１の統計値を判定することと、
前記第１の統計値に基づいて前記変数データを判定することと
を含む、方法。
【請求項１１】
請求項１０に記載の方法であって、
第２の位置で第２のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットから第２の統計値を判定することと、
をさらに含み、
前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
前記第１の統計値と前記第２の統計値の間にコンセンサスが存在するかどうかを判定することと、
前記第１の統計値と前記第２の統計値の間にコンセンサスが存在すると判定することに応答して、前記変数データを判定することと
を含む、
方法。

【請求項１２】
請求項１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
メトリックデータの前記第２のセットのサンプルの数が所定の閾値を超えるかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第２のセットのサンプルの前記数が前記所定の閾値を超えると判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットから統計値を判定することと、
前記統計値に基づいて前記変数データを判定することと
を含む、方法。
【請求項１３】
請求項１に記載の方法であって、前記プロセッサによって、メトリックデータの前記第２のセットが収集されるべきサイクルの第１の数を提供することをさらに含む、方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の方法であって、サイクルの前記第１の数が１であり、
メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第３のセットをキャプチャするための第２の位置及び第２のタイムウィンドウを判定することと、
前記プロセッサによって、前記第２の位置及び前記第２のタイムウィンドウを前記プラズマツールの前記データ処理システムに提供することと、
前記プロセッサによって、メトリックデータの前記第３のセットが収集されるべきサイクルの第２の数を提供することと
を含み、
前記第２の数の前記サイクルが、前記第１の数の前記サイクルの後に続く、
方法。
【請求項１５】
請求項１に記載の方法であって、
デジタルパルス信号を生成することと、
メトリックデータの前記第１のセットの部分をサンプリングするレートを示す前記デジタルパルス信号を前記データ処理システムに提供することと
をさらに含み、
前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの状態、又はサブ状態、又はスライスに対応し、前記部分がメトリックデータの前記第２のセットを形成する、
方法。
【請求項１６】
請求項１に記載の方法であって、
前記プラズマツールのプラズマ源からデジタルパルス信号を受信することと、
メトリックデータの前記第２のセットをサンプリングするレートを示す前記デジタルパルス信号を前記データ処理システムに提供することと
をさらに含む、方法。
【請求項１７】
請求項１に記載の方法であって、メトリックデータの前記第２のセットが前記データ処理システムから前記プロセッサによって受信される期間の間に、メトリックデータの前記第１のセットの部分が前記データ処理システムによってキャプチャされない、方法。
【請求項１８】
請求項１に記載の方法であって、
前記第１の位置で前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを受信することをさらに含み、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットがキャプチャされるサイクルとは異なるサイクルの間にキャプチャされ、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、メトリックデータの前

記第２のセット及び前記第３のセットを比較して、前記第２のセットと前記第３のセットの間の不一致を識別することと、前記変数データを生成して前記不一致を低減することとを含む、
方法。
【請求項１９】
請求項１に記載の方法であって、
前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを、第２のプラズマツールの第２のデータ処理システムから受信することをさらに含み、
前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、メトリックデータの前記第２のセット及び前記第３のセットを比較して、前記第２のセットと前記第３のセットの間の不一致を識別することと、前記変数データを生成して前記不一致を低減することとを含む、
方法。
【請求項２０】
請求項１に記載の方法であって、
メトリックデータの第３のセットを、前記データ処理システムから受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットの遷移状態の数と比較して、より多い数の遷移状態を含むかどうか、及びメトリックデータの前記第２のセットの定常状態の数と比較して、より多い数の定常状態を含むかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い数の定常状態を含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記定常状態の各々に第２のパケットの第２のペイロード内で割り当てられたサンプルセットの数と比較して、第１のパケットの第１のペイロード内のより少ない数のサンプルセットを、メトリックデータの前記第３のセットの前記定常状態の各々に割り当てることと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い数の遷移状態を含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記遷移状態の各々に前記第２のパケットの前記第２のペイロード内で割り当てられたサンプルセットの数と比較して、前記第１のパケットの前記第１のペイロード内のより少ない数のサンプルセットを、メトリックデータの前記第３のセットの前記遷移状態の各々に割り当てることと
をさらに含む、方法。
【請求項２１】
請求項１に記載の方法であって、
前記データ処理システムからメトリックデータの第３のセットを受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットの定常状態に対応するデータの量と比較して、定常状態に対応するより多い量のデータを含むかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い量のデータを含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記定常状態に割り当てられたパケットの数と比較して、より多い数のパケットをメトリックデータの前記第３のセットの前記定常状態に割り当てることと
をさらに含む、方法。
【請求項２２】
プラズマツールを制御するためのコントローラであって、
プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信し、
メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定し、
前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを、前記プラズマツールのデータ処理システムに提供し、

前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信し、
メトリックデータの前記第２のセットを分析して変数データを生成し、かつ
前記変数データに従って前記プラズマツールを制御する
ように構成されたプロセッサと、
前記プロセッサに接続されたメモリデバイスと
を含む、コントローラ。
【請求項２３】
請求項２２に記載のコントローラであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記プロセッサが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲内にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、
コントローラ。
【請求項２４】
請求項２２に記載のコントローラであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記プロセッサが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態からメトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、
コントローラ。
【請求項２５】
高周波（ＲＦ）信号を生成するように構成されたプラズマ源と、
データ処理装置と、
前記データ処理装置及び前記プラズマ源に接続されたコントローラと
を含み、前記コントローラが、
ＲＦセンサから、前記ＲＦ信号に関連するメトリックデータの第１のセットを受信し、
メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定し、
前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを前記データ処理装置に提供し、
前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信し、
メトリックデータの前記第２のセットを分析して、変数データを生成し、かつ
前記変数データに従って前記プラズマ源を制御する
ように構成されている、
プラズマシステム。
【請求項２６】
請求項２５に記載のプラズマシステムであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記コントローラが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定し、

かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、
プラズマシステム。
【請求項２７】
請求項２５に記載のプラズマシステムであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記コントローラが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態からメトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、
プラズマシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示に記載される実施形態は、センサデータを分析し、インテリジェントに収集するためのシステム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
ここで提供される背景技術の説明は、本開示の文脈を大まかに提示することを目的とする。現時点で名前を挙げられている発明者らによる研究は、この背景技術の欄で説明される範囲内において、出願時に先行技術として別途みなされ得ない説明の態様と同様に、明示又は暗示を問わず、本開示に対抗する先行技術として認められない。
【０００３】
プラズマツールにおいて、１つ又は複数の高周波（ＲＦ）発生器は、インピーダンス整合ネットワークに接続される。インピーダンス整合ネットワークは、プラズマチャンバに接続される。ＲＦ信号は、ＲＦ発生器からインピーダンス整合ネットワークに供給される。インピーダンス整合ネットワークは、ＲＦ信号を受信すると、プラズマチャンバにＲＦ信号を出力する。また、複数のプロセスガスが、プラズマチャンバのシャワーヘッドを介してプラズマチャンバ内の間隙に供給される。ＲＦ信号がインピーダンス整合回路からプラズマチャンバに供給され、かつプロセスガスが供給されると、ウェハがプラズマチャンバ内で処理される。
【０００４】
ウェハの処理中に、大量のデータが収集される。
【０００５】
本開示に記載される実施形態が生じるのは、この文脈においてである。
【発明の概要】
【０００６】
本開示の実施形態は、センサデータを分析し、インテリジェントに収集するための、センサに依存しない装置、方法、及びコンピュータプログラムを提供する。本実施形態は、多くの方法で、例えば、プロセス、装置、システム、１つのハードウェア、又はコンピュータ可読媒体上での方法で実施され得る。いくつかの実施形態が後述される。

【０００７】
一実施形態において、メトリックデータを収集し、分析する方法が説明される。方法は、プロセッサによって、メトリックデータをキャプチャするための位置及びタイムウィンドウをプラズマツールのデータ処理システムに提供することを含む。方法は、前記位置で、かつ前記タイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータを受信することと、メトリックデータを分析して変数データを生成することと、変数データに従ってプラズマツールを制御することとをさらに含む。
【０００８】
一実施形態において、プラズマツールを制御する方法が説明される。方法は、プロセッサによって、プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信することを含む。方法は、メトリックデータの第１のセットを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするための第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定することをさらに含む。方法は、プロセッサによって、第１の位置及び第１のタイムウィンドウをプラズマツールのデータ処理システムに提供することを含む。方法はまた、第１の位置で、かつ第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第２のセットを受信することを含む。方法は、メトリックデータの第２のセットを分析して変数データを生成することと、変数データに従ってプラズマツールを制御することとを含む。
【０００９】
一実施形態において、プラズマツールを制御するためのコントローラが説明される。コントローラはプロセッサを含む。プロセッサは、プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信し、第１のセットのメトリックデータを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定する。プロセッサは、第１の位置及び第１のタイムウィンドウを、プラズマツールのデータ処理システムに提供する。プロセッサはさらに、第１の位置で、かつ第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第２のセットを受信する。プロセッサは、メトリックデータの第２のセットを分析して変数データを生成し、かつ変数データに従ってプラズマツールを制御する。コントローラは、プロセッサに接続されたメモリデバイスを含む。
【００１０】
一実施形態において、プラズマシステムが説明される。プラズマシステムは、高周波（ＲＦ）信号を生成するように構成されたプラズマ源を含む。プラズマシステムは、データ処理装置をさらに含む。プラズマシステムは、データ処理装置及びプラズマ源に接続されたコントローラを含む。コントローラは、ＲＦセンサから、ＲＦ信号に関連するメトリックデータの第１のセットを受信する。コントローラはその後、第１のセットのメトリックデータを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定する。コントローラは、第１の位置及び第１のタイムウィンドウをデータ処理システムに提供し、第１の位置で、かつ第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第２のセットを受信する。コントローラは、メトリックデータの第２のセットを分析して、変数データを生成し、かつ変数データに従ってプラズマ源を制御する。
【００１１】
本明細書に記載されるシステム及び方法のいくつかの利点は、デジタルメトリックデータが収集されるべき位置及びタイムウィンドウを提供することを含む。タイムウィンドウは、デジタルメトリックデータの状態、又はデジタルメトリックデータのサブ状態、又はデジタルメトリックデータのスライスにわたって広がる。位置及びタイムウィンドウを提供することによって、プロセスは、必要に応じて正確に制御可能である。さらに、位置及びタイムウィンドウを提供することによって、デジタルメトリックデータを保存するために使用されるメモリ空間の量は減少する。位置及びタイムウィンドウが提供されないと、大量のデジタルメトリックデータが記憶され、メモリ空間が増大する。
【００１２】

本明細書に記載されるシステム及び方法の追加の利点は、デジタルメトリックデータから統計値を生成することを含む。統計値は、デジタルメトリックデータの代わりにメモリデバイスに記憶される。その後、統計値に基づいて変数が制御される。デジタルメトリックデータの代わりに統計値を記憶することによって、デジタルメトリックデータを記憶するためのメモリ空間の量が減少する。

【００１３】

本明細書に記載されるシステム及び方法のさらなる利点は、チャンバ内マッチング及びチャンバ間マッチングを達成することを含む。チャンバ内マッチングは、位置でタイムウィンドウに関して収集されるデジタルメトリックデータの第１のセットと、位置でタイムウィンドウに関して収集されるデジタルメトリックデータの第２のセットの間で達成される。例えば、デジタルメトリックデータの第１のセットは、クロック信号の第１のサイクル中に位置でサンプリングされ、デジタルメトリックデータの第２のセットは、クロック信号の第２のサイクル中に位置で収集される。さらに、チャンバ間マッチングは、第１のプラズマツールから、位置でタイムウィンドウに関して収集されるデジタルメトリックデータの第１のセットと、第２のプラズマツールから、位置でタイムウィンドウに関して収集されるデジタルメトリックデータの第２のセットの間で達成される。例えば、デジタルメトリックデータの第１のセットは、クロック信号のサイクル中に位置でサンプリングされ、デジタルメトリックデータの第２のセットは、クロック信号の同じサイクル中に位置で収集される。

【００１４】

本明細書に記載されるシステム及び方法の追加の利点は、アナログメトリックデータの定常状態と比較してより高いレートで、アナログメトリックデータのエッジをサンプリングすることを含む。定常状態は、エッジほど頻繁には変化しない。そのため、定常状態のサンプリングの周波数と比較してより高い周波数でエッジをサンプリングすることによって、変数を正確に制御できる。

【００１５】

本明細書に記載されるシステム及び方法のさらなる利点は、デジタルメトリックデータの第１のセットが、定常状態又はエッジなどの多数の状態を有すると判定すると、ペイロード内の大量のサンプルセットを割り当てることを含む。デジタルメトリックデータの第１のセットは、デジタルメトリックデータの第２のセットの状態の数と比較して、より多い数の状態を有する。本明細書に記載されるシステム及び方法の追加の利点は、別の定常状態と比較してより長い持続期間に及ぶ定常状態に大量のパケットを割り当てることを含む。

【００１６】

他の態様は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

実施形態は、添付の図面と共に以下の説明を参照することによって理解される。

【００１８】

【図１Ａ】図１Ａは、ＲＦ発生器に関連する複数の高周波（ＲＦ）センサからのセンサデータの収集を例示するための、システムの一実施形態の図である。

【００１９】

【図１Ｂ】図１Ｂは、マッチレスプラズマ源に関連する複数のＲＦセンサからのセンサデータの収集を例示するための、システムの一実施形態の図である。

【００２０】

【図２Ａ】図２Ａは、メトリックデータの収集のためのＲＦセンサ、データ処理システム（ＤＰＳ）、及び分析コントローラの機能性を例示するための、システムの一実施形態の図である。

【００２１】

【図２Ｂ】図２Ｂは、分析コントローラによる追加のデジタルメトリックデータの使用を

例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００２２】
【図２Ｃ】図２Ｃは、図２Ａのデジタルメトリックデータが、分析コントローラによって受信され分析されて、分析コントローラのメモリデバイスにデジタルメトリックデータの部分を記憶すべき位置及びタイムウィンドウを判定することを例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００２３】
【図２Ｄ】図２Ｄは、メトリックデータの部分が分析コントローラからプロセスコントローラに送信されてプラズマ源を制御することを例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００２４】
【図２Ｅ】図２Ｅは、追加のデジタルメトリックデータを使用して状態に関する変数の値を判定する方法を例示するための図である。
【００２５】
【図３Ａ】図３Ａは、変数の値を判定するためのメトリックの統計値の使用を例示するための、方法の一実施形態の図である。
【００２６】
【図３Ｂ】図３Ｂは、複数のＲＦセンサによって感知されるメトリックデータ間のコンセンサスの使用を例示するための、方法のフローチャートの一実施形態である。
【００２７】
【図３Ｃ】図３Ｃは、位置及びタイムウィンドウに関するメトリックの全ての値の代わりとしてのメトリックの統計値の使用を例示するための、方法の一実施形態のフローチャートである。
【００２８】
【図４】図４は、メトリックデータの収集のための位置及びタイムウィンドウが、クロック信号の各サイクルで変化し得ることを例示するための、方法の一実施形態の図である。
【００２９】
【図５Ａ】図５Ａは、メトリックの状態、サブ状態、及びスライスを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００３０】
【図５Ｂ】図５Ｂは、位置及びタイムウィンドウの選択を例示するための、デスクトップコンピュータの一実施形態の図である。
【００３１】
【図５Ｃ】図５Ｃは、異なる位置又はタイムウィンドウ又はそれらの組み合わせが、クロック信号の異なるサイクルに対して提供され得ることを例示するための、モニタの一実施形態の図である。
【００３２】
【図６Ａ】図６Ａは、ＲＦセンサからメトリックのメトリックデータをサンプリングするための単一のデジタルパルス信号の使用を例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００３３】
【図６Ｂ】図６Ｂは、アナログ－デジタル変換器（ＡＤＣ）のプロセッサによるトランジスタ－トランジスタ論理回路１（ＴＴＬ１）信号の受信のための異なるルートを例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００３４】
【図７Ａ】図７Ａは、ＴＴＬ１信号のプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００３５】
【図７Ｂ】図７Ｂは、図６Ａのシステムの第１のＲＦセンサによって測定されるメトリックのメトリックデータのプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。

【００３６】
【図７Ｃ】図７Ｃは、図６Ａのシステムの第２のＲＦセンサによって測定されるメトリックのメトリックデータのプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００３７】
【図７Ｄ】図７Ｄは、図６Ａのシステムの第３のＲＦセンサによって測定されるメトリックのメトリックデータのプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００３８】
【図８】図８は、ＲＦセンサから受信されるメトリックのメトリックデータをサンプリングするための、ＴＴＬ信号などの複数のデジタルパルス信号の使用を例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００３９】
【図９Ａ】図９Ａは、クロック信号のプロットを例示するためのグラフである。
【００４０】
【図９Ｂ】図９Ｂは、ＴＴＬ１信号のプロットを例示するための図７Ａのグラフの一実施形態である。
【００４１】
【図９Ｃ】図９Ｃは、第１のＲＦセンサから出力されるメトリックデータのプロットを例示するための図７Ｂのグラフの一実施形態である。
【００４２】
【図９Ｄ】図９Ｄは、図８のシステムのＴＴＬ２信号のプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００４３】
【図９Ｅ】図９Ｅは、第２のＲＦセンサから出力されるメトリックのメトリックデータのプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００４４】
【図９Ｆ】図９Ｆは、図８のＴＴＬ３信号のプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００４５】
【図９Ｇ】図９Ｇは、第３のＲＦセンサから出力されるメトリックのメトリックデータのプロットを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００４６】
【図１０Ａ】図１０Ａは、メトリックのメトリックデータのキャプチャ及び転送を例示するためのシステムの一実施形態の図である。
【００４７】
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、図１０Ａのデジタルメトリックデータのキャプチャ及び転送のためのユーザからの命令の受信を例示するための、モニタの一実施形態の図である。
【００４８】
【図１１Ａ】図１１Ａは、チャンバ内マッチングを例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００４９】
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、チャンバ間マッチングを例示するための、システムの一実施形態の図である。
【００５０】
【図１２Ａ】図１２Ａは、２状態メトリックデータの定常状態と比較して、メトリックの２状態メトリックデータのエッジに対する、ＡＤＣプロセッサによる異なるサンプリングレートを例示するためのグラフの一実施形態である。
【００５１】
【図１２Ｂ】図１２Ｂは、３状態メトリックデータの定常状態と比較して、メトリックの３状態メトリックデータのエッジに対する、ＡＤＣプロセッサによる異なるサンプリングレートを例示するためのグラフの一実施形態である。

【００５２】
【図１３】図１３は、クロック信号のサイクル中の各エッジ及び各定常状態に対するサンプリングレートの受信を例示するための、モニタの一実施形態の図である。
【００５３】
【図１４Ａ】図１４Ａは、図２Ａのデジタルメトリックデータが分析コントローラからプロセスコントローラに転送される手法を例示するための、データグラムのペイロードの一実施形態の図である。
【００５４】
【図１４Ｂ】図１４Ｂは、分析コントローラからプロセスコントローラに送信されるパケットのペイロードの一実施形態である。
【００５５】
【図１４Ｃ－１】図１４Ｃ－１は、定常状態Ｓ１の大量のデジタルメトリックデータがパケット間で分配され得ることを例示するための、複数のパケットのペイロードの一実施形態の図である。
【００５６】
【図１４Ｃ－２】図１４Ｃ－２は、定常状態Ｓ２に関連するエッジのデジタルメトリックデータを含む、パケットのペイロードの一実施形態の図である。
【００５７】
【図１５】図１５は、マッチレスプラズマ源の詳細を例示するための、システムの一実施形態の図である。
【発明を実施するための形態】
【００５８】
以下の実施形態は、センサデータを分析し、インテリジェントに収集するためのシステム及び方法を説明する。本実施形態が、これらの具体的詳細の一部又は全てがなくとも、実施され得ることは明らかであろう。他の例では、周知のプロセス動作は、本実施形態を不必要に曖昧にすることのないように、詳細には説明されない。
【００５９】
一実施形態では、メトリックのメトリックデータが、分析コントローラのプロセッサによって受信される。分析コントローラのプロセッサは、メトリックデータを分析して、追加のメトリックデータが受信されるべき位置及びタイムウィンドウを判定する。プロセッサは、位置及びタイムウィンドウを示す信号をデータ処理システム（ＤＰＳ）に送信する。信号を受信すると、データ処理システムのアナログ－デジタル変換器（ＡＤＣ）は、その位置でそのタイムウィンドウに関してメトリックデータをサンプリングして、例えば、アナログ形式からデジタル形式に変換するなどして、追加のメトリックデータを出力し、追加のメトリックデータを分析コントローラのプロセッサに送信する。分析コントローラのプロセッサは、その位置でそのタイムウィンドウに関して収集された、例えば、サンプリング等された追加のメトリックデータに基づいて、高周波（ＲＦ）発生器の変数を制御できる。
【００６０】
図１Ａは、複数のＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）からのセンサデータの収集を例示するための、プラズマシステム１００の一実施形態の図であり、ここでｎは正の整数であり、ｍは正の整数である。プラズマシステムは、本明細書ではプラズマツールと呼ばれることもある。システム１００は、ＲＦ発生器（ＲＦＧｓ）ａ１～ａ（ｎ＋ｍ）を含み、ここでｎ及びｍは正の整数である。システム１００は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、複数のマッチシステム１０８及び１１０と、ＲＦコイル１１２と、プラズマチャンバ１１４とをさらに含む。一例として、ＲＦコイル１１２は、複数のターンを有する単一のＲＦコイルを含む。システム１００は、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とをさらに含む。ＤＰＳは、本明細書ではデータ処理装置と呼ばれることもある。
【００６１】

一例として、各ＲＦ発生器は、ある周波数で動作する。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１は低周波で動作し、ＲＦ発生器ＲＦＧａ２は中波で動作し、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎは高周波で動作する。例示すると、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１は４００キロヘルツ（ｋＨｚ）の周波数を有するＲＦ信号を生成し、ＲＦ発生器ＲＦＧａ２は２７メガヘルツ（ＭＨｚ）の周波数を有するＲＦ信号を生成し、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎは６０ＭＨｚの周波数を有するＲＦ信号を生成する。別の例示として、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１は２ＭＨｚの周波数を有するＲＦ信号を生成し、残りのＲＦ発生器ＲＦＧａ２及びＲＦＧａｎは、先の例示におけるものと同じ周波数を有するＲＦ信号を生成する。

【００６２】

本明細書に記載されるマッチシステムは、１つ又は複数の分岐回路を含む。一例として、マッチシステムは、ハウジング又はエンクロージャを有する。マッチシステムの一例として、インピーダンス整合ネットワーク、インピーダンス整合回路、及びマッチが挙げられる。例示すると、マッチシステムの各分岐回路は、トランジスタ、レジスタ、及びコンデンサなどの１つ又は複数の電気回路部品を含む。さらに例示すると、各分岐回路は、直列回路、又は分路、又はそれらの組み合わせを含む。分路は、一端において直列回路に接続され、反対側の端部において大地電位に接続される。一例として、直列回路は、直列に互いに接続された２つ以上の電気回路部品を含み、分路は、直列に互いに接続された２つ以上の電気回路部品を含む。

【００６３】

マッチシステム１０８は、複数の入力Ｉａ１～Ｉａｎと、出力Ｏ１０８とを有する。一例として、マッチシステムの各入力及び出力は、コネクタである。一例として、入力Ｉａ１～Ｉａｎは、マッチシステム１０８の分岐回路を介して出力Ｏ１０８に接続される。例示すると、入力Ｉａ１は、マッチシステム１０８の第１の分岐回路を介して出力Ｏ１０８に接続され、入力Ｉａ２は、マッチシステム１０８の第２の分岐回路を介して出力Ｏ１０８に接続される。

【００６４】

同様に、マッチシステム１１０は、複数の入力Ｉａ（ｎ＋１）～Ｉａ（ｎ＋ｍ）と、出力Ｏ１１０とを有する。一例として、入力Ｉａ（ｎ＋１）～Ｉａ（ｎ＋ｍ）は、マッチシステム１１０の分岐回路を介して、出力Ｏ１１０に接続される。例示すると、入力Ｉａ（ｎ＋１）は、マッチシステム１１０の第１の分岐回路を介して出力Ｏ１１０に接続され、入力Ｉａ（ｎ＋２）は、マッチシステム１１０の第２の分岐回路を介して出力Ｏ１１０に接続される。

【００６５】

各ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａｎは、対応するＲＦケーブルを介してマッチシステム１０８の対応する入力に接続される。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１の出力Ｏａ１は、ＲＦケーブルＲＦＣａ１を介してマッチシステム１０８の入力Ｉａ１に接続され、ＲＦ発生器ＲＦＧａ２の出力Ｏａ２は、ＲＦケーブルＲＦＣａ２を介してマッチシステム１０８の入力Ｉａ２に接続され、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎの出力Ｏａｎは、ＲＦケーブルＲＦＣａｎを介してマッチシステム１０８の入力Ｉａｎに接続される。マッチシステム１０８の出力Ｏ１０８は、ＲＦ伝送線１３８を介してＲＦコイル１１２に接続される。

【００６６】

同様に、各ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）は、対応するＲＦケーブルを介してマッチシステム１１０の対応する入力に接続される。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）の出力Ｏａ（ｎ＋１）は、ＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋１）を介してマッチシステム１１０の入力Ｉａ（ｎ＋１）に接続され、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋２）の出力Ｏａ（ｎ＋２）は、ＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋２）を介してマッチシステム１１０の入力Ｉａ（ｎ＋２）に接続され、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）の出力Ｏａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋ｍ）を介してマッチシステム１１０の入力Ｉａ（ｎ＋ｍ）に接続される。マッチシステム１１０の出力Ｏ１１０は、ＲＦ伝送線１４２を介してチャック１１８に接続される。

【００６７】
本明細書で使用されるＲＦセンサの一例として、電圧・電流プローブ、方向性結合器、複素電流センサ、複素電圧センサ、及び位相振幅センサが挙げられる。例示すると、ＲＦセンサは、複素電圧及び電流（複素Ｖ及びＩ）、又は順方向電力、又は反射電力、又は電圧、又は電流、又はインピーダンス、又はそれらの２つ以上の組み合わせなどのメトリックを測定する。複素電圧及び電流は、電圧の振幅、電流の振幅、及び電圧と電流の間の位相を含む。複素電流センサは複素電流を測定し、複素電流は、電流の振幅及び電流の位相を含む。複素電圧センサは複素電圧を測定し、複素電圧は、電圧の振幅及び電圧の位相を含む。一例として、順方向電力はプラズマ源からプラズマチャンバに供給され、反射電力はプラズマ源からＲＦ発生器に反射して戻される。プラズマ源の例は後述する。方向性結合器は、供給電力及び反射電力を測定する電力センサの一例である。一例として、ＲＦケーブルＲＦＣａｎは、方向性結合器の入力ポートから方向性結合器内のチャネルを介して方向性結合器の出力ポートへと通る。別の例として、ＲＦケーブルＲＦＣａｎは、ＶＩプローブの入力ポートからＶＩプローブ内のチャネルを介してＶＩプローブの出力ポートへと通る。

【００６８】
一例として、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）の１つ又は複数は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）の残りのものとは異なるメトリックを測定する。例えば、ＲＦセンサａ１は複素電圧及び電流を測定し、ＲＦセンサａｎは複素電圧を測定する。別の例として、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）は複素電流を測定し、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）は複素電圧を測定する。

【００６９】
プラズマチャンバ１１４は、ＲＦコイル１１２を有する誘導結合プラズマチャンバである。例えば、ＲＦコイル１１２は、プラズマチャンバ１１４の誘電体窓１２０の上に配置される。プラズマチャンバ１１４は、基板支持体の一例であるチャック１１８をさらに含む。チャック１１８の一例は、静電チャック（ＥＳＣ）である。チャック１１８は、プラズマチャンバ１１４内での処理のために、半導体ウェハなどの基板Ｓを支持する。基板Ｓは、チャック１１８の上面に配置される。チャック１１８は、アルミニウム又はアルミニウムの合金などの金属から作製される下部電極を含む。チャック１１８は誘電体窓１２０に面しており、チャック１１８と誘電体窓１２０の間には間隙が形成される。

【００７０】
プラズマチャンバ１１４は、側壁ＳＷと、底壁ＢＷと、上壁ＴＷとを有する。側壁ＳＷは、上壁ＴＷと底壁ＢＷの間に位置する。一例として、上壁ＴＷの一部は、誘電体窓１２０によって形成される。

【００７１】
ＤＰＳ１０２は、ＡＤＣ１０４とトランシーバ１２２とを含む。ＡＤＣ１０４は、トランシーバ１２２に接続される。また、分析コントローラ１０６は、プロセッサ１２４と、メモリデバイス１２６と、トランシーバ１２８と、通信コントローラ（ＣＣ）１３０とを含む。一例として、通信コントローラは、ネットワーク通信プロトコルを適用して、例えば、実行するなどして、データを別の通信コントローラに転送する。ネットワーク通信プロトコルの例としては、ユーザデータグラムプロトコル（ＵＤＰ）、ユーザデータグラムプロトコルオーバーインターネットプロトコル（ＵＤＰ／ＩＰ）、及びトランスミッションコントロールプロトコルオーバーＩＰ（ＴＣＰ／ＩＰ）が挙げられる。一例として、トランシーバは、パラレル方式又はシリアル方式などで転送プロトコルを適用することによって、又はユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）プロトコルを適用することによって、データを転送する（例えば、受信又は送信する等）。プロセッサ１２４は、トランシーバ１２８、通信コントローラ１３０、及びメモリデバイス１２６に接続される。

【００７２】
一例として、プロセッサは、中央処理装置（ＣＰＵ）、又はマイクロプロセッサ、又はマイクロコントローラ、又は特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、又はプログラマブルロジックデバイス（ＰＬＤ）である。メモリデバイスの例として、ランダムアクセスメモリ

及びリードオンリーメモリが挙げられる。例示すると、メモリデバイスは、フラッシュメモリ、ソリッドステートメモリ、若しくはハードディスク、又は独立したディスクの冗長アレイである。

【００７３】

プロセスコントローラ１１６は、プロセッサ１３２と、メモリデバイス１３４と、通信コントローラ１３６とを含む。プロセッサ１３２は、メモリデバイス１３４及び通信コントローラ１３６に接続される。

【００７４】

ＲＦ伝送線の一例は、ＲＦシースによって囲まれたＲＦロッドを含む。ＲＦロッドとＲＦシースの間には、絶縁材料が存在する。ＲＦ伝送線の別の例は、ＲＦロッド及び１つ又は複数のＲＦストラップの組み合わせである。例示すると、ＲＦロッドは、ＲＦシースによって囲まれ、ＲＦストラップを介してＲＦコイルに接続され、かつＲＦストラップを介して出力Ｏ１０８に接続される。別の例示として、ＲＦロッドは、ＲＦシースによって囲まれ、ＲＦストラップを介してチャック１１８に接続され、かつＲＦストラップを介して出力Ｏ１１０に接続される。

【００７５】

各ＲＦセンサは、ＲＦ発生器とマッチシステムの間のＲＦケーブルに接続される。例えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１と入力Ｉａ１の間のＲＦケーブルＲＦＣａ１上の点Ｐａ１で接続され、ＲＦセンサａ２は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ２と入力Ｉａ２の間のＲＦケーブルＲＦＣａ２上の点Ｐａ２で接続され、ＲＦセンサａｎは、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎと入力Ｉａｎの間のＲＦケーブルＲＦＣａｎ上の点Ｐａｎで接続される。別の例として、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）と入力Ｉａ（ｎ＋１）の間のＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋１）上の点Ｐａ（ｎ＋１）で接続され、ＲＦセンサａ（ｎ＋２）は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋２）と入力Ｉａ（ｎ＋２）の間のＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋２）上の点Ｐａ（ｎ＋２）で接続され、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）と入力Ｉａ（ｎ＋ｍ）の間のＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋ｍ）上の点Ｐａ（ｎ＋ｍ）で接続される。

【００７６】

ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）は、ＤＰＳ１０２のＡＤＣ１０４に接続される。ＤＰＳ１０２は、分析コントローラ１０６に接続され、分析コントローラ１０６はプロセスコントローラ１１６に接続されている。例えば、トランシーバ１２２は、パラレル転送ケーブル、シリアル転送ケーブル、又はＵＳＢケーブルを介してトランシーバ１２８に接続される。パラレル転送ケーブルは、同時方式などのパラレル方式でデータを転送する。シリアル転送ケーブルは、連続方式などのシリアル方式でデータを転送する。ＵＳＢケーブルは、ＵＳＢプロトコルを用いてデータを転送する。また、この例では、通信コントローラ１３０は、通信コントローラ１３６に接続されている。

【００７７】

プロセッサ１２４は、対応する転送ケーブルを介してＲＦ発生器に接続される。例えば、プロセッサ１２４は、転送ケーブルＴＣａ１を介してＲＦ発生器ＲＦＧａ１に接続され、転送ケーブルＴＣａ２を介してＲＦ発生器ＲＦＧａ２に接続され、かつ転送ケーブルＴＣａｎを介してＲＦ発生器ＲＦＧａｎに接続される。また、プロセッサ１２４は、転送ケーブルＴＣａ（ｎ＋１）を介してＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）に接続され、転送ケーブルＴＣａ（ｎ＋２）を介してＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋２）に接続され、転送ケーブルＴＣａ（ｎ＋ｍ）を介してＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）に接続される。転送ケーブルの例は、上記で提供される。

【００７８】

一例として、プロセスコントローラ１１６は、分析コントローラ１０６を管理するエンティティとは異なるエンティティによって管理される。例示すると、プロセスコントローラ１１６は、プラズマシステム１００の１つ又は複数のコンポーネントの製造者Ａによって管理され、分析コントローラ１０６は、その製造者の顧客によって管理される。顧客は

、プラズマシステム１００のコンポーネントを使用して、基板を製造する。
【００７９】
プロセッサ１２４は、周波数又は電力又はそれらの組み合わせなどの変数を含むレシピにアクセスする。レシピは、メモリデバイス１２６からアクセスされる。レシピは、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）の各々についてのものである。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１は第１のレシピに基づいて制御され、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎは第２のレシピに基づいて制御される。プロセッサ１２４は、対応するレシピを含むレシピ信号をＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）に送信する。
【００８０】
レシピ信号を送信した後、プロセッサ１２４は、単一のデジタルパルスなどのトリガ信号をＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）に送信する。トリガ信号を受信すると、各ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）は、対応するレシピに基づいてＲＦ信号を生成する。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）は、対応するレシピに従って、対応するＲＦ信号１４０ａ１、１４０ａ２、１４０ａｎ、１４０ａ（ｎ＋１）、１４０ａ（ｎ＋２）、及び１４０ａ（ｎ＋ｍ）を生成する。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎは、ｎ番目のレシピに基づいてＲＦ信号１４０ａｎを生成し、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）は、（ｎ＋ｍ）番目のレシピに基づいてＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）を生成する。
【００８１】
マッチシステム１０８は、入力Ｉａ１～ＩａｎでＲＦ信号１４０ａ１～１４０ａｎを受信し、ＲＦ信号１４０ａ１～１４０ａｎのインピーダンスを修正して、修正インピーダンス信号を出力する。マッチシステム１０８は、出力Ｏ１０８に接続された負荷のインピーダンスを、入力Ｉａ１～Ｉａｎに接続されたソースのインピーダンスと整合させて、ＲＦ信号１４０ａ～１４０ａｎのインピーダンスを修正する。出力Ｏ１０８に接続された負荷の一例は、ＲＦ伝送線１３８及びプラズマチャンバ１１４であり、入力Ｉａ１～Ｉａｎに接続されたソースの一例は、ＲＦケーブルＲＦＣａ１～ＲＦＣａｎ及びＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａｎである。修正インピーダンス信号は出力Ｏ１０８で合成され、修正ＲＦ信号１４４を出力する。修正ＲＦ信号１４４は、出力Ｏ１０８からＲＦ伝送線１３８を介してＲＦコイル１１２に送信される。
【００８２】
同様に、マッチシステム１１０は、入力Ｉａ（ｎ＋１）～Ｉａ（ｎ＋ｍ）でＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）～１４０ａ（ｎ＋ｍ）を受信し、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）～１４０ａ（ｎ＋ｍ）のインピーダンスを修正して、修正インピーダンス信号を出力する。マッチシステム１１０は、出力Ｏ１１０に接続された負荷のインピーダンスを、入力Ｉａ（ｎ＋１）～Ｉａ（ｎ＋ｍ）に接続されたソースのインピーダンスと整合させて、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）～１４０ａ（ｎ＋ｍ）のインピーダンスを修正する。出力Ｏ１１０に接続された負荷の一例は、ＲＦ伝送線１４２及びプラズマチャンバ１０４であり、入力Ｉａ（ｎ＋１）～Ｉａ（ｎ＋ｍ）に接続されたソースの一例は、ＲＦケーブルＲＦＣａ（ｎ＋１）～ＲＦＣａ（ｎ＋ｍ）及びＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）である。修正インピーダンス信号は、出力Ｏ１１０で合成され、修正ＲＦ信号１４６を出力する。修正ＲＦ信号１４６は、出力Ｏ１１０からＲＦ伝送線１４２を介してチャック１１８の下部電極に送信される。修正ＲＦ信号１４４及び１４６に加えて、酸素含有ガス、又はフッ素含有ガス、又は窒素含有ガス、又はそれらの組み合わせなどの１つ又は複数のプロセスガスがプラズマチャンバ１１４に供給されると、プラズマチャンバ１１４内でプラズマが発生又は維持される。
【００８３】
プラズマがプラズマチャンバ１１４内で発生又は維持されると、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦケーブルＲＦＣ１～ＲＦＣａ（ｎ＋ｍ）を介して転送されたＲＦ信号１４０ａ１～１４０ａ（ｎ＋ｍ）のデータを感知してアナログメトリックデータを出力し、アナログメトリックデータをＡＤＣ１０４に提供する。例えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ信号１４０ａ１のデータを感知又は測定してアナログメトリックデータ１４２ａ１を出力

し、ＲＦセンサａ２は、ＲＦ信号１４０ａ２のデータを感知してアナログメトリックデータ１４２ａ２を出力し、ＲＦセンサａｎは、ＲＦ信号１４０ａｎのデータを感知してアナログメトリックデータ１４２ａｎを出力する。また、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）はＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）のデータを感知してアナログメトリックデータ１４２ａ（ｎ＋１）を出力し、ＲＦセンサａ（ｎ＋２）はＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋２）のデータを感知してアナログメトリックデータ１４２ａ（ｎ＋２）を出力し、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）はＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）のデータを感知してアナログメトリックデータ１４２ａ（ｎ＋ｍ）を出力する。

【００８４】

ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）は、転送ケーブルを介してアナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）をＡＤＣ１０４に送信する。ＡＤＣ１０４は、アナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）を収集して、例えば、サンプリングするなどして、デジタルメトリックデータ１４４を出力する。例えば、ＡＤＣ１０４は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）から受信したアナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）を、アナログ形式からデジタル形式に変換して、デジタルメトリックデータ１４４を出力する。

【００８５】

ＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２は、転送プロトコルをデジタルメトリックデータ１４４に適用してデータ転送ユニット１４６を生成し、データ転送ユニット１４６をトランシーバ１２８に送信する。本明細書に記載されるアナログメトリックデータ又はデジタルメトリックデータは、メトリックのデータであることに留意されたい。

【００８６】

トランシーバ１２８は、データ転送ユニット１４６を取得し、転送プロトコルをデータ転送ユニット１４６に適用してデジタルメトリックデータ１４４を抽出する。トランシーバ１２８は、デジタルメトリックデータ１４４をプロセッサ１２４に提供する。分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）の１つ又は複数によって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき位置及びタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御するかどうかを判定する。例えば、プロセッサ１２４は、ＲＦセンサａ１によって出力された追加のアナログメトリックデータが、変更された位置で変更されたタイムウィンドウに関してアナログ形式からデジタル形式に変換されるべきであると判定する。この例では、プロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介してＡＤＣ１０４に制御信号を送信し、変更された位置及び変更されたタイムウィンドウを示す。ＡＤＣ１０４は、変更された位置及び変更されたタイムウィンドウを受信し、変更された位置で変更されたタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサａ１によって出力された追加のアナログメトリックデータをアナログ形式からデジタル形式に変換する。

【００８７】

別の例として、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａｎによって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき第１の位置及び第１のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。この例では、プロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介してＡＤＣ１０４に制御信号を送信し、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを示す。ＡＤＣ１０４は、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを受信し、変更された第１の位置で変更された第１のタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサａｎによって出力された追加のアナログメトリックデータをアナログ形式からデジタル形式に変換する。また、この例では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）によって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集される

べき第１の位置及び第１のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。この例では、プロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介してＡＤＣ１０４に制御信号を送信し、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを示す。ＡＤＣ１０４は、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを受信し、変更された第１の位置で変更された第１のタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）によって出力された追加のアナログメトリックデータをアナログ形式からデジタル形式に変換する。

【００８８】

さらに別の例として、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａｎによって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき第１の位置及び第１のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。この例では、プロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介してＡＤＣ１０４に制御信号を送信し、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを示す。ＡＤＣ１０４は、変更された第１の位置及び変更された第１のタイムウィンドウを受信し、変更された第１の位置で変更された第１のタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサａｎによって出力された追加のアナログメトリックデータをアナログ形式からデジタル形式に変換する。また、この例では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）によって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき第２の位置及び第２のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。この例では、プロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介してＡＤＣ１０４に制御信号を送信し、変更された第２の位置及び変更された第２のタイムウィンドウを示す。ＡＤＣ１０４は、変更された第２の位置及び変更された第２のタイムウィンドウを受信し、変更された第２の位置で変更された第２のタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）によって出力された追加のアナログメトリックデータをアナログ形式からデジタル形式に変換する。この例では、第１の位置は第２の位置とは異なり、第１のタイムウィンドウは第２のタイムウィンドウとは異なる。例示すると、第１の位置は第２の位置と比較して時間的に前又は後に位置し、第１のタイムウィンドウは第２のタイムウィンドウの期間の前又は後に位置する期間を有する。さらに例示すると、第２のタイムウィンドウは、第１のタイムウィンドウと部分的に重なるが、第１のタイムウィンドウと完全に重なることはない。システム１００の機能性のさらなる説明は、図２Ａ及び図２Ｂを参照して後述する。

【００８９】

一実施形態では、クロック発振器又はデジタルクロックなどのクロック源が、クロック信号を生成し、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）から受信したアナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）をアナログ形式からデジタル形式に変換する、例えば、サンプリングなどのために、ＡＤＣ１０４にクロック信号を供給する。アナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）は、クロック信号と同期してアナログ形式からデジタル形式に変換される。例えば、アナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）は、クロック信号の立ち上がり時間の各インスタンス又は立ち下がり時間の各インスタンスで変換される。一例として、クロック源はプロセッサ１２４である。別の例として、クロック源はプロセッサ１３２である。この例では、プロセッサ１３２は、通信コントローラ１３６、通信コントローラ１３０、プロセッサ１２４、トランシーバ１２８、及びトランシーバ１２２を介して、ＡＤＣ１０４にクロック信号を提供する。さらに別の例として、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２は、インターネットからクロック信号を受信し、ＡＤＣ１０４にクロック信号を供給する。

【００９０】

一実施形態では、ＲＦセンサは、ＲＦ発生器内又はマッチシステム内に配置される。例

えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１内、又はマッチシステム１０８内に配置される。

【００９１】

一実施形態では、分析コントローラ１０６は、ワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）又はローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）又はそれらの組み合わせなどのコンピュータネットワークを介してプロセスコントローラ１１６に接続される。ＷＡＮの一例としてインターネットが挙げられ、ＬＡＮの一例としてイントラネットが挙げられる。

【００９２】

一実施形態では、分析コントローラ１０６及びプロセスコントローラ１１６の代わりに、単一のコントローラが使用される。

【００９３】

一実施形態では、トランシーバは、本明細書においてデータトランシーバと呼ばれることもあり、その逆もまた然りである。

【００９４】

一実施形態では、変数は、電力の代わりに電圧である。

【００９５】

一実施形態では、システム１００は、図１Ａに例示されたもの以外に、より多い又はより少ない数のＲＦ発生器を含む。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａｎの代わりに、単一のＲＦ発生器が使用され、チャック１１８は大地電位に接続される。別の例として、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）の代わりに、単一のＲＦ発生器が使用され、ＲＦコイル１１２は大地電位に接続される。

【００９６】

一実施形態では、プラズマチャンバ１１４の代わりに、導電結合プラズマ（ＣＣＰ）チャンバが使用される。例えば、ＲＦコイルシステム１１２及び誘電体窓１２０の代わりに、上部電極が使用される。上部電極は、アルミニウム又はその合金などの金属から作製されるプレートである。ＣＣＰチャンバの上壁は、上部電極の上に位置する。

【００９７】

一実施形態では、マッチシステムの代わりに、別個のマッチシステムが図１ＡのＲＦ発生器に接続される。例えば、第１のマッチシステムはＲＦ発生器ＲＦＧａ１に接続され、第２のマッチシステムはＲＦ発生器ＲＦＧａ２に接続される。別の例として、第１のマッチシステムはＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）に接続され、第２のマッチシステムはＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋２）に接続される。

【００９８】

一実施形態では、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）の１つは、対応するＲＦ発生器の出力と対応するマッチシステムの入力との間の任意の点で接続される。例えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１の出力Ｏａ１又はマッチシステム１０８の入力Ｉａ１において接続される。別の例として、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）は、出力Ｏａ（ｎ＋ｍ）又は入力Ｉａ（ｎ＋ｍ）において接続される。

【００９９】

一実施形態では、１つ又は複数の追加のＲＦセンサが、ＲＦ伝送線１３８に接続される。例えば、第１のＲＦセンサは、出力Ｏ１０８において接続される。別の例として、第１のＲＦセンサはＲＦ伝送線１３８のＲＦロッドに接続され、第２のＲＦセンサは出力Ｏ１０８において接続される。さらに別の例として、ＲＦセンサは、出力Ｏ１０８と比較して、ＲＦコイル１１２に近接して接続される。１つ又は複数の追加のＲＦセンサは、ＡＤＣ１０４に接続されて、ＡＤＣ１０４にアナログメトリックデータを提供する。ＡＤＣ１０４は、アナログメトリックデータをサンプリングしてデジタルメトリックデータを出力し、デジタルメトリックデータをプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータに基づいて変数の値を判定する。

【０１００】

一実施形態では、プロセッサ１２４の代わりに、プロセッサ１３２が、デジタルメトリ

ックデータ１４４を分析して、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）の１つ又は複数によって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき１つ又は複数の位置及び１つ又は複数のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。例えば、プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ１４４を通信コントローラ１３０に提供する。通信コントローラ１３０は、ネットワーク通信プロトコルをデジタルメトリックデータ１４４に適用して１つ又は複数のデータパケットを生成し、データパケットを通信コントローラ１３６に送信する。１つ又は複数のデータパケットを受信すると、通信コントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルを適用してデジタルメトリックデータ１４４を抽出し、デジタルメトリックデータ１４４を分析のためにプロセッサ１３２に提供する。プロセッサ１２４の代わりにプロセッサ１３２が、制御信号を生成し、通信コントローラ１３６、通信コントローラ１３０、プロセッサ１２４、トランシーバ１２８、及びＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２を介して、ＡＤＣ１０４に送信する。

【０１０１】

一実施形態では、１つ又は複数の追加のＲＦセンサは、エッジリングに接続されているＲＦ伝送線に接続される。エッジリングは、チャック１１８を囲み、かつＲＦ伝送線を介してマッチシステムに接続される。１つ又は複数の追加のＲＦセンサは、ＡＤＣ１０４に接続されて、ＡＤＣ１０４にアナログメトリックデータを提供する。ＡＤＣ１０４は、アナログメトリックデータをサンプリングしてデジタルメトリックデータを出力し、デジタルメトリックデータをプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータに基づいて変数の値を判定する。

【０１０２】

一実施形態では、複数のＲＦコイルがプラズマチャンバ１０４の他にも配置される。例えば、第１のＲＦコイルは誘電体窓１２０の上に配置され、第２のＲＦコイルは側壁ＳＷを囲むように上壁ＴＷのレベルより低いレベルに配置される。この例では、第１のマッチシステムは、第１のＲＦ伝送線を介して第１のＲＦコイルに接続され、第２のマッチシステムは、第２のＲＦ伝送線を介して第２のＲＦコイルに接続される。また、この例では、１つ又は複数のＲＦ発生器が第１のマッチシステムに接続され、かつ１つ又は複数のＲＦ発生器が第２のマッチシステムに接続される。

【０１０３】

一実施形態では、プラズマチャンバ１１４の代わりに、別のプラズマチャンバがシステム１００で使用される。別のプラズマチャンバは、チャック１１８を囲むエッジリングを含む。エッジリングは金属から作製される。ＲＦ発生器ａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋ｍ）がマッチシステム１１０を介してチャック１１８に接続されるのと同じ手法で、１つ又は複数のＲＦ発生器がマッチシステムを介してエッジリングに接続される。また、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋ｍ）と同様の１つ又は複数のＲＦセンサが、ＲＦ発生器をエッジリングに接続するＲＦケーブルに接続される。１つ又は複数のＲＦセンサは、１つ又は複数のＲＦ発生器によって送信されるＲＦ信号に関するデータを測定して、アナログメトリックデータを出力し、アナログメトリックデータをＡＤＣ１０４に提供する。ＡＤＣ１０４は、上述したのと同じ手法でアナログメトリックデータからデジタルメトリックデータを生成し、デジタルメトリックデータをプロセッサ１２４に提供する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータを分析して、１つ又は複数のＲＦセンサによって出力される追加のアナログメトリックデータがＡＤＣ１０４によって収集されるべき１つ又は複数の位置及び１つ又は複数のタイムウィンドウを変更するようにＡＤＣ１０４を制御することを決定する。

【０１０４】

図１Ｂは、マッチレスプラズマシステム１５０の一実施形態の図である。マッチレスプラズマシステム１５０は、マッチシステム１０８及び１１０（図１Ａ）を含まないことを除いて、プラズマシステム１００と同様である。また、マッチレスプラズマシステム１５０は、プラズマチャンバ１５２を含む。マッチレスプラズマシステム１５０は、複数のマ

ッチレスプラズマ源（ＭＰＳｓ）ａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とをさらに含む。

【０１０５】

プラズマチャンバ１５２は、チャック１１８と、誘電体窓１２０と、複数のＲＦコイル１５４Ａ、１５４Ｂ、及び１５４Ｃとを含む。ＲＦコイル１５４Ａ、１５４Ｂ、及び１５４Ｃは、誘電体窓１２０の上に配置されている。プラズマチャンバ１５２は、下部電極の伸長部分などのエッジリング１５６を含む。エッジリング１５６はチャック１１８を囲む。

【０１０６】

マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１は、ＲＦ接続１５８ａ１を介してＲＦコイル１５４Ｃに接続される。ＲＦ接続の例として、コンダクタ、ＲＦストラップ、シリンダ、及びそれらの組み合わせが挙げられる。同様に、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ２は、ＲＦ接続１５８ａ２を介してＲＦコイル１５４Ｂに接続され、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎは、ＲＦ接続１５８ａｎを介してＲＦコイル１５４Ａに接続される。また、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋１）は、ＲＦ接続１５８ａ（ｎ＋１）を介してチャック１１８に接続され、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦ接続１５８ａ（ｎ＋ｍ）を介してチャック１１８に接続される。

【０１０７】

ＲＦセンサａ１は、ＲＦ接続１５８ａ１上の点ＰＴ１に接続される。例えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ接続１５８ａ１のコンダクタ上の点に接続される。同様に、ＲＦセンサａ２は、ＲＦ接続１５８ａ２上の点ＰＴ２に接続され、ＲＦセンサａｎはＲＦ接続１５８ａｎ上の点ＰＴｎに接続され、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）はＲＦ接続１５８ａ（ｎ＋１）上の点ＰＴ（ｎ＋１）に接続され、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）はＲＦ接続１５８ａ（ｎ＋ｍ）上の点ＰＴ（ｎ＋ｍ）に接続される。ＲＦセンサａ１、ａ２、ａｎ、ａ（ｎ＋１）、及びａ（ｎ＋ｍ）は、図１Ａを参照して上述した手法で、ＡＤＣ１０４に接続される。

【０１０８】

マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１は、ＲＦ信号１４０ａ１を生成し、ＲＦ信号１４０ａ１をＲＦコイル１５４Ｃに送信する。同様に、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ２は、ＲＦ信号１４０ａ２を生成し、ＲＦ信号１４０ａ２をＲＦコイル１５４Ｂに送信し、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎは、ＲＦ信号１４０ａｎを生成し、ＲＦ信号１４０ａｎをＲＦコイル１５４Ａに送信する。また、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋１）はＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）を生成し、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）をチャック１１８に送信し、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）はＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）を生成し、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）をエッジリング１５６に送信する。

【０１０９】

ＲＦ信号１４０ａ１～１４０ａ（ｎ＋ｍ）に加えて、１つ又は複数のプロセスガスがプラズマチャンバ１５２に供給されると、プラズマチャンバ１５２内でプラズマが発生又は維持される。プラズマが発生又は維持されると、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦ接続１５８ａ１～１５８ａ（ｎ＋ｍ）を介して転送されたＲＦ信号１４０ａ１～１４０ａ（ｎ＋ｍ）のデータを測定して、アナログメトリックデータを出力する。例えば、ＲＦセンサａ１は、ＲＦ信号１４０ａ１のデータを測定して、アナログメトリックデータ１４２ａ１を出力し、ＲＦセンサａ２は、ＲＦ信号１４０ａ２のデータを測定して、アナログメトリックデータ１４２ａ２を出力し、ＲＦセンサａｎは、ＲＦ信号１４０ａｎのデータを測定して、アナログメトリックデータ１４２ａｎを出力し、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）は、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋１）のデータを測定して、アナログメトリックデータ１４２ａ（ｎ＋１）を出力し、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）は、ＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）のデータを測定して、アナログメトリックデータ１４２ａ（ｎ＋ｍ）を出力する。アナログメトリックデータ１４２ａ１～１４２ａ（ｎ＋ｍ）に行われる残りの動作は、図１Ａを参照して上述されている。

【０１１０】

一実施形態では、プラズマチャンバ１５２の代わりに、図１Ｂに例示されたものよりも多い数又は少ない数などの、異なる数のＲＦコイルを含む別のプラズマチャンバが使用される。例えば、別のプラズマチャンバは、ＲＦコイル１５４Ｂ又はＲＦコイル１５４Ａを除外する。

【０１１１】

図２Ａは、ＲＦセンサ２０１、ＤＰＳ１０２、及び分析コントローラ１０６の機能性を例示するためのシステム２００の一実施形態の図である。ＲＦセンサ２０１は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ又は図１Ｂ）のいずれかの一例である。ＡＤＣ１０４は、ＡＤＣプロセッサ２１０と、メモリデバイス２１２とを含む。ＡＤＣプロセッサ２１０は、メモリデバイス２１２に接続されている。ＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２は、ＡＤＣプロセッサ２１０に接続されている。

【０１１２】

ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサ２０１によって感知されたアナログメトリックデータ２０２を受信し、アナログメトリックデータ２０２を収集して、例えば、サンプリングするなどして、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。例えば、ＡＤＣプロセッサ２１０は、アナログメトリックデータ２０２をアナログ形式からデジタル形式に変換する。例示すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、アナログメトリックデータ２０２をサンプリングレート（ＳＲ）でサンプリングして、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。別の例として、ＡＤＣプロセッサ２１０は、様々な時間におけるアナログメトリックデータ２０２のスナップショットをキャプチャして、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。アナログメトリックデータ２０２は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ及び図１Ｂ）のいずれかから出力されるアナログメトリックデータの一例である。例えば、アナログメトリックデータ２０２は、アナログメトリックデータ１４２ａｎ又は１４２ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ及び図１Ｂ）の一例である。

【０１１３】

ＡＤＣプロセッサ２１０は、デジタルメトリックデータ２０４をメモリデバイス２１２に記憶する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、メモリデバイス２１２からデジタルメトリックデータ２０４にアクセスし、デジタルメトリックデータ２０４をトランシーバ１２２に提供する。

【０１１４】

トランシーバ１２２は、転送プロトコルをデジタルメトリックデータ２０４に適用して１つ又は複数のデータ転送ユニットを生成し、１つ又は複数のデータ転送ユニットをＤＰＳ１０２のトランシーバ１２８に提供する。トランシーバ１２８は、転送プロトコルを適用して、１つ又は複数のデータ転送ユニットからデジタルメトリックデータ２０４を抽出し、デジタルメトリックデータ２０４を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４を分析して、追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）を収集すべき位置及びタイムウィンドウを判定する。例えば、プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４が立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを有すると判定する。この例では、プロセッサ１２４は、立ち上がりエッジの開始位置で、立ち上がりエッジの終了時に終了するタイムウィンドウに関して、追加のアナログメトリックデータ２２２を収集することを決定する。また、この例では、プロセッサ１２４は、立ち下がりエッジの開始位置で、立ち下がりエッジの終了時に終了するタイムウィンドウに関して、追加のアナログメトリックデータ２２２を収集することを決定する。立ち下がりエッジの終わりは、基板Ｓの処理のエンドポイント又はプロセスポイントとすることができる。プロセッサ１２４は、タイムウィンドウ外で追加のアナログメトリックデータ２２２をサンプリングしないことを決定する。例示すると、位置が図２Ｅを参照して以下に例示するＡ１であり、タイムウィンドウが同じく図２Ｅを参照して以下に例示する時間ｔ１とｔ２の間であるとき、タイムウィンドウ外の追加のアナログメトリックデータ２２２は収集されない。さらに例示すると、以下で図２Ｅを参照すると、時間ｔ０と時間ｔ１の間及び時間ｔ２とｔ４の間の追加のアナログメトリックデータ２

２２は、クロック信号のサイクル１の間、収集されない。また、さらなる例示において、時間ｔ４と時間ｔ５の間、及び時間ｔ６と時間ｔ７の間の追加のアナログメトリックデータ２２２は、クロック信号のサイクル２の間、収集されない。さらなる例示において、追加のアナログメトリックデータ２２２は、サイクル２の間に位置Ａ１において、かつ時間ｔ５と時間ｔ６の間のタイムウィンドウに関して収集される。この例では、立ち下がりエッジは、立ち上がりエッジに連続している。例示すると、立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間にエッジは存在しない。別の例として、プロセッサ１２４は、立ち上がりエッジの終了と立ち下がりエッジの開始の間にある位置で追加のアナログメトリックデータ２２２を収集することを決定する。この例では、追加のアナログメトリックデータ２２２は、アナログメトリックデータ２２２が定常状態を有するタイムウィンドウに関して収集される。

【０１１５】

追加のアナログメトリックデータ２２２は、アナログメトリックデータ２０２の続きであることに留意されたい。例えば、追加のアナログメトリックデータ２２２は、アナログメトリックデータ２０２がＲＦセンサ２０２から出力された後に、クロック信号の１つ又は複数のサイクル内でＲＦセンサ２０２から出力される。

【０１１６】

プロセッサ１２４は、位置及びタイムウィンドウを有する制御信号２０６を生成する。プロセッサ１２４は、制御信号２０６を分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８に送信する。制御信号２０６は、トランシーバ１２８からＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２に転送される。トランシーバ１２２は、制御信号２０６をＡＤＣプロセッサ２１０に提供する。ＡＤＣプロセッサ２１０による制御信号２０６の処理は、図２Ｂを参照して後述する。

【０１１７】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって実行されているものとして本明細書で説明する機能が、代わりにプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２（図１Ａ及び図１Ｂ）によって実行されていることに留意されたい。例えば、プロセッサ１２４の代わりに、プロセッサ１３２が、デジタルメトリックデータ２０４を分析して、追加のアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべき位置及びタイムウィンドウを判定する。この例では、デジタルメトリックデータ２０４を分析して位置及びタイムウィンドウを判定するために、デジタルメトリックデータ２０４は、通信コントローラ１３０及び１３６を介してプロセッサ１２４からプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２（図１Ａ及び図１Ｂ）に送信される。

【０１１８】

図２Ｂは、分析コントローラ１０６による追加のデジタルメトリックデータ２２４の使用を例示するための、システム２２０の一実施形態の図である。システム２２０は、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６と、プラズマ源２２６とを含む。プラズマ源２２６の一例として、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ）のいずれかが挙げられる。例示すると、ＲＦセンサ２０１がＲＦセンサａｎである場合、プラズマ源２２６はＲＦ発生器ａｎであり、ＲＦセンサ２０１がＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）である場合、プラズマ源２２６はＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ）である。プラズマ源２２６の別の例として、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１～ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）（図１Ｂ）のいずれかが挙げられる。例示すると、ＲＦセンサ２０１がＲＦセンサａｎである場合、プラズマ源２２６はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎであり、ＲＦセンサ２０１がＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）である場合、プラズマ源２２６はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）（図１Ｂ）である。

【０１１９】

位置及びタイムウィンドウを示す制御信号２０６（図２Ａ）を受信すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、その位置でそのタイムウィンドウに関する追加のアナログメトリックデータ２２２をサンプリングして、追加のデジタルメトリックデータ２２４を出力する。Ａ

ＤＣプロセッサ２１０は、追加のデジタルメトリックデータ２２４をトランシーバ１２２に提供する。トランシーバ１２２は、転送プロトコルを追加のデジタルメトリックデータ２２４に適用して１つ又は複数のデータ転送ユニットを生成し、１つ又は複数のデータ転送ユニットを分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８に送信する。

【０１２０】

トランシーバ１２８は、転送プロトコルを１つ又は複数のデータ転送ユニットに適用して、データ転送ユニットから追加のデジタルメトリックデータ２２４を取得し、プロセッサ１２４及び通信コントローラ１３０を介して追加のデジタルメトリックデータ２２４をプロセスコントローラ１１６に提供する。例えば、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８から追加のデジタルメトリックデータ２２４を受信し、追加のデジタルメトリックデータ２２４を通信コントローラ１３０に提供する。この例では、通信コントローラ１３０は、ネットワーク通信プロトコルを追加のデジタルメトリックデータ２２４に適用して１つ又は複数のデータパケットを生成し、１つ又は複数のデータパケットをプロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６に転送する。さらに、この例では、通信コントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルを１つ又は複数のデータパケットに適用して、データパケットから追加のデジタルメトリックデータ２２４を抽出し、追加のデジタルメトリックデータ２２４をプロセッサ１３２に送信する。

【０１２１】

プロセッサ１３２は、追加のデジタルメトリックデータ２２４に基づいてプラズマ源２２６を制御する命令を生成する。例えば、プロセッサ１３２は、追加のデジタルメトリックデータ２２４に基づいて、変数の１つ又は複数の値を生成する。例示すると、追加のデジタルメトリックデータ２２４の振幅が所定の閾値より大きいと判定すると、プロセッサ１３２は、変数の１つ又は複数の値を生成してメトリックの振幅を増加又は減少させる。別の例示として、追加のデジタルメトリックデータ２２４の振幅が所定の閾値よりも小さいと判定すると、プロセッサ１３２は、変数の１つ又は複数の値を生成してメトリックの振幅を増加又は減少させる。

【０１２２】

変数の１つ又は複数の値を含む命令は、通信コントローラ１３６及び１３０を介してプロセッサ１３２から分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信される。命令を受信すると、プロセッサ１２４は、変数の１つ又は複数の値に従ってプラズマ源２２６を制御する。例えば、プロセッサ１２４は、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎの周波数又は電力、又は状態のデューティサイクル、又は動作の状態の数、又はそれらの組み合わせを修正するように、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎを制御する。別の例として、プロセッサ１２４は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）の周波数又は電力、又は状態のデューティサイクル、又は動作の状態の数、又はそれらの組み合わせを修正するように、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）を制御する。別の例として、プロセッサ１２４は、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎの周波数又は電力、又は状態のデューティサイクル、又は動作の状態の数、又はそれらの組み合わせを修正するように、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎを制御する。さらに別の例として、プロセッサ１２４は、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）の周波数又は電力、又は状態のデューティサイクル、又は動作の状態の数、又はそれらの組み合わせを修正するように、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）を制御する。

【０１２３】

図２Ａを参照すると、プロセッサ１２４は、追加のデジタルメトリックデータ２２４が収集される位置及びタイムウィンドウを修正することを決定する。例えば、プロセッサ１２４は、追加のアナログメトリックデータ２２２が、第１の位置で、かつ第１のタイムウィンドウに関して収集される、例えば、サンプリング、又はアナログ形式からデジタル形式への変換などが行われることを決定する。この例では、第１の位置は、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどの第１のエッジの開始時点である。また、この例では、プロセッサ１２４は、追加のデジタルメトリックデータ２２４を分析して、追加のデジタルメ

トリックデータ２２４が第１のタイムウィンドウの間に所定の速度より速い速度で変化していると判定する。追加のデジタルメトリックデータ２２４が所定の速度よりも速い速度で変化していると判定すると、プロセッサ１２４は、第１の位置を第１のエッジと第２のエッジの間の第２の位置に修正することを決定する。第２のエッジは、第１のエッジに連続している。第２の位置は、第１のエッジの終わりと第２のエッジの始まりの間である。また、この例では、プロセッサ１２４は、第１のタイムウィンドウを第２のタイムウィンドウに修正することを決定し、第２のタイムウィンドウは第１のタイムウィンドウよりも大きい又は小さい期間である。この例では、プロセッサ１２４は、第２の位置及び第２のタイムウィンドウを含む制御信号２２８（図２Ａ）を生成し、トランシーバ１２８及びトランシーバ１２２を介してＡＤＣプロセッサ２１０に制御信号２２８を送信する。制御信号２２８の受信に応答して、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第２の位置で第２のタイムウィンドウに関して、ＲＦセンサ２１０から受信されるさらなるアナログメトリックデータ２３０をサンプリングして、さらなるデジタルメトリックデータ２３２を出力する。

【０１２４】

この例では、ＡＤＣプロセッサ２１０は、さらなるデジタルメトリックデータ２３２をトランシーバ１２２に送信する。トランシーバ１２２は、転送プロトコルをさらなるデジタルメトリックデータ２３２に適用して、１つ又は複数の転送ユニットを生成し、転送ユニットをトランシーバ１２８に送信する。トランシーバ１２２は、転送ユニットに転送プロトコルを適用して、さらなるデジタルメトリックデータ２３２を抽出し、さらなるデジタルメトリックデータ２３２をプロセッサ１２４に提供する。プロセッサ１２４は、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）がプロセッサ１３２に送信されるのと同じ手法で、通信コントローラ１３０及び１３６を介してプロセッサ１３２にさらなるデジタルメトリックデータ２３２を送信する。この例では、プロセッサ１３２は、プロセッサ１３２が追加のデジタルメトリックデータ２２４に従ってプラズマ源２２６を制御するのと同じ手法で、さらなるデジタルメトリックデータ２３２に基づいてプラズマ源２２６を制御する。

【０１２５】

別の例として、プロセッサ１２４は、アナログメトリックデータ２０２が第１の位置で第１のタイムウィンドウに関して収集されることを決定する。第１の位置は、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどの第１のエッジの終了時にある。第１のタイムウィンドウは、第１のエッジに連続する第２のエッジの開始の前に終了する。この例では、プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４を分析して、デジタルメトリックデータ２０４が第１のタイムウィンドウの間に所定の速度よりも遅い速度で変化していると判定する。デジタルメトリックデータ２０４が所定の速度よりも遅い速度で変化していると判定すると、プロセッサ１２４は、第１の位置を第２の位置に修正することを決定し、第２の位置は、第１のエッジの開始時点又は第２のエッジの開始時点である。第２のエッジは、第１のエッジに連続している。また、この例では、プロセッサ１２４は、第１のタイムウィンドウを第２のタイムウィンドウに修正することを決定し、第２のタイムウィンドウは第１のタイムウィンドウよりも大きい又は小さい期間である。例示すると、第２のタイムウィンドウは、第１のエッジの終了又は第２のエッジの終了までである。

【０１２６】

一実施形態では、プロセッサ１３２の代わりに、プロセッサ１２４が、追加のデジタルメトリックデータ２２４に基づいてプラズマ源２２６を制御する。例えば、追加のデジタルメトリックデータ２２４は、分析コントローラ１０６からプロセスコントローラ１１６に送信されない。むしろ、この例では、プロセッサ１２４は、追加のデジタルメトリックデータ２２４に基づいて、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）のいずれか又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１～ＭＰＳ（ｎ＋ｍ）のいずれかを制御する。

【０１２７】

一実施形態では、プロセッサ１３２の代わりに、プロセッサ１２４が、さらなるデジタルメトリックデータ２３２に基づいてプラズマ源２２６を制御する。例えば、さらなるデ

ジタルメトリックデータ２３２は、分析コントローラ１０６からプロセスコントローラ１１６に送信されない。むしろ、この例では、プロセッサ１２４は、さらなるデジタルメトリックデータ２３２に基づいて、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１～ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）のいずれか、又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１～ＭＰＳ（ｎ＋ｍ）のいずれかを制御する。

【０１２８】

図２Ｃは、受信したデジタルメトリックデータ２０４が、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって分析されて、デジタルメトリックデータ２０４の部分を分析コントローラ１０６のメモリデバイスに記憶すべき位置及びタイムウィンドウを判定することを例示するための、システム２５０の一実施形態の図である。システム２５０は、ＲＦセンサ２０１と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６とを含む。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４を受信し、デジタルメトリックデータ２０４に基づいて位置及びタイムウィンドウを判定する。プロセッサ１２４は、その位置及びタイムウィンドウにおけるデジタルメトリックデータ２０４の部分２５２を、分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６に記憶する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４の残りの部分を分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６内に記憶しない。例えば、プロセッサ１２４は、位置及びタイムウィンドウ外のデジタルメトリックデータ２０４の部分を記憶しない。

【０１２９】

一実施形態では、プロセッサ１２４は、事前設定された期間、デジタルメトリックデータ２０４をメモリデバイス１２６内に記憶し、事前設定された期間の後、位置及びタイムウィンドウ外のデジタルメトリックデータ２０４の部分を消去する。

【０１３０】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって実行されているものとして本明細書に記載される機能は、代わりにプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行されていることに留意されたい。例えば、プロセッサ１２４の代わりにプロセッサ１３２が、デジタルメトリックデータ２０４を分析して、部分２５２がプロセスコントローラ１１６のメモリデバイス１３４に記憶されるべき位置及びタイムウィンドウを判定する。この例では、デジタルメトリックデータ２０４の分析のために、デジタルメトリックデータ２０４は、分析コントローラ１０６の通信コントローラ１３０及びプロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６を介して、分析コントローラ１０６からプロセスコントローラ１１６に送信される。

【０１３１】

図２Ｄは、部分２５２が分析コントローラ１０６からプロセスコントローラ１１６に送信されてプラズマ源２２６を制御することを例示するための、システム２７０の一実施形態の図である。システム２７０は、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラと、プラズマ源２２６とを含む。

【０１３２】

分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、メモリデバイス１３４から部分２５２にアクセスする。プロセッサ１２４は、部分２５２を通信コントローラ１３０に送信する。通信コントローラ１３０は、ネットワーク通信プロトコルを部分２５２に適用して、１つ又は複数のデータパケットを生成し、データパケットをプロセスコントローラ１３６の通信コントローラ１３６に送信する。プロセスコントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルをデータパケットに適用して部分２５２を抽出し、部分２５２をプロセッサ１３２に提供する。プロセッサ１３２は、部分２５２に基づいてプラズマ源２２６を制御するための変数の１つ又は複数の値を含む命令を生成する。プロセッサ１３２は、通信コントローラ１３６及び１３０を介して分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に命令を送信する。プロセッサ１２４は、命令に従ってプラズマ源２２６を制御する。

【０１３３】

図２Ｅは、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を使用して状態に関する変数の値を判定する方法２８０を例示するための図である。方法２８０は、グラフ２８２

に関して例示されている。グラフ２８２は、メトリック対時間ｔのプロット２８４を含む。時間ｔは、マイクロ秒（μｓ）又はミリ秒（ｍｓ）などの単位を有する。プロット２８４は、デジタルメトリックデータ２０４（図２Ａ）などのメトリックデータのものである。例えば、プロット２８４は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）から生成されたデジタルメトリックデータ２０４から、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって構築される。例示すると、プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２０４の、サンプルポイントなどのサンプルを結合して、プロット２８４を生成する。一例として、プロット２８４は、ＲＦ発生器又はマッチレスプラズマ源によって供給されるＲＦ信号２９０の順方向電力のエンベロープである。例えば、プロット２８４は、ＲＦ信号１４０ａｎ又は１４０ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ及び図１Ｂ）の順方向電力又は供給電力のエンベロープである。別の例として、プロット２８４は、ＲＦ信号２９０の送達電力のエンベロープである。プロット２８４のメトリックはｙ軸にプロットされ、時間ｔはｘ軸にプロットされる。

【０１３４】

グラフ２８２のｘ軸は、複数の時間間隔又は期間に分割される。例えば、グラフ２８２のｘ軸は、時間ｔ０と時間ｔ１の間の第１の時間間隔、時間ｔ１と時間ｔ２の間の第２の時間間隔、時間ｔ２と時間ｔ３の間の第３の時間間隔、時間ｔ３と時間ｔ４の間の第４の時間間隔、時間ｔ４と時間ｔ５の間の第５の時間間隔、時間ｔ５と時間ｔ６の間の第６の時間間隔、時間ｔ６と時間ｔ７の間の第７の時間間隔、時間ｔ７と時間ｔ８の間の第８の時間間隔、時間ｔ８と時間ｔ９の間の第９の時間間隔、及び時間ｔ９と時間ｔ１０の間の第１０の時間間隔などに分割される。グラフ２８２のｘ軸の時間間隔は等しい。例えば、第１の時間間隔は第２の時間間隔に等しく、第２の時間間隔は第３の時間間隔に等しい。第３の時間間隔は第４の時間間隔に等しく、以下同様である。

【０１３５】

グラフ２８２のｘ軸に沿った各時間は、位置を提供する。例えば、時間ｔ０は位置Ａ０である。同様に、時間ｔ１は位置Ａ１、時間ｔ２は位置Ａ２、時間ｔ３は位置Ａ３である。位置は、クロック信号の各サイクルで繰り返される。例えば、位置Ａ０～Ａ３はクロック信号のサイクル１の間に発生し、位置Ａ０～Ａ３はクロック信号のサイクル２の間に再び発生する。サイクル２は、サイクル１に連続している。位置Ａ０～Ａ３は、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によってＲＦ信号２９０のメトリックが収集されて、例えば、サンプリング、又はアナログ形式からデジタル形式への変換などが行われて、サンプルポイントを出力する時間である。

【０１３６】

図２Ｅに示すように、プロット２８４のメトリックデータは、クロック信号のサイクルごとに繰り返される。例えば、プロット２８４のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間、状態Ｓ１、状態Ｓ２、状態Ｓ３、及び状態Ｓ４を有する。状態Ｓ１の間、プロット２８４のメトリックデータは、値Ｍ７から－Ｍ７の間の範囲の値を有し、状態Ｓ２の間、メトリックデータは、値Ｍ５から－Ｍ５の間の範囲の値を有し、状態Ｓ３の間、メトリックデータは、値Ｍ３から－Ｍ３の間の範囲の値を有し、状態Ｓ４の間、メトリックデータは、値Ｍ１から－Ｍ１の間の範囲の値を有する。値Ｍ３は値Ｍ１よりも大きく、値Ｍ５は値Ｍ３よりも大きく、値Ｍ７は値Ｍ５よりも大きい。値Ｍ１は正の値である。プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ１～Ｓ４は、クロック信号のサイクル２の間に繰り返される。このようにして、プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ１～Ｓ４は、クロック信号の追加のクロックサイクルの間に繰り返される。プロット２８４のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間に、状態Ｓ１から状態Ｓ２に遷移し、状態Ｓ２から状態Ｓ３に遷移し、かつ状態Ｓ３から状態Ｓ４に遷移する。プロット２８４のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の状態Ｓ４からクロック信号のサイクル２の間の状態Ｓ１に遷移し、クロック信号のサイクル２の間に状態Ｓ２からＳ４までの遷移が繰り返される。

【０１３７】

方法２８０は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４（図１Ａ）によって実行される。方法２８０の動作２８６において、プロセッサ１２４は、位置Ａ１から始まる、時間ｔ１とｔ２の間の時間間隔などのタイムウィンドウに関するプロット２８４のメトリックデータを取得する。例えば、プロット２８４のメトリックデータの部分は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によってＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）から取得される。プロット２８４の位置Ａ１から始まる時間ｔ１とｔ２の間のメトリックデータの部分は、メトリックデータの状態Ｓ２を表す。また、プロット２８４のメトリックデータの部分は、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の一例である。

【０１３８】

方法２８０の動作２８８において、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、プロット２８４の状態Ｓ２に関するメトリックデータに基づいて、状態Ｓ２に関する変数を制御する。例えば、プロセッサ１２４は、状態Ｓ２に関するメトリックデータが、メトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にあるかどうかを判定する。メトリックの所定の範囲及び予め記憶された値は、分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６に記憶されている。状態Ｓ２に関して収集されたメトリックデータがメトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にないと判定することに応答して、プロセッサ１２４は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）の変数を制御する。分析コントローラ１０６のプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０から取得した状態Ｓ２に関するメトリックデータがメトリックの予め記憶された値から所定の範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する。例示すると、変数は、図１Ａのプラズマチャンバ１１４又は図１Ｂのプラズマチャンバ１５２内で基板Ｓを処理する処理速度、例えば、エッチング速度又は堆積速度などを達成するように制御される。

【０１３９】

状態Ｓ２に関する変数は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）によって生成されるＲＦ信号２９０のものであり、プラズマ源２２６はＲＦセンサ２０１（図２Ａ）に対応する（例えば、一対一の関係にある等）。例えば、プロット２８４のメトリックデータがＲＦセンサａｎから出力されたアナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）に基づいて生成される場合、変数は、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎ（図１Ａ）又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎ（図１Ｂ）によって生成されたＲＦ信号１４０ａｎのものである。別の例として、プロット２８４のメトリックデータがＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）から受信したアナログメトリックデータ２０２に基づいて生成される場合、変数は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ）又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）（図１Ｂ）によって生成されたＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）のものである。ＲＦセンサ２０１は、ＲＦ信号２９０に関するデータを測定して、プロット２８４のメトリックデータを出力し、変数の１つ又は複数の値は、メトリックデータに基づいて判定される。

【０１４０】

一実施形態では、方法２８０は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。例えば、プロセッサ１２４は、通信コントローラ１３０及び１３６を介して、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータをプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に送信する。プロセッサ１２４から位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータを取得すると、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、方法２８０の動作２８８を実行する。

【０１４１】

一実施形態では、状態Ｓ２の開始を定義する位置Ａ１の代わりに、プロット２８４の２つの連続する状態の間の、立ち下がりエッジなどの立ち下がり遷移に関連する位置が、方法２００を実行するために使用される。例えば、位置は、状態Ｓ１とＳ２の間の立ち下がり遷移の開始時点であるか、又は状態Ｓ１とＳ２の間の立ち下がり遷移の間に発生する。また、この実施形態では、時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウの代わりに、位置からのタイムウィンドウが使用される。例えば、タイムウィンドウは、立ち下がり遷移の開始

から立ち下がり遷移内の時間までである。別の例として、タイムウィンドウは、立ち下がり遷移内の位置から立ち下がり遷移の終了までである。立ち下がり遷移は、より高いメトリックレベルの状態からより低いメトリックレベルの状態へと起こることに留意されたい。より低いメトリックレベルの状態は、より高いメトリックレベルの状態の電力又は電圧の量と比較して、より小さい量の電力又は電圧を有する。

【０１４２】

同様に、一実施形態では、メトリックデータのプロットの２つの連続する状態間の、立ち上がりエッジなどの立ち上がり遷移に関連する位置が、方法２００を実行するために使用される。例えば、位置は、２つの連続する状態間の立ち上がり遷移の開始時点である。この例では、２つの連続する状態間に状態は存在しない。また、この実施形態では、位置からのタイムウィンドウが使用される。例えば、タイムウィンドウは、立ち上がり遷移の開始から立ち上がり遷移内の時間までである。別の例として、タイムウィンドウは、立ち上がり遷移内の位置から立ち上がり遷移の終了までである。立ち上がり遷移は、より低いメトリックレベルの状態からより高いメトリックレベルの状態へと起こることに留意されたい。より低いメトリックレベルの状態は、より高いメトリックレベルの状態の電力又は電圧の量と比較して、より小さい量の電力又は電圧を有する。

【０１４３】

一実施形態では、状態Ｓ２の代わりに、状態Ｓ１、Ｓ３、又はＳ４などの別の状態を使用して、方法２００を実行できる。例えば、動作２８６において、位置Ａ１から始まる、時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するプロット２８４のメトリックデータを取得する代わりに、位置Ａ２から始まる、時間ｔ２とｔ３の間のタイムウィンドウに関するプロット２８４のメトリックデータが取得される。動作２８８は、位置Ａ２における時間ｔ２とｔ３の間のタイムウィンドウに関するプロット２８４のメトリックデータに基づいて実行される。

【０１４４】

一実施形態では、状態Ｓ２の代わりに、サブ状態又はスライスを使用して、方法２００を実行できる。サブ状態及びスライスの例は、以下に提供される。

【０１４５】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、動作２８６で取得した状態Ｓ２に関するメトリックデータが所定の範囲内にないと判定すると、プラズマ源２２６を有するプラズマシステムが故障していると判定する。この実施形態では、プロセッサ１２４は、プラズマシステムが故障していることを示すアラームを表示するように分析コントローラ１０６のディスプレイデバイスを制御し、又はプラズマシステムが故障していることを示すアラームを鳴らすように分析コントローラ１０６のスピーカを制御する。分析コントローラ１０６のディスプレイデバイス及びスピーカは、プロセッサ１２４に接続されている。

【０１４６】

一実施形態では、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、動作２８６で取得されるメトリックデータからパラメータを判定する。例えば、プロセッサは、イオンエネルギー、ウェハバイアス、反射率、又は処理速度を判定する。処理速度の例示として、エッチング速度又は堆積速度が挙げられる。この例では、反射率は、逆方向電力と順方向電力の比率である。例示すると、プロセッサは、メモリデバイス１２６又は１３４などのメモリデバイスからテーブルにアクセスして、動作２８６でメトリックデータが取得されたメトリックに対応する、例えば、固有の関係を有するなどの１つ又は複数のパラメータ値を判定する。別の例示として、プロセッサは、順方向電力及び逆方向電力に基づいて反射率を計算する。プロセッサは、１つ又は複数のパラメータ値がメモリデバイスに記憶された事前設定された範囲内にあるかどうかを判定する。プロセッサは、１つ又は複数のパラメータ値が事前設定された範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する。

【０１４７】

一実施形態では、１つ又は複数のＲＦ発生器は、ＲＦセンサ２０１によって測定される

メトリックに基づいて、動作２８８で制御される。例えば、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１、ＲＦＧａ２、及びＲＦＧａｎの１つ又は複数は、ＲＦセンサａｎ（図１Ａ）によって測定されたメトリックに基づいて制御される。別の例として、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋１）、ＲＦＧａ（ｎ＋２）、及びＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）の１つ又は複数は、ＲＦセンサａ２（図１Ａ）によって測定されたメトリックに基づいて制御される。

【０１４８】

図３Ａは、変数の値を判定するためのメトリックの統計値の使用を例示するための、方法３００の一実施形態の図である。方法３００は動作２８６を含み、かつ分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４（図２Ｂ）によって実行される。例えば、プロセッサ１２４は、ＤＰＳ１０２（図２Ｃ）のＡＤＣプロセッサ２１０から、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を受信する。

【０１４９】

方法３００では、動作２８６の後に動作３０４が実行される。動作３０４では、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ２２４が受信されると、デジタルメトリックデータ２２４の統計値が判定される。例えば、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２２４から統計値を計算する。統計値の例としては、デジタルメトリックデータ２２４の平均値、デジタルメトリックデータ２２４の中央値、デジタルメトリックデータ２２４の最大値、及びデジタルメトリックデータ２２４の最小値が挙げられる。統計値は、プラズマ源２２６の変数を判定するためのデジタルメトリックデータ２２４の量を減らすために判定される。

【０１５０】

方法３００の動作３０６において、プロセッサ１２４は、統計値に基づいて変数を制御する。例えば、動作３０４で判定された統計値が事前設定された範囲外であると判定すると、プロセッサ１２４は、メトリックの統計値が事前設定された範囲内になるまでプラズマ源２２６の変数を制御する。動作３０４で判定された統計値が事前設定された範囲内であると判定すると、変数の値はプロセッサ１２４によって維持される。例示すると、プロセッサ１２４は、ＡＤＣプロセッサ２１０から取得した状態Ｓ２に関するデジタルメトリックデータ２２４の統計値が事前設定された範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する。別の例として、図１Ａのプラズマチャンバ１１４又は図１Ｂのプラズマチャンバ１５２内で基板Ｓを処理する処理速度の統計値が達成されるまで、変数はプロセッサ１２４によって制御される。

【０１５１】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサは、動作３０４で判定された統計値が事前設定された範囲外であると判定すると、プラズマ源２２６を有するプラズマシステムが故障していると判定する。

【０１５２】

一実施形態では、方法３００は、クロック信号のサイクル１内の位置Ａ１以外の位置に関して、かつ時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウ以外のタイムウィンドウに対して実行される。例えば、方法３００は、位置Ａ２に関して、かつ時間ｔ２とｔ３の間のタイムウィンドウ（図２Ｅ）に対して実行される。

【０１５３】

一実施形態では、方法３００は、プロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。この実施形態では、方法３００は、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウ（図２Ｅ）に関するメトリックの値を、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４から取得する動作２８６を含む。

【０１５４】

一実施形態では、位置Ａ１の代わりに、立ち下がり遷移に関連する位置が、方法３００を実行するために使用される。

【０１５５】

同様に、一実施形態では、位置Ａ１の代わりに、立ち上がり遷移に関連する位置が、方法３００を実行するために使用される。

【０１５６】

一実施形態では、状態Ｓ２の代わりに、サブ状態又はスライスを使用して、方法３００を実行できる。

【０１５７】

図３Ｂは、複数のＲＦセンサによって感知されるメトリック間のコンセンサスの使用を例示するための、方法３３０のフローチャートの一実施形態である。方法３３０は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって実行される。

【０１５８】

方法３３０の動作３３２において、動作２８６（図２Ｅ）が実行されるのと同じ手法で、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するメトリックセット１が取得される。メトリックセット１は、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）から出力されるデジタルメトリックデータを含む。ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ１から受信したアナログメトリックデータをサンプリングすることによって、メトリックセット１のデジタルメトリックデータを出力する。

【０１５９】

方法３３０の動作３３４において、動作３０４（図３Ａ）が実行されるのと同じ手法で、メトリックの統計値１がメトリックセット１から判定される。例えば、プロセッサ１２４は、メトリックセット１からメトリックの平均値又は中央値を計算する。

【０１６０】

方法３３０の動作３３６において、メトリックセット１が取得されるのと同じ手法で、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するメトリックセット２が取得される（図２Ｅ）。例えば、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ２からアナログメトリックデータを受信し、アナログメトリックデータをサンプリングしてメトリックセット２のデジタルメトリックデータを出力する。この例では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＡＤＣプロセッサ２１０からメトリックセット２を取得する。メトリックセット２は、メトリックセット１とは異なる振幅を有する。例示すると、メトリックセット２は、メトリックセット１のものと比較して、位置Ａ１において異なる振幅を有し、時間ｔ１とｔ２の間で異なる振幅を有する。

【０１６１】

方法３３０の動作３３８において、プロセッサ１２４がメトリックセット１から統計値１を判定するのと同じ手法で、メトリックの統計値２がメトリックセット２から判定される。例えば、プロセッサ１２４は、メトリックセット２からメトリックの平均値又は中央値を計算する。

【０１６２】

方法３３０の動作３４０において、メトリックセット１が取得されるのと同じ手法で、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するメトリックセット３が取得される（図２Ｅ）。例えば、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ３からアナログメトリックデータを受信し、アナログメトリックデータをサンプリングしてメトリックセット３のデジタルメトリックデータを出力する。この例では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＡＤＣプロセッサ２１０からメトリックセット３を取得する。メトリックセット３は、メトリックセット１とは異なる振幅を有する。例示すると、メトリックセット３は、メトリックセット１及びメトリックセット２のものと比較して、位置Ａ１において異なる振幅を有し、時間ｔ１とｔ２の間で異なる振幅を有する。

【０１６３】

方法３３０の動作３４２において、プロセッサ１２４がメトリックセット１から統計値１を判定するのと同じ手法で、メトリックの統計値３が、メトリックセット３から判定される。例えば、プロセッサ１２４は、メトリックセット３からメトリックの平均値又は中央値を計算する。

【０１６４】
方法３３０の動作３４４において、動作３３４、３３８、及び３４２で判定された統計値の多数の間にコンセンサスが存在するかどうかがプロセッサ１２４によって判定される。例えば、プロセッサ１２４は、３つの統計値１～３のうち少なくとも２つが予め記憶された範囲内にあるかどうかを判定する。予め記憶された範囲は、分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６に記憶されている。３つの統計値１～３のうち少なくとも２つが予め記憶された範囲内にあると判定すると、プロセッサ１２４は、統計値１～３の多数の間にコンセンサスが存在すると判定し、動作３４６を実行する。他方で、３つの統計値１～３のうち少なくとも２つが予め記憶された範囲外であると判定すると、プロセッサ１２４は、統計値１～３の多数の間にコンセンサスが存在しないと判定し、動作３４８を実行する。

【０１６５】
方法３３０の動作３４６において、プロセッサ１２４は、コンセンサスが存在すると判定されたときに、プラズマ源２２６（図２Ｂ）の変数を制御する。例えば、統計値１及び２が予め記憶された範囲内にあると判定すると、プロセッサ１２４は、ＲＦ発生器ＲＦＧａ１の変数又はＲＦ発生器ＲＦＧａ２の変数又は両方の変数を制御する。この例では、統計値１が事前設定された範囲内になるまでＲＦ発生器ＲＦＧａ１の変数が制御され、統計値２が事前設定された範囲内になるまでＲＦ発生器ＲＦＧａ２の変数が制御される。別の例として、統計値１及び２が予め記憶された範囲内にあると判定すると、プロセッサ１２４は、マッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１の変数又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ２の変数又は両方の変数を制御する。この例では、統計値１が事前設定された範囲内になるまでマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ１の変数が制御され、統計値２が事前設定された範囲内になるまでマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ２の変数が制御される。

【０１６６】
方法３３０の動作３４８において、変数の値は、統計値１～３に基づいて制御されない。例えば、プロセッサ１２４は、統計値１～３を適用して変数の値を制御することはしないと決定する。むしろ、この例では、プロセッサ１２４は、ＲＦセンサａ１～ａ３の１つ又は複数を変更するための指示を生成する。例示すると、指示は、プロセッサ１２４によって分析コントローラ１０６のディスプレイデバイス上に表示されるか、又は分析コントローラ１０６のスピーカを介して音として出力される。別の例として、プロセッサ１２４は、ＲＦセンサａ１によってメトリックセットが収集されるべき、ＲＦセンサａ２によってメトリックセットが収集されるべき、かつＲＦセンサａ３によってメトリックセットが収集されるべき位置を位置Ａ１から変更し、又はタイムウィンドウを時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウから変更し、又はそれらの組み合わせを変更することを決定する。例示すると、位置はＡ１からＡ２（図２Ｅ）に変更され、又はタイムウィンドウは時間ｔ１とｔ２の間から時間ｔ２とｔ３の間のタイムウィンドウに変更される。

【０１６７】
一実施形態では、方法３３０は、プロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。例えば、プロセッサ１３２は、通信コントローラ１３０及び１３６を介して、プロセッサ１２４からメトリックセット１、２、及び３を取得し、方法３３０を実行する。

【０１６８】
一実施形態では、統計値は、ＲＦセンサ内に実装された仮想センサによって生成される値である。例えば、ＲＦセンサａ１のプロセッサが、統計値を生成する。別の例として、ＲＦセンサａ１のプロセッサとプロセッサ１２４の組み合わせが、統計値を生成する。別の例として、ＲＦセンサａ１のプロセッサとプロセッサ１３２の組み合わせが、統計値を生成する。

【０１６９】
一実施形態では、方法３３０は、ＲＦセンサａ１～ａ３の代わりにＲＦセンサａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋３）から出力されるアナログメトリックデータに対して実行される。

【０１７０】
一実施形態では、方法３３０は、任意の他の数のメトリックセットに対して実行される。例えば、方法３３０は、ＲＦセンサａ１～ａｎから出力されるアナログメトリックデータに対して実行される。別の例として、方法３３０は、ＲＦセンサａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋ｍ）から出力されるアナログメトリックデータに対して実行される。
【０１７１】
図３Ｃは、位置及びタイムウィンドウに関して取得したメトリックの全ての値の代わりとしてのメトリックの統計値の使用を例示するための、方法３５０の一実施形態のフローチャートである。方法３５０は、プロセッサ１２４によって実行される。
【０１７２】
方法３５０は、動作２８６を含む。方法の動作３５２において、プロセッサ１２４によって、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおけるメトリックの値の数が、所定の閾値よりも大きいかどうかが判定される。一例として、プロセッサ１２４は、位置Ａ１における時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の、サンプルなどの値の数をカウントし、値の数を所定の閾値と比較する。別の例として、分析コントローラ１０６のカウンタ及びコンパレータが、プロセッサ１２４に接続される。この例では、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおけるデジタルメトリックデータ２２４の値を受信すると、プロセッサ１２４は、値をカウンタに提供する。さらに、この例では、カウンタは、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおける値の数をカウントしてカウントを出力し、コンパレータは、カウンタからカウントを受信する。この例では、コンパレータは、カウントが所定の閾値よりも大きいかどうかを判定する。所定の閾値は、メモリデバイス１２６に記憶されている。
【０１７３】
位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおけるメトリックの値の数などのカウントが、所定の閾値よりも大きいと判定すると、方法３５０の動作３０４が実行される。方法３５０の動作３０６は、動作３０４が実行された後に実行される。他方で、位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおけるメトリックの値の数が所定の閾値よりも大きくないと判定すると、方法３５０の動作２８８が実行される。
【０１７４】
一実施形態では、方法３５０は、プロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２（図２Ｄ）によって実行される。この実施形態では、所定の閾値は、プロセスコントローラ１１６のメモリデバイス１３４に記憶されている。
【０１７５】
一実施形態では、動作３５２は、分析コントローラ１０６のカウンタ及びコンパレータの代わりに、プロセスコントローラ１１６のカウンタ及びコンパレータによって実行される。プロセスコントローラ１１６のカウンタ及びコンパレータは、プロセッサ１３２に接続される。プロセッサ１２４から位置Ａ１及び時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウにおけるメトリックの値を受信すると、プロセッサ１３２は、値をプロセスコントローラ１１６のカウンタに提供する。プロセスコントローラ１１６のカウンタ及びプロセスコントローラ１１６のコンパレータは、分析コントローラ１０６のカウンタ及びコンパレータによって実行されるのと同じ上述の動作を実行する。
【０１７６】
図４は、アナログメトリックデータの収集のための位置及びタイムウィンドウが、クロック信号の所定のサイクル数と共に変化し得ることを例示するための、方法４００の一実施形態の図である。方法４００は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって実行される。デジタルメトリックデータは、クロック信号の、サイクル１などの所定のサイクル数の各々の間に、ある位置及びタイムウィンドウで取得される。プロセッサ１２４は、追加のデジタルメトリックデータが取得されるべき、サイクル２又はサイクル３又はサイクル２と３の両方などの事前設定されたサイクル数に関して、位置又はタイムウィン

ドウ又はそれらの組み合わせを修正する。クロック信号のサイクル３は、サイクル２に連続している。所定のサイクル数及び事前設定されたサイクル数は、分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６に記憶されている。

【０１７７】

方法４００は、グラフ２８２に関して例示される。方法４００は、クロック信号の所定のサイクル数の各々に関して、ＡＤＣプロセッサ１０４（図２Ｃ）からプロセッサ１２４によってデジタルメトリックデータが取得される動作４０２を含む。例えば、動作４０２において、プロット２８４の、位置Ａ１から始まる時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータが、ＡＤＣプロセッサ２１０から出力され、プロセッサ１２４に送信される。時間ｔ１及びｔ２は、クロック信号のサイクル１の間に発生する。時間ｔ１とｔ２の間のタイムウィンドウは、プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ２に対応することに留意されたい。別の例として、動作４０２は、クロック信号の所定のサイクル数に適用されることを除いて、動作２８６（図２Ｅ）と同じである。

【０１７８】

方法４００は、クロック信号の所定のサイクル数に続くクロック信号の事前設定されたサイクル数の間、変数を制御する動作４０４をさらに含む。変数は、動作４０２の間に取得されたデジタルメトリックデータに基づいて制御される。例えば、動作４０４は、クロック信号のサイクル１の間に取得されたデジタルメトリックデータに基づいて実行されることを除いて、動作２８８（図２Ｅ）と同じである。例示すると、プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ２の間、プロセッサ１２４は、動作４０２で取得されたメトリックデータに基づいてプラズマ源２２６の変数を制御する。メトリックデータの状態Ｓ２は、クロック信号のサイクル２などの、事前設定されたサイクル数の間に発生する。

【０１７９】

方法４００はまた、クロック信号の事前設定されたサイクル数の各々の、位置Ａ０から始まる、時間ｔ４とｔ５の間のタイムウィンドウに関するプロット２８４のメトリックデータを取得する動作４０６を含む。例えば、クロック信号のサイクル２の間、アナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）をサンプリングして位置Ａ１における時間ｔ５とｔ６の間のタイムウィンドウに関するプロット２８４を生成する代わりに、アナログメトリックデータ２２２は、時間ｔ４とｔ５の間の時間間隔に関して、ＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされる。アナログメトリックデータ２２２は、位置Ａ０で時間ｔ４とｔ５の間の時間間隔に関して、ＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２２４を出力し、これはＡＤＣプロセッサ１０４から分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信される。時間ｔ４とｔ５の間のタイムウィンドウは、プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ１に対応し、時間ｔ５とｔ６の間のタイムウィンドウは、プロット２８４のメトリックデータの状態Ｓ２に対応することに留意されたい。

【０１８０】

方法４００は、動作４０６の間に取得されたメトリックデータに基づいてプラズマ源２２６の変数を制御する動作４０８を含む。例えば、動作４０８は、クロック信号のサイクル２の間にサンプリングされた状態Ｓ１のメトリックデータに基づいて実行されることを除いて、動作２８８（図２Ｅ）と同じである。変数は、クロック信号の事前設定されたサイクル数に続く、クロック信号の予め記憶されたサイクル数の間に制御される。事前設定されたサイクル数は、分析コントローラ１０６のメモリデバイス１２６に記憶されている。

【０１８１】

一実施形態では、方法４００は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。例えば、動作４０２の間、プロット２８４を生成するために使用されるデジタルメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間にＡＤＣプロセッサ１０４から出力され、ＡＤＣプロセッサ１０４からプロセッサ１２４に送信され、さらに分析コントローラ１０６からプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に送信される。この実施形態では、クロック信号

の所定のサイクル数、クロック信号の事前設定されたサイクル数、及びクロック信号の予め記憶されたサイクル数は、プロセスコントローラ１１６のメモリデバイス１３４に記憶されている。

【０１８２】

一実施形態では、方法４００は、プロット２８４のメトリックデータの各状態の代わりに各サブ状態又は各スライスに従って実行される。

【０１８３】

動作４０６及び４０８は、位置Ａ０及び時間ｔ４とｔ５の間のタイムウィンドウを参照して説明されているが、一実施形態では、動作４０６及び４０８は、位置Ａ２などの他の位置、及び時間ｔ６とｔ７の間のタイムウィンドウなどの他のタイムウィンドウに適用されることに留意されたい。

【０１８４】

図５Ａは、メトリックのメトリックデータの状態、サブ状態、及びスライスを例示するためのグラフ５００の一実施形態である。一例として、メトリックデータのスライスの時間間隔は、マイクロ秒である。例示すると、メトリックのメトリックデータのスライスは、５マイクロ秒（μｓ）から７マイクロ秒の時間間隔で発生する。別の例示として、スライスは、６マイクロ秒の時間間隔で発生する。別の例示として、スライスは、６．５マイクロ秒の時間間隔で発生する。さらに別の例示として、スライスは、７マイクロ秒の時間間隔で発生する。サブ状態は状態よりも小さい時間間隔を有し、スライスはサブ状態よりも小さい時間間隔を有することに留意されたい。

【０１８５】

グラフ５００は、メトリック対時間ｔのプロット５０２を含む。プロット５０２のメトリックはｙ軸にプロットされ、時間ｔはｘ軸にプロットされる。プロット５０２は、デジタルメトリックデータ２０４（図２Ｃ）の一例である。例えば、プロット５０２は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４（図１Ａ）によって、又はプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって、デジタルメトリックデータ２０４のサンプルポイントから構築される。

【０１８６】

クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ１を有する。例えば、時間ｔ０と時間ｔ０．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ０．５からメトリック値Ｍ８の範囲にある複数のメトリック値を有する。例示すると、プロット５０２は、状態Ｓ１の間、メトリック値Ｍ０．５、Ｍ１、Ｍ２、Ｍ３、Ｍ４、Ｍ５、Ｍ６、Ｍ７、及びＭ８を含む。メトリック値Ｍ０．５はメトリック値Ｍ１の半分であり、時間ｔ０．５は時間ｔ０とｔ１の間の時間間隔の半分の位置にある。別の例示として、プロット５０２のメトリックデータは、プロット５０２のメトリックデータの状態Ｓ１の間に、メトリック値Ｍ０．５からメトリック値Ｍ８へ遷移する。メトリック値Ｍ０．５からメトリック値Ｍ８への遷移は、立ち上がり遷移の一例である。

【０１８７】

メトリック値Ｍ１は、メトリック値Ｍ０より大きく、かつメトリック値Ｍ２より小さい。メトリック値Ｍ２はメトリック値Ｍ３より小さい。メトリック値Ｍ４はメトリック値Ｍ３より大きく、メトリック値Ｍ５はメトリック値Ｍ４より大きい。メトリック値Ｍ６はメトリック値Ｍ５より大きく、メトリック値Ｍ７はメトリック値Ｍ６より大きい。メトリック値Ｍ８はメトリック値Ｍ７より大きい。

【０１８８】

また、クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ２を有する。一例として、時間ｔ０．５と時間ｔ１．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは複数のメトリック値を有し、メトリック値の各々はメトリック値Ｍ７．５からメトリック値Ｍ８の範囲にある。時間ｔ１．５は、時間ｔ１と時間ｔ２の間の時間間隔の半分の位置にある。メトリック値Ｍ７．５は、メトリック値Ｍ８

とメトリック値Ｍ７の間である。例えば、メトリック値Ｍ７．５は、メトリック値Ｍ７とＭ８の間の半分のポイントにある。プロット５０２のメトリックデータの状態Ｓ２は、定常状態の一例である。

【０１８９】

クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ３を有する。例えば、時間ｔ１．５と時間ｔ２の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ８からメトリック値Ｍ４の範囲にある複数のメトリック値を有する。メトリック値Ｍ８はメトリック値Ｍ７．５よりも大きい。プロット５０２のメトリックデータは、メトリックデータの状態Ｓ１の間、メトリック値Ｍ８からメトリック値Ｍ４へ遷移する。メトリック値Ｍ８からメトリック値Ｍ４への遷移は、立ち下がり遷移の一例である。

【０１９０】

さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ４を有する。例えば、時間ｔ２と時間ｔ２．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ４を有する。時間ｔ２．５は、時間ｔ２とｔ３の間の時間間隔の半分の位置にある。プロット５０２のメトリックデータの状態Ｓ４は、定常状態の一例である。

【０１９１】

さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ５を有する。例えば、時間ｔ２．５と時間ｔ３の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ４からメトリック値Ｍ１．３の範囲の複数のメトリック値を有する。メトリック値Ｍ１．３は、メトリック値Ｍ１より大きく、かつメトリック値Ｍ２より小さい。メトリック値Ｍ１．３は、メトリック値Ｍ１よりも３０％大きい。プロット５０２のメトリックデータは、メトリックデータの状態Ｓ５の間、メトリック値Ｍ４からメトリック値Ｍ１．３へ遷移する。メトリック値Ｍ４からメトリック値Ｍ１．３への遷移は、立ち下がり遷移の一例である。

【０１９２】

クロック信号のサイクル１の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ６を有する。例えば、時間ｔ３と時間ｔ４の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ１．３からメトリック値Ｍ０．５の範囲の複数のメトリック値を有する。

【０１９３】

プロット５０２のメトリックデータの状態Ｓ１～Ｓ６は、プロット５０２の各追加サイクルの間に繰り返される。例えば、クロック信号の各サイクル２及び３の間、プロット５０２のメトリックデータは、状態Ｓ１～Ｓ６を有する。

【０１９４】

クロック信号のサイクル２の間の、プロット５０２のメトリックデータの各状態内のサブ状態が例示され、サブ状態の各々は、状態よりも小さい時間間隔を有する。例えば、クロック信号のサイクル２の状態Ｓ２の間、プロット５０２のメトリックデータは、サブ状態Ｓ２ａを有する。例示すると、時間ｔ４．５と時間ｔ４．７５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ８を有する。時間ｔ４．５は、時間ｔ４とｔ５の間の時間間隔の５０パーセントにあり、時間ｔ４．７５は、時間ｔ４とｔ５の間の時間間隔の７５パーセントにある。クロック信号のサイクル２の状態Ｓ２のサブ状態Ｓ２ａにおいて、メトリックデータのメトリック値はＭ８からＭ７．８の範囲であり、ここでメトリック値Ｍ７．８はメトリック値Ｍ７．５とＭ８の間である。別の例として、クロック信号のサイクル２の状態Ｓ２の間、プロット５０２のメトリックデータは、サブ状態Ｓ２ｂを有する。例示すると、時間ｔ４．７５と時間ｔ５．３の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ７．５を有する。時間ｔ５．３は、時間ｔ５とｔ６の間の時間間隔の３０パーセントにある。サブ状態Ｓ２ｂの間、メトリックデータのメトリック値は、Ｍ７．８からＭ７．５の範囲である。さ

らに別の例として、クロック信号のサイクル２の状態Ｓ２の間、プロット５０２のメトリックデータは、サブ状態Ｓ２ａを有する。例示すると、時間ｔ５．３と時間ｔ５．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ８を有する。時間ｔ５．５は、時間ｔ５とｔ６の間の時間間隔の半分の位置にある。

【０１９５】

さらに別の例として、クロック信号のサイクル２の状態Ｓ６の間、プロット５０２のメトリックデータは、サブ状態Ｓ６ａを有する。例示すると、時間ｔ７と時間ｔ７．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ１を有する。時間ｔ７．５は、時間ｔ７と時間ｔ８の間の時間間隔の半分の位置にある。サブ状態Ｓ６ａにおいて、メトリックデータのメトリック値は、Ｍ１．３からＭ１の範囲である。別の例として、クロック信号のサイクル２の状態Ｓ６の間、プロット５０２のメトリックデータは、サブ状態Ｓ６ｂを有する。例示すると、時間ｔ７．５と時間ｔ８の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、メトリック値Ｍ０．５を有する。サブ状態Ｓ２ｂでは、メトリックデータのメトリック値はＭ１からＭ０．５の範囲である。

【０１９６】

クロック信号のサイクル３の間の、プロット５０２のメトリックデータの各サブ状態又は各状態内のスライスが例示され、スライスの各々は、サブ状態が発生する時間間隔よりも小さい時間間隔を有する。例えば、クロック信号のサイクル３の状態Ｓ１の間、プロット５０２のメトリックデータは、複数のスライスを有する。例示すると、時間ｔ８と時間ｔ８．５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、４つの部分に分割される。サイクル３の間の状態Ｓ１の各部分は、等しい時間間隔にわたって発生する。サイクル３の間の状態Ｓ１の第１のスライスは、時間ｔ８と時間ｔ８．１２５の間の時間間隔にわたって発生するか、又はその間にサンプリングされ、サイクル３の間の状態Ｓ１の第２のスライスは、時間ｔ８．１２５と時間ｔ８．２５の間の時間間隔にわたって発生するか、又はその間にサンプリングされる。時間８．１２５は、サイクル３内の位置Ａ０．１２５にある。別の例として、クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ２ａの間、プロット５０２のメトリックデータは、複数のスライスを有する。例示すると、時間ｔ８．５と時間ｔ８．７５の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、第１の部分と第２の部分を含む２つの部分に分割される。クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ２ａの各部分は、等しい時間間隔にわたって発生する。サブ状態Ｓ２ａの第１の部分は、サブ状態Ｓ２ａのメトリック値の範囲のサブ範囲内にあるメトリック値を有し、サブ状態Ｓ２ｂの第２の部分は、サブ状態Ｓ２ａのメトリック値の範囲のサブ範囲内にあるメトリック値を有する。第１の部分のメトリック値は、Ｍ８からＭ７．９の範囲であり、ここでメトリック値Ｍ７．９は、メトリック値Ｍ８より小さく、かつメトリック値Ｍ７．８より大きい。第２の部分のメトリック値は、Ｍ７．９からＭ７．８の範囲である。さらに別の例として、クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ６ｂの間、プロット５０２のメトリックデータは、複数のスライスを有する。例示すると、時間ｔ１１．５と時間ｔ１２の間のタイムウィンドウの間、プロット５０２のメトリックデータは、４つの部分に分割される。クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ６ｂの各部分は、等しい時間間隔にわたって発生する。サイクル３のサブ状態Ｓ６ｂの第４のスライスは、時間ｔ１１．８７５で始まり、時間ｔ１２で終了する。時間１１．８７５は、サイクル３内の位置Ａ３．８７５にある。

【０１９７】

様々な実施形態が、メトリックのメトリックデータの状態を参照して本明細書で説明されるが、本実施形態はサブ状態に適用可能であることに留意されたい。例えば、方法２８０は、サブ状態Ｓ２ａ及びＳ２ｂに適用される。この例では、方法２８０の動作２８６（図２Ｅ）の代わりに、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ４．５とｔ４．７５の間の時間間隔などのタイムウィンドウに関して、プロット５０２のメトリックデータを取得する。位置Ａ０．５は、サブ状態Ｓ２ａの間の時間

ｔ４．５にあり、時間ｔ４．７５は、位置Ａ０．７５にある。例示すると、プロット５０２のメトリックデータの部分は、プロセッサ１２４によってＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）から取得される。プロット５０２のメトリックデータの部分は、メトリックデータのサブ状態Ｓ２ａを表し、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の一例である。

【０１９８】

さらに、この例では、方法２８０の動作２８８の代わりに、プロセッサ１２４は、プロット５０２のサブ状態Ｓ２ａに関するメトリックデータに基づいて、サブ状態Ｓ２ａの間の変数を制御する。例えば、プロセッサ１２４は、サブ状態Ｓ２ａに関するメトリックデータがメトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にあるかどうかを判定する。サブ状態Ｓ２ａに関して収集されたメトリックデータがメトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にないと判定することに応答して、プロセッサ１２４は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）の変数を制御する。分析コントローラ１０６のプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０から取得されたサブ状態Ｓ２ａに関するメトリックデータがメトリックの予め記憶された値から所定の範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する。例示すると、図１Ａのプラズマチャンバ１１４又は図１Ｂのプラズマチャンバ１５２内で基板Ｓを処理する処理速度を達成するように、変数は制御される。

【０１９９】

この例では、サブ状態Ｓ２ａの変数は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）によって生成されるＲＦ信号のものであり、プラズマ源２２６は、ＲＦセンサ２０１に対応する。ＲＦセンサ２０１は、ＲＦ信号に関するデータを測定してプロット５０２のメトリックデータを出力し、変数の１つ又は複数の値がメトリックデータに基づいて判定される。例えば、プロット５０２のメトリックデータが、ＲＦセンサａｎから出力されたアナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）に基づいて生成される場合、変数は、ＲＦ発生器ａｎ（図１Ａ）又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎ（図１Ｂ）によって生成されたＲＦ信号１４０ａｎのものである。別の例として、プロット５０２のメトリックデータが、ＲＦセンサａ（ｎ＋ｍ）から受信したアナログメトリックデータ２０２に基づいて生成される場合、変数は、ＲＦ発生器ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ）又はマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）（図１Ｂ）によって生成されたＲＦ信号１４０ａ（ｎ＋ｍ）のものである。

【０２００】

別の例として、先の例で説明した方法は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。例えば、プロセッサ１２４は、位置Ａ０．５における時間ｔ４．５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータを、通信コントローラ１３０及び１３６を介してプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に送信する。プロセッサ１２４から位置Ａ０．５における時間ｔ４．５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータを取得すると、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２はプラズマ源２２６の変数を制御する。

【０２０１】

一実施形態では、サブ状態Ｓ２ａの代わりに、サブ状態Ｓ２ｂ、Ｓ６ａ、又はＳ６ｂなどの別のサブ状態を使用して、先の実施形態で説明した方法を実行できる。例えば、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ４．５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータを取得する代わりに、位置Ａ０．７５で始まる、時間ｔ４．７５とｔ５．３の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。また、位置Ａ０．７５で始まる、時間ｔ４．７５とｔ５．３の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータは、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の一例である。サブ状態Ｓ２ｂの変数を制御する動作は、位置Ａ０．７５における時間ｔ４．７５とｔ５．３の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータに基づいて実行される。

【０２０２】

一実施形態では、図４を参照して上述した方法４００は、プロット５０２のサブ状態に適用される。例えば、方法４００の動作４０２の代わりに、クロック信号のサイクル１の間、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ０．５と時間ｔ０．７５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。時間ｔ０．７５は、時間ｔ１の前かつ時間ｔ０．５の後に発生する。例示すると、位置Ａ０．５で時間ｔ０．５と時間ｔ０．７５の間のタイムウィンドウに関してＡＤＣプロセッサ１０４（図２Ｃ）によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によってＤＰＳ１０２から受信される。時間ｔ０．５と時間ｔ０．７５の間のタイムウィンドウは、プロット５０２のメトリックデータのサブ状態Ｓ２ａに対応することに留意されたい。別の例として、クロック信号の所定のサイクル数の間に、サブ状態Ｓ２ａに関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。

【０２０３】

例を続けると、方法４００の動作４０４の代わりに、クロック信号の所定のサイクル数に続くクロック信号の事前設定されたサイクル数の間に変数を制御する動作が実行される。変数は、サブ状態Ｓ２ａに関して所定のサイクル数の間に取得されたメトリックデータに基づいて制御される。例示すると、プロット５０２のメトリックデータのサイクル２のサブ状態Ｓ２ａの間、プロセッサ１２４は、サイクル１のサブ状態Ｓ２ａの間に取得されたメトリックデータに基づいて、プラズマ源２２６の変数を制御する。サイクル２は、事前設定されたサイクル数の一例である。

【０２０４】

例をさらに続けると、方法４００の動作４０６の代わりは、クロック信号の事前設定されたサイクル数の各々の、位置Ａ０．７５で始まる、時間、ｔ４．７５とｔ５．３の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータを取得する動作である。例示すると、クロック信号のサイクル２の間、位置Ａ０．５で時間ｔ４．５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウに関してプロット５０２のメトリックデータをサンプリングする代わりに、プロット５０２のメトリックデータは、ＡＤＣプロセッサ１０４によって、時間ｔ４．７５とｔ５．３の間の時間間隔に関してサンプリングされる。位置Ａ０．７５で時間ｔ４．７５とｔ５．３の間の時間間隔に関してＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、ＡＤＣプロセッサ１０４から分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信される。時間ｔ４．５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウは、プロット５０２のメトリックデータのサブ状態Ｓ２ａに対応し、時間ｔ４．７５とｔ５．３の間のタイムウィンドウは、プロット５０２のメトリックデータのサブ状態Ｓ２ｂに対応することに留意されたい。

【０２０５】

例を続けると、方法４００の動作４０８の代わりに、事前設定されたサイクル数の間に取得されたメトリックデータに基づいてプラズマ源２２６の変数を制御する動作が実行される。例示すると、変数は、クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ２ｂの間に制御される。この例では、変数は、クロック信号の事前設定されたサイクル数に続くクロック信号の予め記憶されたサイクル数の間に制御される。

【０２０６】

一実施形態では、先の実施形態で説明した方法は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６によって実行される。例えば、クロック信号のサイクル１の間にＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって分析コントローラ１０６から受信される。この実施形態では、クロック信号の所定のサイクル数、クロック信号の事前設定されたサイクル数、及びクロック信号の予め記憶されたサイクル数は、プロセスコントローラ１１６のメモリデバイス１３４に記憶されている。

【０２０７】

様々な実施形態が、メトリックのメトリックデータの状態を参照して本明細書で説明されるが、本実施形態はメトリックのスライスに適用可能であることにさらに留意されたい

。例えば、方法２８０は、スライス１、２、及び３に適用される。この例では、方法２８０の動作２８６（図２Ｅ）の代わりに、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ８．５と時間ｔ８．６２５の間の時間間隔などのタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータを取得する。時間ｔ８．６２５は、時間ｔ８．５の後かつ時間ｔ８．７５の前にある。位置Ａ０．５は、サブ状態Ｓ２ａの間の時間ｔ８．５にあり、時間ｔ８．６２５は、位置Ａ０．６２５にある。例示すると、プロット５０２のメトリックデータの部分は、プロセッサ１２４によってＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）から取得される。プロット５０２のメトリックデータの部分は、メトリックデータのサブ状態Ｓ２ａのスライス１を表し、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の一例である。

【０２０８】

さらに、この例では、方法２８０の動作２８８の代わりに、プロセッサ１２４は、プロット５０２のスライス１に関するメトリックデータに基づいて、サブ状態Ｓ２ａのスライス１の期間中に変数を制御する。例えば、プロセッサ１２４は、サブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に収集されたメトリックデータが、メトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にあるかどうかを判定する。サブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に収集されたメトリックデータが、メトリックの予め記憶された値から所定の範囲内にないと判定することに応答して、プロセッサ１２４は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）の変数を制御する。分析コントローラ１０６のプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０から取得したサブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に収集されたメトリックデータが、メトリックの予め記憶された値から所定の範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する。例示すると、変数は、図１Ａのプラズマチャンバ１１４又は図１Ｂのプラズマチャンバ１５２内で基板Ｓを処理する処理速度を達成するように制御される。

【０２０９】

この例では、サブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に制御される変数は、プラズマ源２２６（図２Ｂ）によって生成されるＲＦ信号のものであり、プラズマ源２２６は、ＲＦセンサに対応する。ＲＦセンサとの対応関係は、サブ状態Ｓ２ａの間に変数を制御することに関して上述した通りである。

【０２１０】

別の例として、先の例で説明した方法は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって実行される。例えば、プロセッサ１２４は、位置Ａ０．５における時間ｔ８．５とｔ８．６２５の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータを、通信コントローラ１３０及び１３６を介してプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に送信する。位置Ａ０．５における時間ｔ８．５とｔ８．６２５の間のタイムウィンドウに関するメトリックデータをプロセッサ１２４から取得すると、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、メトリックデータに基づいてプラズマ源２２６の変数を制御する。

【０２１１】

一実施形態では、スライス１の代わりに、スライス２又はスライス３などの別のスライスを使用して、先の実施形態で説明した方法を実行できる。例えば、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ８．５とｔ８．６２５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータを取得する代わりに、位置Ａ０．６２５で始まる、時間ｔ８．６２５とｔ８．７５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。また、位置Ａ０．６２５で始まる、時間ｔ８．６２５とｔ８．７５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータは、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）の一例である。スライス２の間の変数を制御する動作は、位置Ａ０．６２５における時間ｔ８．６２５とｔ８．７５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータに基づいて実行される。

【０２１２】

一実施形態では、図４を参照して上述した方法４００は、プロット５０２のスライスに

適用される。例えば、方法４００の動作４０２の代わりに、クロック信号のサイクル１の間、位置Ａ０．５で始まる、時間ｔ０．５と時間ｔ０．６２５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。時間ｔ０．６２５は、時間ｔ０．７５の前かつ時間ｔ０．５の後に発生する。例示すると、位置Ａ０．５で時間ｔ０．５と時間ｔ０．６２５の間のタイムウィンドウに関してＡＤＣプロセッサ１０４（図２Ｃ）によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によってＤＰＳ１０２から受信される。時間ｔ０．５と時間ｔ０．６２５の間のタイムウィンドウは、プロット５０２のメトリックデータのサブ状態Ｓ２ａの間のスライス１に対応することに留意されたい。別の例として、クロック信号の所定のサイクル数の間に、サブ状態Ｓ２ａの間のスライス１に関するプロット５０２のメトリックデータが取得される。

【０２１３】

例を続けると、方法４００の動作４０４の代わりに、クロック信号の所定のサイクル数に続くクロック信号の事前設定されたサイクル数の間に変数を制御する動作が実行される。変数は、サブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に、所定のサイクル数の間に取得されたメトリックデータに基づいて制御される。例示すると、プロット５０２のメトリックデータのサイクル２のサブ状態Ｓ２ａのスライス１の間、プロセッサ１２４は、サイクル１のサブ状態Ｓ２ａのスライス１の間に取得されたメトリックデータに基づいて、プラズマ源２２６の変数を制御する。サイクル２のサブ状態Ｓ２ａのスライス１は、時間ｔ４．５と時間４．６２５の間で発生する。時間ｔ４．６２５は、時間ｔ４．５の後かつ時間ｔ４．７５の前に発生する。サイクル２は、事前設定されたサイクル数の一例である。

【０２１４】

さらに例を続けると、方法４００の動作４０６の代わりに、所定のサイクル数の間にメトリックデータが取得されるスライスとは異なるスライスに関するプロット５０２のメトリックデータを収集する動作が実行される。メトリックデータは、事前設定されたサイクル数の間に、異なるスライスに関して収集される。例示すると、メトリックデータは、位置Ａ０．６２５で始まる、時間ｔ４．６２５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウに関してサイクル２の間に収集される。この例示では、クロック信号のサイクル２の間、位置Ａ０．５で時間ｔ４．５とｔ４．６２５の間のタイムウィンドウに関するプロット５０２のメトリックデータをサンプリングする代わりに、プロット５０２のメトリックデータは、時間ｔ４．６２５とｔ４．７５の間の時間間隔に関してＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされる。位置Ａ０．６２５で時間ｔ４．６２５とｔ４．７５の間の時間間隔に関してＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、ＡＤＣプロセッサ１０４から分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信される。時間ｔ４．６２５とｔ４．７５の間のタイムウィンドウは、プロット５０２のメトリックデータのサブ状態Ｓ２ａのスライス２に対応することに留意されたい。

【０２１５】

例を続けると、方法４００の動作４０８の代わりに、事前設定されたサイクル数の間に取得されたメトリックデータに基づいてプラズマ源２２６の変数を制御する動作が実行される。例示すると、変数は、クロック信号のサイクル３のサブ状態Ｓ２ａのスライス２の間に制御される。この例では、変数は、クロック信号の事前設定されたサイクル数に続くクロック信号の予め記憶されたサイクル数の間に制御される。

【０２１６】

一実施形態では、先の実施形態で説明した方法は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４の代わりに、プロセスコントローラ１１６によって実行される。例えば、クロック信号のサイクル１の間にＡＤＣプロセッサ１０４によってサンプリングされたプロット５０２のメトリックデータは、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２によって分析コントローラ１０６から受信される。この実施形態では、クロック信号の所定のサイクル数、クロック信号の事前設定されたサイクル数、及びクロック信号の予め記憶されたサイクル数は、プロセスコントローラ１１６のメモリデバイス１３４に記憶されている。

【０２１７】
一実施形態では、メトリック値Ｍ０は、正のメトリック値である。
【０２１８】
一実施形態では、メトリック値Ｍ０は、ゼロである。
【０２１９】
一実施形態では、各スライスは、６マイクロ秒から７マイクロ秒の範囲である時間間隔の間にＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によってサンプリングされる、予め記憶された数のサンプルポイントを含む。例えば、各スライスは、６．５マイクロ秒の時間間隔の間にサンプリングされる５１２個のサンプルを含む。
【０２２０】
一実施形態では、状態は、位置と、位置からのタイムウィンドウとによって定義される。例えば、状態Ｓ１は、位置Ａ０と、時間ｔ０とｔ１の間のタイムウィンドウとを含む。また、サブ状態は、位置と、位置からのタイムウィンドウとによって定義される。一例として、サブ状態Ｓ２ａは、時間ｔ４．５における位置Ａ０．５と、その位置からのタイムウィンドウとを含む。この例では、タイムウィンドウは、時間ｔ４．５から時間ｔ４．７５に及ぶ。さらに、スライスは、位置と、位置からのタイムウィンドウとによって定義される。一例として、スライス１は、時間ｔ４．５における位置Ａ０．５と、その位置からのタイムウィンドウとを含む。この例では、タイムウィンドウは、時間ｔ４．５から時間ｔ４．６２５に及ぶ。
【０２２１】
実施形態のいくつかは、状態、サブ状態、又はスライスに関する時間間隔中のメトリック値に関して本明細書で説明されるが、一実施形態では、メトリック値の代わりに、メトリックは、状態、サブ状態、又はスライスに関する複数のメトリック値を有することに留意されたい。例えば、状態、サブ状態、又はスライスに関するメトリック値は、メトリック値のうちの１つの所定の標準偏差の範囲内にある。
【０２２２】
図５Ｂは、位置及びタイムウィンドウの選択を例示するための、デスクトップコンピュータ５１０の一実施形態の図である。位置及びタイムウィンドウの例は、メトリックの状態、メトリックのサブ状態、及びメトリックのスライスを含む。デスクトップコンピュータ５１０は、プロセスコントローラ１１６又は分析コントローラ１０６（図１Ａ）の一例である。デスクトップコンピュータ５１０は、モニタ５１２と、キーボード５１４と、マウス５１６とを含む。キーボード５１４は、モニタ５１２のハウジング内に配置されたコンピュータプロセッサにワイヤレスで接続される。また、マウス５１６は、コンピュータプロセッサにワイヤレスで接続される。コンピュータプロセッサは、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４、又はプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２の一例である。モニタ５１２は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）デバイス、発光ダイオード（ＬＥＤ）デバイス、又はプラズマディスプレイデバイスなどのディスプレイデバイスを含む。ディスプレイデバイスは、表示画面を含む。
【０２２３】
グラフ２８２は、モニタ５１２の画像処理装置（ＧＰＵ）によって表示画面上に表示される。ＧＰＵは、コンピュータプロセッサに接続され、かつコンピュータプロセッサによって制御される。表示画面はプロット２８４を表示する。一例として、プロット２８４は、デジタルメトリックデータ２０４のサンプルポイント又はサンプル値を結合することによってコンピュータプロセッサによって構築され、表示画面上にＧＰＵによってレンダリングされる。
【０２２４】
ＧＰＵはさらに、追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）がＡＤＣプロセッサによってサンプリングされるべき位置を受信するためのフィールド５１１を表示画面上にレンダリングする。ユーザは、追加のアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべき位置を識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウ

ス５１６を使用する。位置の例は、メトリックの状態が始まる時間である。例えば、コンピュータプロセッサは、クロック信号の各サイクル中にアナログメトリックデータ２２２が収集されるべき位置Ａ０、Ａ１、Ａ２、及びＡ３のいずれかを、フィールド５１１内でユーザから受信する。

【０２２５】

さらに、ＧＰＵは、フィールド５１１内で受信した位置で始まるタイムウィンドウを受信するための別のフィールド５１３を表示する。ユーザは、フィールド５１３内で、秒数、又はミリ秒数、又はマイクロ秒数などのタイムウィンドウを識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。

【０２２６】

フィールド５１１内で位置を、かつフィールド５１３内でタイムウィンドウを受信すると、コンピュータプロセッサは、位置及びタイムウィンドウを示す制御信号２０６（図２Ａ）を生成する。デスクトップコンピュータ５１０から制御信号２０６を受信すると、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）は、フィールド５１１内で受信した位置で、クロック信号の各サイクル中のタイムウィンドウに関して追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）を収集し、例えば、サンプリングするなどして、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を出力する。例えば、タイムウィンドウ外のアナログメトリックデータは、追加のデジタルメトリックデータ２２４を出力するためにクロック信号の各サイクルの間にＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることはない。

【０２２７】

図５Ｃは、異なる位置又はタイムウィンドウ又はそれらの組み合わせが、クロック信号の異なるサイクルに対して提供され得ることを例示するための、モニタ５１２の一実施形態の図である。モニタ５１２は、グラフ２８２を表示する。ＧＰＵは、追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）がＡＤＣプロセッサによってサンプリングされるべきクロック信号のサイクルの、識別番号などの識別を受信するためのフィールド５４０を表示する。ユーザは、追加のアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべきクロック信号の１つ又は複数のサイクルの１つ又は複数の識別を識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。例えば、コンピュータプロセッサは、フィールド５４０内で番号１及び３をユーザから受信し、アナログメトリックデータ２２２が収集されるべきクロック信号のサイクル１及び３を識別する。

【０２２８】

ＧＰＵは、クロック信号のサイクル１の間にＡＤＣプロセッサ２１０によって追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）がサンプリングされるべき位置を受信するためのフィールド５４２をさらに表示する。サイクル１は、フィールド５４０内で識別される。ユーザは、クロック信号のサイクル１の間に追加のアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべき位置を識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。

【０２２９】

ＧＰＵは、クロック信号のサイクル３の間にＡＤＣプロセッサ２１０によって追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）がサンプリングされるべき位置を受信するための別のフィールド５４４をさらに表示する。サイクル３は、フィールド５４０内で識別される。ユーザは、クロック信号のサイクル３の間に追加のアナログメトリックデータ２２２が収集されるべき位置を識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。

【０２３０】

さらに、ＧＰＵは、クロック信号のサイクル１の間にアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべき第１のタイムウィンドウを受信するための別のフィールド５４６を表示する。第１のタイムウィンドウは、アナログメトリックデータ２２２の状態、又はサブ状態、又はスライスをカバーする。アナログメトリックデータ２２２は、フィールド５４２内で受信した位置からサンプリングされることになる。ユーザは、フィールド５

４６内で第１のタイムウィンドウを識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。

【０２３１】

また、ＧＰＵは、クロック信号のサイクル３の間にアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるべき第２のタイムウィンドウを受信するための別のフィールド５５０を表示する。ユーザは、フィールド５５０内で第２のタイムウィンドウを識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。第２のタイムウィンドウは、アナログメトリックデータ２２２の状態、又はサブ状態、又はスライスをカバーする。アナログメトリックデータ２２２は、フィールド５４４内で受信した位置からサンプリングされることになる。ユーザは、フィールド５５０内で第２のタイムウィンドウを識別する、例えば、提供するなどのために、キーボード５１４及びマウス５１６を使用する。

【０２３２】

フィールド５４０内でサイクル１及び３、フィールド５４２及び５４４内で位置、並びにフィールド５４６及び５５０内で第１及び第２のタイムウィンドウを受信すると、コンピュータプロセッサは、サイクル、位置、並びに第１及び第２のタイムウィンドウを有する制御信号２０６（図２Ａ）を生成する。デスクトップコンピュータ５１０から制御信号２０６を受信すると、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）は、クロック信号のサイクル１の間に、フィールド５４２内で受信した位置で始まり、かつフィールド５４６内の第１のタイムウィンドウに関する追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）をサンプリングして、追加のデジタルメトリックデータ２２４を出力する。例えば、フィールド５４６内で受信した第１のタイムウィンドウ外のメトリックデータは、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を出力するためにクロック信号のサイクル１の間にＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることはない。

【０２３３】

また、デスクトップコンピュータ５１０から制御信号２０６を受信することに応答して、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）は、クロック信号のサイクル３の間に、フィールド５４４内で受信した位置から始まり、かつフィールド５５０内の第２のタイムウィンドウに関する追加のアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）をサンプリングして、追加のデジタルメトリックデータ２２４を出力する。例えば、フィールド５５０内で受信した第２のタイムウィンドウ外のメトリックデータは、追加のデジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を出力するためにクロック信号のサイクル３の間にＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることはない。

【０２３４】

一実施形態では、サイクル１の代わりに、クロック信号の１及び２などの複数のサイクルが、フィールド５４０内で受信される。また、サイクル３の代わりに、クロック信号の３、４、及び５などの複数のサイクルが、フィールド５４０内で受信される。さらに、各サイクル１、２、３、４、及び５に対して、デジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）などのデジタルメトリックデータがＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるべきサイクル内の位置を受信するためのフィールドが提供される。また、各サイクル１～５に対して、デジタルメトリックデータが出力されるべきタイムウィンドウを受信するためのフィールドが提供される。

【０２３５】

図６Ａは、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）（図１Ａ及び図１Ｂ）から受信したアナログメトリックデータをサンプリングするための単一のデジタルパルス信号の使用を例示するための、システム６００の一実施形態の図である。単一のデジタルパルス信号の一例は、トランジスタ－トランジスタ論理回路（ＴＴＬ）信号である。例示すると、単一のデジタルパルス信号は、ＴＴＬ１信号である。この例示では、ＴＴＬ１信号は、論理レベル１と論理レベル０の間を周期的に遷移する。

【０２３６】

システム６００は、プラズマ源（ＰＳ）ａ１、プラズマ源ａ２などからプラズマ源ａｎまでを含む。システム６００は、プラズマ源ＰＳａ（ｎ＋１）、ＰＳａプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋２）などからプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）までをさらに含む。本明細書で使用されるプラズマ源の例として、ＲＦ発生器又はマッチレスプラズマ源が挙げられる。例示すると、プラズマ源ａｎの例として、ＲＦ発生器ＲＦＧａｎ及びマッチレスプラズマ源ＭＰＳａｎが挙げられ、プラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）の例として、ＲＦ発生器ＲＦＧａ（ｎ＋ｍ）及びマッチレスプラズマ源ＭＰＳａ（ｎ＋ｍ）が挙げられる。

【０２３７】

システム６００は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とをさらに含む。一例として、システム６００は、図１Ａのシステム１００のコンポーネントを含む。別の例として、システム６００は、図１Ｂのシステム１５０のコンポーネントを含む。

【０２３８】

プラズマ源ＰＳａ１は、マスタープラズマ源の一例であり、ＴＴＬ１信号を生成する。プラズマ源ＰＳａ１は、ＴＴＬ１信号を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に供給する。プロセッサ１２４は、プラズマ源ａ１からＴＴＬ１信号を受信し、ＴＴＬ１信号をＤＰＳ１０２のＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）からアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）などのアナログメトリックデータを受信し、ＴＴＬ１信号と同期してアナログメトリックデータをサンプリングして、デジタルメトリックデータを出力する。例えば、アナログメトリックデータは、ＴＴＬ１信号の各立ち上がりエッジ又は各立ち下がりエッジ又はそれらの組み合わせの間にサンプリングされる。アナログメトリックデータは、メトリックのメトリックデータの位置でタイムウィンドウに関してサンプリングされる。タイムウィンドウは、メトリックの状態、又はメトリックのサブ状態、又はメトリックのスライスに対応する。

【０２３９】

一実施形態では、プロセッサ１２４は、クロック信号を生成し、クロック信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。ＲＦセンサａ１～ａｎから受信したメトリックのメトリックデータは、クロック信号と同期してサンプリングされる。例えば、ＴＴＬ１信号は、クロック信号に同期している。例示すると、ＴＴＬ１信号の予め作成されたサイクル数が、クロック信号の各サイクル中に発生する。

【０２４０】

また、この実施形態では、クロック信号は、分析コントローラ１０６によってプラズマシステム６００の全てのコンポーネントに供給される。プラズマシステム６００のコンポーネントの例としては、プラズマ源ＰＳａ１～ＰＳａ（ｎ＋ｍ）、及びＤＰＳ１０２が挙げられる。マッチシステムがプラズマシステム６００で使用される場合、プラズマシステム６００のコンポーネントはマッチシステムを含む。

【０２４１】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、マウス５１６及びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザから受信されるレシピ情報に従って、ＴＴＬ１信号を生成する。分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信し、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＴＴＬ１信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジと同期して、アナログメトリックデータをサンプリングする。

【０２４２】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、プロセスコントローラ１１６から受信したレシピ情報に従って、ＴＴＬ１信号を生成する。プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、マウス５１６及びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザからレシピ情報を受信する。分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。

【０２４３】

一実施形態では、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、マウス５１６及

びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザから受信されるレシピ情報に従って、ＴＴＬ１信号を生成する。プロセッサ１３２は、ＴＴＬ１信号を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。

【０２４４】

一実施形態では、システム６００のプラズマ源ＰＳａ１以外の任意のプラズマ源が、ＴＴＬ１信号を生成するマスタープラズマ源である。

【０２４５】

図６Ｂは、ＡＤＣプロセッサ２１０によるＴＴＬ１信号の受信のための、図６Ａに例示されたものとは異なるルートを例示するための、システム６５０の一実施形態の図である。システム６５０は、プラズマ源ＰＳａ１～ＰＳａ（ｎ＋ｍ）と、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とを含む。一例として、システム６５０は、図１Ａのシステム１００のコンポーネントを含む。別の例として、システム６５０は、図１Ｂのシステム１５０のコンポーネントを含む。

【０２４６】

プラズマ源ＰＳａ１は、ＴＴＬ１信号を生成し、ＴＴＬ１信号を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号をプラズマ源ＰＳａ２に送信し、プラズマ源ＰＳａ２はＴＴＬ１信号をプラズマ源ＰＳａ３に中継し、ＴＴＬ１信号がプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ－１）からプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）へ送信されるまで、以下同様に続く。プラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）は、ＴＴＬ１信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＴＴＬ１信号と同期して、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）から受信したメトリックのメトリックデータをサンプリングする。

【０２４７】

一実施形態では、プラズマ源ＰＳａ１の代わりに、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２が、マウス５１６及びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザから受信されるレシピ情報に従ってＴＴＬ１信号を生成する。プロセッサ１３２は、ＴＴＬ１信号を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号をプラズマ源ＰＳａ１に送信し、プラズマ源ＰＳａ１はＴＴＬ１信号をプラズマ源ＰＳａ２に中継し、ＴＴＬ１信号がプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）に中継されるまで、以下同様に続く。プラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）は、ＴＴＬ１信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。

【０２４８】

一実施形態では、プラズマ源ＰＳａ１は、ＴＴＬ１信号を生成して、ＴＴＬ１信号をプラズマ源ａ２に中継し、ＴＴＬ１信号がプラズマ源ＰＳａ（ｎ＋ｍ）にリプレイされるまで、以下同様に続く。ＴＴＬ１信号は、プラズマ源ＰＳａ１からプロセッサ１２４に送信されない。

【０２４９】

一実施形態では、クロック信号は、プロセッサ１２４によって生成され、分析コントローラ１０６によってプラズマシステム６５０の全てのコンポーネントに供給される。プラズマシステム６５０のコンポーネントの例としては、プラズマ源ＰＳａ１～ＰＳａ（ｎ＋ｍ）、及びＤＰＳ１０２が挙げられる。マッチシステムがプラズマシステム６５０で使用される場合、プラズマシステム６５０のコンポーネントは、マッチシステムを含む。

【０２５０】

図７Ａは、プロット７０２を例示するためのグラフ７００の一実施形態である。プロット７０２は、ＴＴＬ１信号（図６Ａ及び図６Ｂ）の一例である。グラフ７００は、ｙ軸にプロット７０２の論理レベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット７０２は、論理レベル１と論理レベル０の間を周期的に遷移する。例えば、プロット７０２は、時間ｔ０において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ０とｔ１．５の間で論理レベル１に留まり、時間ｔ１．５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ１．５と

ｔ４の間で論理レベル０に留まり、時間ｔ４において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ４とｔ５．５の間で論理レベル１に留まり、時間ｔ５．５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ５．５とｔ８の間で論理レベル０に留まり、時間ｔ８において論理レベル０から論理レベル１に遷移する。

【０２５１】

図７Ｂは、ＲＦセンサａ１（図６Ａ及び図６Ｂ）から出力されるメトリックの、アナログメトリックデータなどのメトリックデータのプロット７０６を例示するためのグラフ７０４の一実施形態である。グラフ７０４は、ｙ軸にプロット７０６のメトリックのメトリックレベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット７０６は、メトリックレベルＭ４とメトリックレベルＭ０の間を周期的に遷移する。例えば、プロット７０６は、時間ｔ０においてメトリックレベルＭ０からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ０とｔ１．５の間でメトリックレベルＭ４に留まり、時間ｔ１．５においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ０に遷移し、時間ｔ１．５とｔ４の間でメトリックレベルＭ０に留まり、時間ｔ４においてメトリックレベルＭ０からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ４からｔ５．５の間でメトリックレベルＭ４に留まり、時間ｔ５．５においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ０に遷移し、時間ｔ５．５とｔ８の間でメトリックレベルＭ０に留まり、時間ｔ８においてメトリックレベルＭ０からメトリックレベルＭ４に遷移する。メトリックレベルＭ４はＲＦセンサａ１によって測定されるメトリックの状態Ｓ１を定義し、メトリックレベルＭ０はＲＦセンサａ１によって測定されるメトリックの状態Ｓ２を定義する。

【０２５２】

メトリックのメトリックレベルは、メトリックの１つ又は複数のメトリック値を含むことに留意されたい。例えば、メトリックレベルＭ４は、メトリック値Ｍ４を有する。別の例として、メトリックレベルＭ４は、メトリック値Ｍ４と、メトリック値Ｍ４の所定の標準偏差内にある追加の値とを有する。

【０２５３】

第１のメトリックレベルは、第２のメトリックレベルのメトリック値を除外したメトリック値を有することにさらに留意されたい。例えば、第１のメトリックレベルのメトリック値の最小値は、第２のメトリックレベルのメトリック値の最大値よりも大きい。この例では、第１のメトリックレベルは、第２のメトリックレベルよりも大きい。

【０２５４】

プロット７０６のメトリックデータは、ＴＴＬ１信号の一例であるプロット７０２（図７Ａ）と同期して、ＡＤＣプロセッサ２１０（図６Ａ及び図６Ｂ）によってサンプリングされる。例えば、プロット７０６は、プロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７０６のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ４で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７０６は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７０６のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．５と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ５．５で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７０６は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされ、かつプロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。

【０２５５】

一実施形態では、プロット７０６は、ＲＦセンサａ１の代わりに、ＲＦセンサａ２、ａ３、及びａ４～ａ（ｎ＋ｍ）のいずれかによって測定されるメトリックのメトリックデータから生成される。

【０２５６】

図７Ｃは、ＲＦセンサａ２（図６Ａ及び図６Ｂ）によって測定されるメトリックのメトリックデータのプロット７１０を例示するためのグラフ７０８の一実施形態である。グラフ７０８は、ｙ軸にプロット７１０のメトリックのメトリックレベルを含み、ｘ軸に時間

ｔを含む。プロット７１０は、メトリックレベルＭ５、メトリックレベルＭ４、及びメトリックレベルＭ１の間を周期的に遷移する。例えば、プロット７１０は、時間ｔ０においてメトリックレベルＭ０からメトリックレベルＭ５に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ１までメトリックＭ５に留まり、時間ｔ１においてメトリックレベルＭ５からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ１から時間ｔ２．５までメトリックレベルＭ４に留まり、時間ｔ２．５においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ１に遷移し、時間ｔ２．５から時間ｔ４までメトリックレベルＭ１に留まり、時間ｔ４においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ５に遷移し、時間ｔ４から時間ｔ５までメトリックレベルＭ５に留まり、時間ｔ５においてメトリックレベルＭ５からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ５から時間ｔ６．５までメトリックレベルＭ４に留まり、時間ｔ６．５においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ１に遷移し、時間ｔ６．５から時間ｔ８までメトリックレベルＭ１に留まり、時間ｔ８においてメトリックレベルＭ１からメトリックレベルＭ５に遷移する。メトリックレベルＭ５は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックの状態Ｓ１を定義し、メトリックレベルＭ４は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックの状態Ｓ２を定義し、メトリックレベルＭ１は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックの状態Ｓ３を定義する。

【０２５７】

プロット７１０によって表されるアナログメトリックデータなどのメトリックデータは、ＡＤＣプロセッサ２１０（図６Ａ及び図６Ｂ）によって、ＴＴＬ１信号の一例であるプロット７０２（図７Ａ）と同期してサンプリングされる。例えば、プロット７１０は、プロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７１０のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ４で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７１０は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７１０のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．５と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ５．５で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７１０は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされ、かつプロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。

【０２５８】

一実施形態では、プロット７１０は、ＲＦセンサａ２の代わりに、ＲＦセンサａ１、ａ３、及びａ４～ａ（ｎ＋ｍ）のいずれかによって測定されるメトリックのメトリックデータから生成される。

【０２５９】

図７Ｄは、ＲＦセンサａｎ（図６Ａ及び図６Ｂ）によって測定されるメトリックデータのプロット７１４を例示するためのグラフ７１２の一実施形態である。グラフ７１２は、ｙ軸にプロット７１４のメトリックのメトリックレベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット７１４は、クロック信号の各サイクル中に、メトリックレベルＭ７、メトリックレベルＭ６、メトリックレベルＭ５、メトリックレベルＭ４、及びメトリックレベルＭ１の間で周期的に遷移する。例えば、クロック信号のサイクル１の間、プロット７１４は、時間ｔ０においてメトリックレベルＭ１からメトリックレベルＭ７に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ０．５までメトリックレベルＭ７に留まり、時間ｔ０．５においてメトリックレベルＭ７からメトリックレベルＭ６に遷移し、時間ｔ０．５から時間ｔ１までメトリックレベルＭ６に留まり、時間ｔ１においてメトリックレベルＭ６からメトリックレベルＭ５に遷移し、時間ｔ１から時間ｔ２までメトリックレベルＭ５に留まり、時間ｔ２においてメトリックレベルＭ５からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ２から時間ｔ２．５までメトリックレベルＭ４に留まり、時間ｔ２．５においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ１に遷移する。また、この例では、クロック信号のサイクル１の間、プロット７１４は、時間ｔ２．５から時間ｔ４までメトリックレベルＭ１に留まる。この例では、クロック信号のサイクル２の間、プロット７１４は、時間ｔ４においてメトリックレベ

ルＭ１からメトリックレベルＭ７に遷移する。この例では、メトリックレベルＭ７からＭ１への遷移は、クロック信号のサイクル２の間、繰り返される。メトリックレベルＭ７は、ＲＦセンサａ３によって測定されるメトリックの状態Ｓ１を定義し、メトリックレベルＭ６は、ＲＦセンサａ３によって測定されるメトリックの状態Ｓ２を定義し、メトリックレベルＭ５は、ＲＦセンサａ３によって測定されるメトリックの状態Ｓ３を定義する。また、メトリックレベルＭ４は、ＲＦセンサａ３によって測定されるメトリックの状態Ｓ４を定義し、メトリックレベルＭ１は、ＲＦセンサａ３によって測定されるメトリックの状態Ｓ５を定義する。

【０２６０】

プロット７１４のメトリックデータは、ＡＤＣプロセッサ２１０（図６Ａ及び図６Ｂ）によって、ＴＴＬ１信号の一例であるプロット７０２（図７Ａ）と同期してサンプリングされる。例えば、プロット７１４は、プロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７１４のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ４で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７１４は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット７１４のメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．５と、クロック信号のサイクル２の間の時間ｔ５．５で、アナログ形式からデジタル形式に変換される。別の例として、プロット７１４は、プロット７０２の立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされ、かつプロット７０２の立ち上がりエッジで周期的にサンプリングされる。図７Ａ～７Ｄを参照して例示した手法では、ＲＦセンサａ１～ａｎから受信したメトリックのメトリックデータは、単一のＴＴＬ１信号と同期してサンプリングされる。

【０２６１】

一実施形態では、プロット７１４は、ＲＦセンサａｎの代わりに、ＲＦセンサａ１、ａ２～ａ（ｎ－１）及びａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋ｍ）のいずれかによって測定されるメトリックのメトリックデータから生成される。

【０２６２】

図８は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）から受信されるメトリックのメトリックデータをサンプリングするための、ＴＴＬ信号などの複数のデジタルパルス信号の使用を例示するためのシステム８００の一実施形態の図である。例えば、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）から受信されるアナログメトリックデータをサンプリングするために複数のデジタルパルス信号を生成する。例示すると、デジタルパルス信号の第１のものは、メトリックデータの各状態でＲＦセンサａ１から受信したアナログメトリックデータをサンプリングするために使用される。この例示では、デジタルパルス信号の第２のものは、メトリックデータの各サブ状態でＲＦセンサａ２から受信したアナログメトリックデータをサンプリングするために使用される。また、この例示では、デジタルパルス信号の第３のものは、メトリックデータの各スライスでＲＦセンサａ３から受信したアナログメトリックデータをサンプリングするために使用される。

【０２６３】

システム８００は、プラズマ源ＰＳａ１～ＰＳａ（ｎ＋ｍ）と、ＲＦセンサａ１～ａ（ｎ＋ｍ）と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とを含む。一例として、システム８００は、図１Ａのシステム１００と同じ構造を有する。別の例として、システム８００は、図１Ｂのシステム１５０と同じ構造である。

【０２６４】

分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＴＴＬ１信号、ＴＴＬ２信号、及びＴＴＬ３信号などのＴＴＬ信号を生成する。プロセッサ１２４は、ＴＴＬ信号をＡＤＣプロセッサ２１０に供給する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ１～ａ３からアナログメトリックデータを受信する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ１から受信したメトリックのアナログメトリックデータを、ＴＴＬ１信号と同期してサンプリングして、デジタルメトリックデータを出力する。また、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサ

ａ２から受信したメトリックのメトリックデータをＴＴＬ２信号と同期してサンプリングして、デジタルメトリックデータを出力し、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサａ３から受信したメトリックのメトリックデータをＴＴＬ３信号と同期してサンプリングして、デジタルメトリックデータを出力する。

【０２６５】

また、プロセッサ１２４は、クロック信号を生成し、クロック信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。ＲＦセンサａ１～ａｎから受信したアナログメトリックデータは、クロック信号と同期してサンプリングされる。例えば、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号の各々は、クロック信号と同期している。例示すると、ＴＴＬ１信号の第１の予め作成されたサイクル数は、クロック信号の各サイクル中に発生し、ＴＴＬ１信号の第２の予め作成されたサイクル数は、クロック信号の各サイクル中に発生し、ＴＴＬ３信号の第３の予め作成されたサイクル数は、クロック信号の各サイクル中に発生する。

【０２６６】

また、クロック信号は、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって生成され、プラズマシステム８００の全てのコンポーネントに供給される。プラズマシステム８００のコンポーネントの例としては、プラズマ源ＰＳａ１～ＰＳａ（ｎ＋ｍ）、及びＤＰＳ１０２が挙げられる。マッチシステムがプラズマシステム８００で使用される場合、プラズマシステム８００のコンポーネントは、マッチシステムを含む。

【０２６７】

一実施形態では、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、マウス５１６及びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザから受信されるレシピ情報に従って、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号の各々を生成する。分析コントローラ１０６のプロセッサは、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。

【０２６８】

一実施形態では、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２（図１Ａ）は、マウス５１６及びキーボード５１４（図５Ｂ）を介してユーザから受信されるレシピ情報に従って、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号の各々を生成する。プロセッサ１３２は、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信し、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、ＴＴＬ１、ＴＴＬ２、及びＴＴＬ３信号をＡＤＣプロセッサ２１０に送信する。

【０２６９】

図９Ａは、クロック信号のプロット９０２を例示するためのグラフ９００である。グラフ９００は、プロット９０２の論理レベルをｙ軸にプロットし、時間ｔをｘ軸にプロットする。プロット９０２に例示されるクロック信号は、論理レベル１と論理レベル０の間で周期的に遷移する。例えば、プロット９０２のサイクル１は、時間ｔ０と時間ｔ４の間で発生し、プロット９０２のサイクル２は、時間ｔ４と時間ｔ８の間で発生する。例示すると、サイクル１の間、プロット９０２は、時間ｔ０において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ２まで論理レベル１に留まる。この例示では、クロック信号のサイクル１の間、プロット９０２は、時間ｔ２において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ２から時間ｔ４まで論理レベル０に留まる。さらに例示を続けると、クロック信号のサイクル２の間、プロット９０２は、時間ｔ４において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ４から時間ｔ６まで論理レベル１に留まる。また、クロック信号のサイクル２の間、プロット９０２は、時間ｔ６において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ６から時間ｔ８まで論理レベル０に留まる。クロック信号のサイクル３の間、プロット９０２は、時間ｔ８において論理レベル０から論理レベル１に遷移する。

【０２７０】

一実施形態では、クロック信号の現在のサイクル中の論理レベル０から論理レベル１への遷移は、クロックサイクルの先行サイクルの一部分である。例えば、時間ｔ０における論理レベル０から論理レベル１へのプロット９０２の遷移は、クロック信号のサイクル１

に先行するサイクル０の一部分である。サイクル０は、クロック信号のものである。別の例として、時間ｔ４における論理レベル０から論理レベル１へのプロット９０２の遷移は、クロック信号のサイクル２に先行するサイクル１の一部分である。

【０２７１】

図９Ｂは、図８のＴＴＬ１信号のプロット７０２を例示するためのグラフ７００の一実施形態である。

【０２７２】

図９Ｃは、ＲＦセンサａ１（図８）から出力されるメトリックデータのプロット７０６を例示するためのグラフ７０４の一実施形態である。

【０２７３】

図９Ｄは、プロット９０６を例示するためのグラフ９０４の一実施形態である。プロット９０６は、ＴＴＬ２信号（図８）の一例である。グラフ９０４は、ｙ軸にプロット９０６の論理レベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット９０６は、論理レベル１と論理レベル０の間で周期的に遷移する。例えば、プロット９０６は、時間ｔ０において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ１まで論理レベル１に留まる。プロット９０６は、時間ｔ１において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ１から時間ｔ１．５まで論理レベル０に留まる。プロット９０６は、時間ｔ１．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ１．５から時間ｔ２．５まで論理レベル１に留まる。プロット９０６は、時間ｔ２．５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ２．５から時間ｔ４まで論理レベル０に留まる。また、プロット９０６は、時間ｔ４において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ４から時間ｔ５まで論理レベル１に留まる。さらに、プロット９０６は、時間ｔ５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ５から時間ｔ５．５まで論理レベル０に留まる。プロット９０６は、時間ｔ５．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ５．５から時間ｔ７まで論理レベル１に留まる。プロット９０６は、時間ｔ７において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ７から時間ｔ８まで論理レベル０に留まる。プロット９０６は、時間ｔ８において論理レベル０から論理レベル１に遷移する。プロット９０６の論理レベル１と０の間の遷移の周波数は、プロット７０２（図９Ｂ）の論理レベル１と０の間の遷移の周波数よりも大きいことに留意されたい。

【０２７４】

図９Ｅは、ＲＦセンサａ２（図８）から出力されるメトリックの、アナログメトリックデータなどのメトリックデータのプロット９１０を例示するためのグラフ９０８の一実施形態である。グラフ９０８は、ｙ軸にプロット９１０のメトリックのメトリックレベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット９１０は、メトリックレベルＭ４、メトリックレベルＭ３．７、メトリックレベルＭ２、及びメトリックレベルＭ２．３の間を周期的に遷移する。例えば、プロット９０１は、時間ｔ０においてメトリックレベルＭ２．３からメトリックレベルＭ４に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ１までメトリックレベルＭ４に留まる。さらに、プロット９０１は、時間ｔ１においてメトリックレベルＭ４からメトリックレベルＭ３．７に遷移し、時間ｔ１から時間ｔ１．５までメトリックレベルＭ３．７に留まる。プロット９０１は、時間ｔ１．５において、メトリックレベルＭ３．７からメトリックレベルＭ２に遷移し、時間ｔ１．５から時間ｔ３までメトリックレベルＭ２に留まる。また、プロット９０１は、時間ｔ３において、メトリックレベルＭ２からメトリックレベルＭ２．３に遷移し、時間ｔ３から時間ｔ４までメトリックレベルＭ２．３に留まる。プロット９０１は、クロック信号のサイクル２の間、メトリックレベルＭ４、Ｍ３．７、Ｍ２、及びＭ２．３の間の遷移を繰り返す。

【０２７５】

メトリックレベルＭ４は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ１ａを定義し、メトリックレベルＭ３．７は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ１ｂを定義し、メトリックレベルＭ２は、ＲＦセンサａ２によって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ２ａを定義し、メトリックレベルＭ２．３は、ＲＦセンサ

ａ２によって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ２ｂを定義する。メトリックレベルＭ３．７は、メトリックレベルＭ４より小さいが、メトリックレベルＭ３より大きい。また、メトリックレベルＭ２．３は、メトリックレベルＭ２より大きいが、メトリックレベルＭ３より小さい。

【０２７６】

プロット９１０のサブ状態Ｓ１ａ及びＳ１ｂは、プロット９１０の状態Ｓ１に属することに留意されたい。同様に、プロット９１０のサブ状態Ｓ２ａ及びＳ２ｂは、プロット９１０の状態Ｓ２に属する。

【０２７７】

プロット９１０のメトリックデータは、プロット９０６（図９Ｄ）と同期してＡＤＣプロセッサ２１０（図８）によってサンプリングされる。例えば、プロット９１０は、プロット９１０の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット９１０に例示されたアナログメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０においてアナログ形式からデジタル形式に変換され、プロット９１０のサブ状態Ｓ１ａをサンプリングする。この例示では、プロット９１０に例示されたアナログメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１においてアナログ形式からデジタル形式に変換され、プロット９１０のサブ状態Ｓ１ｂをサンプリングする。例示を続けると、プロット９１０に例示されたアナログメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．５においてアナログ形式からデジタル形式に変換され、プロット９１０のサブ状態Ｓ２ａをサンプリングする。プロット９１０に例示されたアナログメトリックデータは、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ３においてアナログ形式からデジタル形式に変換され、プロット９１０のサブ状態Ｓ２ｂをサンプリングする。同様に、プロット９１０に例示されたアナログデータは、クロック信号のサイクル２の間にサンプリングされて、プロット９１０のサブ状態Ｓ１ａ、Ｓ１ｂ、Ｓ２ａ、及びＳ２ｂをサンプリングする。

【０２７８】

一実施形態では、プロット９１０は、ＲＦセンサａ２の代わりに、ＲＦセンサａ１、ａ３、ａ４～ａ（ｎ＋ｍ）のいずれかから出力されるアナログメトリックデータから生成される。

【０２７９】

一実施形態では、プロット９０６は、ＲＦセンサａ２から出力されるアナログメトリックデータのプロット９１０をサンプリングする代わりに、又はそれに加えて、ＲＦセンサａ１から出力されるアナログメトリックデータのプロット７０６をサンプリングするために使用される。

【０２８０】

一実施形態では、プロット７０２及び９０６の両方が、ＲＦセンサａ２から出力されるアナログメトリックデータのプロット７０６をサンプリングするために使用される。

【０２８１】

図９Ｆは、プロット９１４を例示するためのグラフ９１２の一実施形態である。プロット９１４は、ＴＴＬ３信号（図８）の一例である。グラフ９１２は、ｙ軸にプロット９１４の論理レベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット９１４は、クロック信号の各サイクル中に、論理レベル１と論理レベル０の間を周期的に遷移する。例えば、プロット９１４は、時間ｔ０において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ０．２５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ０．２５は時間ｔ０とｔ０．５の間である。プロット９１４は、時間ｔ０．２５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ０．２５から時間ｔ０．５まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ０．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ０．５から時間ｔ０．７５まで論理レベル１に留まる。プロット９１４はさらに、時間ｔ０．７５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ０．７５から時間ｔ１まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ１において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ１

から時間ｔ１．２５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ１．２５は時間ｔ１と時間ｔ１．５の間である。プロット９１４はさらに、時間ｔ１．２５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ１．２５から時間ｔ１．５まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ１．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ１．５から時間ｔ１．７５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ１．７５は時間ｔ１．５とｔ２の間である。プロット９１４はさらに、時間ｔ１．７５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ１．７５から時間ｔ２まで論理レベル０に留まる。

【０２８２】

この例では、プロット９１４は、時間ｔ２において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ２から時間ｔ２．２５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ２．２５は時間ｔ２と時間ｔ２．５の間である。時間ｔ２．２５は、時間ｔ２とｔ３の間の時間間隔の１／４にある。プロット９１４は、時間ｔ２．２５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ２．２５から時間ｔ２．５まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ２．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ２．５から時間ｔ２．７５まで論理レベル１に留まる。プロット９１４はさらに、時間ｔ２．７５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ２．７５から時間ｔ３まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ３において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ３から時間ｔ３．２５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ３．２５は時間ｔ３とｔ３．５の間である。プロット９１４はさらに、時間ｔ３．２５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ３．２５から時間ｔ３．５まで論理レベル０に留まる。プロット９１４は、時間ｔ３．５において論理レベル０から論理レベル１に遷移し、時間ｔ３．５から時間ｔ３．７５まで論理レベル１に留まり、時間ｔ３．７５は時間ｔ３．５とｔ４の間である。プロット９１４はさらに、時間ｔ３．７５において論理レベル１から論理レベル０に遷移し、時間ｔ３．７５から時間ｔ４まで論理レベル０に留まる。このように、プロット９１４は、クロック信号のサイクル２の間に、論理レベル１と０の間で遷移する。プロット９１４の論理レベル１と０の間の遷移の周波数は、プロット９０６（図９Ｄ）の論理レベル１と０の間の遷移の周波数よりも大きいことに留意されたい。

【０２８３】

図９Ｇは、ＲＦセンサａｎ（図８）から出力されるメトリックの、アナログメトリックデータなどのメトリックデータのプロット９１８を例示するためのグラフ９１６の一実施形態である。グラフ９１６は、ｙ軸にプロット９１８のメトリックデータのメトリックレベルを含み、ｘ軸に時間ｔを含む。プロット９１８は、メトリックレベルＭ７、メトリックレベルＭ６．９、メトリックレベルＭ６．８、メトリックレベルＭ６．７、メトリックレベルＭ５、メトリックレベルＭ４．９、メトリックレベルＭ４．８、メトリックレベルＭ４．７、メトリックレベルＭ４．６、メトリックレベルＭ４．５、メトリックレベルＭ１、メトリックレベルＭ０．９、メトリックレベルＭ２、メトリックレベルＭ２．１、メトリックレベルＭ２．２、及びメトリックレベルＭ２．３の間で周期的に遷移する。各メトリックレベルＭ７、Ｍ６．９、Ｍ６．８、Ｍ６．７、Ｍ５、Ｍ４．９、Ｍ４．８、Ｍ４．７、Ｍ４．６、Ｍ４．５、Ｍ１、Ｍ０．９、Ｍ２、Ｍ２．１、Ｍ２．２、及びＭ２．３は、プロット９１８のスライスを定義する。プロット９１８の各スライスは、ｔ０．５単位の時間間隔にわたって発生する。

【０２８４】

メトリックレベルＭ０．９は、メトリックレベルＭ１より小さく、かつメトリックレベルＭ０．５より大きいことに留意されたい。メトリックレベル２．１は、メトリックレベルＭ２より大きく、かつメトリックレベルＭ２．２より小さい。メトリックレベル２．３は、メトリックレベルＭ２．２より大きく、かつメトリックレベルＭ３より小さい。また、メトリックレベルＭ４．９は、メトリックレベルＭ４．８より小さく、かつメトリックレベルＭ４．７より大きい。メトリックレベルＭ４．６は、メトリックレベルＭ４．７より小さく、かつメトリックレベルＭ４．５より大きい。メトリックレベルＭ６．９は、メトリックレベルＭ７より小さく、かつメトリックレベルＭ６．８より大きい。メトリック

レベルＭ６．７は、メトリックレベルＭ６．８より小さく、かつメトリックレベルＭ６より大きい。

【０２８５】

メトリックレベルＭ７は、ＲＦセンサａｎによって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ１ａの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ６．９は、サブ状態Ｓ１ａの第２のスライスを定義する。メトリックレベルＭ６．８は、サブ状態Ｓ１ｂの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ６．７は、サブ状態Ｓ１ｂの第２のスライスを定義する。プロット９１８のサブ状態Ｓ１ａ及びＳ１ｂは、プロット９１８の状態Ｓ１の一部分である。

【０２８６】

同様に、メトリックレベルＭ５は、ＲＦセンサａｎによって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ２ａの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ４．９は、サブ状態Ｓ２ａの第２のスライスを定義し、メトリックレベルＭ４．８は、サブ状態Ｓ２ａの第３のスライスを定義する。メトリックレベルＭ４．７は、サブ状態Ｓ２ｂの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ４．６は、サブ状態Ｓ２ｂの第２のスライスを定義し、メトリックレベルＭ４．５は、サブ状態Ｓ２ｂの第３のスライスを定義する。プロット９１８のサブ状態Ｓ２ａ及びＳ２ｂは、プロット９１８の状態Ｓ２の一部分である。

【０２８７】

また、メトリックレベルＭ１は、ＲＦセンサａｎによって測定されるメトリックの状態Ｓ３の第１のスライスを定義する。メトリックレベルＭ０．９は、状態Ｓ３の第２のスライスを定義する。

【０２８８】

同様に、メトリックレベルＭ２は、ＲＦセンサａｎによって測定されるメトリックのサブ状態Ｓ４ａの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ２．１は、サブ状態Ｓ４ａの第２のスライスを定義する。メトリックレベルＭ２．２は、サブ状態Ｓ４ｂの第１のスライスを定義し、メトリックレベルＭ２．３は、サブ状態Ｓ４ｂの第２のスライスを定義する。プロット９１８のサブ状態Ｓ４ａ及びＳ４ｂは、プロット９１８の状態Ｓ４の一部分である。

【０２８９】

クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ０においてメトリックレベルＭ２．３からメトリックレベルＭ７に遷移し、時間ｔ０から時間ｔ０．２５までメトリックレベルＭ７に留まる。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ０．２５においてメトリックレベルＭ７からメトリックレベルＭ６．９に遷移し、時間ｔ０．２５から時間ｔ０．５までメトリックレベルＭ６．９に留まる。また、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ０．５においてメトリックレベルＭ６．９からメトリックレベルＭ６．８に遷移し、時間ｔ０．５から時間ｔ０．７５までメトリックレベルＭ６．８に留まる。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ０．７５においてメトリックレベルＭ６．８からメトリックレベルＭ６．７に遷移し、時間ｔ０．７５から時間ｔ１までメトリックレベルＭ６．７に留まる。

【０２９０】

さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ１においてメトリックレベルＭ６．７からメトリックレベルＭ５に遷移し、時間ｔ１から時間ｔ１．２５までメトリックレベルＭ５に留まる。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ１．２５においてメトリックレベルＭ５からメトリックレベルＭ４．９に遷移し、時間ｔ１．２５から時間ｔ１．５までメトリックレベルＭ４．９に留まる。クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ１．５においてメトリックレベルＭ４．９からメトリックレベルＭ４．８に遷移し、時間ｔ１．５から時間ｔ１．７５までメトリックレベルＭ４．８に留まる。また、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ１．７５においてメトリックレベルＭ４．８からメトリックレベルＭ４．７に遷移し、時間ｔ１．７５から時間ｔ２までメトリックレベルＭ４．７に留まる。

【０２９１】

クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ２においてメトリックレベルＭ４．７からメトリックレベルＭ４．６に遷移し、時間ｔ２から時間ｔ２．２５までメトリックレベルＭ４．６に留まる。また、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ２．２５においてメトリックレベルＭ４．６からメトリックレベルＭ４．５に遷移し、時間ｔ２．２５から時間ｔ２．５までメトリックレベルＭ４．５に留まる。

【０２９２】

さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ２．５においてメトリックレベルＭ４．５からメトリックレベルＭ１に遷移し、時間ｔ２．５から時間ｔ２．７５までメトリックレベルＭ１に留まる。クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ２．７５においてメトリックレベルＭ１からメトリックレベルＭ０．９に遷移し、時間ｔ２．７５から時間ｔ３までメトリックレベルＭ０．９に留まる。

【０２９３】

クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ３においてメトリックレベルＭ０．９からメトリックレベルＭ２に遷移し、時間ｔ３から時間ｔ３．２５までメトリックレベルＭ２に留まる。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ３．２５においてメトリックレベルＭ２からメトリックレベルＭ２．１に遷移し、時間ｔ３．２５から時間ｔ３．５までメトリックレベルＭ２．１に留まる。

【０２９４】

また、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ３．５においてメトリックレベルＭ２．１からメトリックレベルＭ２．２に遷移し、時間ｔ３．５から時間ｔ３．７５までメトリックレベルＭ２．２に留まる。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット９１８は、時間ｔ３．７５においてメトリックレベルＭ２．２からメトリックレベルＭ２．３に遷移し、時間ｔ３．７５から時間ｔ４までメトリックレベルＭ２．３に留まる。クロック信号のサイクル２の間、プロット９１８は、時間ｔ４においてメトリックレベルＭ２．３からメトリックレベルＭ７に遷移する。メトリックレベルＭ７、Ｍ６．９、Ｍ６．８、Ｍ６．７、Ｍ５、Ｍ４．９、Ｍ４．８、Ｍ４．７、Ｍ４．６、Ｍ４．５、Ｍ１、Ｍ０．９、Ｍ２、Ｍ２．１、Ｍ２．２、及びＭ２．３は、クロック信号のサイクル２の間に繰り返される。

【０２９５】

プロット９１８のメトリックデータは、プロット９１４（図９Ｆ）と同期してＡＤＣプロセッサ２１０（図８）によってサンプリングされる。例えば、プロット９１８は、プロット９１４の各立ち上がりエッジ及び各立ち下がりエッジで周期的にサンプリングされる。例示すると、プロット９１８によって表されるアナログメトリックデータは、メトリックレベルＭ７をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０において、メトリックレベルＭ６．９をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０．２５において、メトリックレベルＭ６．８をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０．５において、かつメトリックレベルＭ６．７をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ０．７５において、アナログ形式からデジタル形式に変換される。

【０２９６】

また、この例示では、プロット９１８によって表されるアナログメトリックデータは、メトリックレベルＭ５をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１において、メトリックレベルＭ４．９をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．２５において、メトリックレベルＭ４．８をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．５において、メトリックレベルＭ４．７をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ１．７５において、メトリックレベルＭ４．６をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ２において、かつメトリックレベルＭ４．５をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ２．２５において、アナログ形式からデジタル形式に変換される。

【０２９７】

さらに、この例示では、プロット９１８によって表されるアナログメトリックデータは、メトリックレベルＭ１をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ２．５において、かつメトリックレベルＭ０．９をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ２．７５において、アナログ形式からデジタル形式に変換される。この例示では、プロット９１８のアナログメトリックデータは、メトリックレベルＭ２をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ３において、メトリックレベルＭ２．１をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ３．２５において、メトリックレベルＭ２．２をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ３．５において、かつメトリックレベルＭ２．３をサンプリングするためにクロック信号のサイクル１の間の時間ｔ３．７５において、アナログ形式からデジタル形式に変換される。

【０２９８】

プロット７０２、９０６、及び９１４は、アナログメトリックデータをサンプリングするレートを提供することに留意されたい。例えば、プロット９１４は、プロット９０６のレートより大きいレートを有し、プロット９０６は、プロット７０２のレートより大きいレートを有する。例示すると、プロット７０６のメトリックデータは、プロット９１４の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジと同期してサンプリングされる場合、第１の周波数でサンプリングされる。この例示では、プロット７０６のメトリックデータは、プロット９０６の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジと同期してサンプリングされる場合、第２の周波数でサンプリングされる。また、この例示では、プロット７０６のメトリックデータは、プロット７０２の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジと同期してサンプリングされる場合、第３の周波数でサンプリングされる。第１の周波数は第２の周波数よりも大きく、第２の周波数は第３の周波数よりも大きい。

【０２９９】

一実施形態では、プロット９１８は、ＲＦセンサａｎの代わりに、ＲＦセンサａ１、ａ２～ａ（ｎ－１）及びａ（ｎ＋１）～ａ（ｎ＋ｍ）のいずれかによって測定されるアナログメトリックデータから生成される。

【０３００】

一実施形態では、プロット９１８は、クロック信号のサイクル１の代わりに、クロック信号のサイクル０の間の時間ｔ０において、メトリックレベルＭ２．３からメトリックレベルＭ７に遷移する。また、この実施形態では、プロット９１８は、クロック信号のサイクル２の代わりに、クロック信号のサイクル１の間の時間ｔ４においてメトリックレベルＭ２．３からメトリックレベルＭ７に遷移する。

【０３０１】

一実施形態では、プロット７０６（図９Ｃ）は、プロット９１８がプロット９１４と同期してサンプリングされるのと同じ手法で、プロット９１４と同期してサンプリングされる。例えば、プロット７０６は、プロット９１４の各立ち上がりエッジ及び各立ち下がりエッジでサンプリングされる。

【０３０２】

一実施形態では、プロット９１０（図９Ｅ）は、プロット９１８がプロット９１４と同期してサンプリングされるのと同じ手法で、プロット９１４と同期してサンプリングされる。例えば、プロット９１０は、プロット９１４の各立ち上がりエッジ及び各立ち下がりエッジでサンプリングされる。

【０３０３】

図１０Ａは、メトリックデータのキャプチャ及び転送を例示するためのシステム１０００の一実施形態の図である。システム１０００はＤＰＳ１００６を含み、ＤＰＳ１００６は、ＡＤＣ１００８と、ＤＰＳ１０２のトランシーバ１２２（図１Ａ）とを含む。ＡＤＣ１００８は、ＡＤＣ１０４（図１Ａ）の一例であり、ＤＰＳ１００６は、ＤＰＳ１０２の一例である。例えば、ＡＤＣ１０４のメモリデバイス２１２（図２Ａ）は、環状バッファ１０１０である。ＡＤＣ１００８は、ＡＤＣプロセッサ２１０と、環状バッファ１０１０

とを含む。ＡＤＣプロセッサ２１０は、環状バッファ１０１に接続され、環状バッファ１０１０は、ＤＰＳ１００６のデータトランシーバ１２２に接続されている。

【０３０４】

環状バッファ１０１０の例として、先入れ先出し（ＦＩＦＯ）バッファ、リングバッファ、循環キュー、及び循環バッファが挙げられる。例示すると、環状バッファ１０１０に最初に書き込まれるデジタルメトリックデータはまた、最初に読み取られ、又は最初に削除される。環状バッファ１０１０が満杯になると、この環状バッファ１０１０に最初に書き込まれたデジタルメトリックデータは、デジタルメトリックデータで上書きされる。システム１００は、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６とをさらに含む。また、図１０Ａにはグラフ５００が例示されている。

【０３０５】

ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＲＦセンサ２０１から受信したアナログメトリックデータ１００２をサンプリングしてデジタルメトリックデータ１００４を出力し、デジタルメトリックデータ１００４を環状バッファ１０１０に送信する。アナログメトリックデータ１００２の例としては、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）及びアナログメトリックデータ２２２（図２Ａ及び図２Ｂ）が挙げられる。デジタルメトリックデータ１００４の例としては、デジタルメトリックデータ２０４及びデジタルメトリックデータ２２４（図２Ａ及び図２Ｂ）が挙げられる。

【０３０６】

システム１０００の動作を、グラフ５００の状態及びサブ状態を参照して説明する。例えば、ＡＤＣ１００８のＡＤＣプロセッサ２１０は、ある状態に関するタイムウィンドウの間のデジタルメトリックデータ１００４を環状バッファ１０１０にキャプチャし、デジタルメトリックデータ１００４は、次のタイムウィンドウの間に環状バッファ１０１０から分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に転送される。デジタルメトリックデータ１００４をキャプチャすることの一例は、アナログメトリックデータ１００２をデジタルメトリックデータ１００４に変換すること、及びデジタルメトリックデータ１００４を環状バッファ１０１０に記憶することを含む。デジタルメトリックデータ１００４をキャプチャすることの別の例は、デジタルメトリックデータ１００４を環状バッファ１０１０に記憶することを含む。デジタルメトリックデータ１００４を転送することの一例は、トランシーバ１２２によって環状バッファ１０１０からデジタルメトリックデータ１００４を読み取ること、及びデジタルメトリックデータ１００４を分析コントローラ１０６のトランシーバ１２８（図２Ａ）に送信することである。例示すると、トランシーバ１２２は、転送プロトコルをデジタルメトリックデータ１００４に適用して１つ又は複数のデータ転送ユニットを生成し、データ転送ユニットをトランシーバ１２８に送信する。この例示では、トランシーバ１２８は、受信したデータ転送ユニットに転送プロトコルを適用して、デジタルメトリックデータ１００４を抽出し、デジタルメトリックデータ１００４を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。デジタルメトリックデータ１００４が環状バッファ１０１０から転送される状態に関する次のタイムウィンドウの間、ＡＤＣプロセッサ２１０から受信したデジタルメトリックデータ１００４の次の状態の環状バッファ１０１０への記憶は行われない。一例として、次のタイムウィンドウは、次の状態のタイムウィンドウである。例示すると、デジタルメトリックデータ１００４の状態Ｓ１の間にデジタルメトリックデータ１００４がキャプチャされる場合、状態Ｓ２の間にデジタルメトリックデータ１００４の状態Ｓ２のキャプチャは行われない。状態Ｓ１及びＳ２は、クロック信号の同じクロックサイクル中に発生する。別の例として、先の例で説明した動作は、サブ状態又はスライスに適用される。

【０３０７】

環状バッファ１０１０からのデジタルメトリックデータ１００４のキャプチャ及び転送は、連続的な方法で行われる。例えば、環状バッファ１０１０からデジタルメトリックデータ１００４が同時にキャプチャ及び転送されることはない。例示すると、第１の時間間隔の間に、状態Ｓ１を有するプロット５０２の第１の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０に

よって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間、第１の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、状態Ｓ２を有するプロット５０２の第２の部分のキャプチャは行われない。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。連続する２つの時間間隔の間に、他の時間間隔は存在しない。この例示では、第３の時間間隔の間に、状態Ｓ３を有するプロット５０２の第３の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる。この例示では、第３の時間間隔は、第２の時間間隔に連続している。第４の時間間隔の間、第３の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、状態Ｓ４を有するプロット５０２の第４の部分のキャプチャは行われない。この例示では、第４の時間間隔は、第３の時間間隔に連続している。

【０３０８】

別の例示として、第１の時間間隔の間に、サブ状態Ｓ２ａを有するプロット５０２の第１の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間に、第１の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、サブ状態Ｓ２ｂを有するプロット５０２の第２の部分のキャプチャは行われない。この例示では、第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。この例示では、第３の時間間隔の間に、サブ状態Ｓ２ａを有するプロット５０２の第３の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる。この例示では、第３の時間間隔は、第２の時間間隔に連続している。

【０３０９】

別の例示として、第１の時間間隔の間に、プロット５０２の第１のスライスが、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間、第１のスライスは、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、プロット５０２の第２のスライスのキャプチャは行われない。この例示では、第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。この例示では、第３の時間間隔の間に、プロット５０２の第３のスライスが、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる。第３の時間間隔は、第２の時間間隔に連続している。第４の時間間隔の間に、第３のスライスは、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、プロット５０２の第４のスライスのキャプチャは行われない。第４の時間間隔は、第３の時間間隔に連続している。

【０３１０】

さらに別の例示として、デジタルメトリックデータ１００４の所定の数の連続する状態、又はデジタルメトリックデータの所定の数の連続するサブ状態、又はデジタルメトリックデータの所定の数の連続するスライスのキャプチャが行われ、キャプチャに続いて、デジタルメトリックデータ１００４が環状バッファ１０１０からトランシーバ１２２に転送される。さらに例示すると、第１の時間間隔の間に、状態Ｓ１及びＳ２を有するプロット５０２の第１の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間に、第１の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、状態Ｓ３及びＳ４を有するプロット５０２の第２の部分のキャプチャは行われない。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。連続する２つの時間間隔の間に、他の時間間隔は存在しない。

【０３１１】

別のさらなる例示として、第１の時間間隔の間に、第１及び第２のサブ状態を有するプロット５０２の第１の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間に、第１の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のト

ランシーバ１２２に転送され、状態Ｓ３及びＳ４を有するプロット５０２の第２の部分のキャプチャは行われない。プロット５０２の第２の部分は、第３及び第４のサブ状態を有する。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。連続する２つの時間間隔の間に他の時間間隔は存在しない。

【０３１２】

さらに別のさらなる例示として、第１の時間間隔の間に、第１のスライス及び第２のスライスを有するプロット５０２の第１の部分が、ＡＤＣプロセッサ２１０によって環状バッファ１０１０にキャプチャされる（例えば、記憶される等）。第２の時間間隔の間、第１の部分は、分析コントローラ１０６に送信するために、環状バッファ１０１０からＤＰＳ１００６のトランシーバ１２２に転送され、状態Ｓ３及びＳ４を有するプロット５０２の第２の部分のキャプチャは行われない。プロット５０２の第２の部分は、第３及び第４のスライスを有する。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。連続する２つの時間間隔の間に、他の時間間隔は存在しない。

【０３１３】

図１０Ｂは、デジタルメトリックデータ１００４（図１０Ａ）のキャプチャ及び転送のためのユーザからの命令の受信を例示するための、モニタ５１２の一実施形態の図である。モニタ５１２のＧＰＵは、デジタルメトリックデータ１００４の複数の状態を参照して、デジタルメトリックデータ１００４のキャプチャ及び転送が行われるかどうかの指示を受信するためのフィールド１０３０を表示する。例えば、ユーザは、マウス５１６又はキーボード５１４（図５Ｂ）を使用して、モニタ５１２内に位置するコンピュータプロセッサに指示を提供する。モニタ５１２のＧＰＵはまた、デジタルメトリックデータ１００４の複数のサブ状態を参照して、デジタルメトリックデータ１００４のキャプチャ及び転送が行われるかどうかの指示を受信するためのフィールド１０３２を表示する。例えば、ユーザは、マウス５１６又はキーボード５１４（図５Ｂ）を使用して、モニタ５１２内に位置するコンピュータプロセッサに指示を提供する。また、モニタ５１２のＧＰＵは、デジタルメトリックデータ１００４の複数のスライスを参照して、デジタルメトリックデータ１００４のキャプチャ及び転送が行われるかどうかの指示を受信するためのフィールド１０３２も表示する。例えば、ユーザは、マウス５１６又はキーボード５１４（図５Ｂ）を使用して、モニタ５１２内に位置するコンピュータプロセッサに指示を提供する。

【０３１４】

モニタ５１２のＧＰＵは、デジタルメトリックデータ１００４の状態又はサブ状態又はスライスのキャプチャ及び転送が行われる順序を受信するためのフィールド１０３６をさらに表示する。例えば、フィールド１０３６は、デジタルメトリックデータ１００４の状態又はサブ状態又はスライスがキャプチャされ転送されるべき第１の順序１０３８及び第２の順序１０４０を含む。例えば、第１の順序１０３８の選択の指示がマウス５１６又はキーボード５１４又はそれらの組み合わせから受信されると、デジタルメトリックデータ１００４の部分は、第１の時間間隔の間に環状バッファ１０１０にキャプチャされ、第２の時間間隔の間にトランシーバ１２２（図１０Ａ）に転送される。この例では、デジタルメトリックデータ１００４の第２の部分は、第２の時間間隔の間にキャプチャすることができない。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。例示として、第１の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第１の状態のタイムウィンドウであり、第２の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第２の状態のタイムウィンドウである。別の例示として、第１の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第１のサブ状態のタイムウィンドウであり、第２の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第２のサブ状態のタイムウィンドウである。さらに別の例示として、第１の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第１のスライスのタイムウィンドウであり、第２の時間間隔は、デジタルメトリックデータ１００４の第２のスライスのタイムウィンドウである。

【０３１５】

別の例として、第２の順序１０４０の選択の指示がマウス５１６又はキーボード５１４

又はそれらの組み合わせから受信されると、デジタルメトリックデータ１００４の第１の部分が、第１の時間間隔及び第２の時間間隔の間に環状バッファ１０１０にキャプチャされ、第３の時間間隔及び第４の時間間隔の間にトランシーバ１２２（図１０Ａ）に転送される。この例では、デジタルメトリックデータ１００４の第２の部分は、第３及び第４の時間間隔の間にキャプチャすることができない。第２の時間間隔は、第１の時間間隔に連続している。また、第３の時間間隔は第２の時間間隔に連続し、第４の時間間隔は第３の時間間隔に連続している。例示として、第１の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第１の状態のタイムウィンドウであり、第２の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第２の状態のタイムウィンドウであり、第３の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第３の状態のタイムウィンドウであり、第４の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第４の状態のタイムウィンドウである。別の例示として、第１の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第１のサブ状態のタイムウィンドウであり、第２の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第２のサブ状態のタイムウィンドウであり、第３の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第３のサブ状態のタイムウィンドウであり、第４の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第４のサブ状態のタイムウィンドウである。さらに別の例示として、第１の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第１のスライスのタイムウィンドウであり、第２の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第２のスライスのタイムウィンドウであり、第３の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第３のスライスのタイムウィンドウであり、第４の時間間隔はデジタルメトリックデータ１００４の第４のスライスのタイムウィンドウである。

【０３１６】

図１１Ａは、チャンバの中などのチャンバ内マッチングを例示するための、システム１１００の一実施形態の図である。システム１１００は、ＲＦセンサ２０１と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、プロセスコントローラ１１６と、プラズマ源２２６とを含む。

【０３１７】

システム１１００の動作を、グラフ５００及びグラフ１１０２に関して説明する。グラフ５００は、プラズマ源２２６を含むプラズマシステムが条件１などの第１の条件にあるときのメトリックのメトリックデータを示す。プラズマ源２２６を含むプラズマシステムの例としては、プラズマシステム１００（図１Ａ）及びプラズマシステム１５０（図１Ｂ）が挙げられる。

【０３１８】

プロット５０２が生成される元となるメトリックデータは、プラズマシステムが条件１を有する第１の期間の間に、ＲＦセンサ２０１によって測定される。グラフ１１０２は、プラズマ源２２６を含むプラズマシステムが条件２などの第２の条件にあるときのメトリックのメトリックデータを示す。グラフ１１０２は、メトリックデータ対時間ｔのプロット１１０４を含む。プロット１１０４が生成される根拠となるアナログメトリックデータは、同じプラズマシステムが条件２を有する第２の期間の間にＲＦセンサ２０１によって測定される。第２の期間は、第１の期間の後に発生し、かつ第１の期間に等しい。例えば、第２の期間は、時間ｔ８から時間ｔ１６に及ぶ。時間ｔ８とｔ１６の間の期間は、クロック信号のサイクル３及びサイクル４にまたがる。このように、条件２は、条件１の発生後に発生する。サイクル４は、サイクル３に連続している。

【０３１９】

プロット１１０４は、プロット１１０４の各メトリック値がプロット５０２の対応するメトリック値と比較してＭ１だけ低いことを除いて、プロット５０２と同様である。例えば、プロット５０２がメトリック値Ｍ８を有する第１の時間において、プロット１１０４はメトリック値Ｍ７を有する。別の例として、プロット５０２がメトリック値Ｍ１を有する第２の時間において、プロット１１０４はメトリック値Ｍ０を有する。一例として、メトリック値Ｍ０は、ゼロではなく、正のメトリック値である。この例では、メトリック値

－Ｍ１などの、メトリック値Ｍ０より小さいメトリック値は、正のメトリック値である。別の例として、プロット１１０４は、プロット５０２と同じ状態、サブ状態、及びスライスを有する。例示すると、プロット５０２がメトリック値Ｍ８を有する状態Ｓ２を有するとき、プロット１１０４はメトリック値Ｍ７を有する状態Ｓ２を有する。別の例示として、プロット５０２のメトリックデータの状態Ｓ１のメトリック値がＭ８であるとき、プロット１１０４のメトリックデータの状態Ｓ１のメトリック値はＭ７である。別の例示として、プロット５０２がメトリック値Ｍ８を有するサブ状態Ｓ２ａを有するとき、プロット１１０４はメトリック値Ｍ７を有するサブ状態Ｓ２ａを有する。さらに別の例示として、プロット５０２がサブ状態Ｓ２ａの第１のスライスを有し、かつプロット５０２の第１のスライスがメトリック値Ｍ８を有するとき、プロット１１０４はメトリック値Ｍ７を有するサブ状態Ｓ２ａを有し、かつプロット１１０４のサブ状態Ｓ２ａの第１のスライスは、メトリック値Ｍ７を有する。

【０３２０】

プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータを、プロット５０２のメトリックデータと比較する。例えば、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態を、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態と比較する。別の例として、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態のサブ状態を、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態の同じサブ状態と比較する。さらに別の例として、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態のサブ状態のスライスを、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態の同じサブ状態の同じスライスと比較する。

【０３２１】

プロセッサ１３２は、比較に基づいて、プロット１１０４のメトリックデータとプロット５０２のメトリックデータとの間に不一致がある場所を判定する。例えば、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータが、プロット５０２のメトリックデータよりも、少なくとも事前設定された量だけ小さいか大きいかを判定する。例えば、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態が、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態よりも、少なくとも事前設定された量だけ大きいか小さいかを判定する。別の例として、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態のサブ状態が、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態の同じサブ状態よりも、少なくとも事前設定された量だけ大きいか小さいかを判定する。さらに別の例として、プロセッサ１３２は、プロット１１０４のメトリックデータの状態のサブ状態のスライスが、プロット５０２のメトリックデータの同じ状態の同じサブ状態の同じスライスよりも、少なくとも事前設定された量だけ大きいか小さいかを判定する。

【０３２２】

メトリックデータ１１０４と５０２の間に不一致が存在すると判定すると、プロセッサ１３２は、プラズマシステムが条件２にあるときに変数を制御する、例えば、増加又は減少させる等のための命令を生成する。プロセスコントローラ１１６は、分析コントローラ１０６に命令を送信する。命令を受信すると、分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４は、プロット１１０４のメトリックデータとプロット５０２のメトリックデータとの間の不一致が低減又は解消されるまで、命令に基づいて条件２にあるプラズマシステムのプラズマ源２２６を制御する。例えば、プロセッサ１２４は、状態Ｓ１に関するプロット１１０４のメトリックデータがＭ７からＭ８に変化するまで、命令に基づいて条件２にあるプラズマシステムのプラズマ源２２６を制御する。

【０３２３】

一実施形態では、チャンバ内マッチングは、サブ状態又はスライスに適用される。例えば、プロット１１０４の状態Ｓ１のメトリック値が、プロット５０２のメトリック値Ｍ８から事前設定された範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する代わりに、プロット１１０４の状態Ｓ２のサブ状態Ｓ２ａの第１のメトリック値が、プロット５０２の同じサブ状態Ｓ２ａの第２のメトリック値から所定の範囲内になるまで、プラズマ源２２６の変

数が制御される。この例では、プラズマ源２２６を含むプラズマシステムが条件２にあるときに、第１のメトリック値がＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によってサンプリングされ、プラズマ源２２６を含むプラズマシステムが条件１にあるときに、第２のメトリック値がＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされる。別の例として、プロット１１０４の状態Ｓ１のメトリック値が、プロット５０２のメトリック値Ｍ８から事前設定された範囲内になるまで、プラズマ源２２６を制御する代わりに、プロット１１０４の状態Ｓ２の第１のスライスの第１のメトリック値が、プロット５０２の状態Ｓ２の第１のスライスの第２のメトリック値から予め記憶された範囲内になるまで、プラズマ源２２６が制御される。この例では、プラズマシステムが条件２にあるときに、第１のメトリック値がＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされ、プラズマシステムが条件１にあるときに、第２のメトリック値がＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされる。

【０３２４】

一実施形態では、図１１Ａを参照して説明したチャンバ内マッチングは、プロセッサ１３２の代わりに分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４によって実行される。

【０３２５】

図１１Ｂは、チャンバとチャンバの間などのチャンバ間マッチングを例示するためのシステム１１５０の一実施形態の図である。システム１１５０は、ＲＦセンサ２０１と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６と、ＲＦセンサ１１５２と、ＤＰＳ１１５６と、分析コントローラ１１５８と、プラズマ源１１５４と、プロセスコントローラ１１６とを含む。システム１１５０の動作を、グラフ５００及び１１０２に関して説明する。プラズマ源１１５４の例としては、ＲＦ発生器及びマッチレスプラズマ源が挙げられる。

【０３２６】

ＤＰＳ１１５６は、ＡＤＣ１１６４とデータトランシーバ１１６６とを含む。一例として、ＡＤＣ１１６４は、ＡＤＣ１０４と構造及び機能が類似しており、データトランシーバ１１６６は、データトランシーバ１２８と構造及び機能が類似している。

【０３２７】

分析コントローラ１１５８は、トランシーバ１１６８と、プロセッサ１１７０と、通信コントローラ１１７２とを含む。一例として、トランシーバ１１６８は、トランシーバ１２２と構造及び機能が類似しており、プロセッサ１１７０は、プロセッサ１２４と構造及び機能が類似しており、通信コントローラ１１７２は、通信コントローラ１３０と構造及び機能が類似している。

【０３２８】

ＲＦセンサ２０１は、第１のプラズマシステムのコンポーネントを介して転送される、例えば、供給又は反射される等のＲＦ信号のアナログメトリックデータ２２２を測定し、アナログメトリックデータ２２２をＤＰＳ１０２に送信する。ＡＤＣ１０４のＡＤＣプロセッサ２１０は、アナログメトリックデータ２２２をサンプリングしてデジタルメトリックデータ２２４を出力し、デジタルメトリックデータ２２４をトランシーバ１２２に提供する。例えば、アナログメトリックデータ２２２は、プロット５０２のメトリックデータのある位置である状態に関してサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。別の例として、アナログメトリックデータ２２２は、プロット５０２のメトリックデータのある位置であるサブ状態に関してサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。さらに別の例として、アナログメトリックデータ２２２は、プロット５０２のメトリックデータのある位置であるスライスに関してサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。トランシーバ１２２は、デジタルメトリックデータ２２４に転送プロトコルを適用してデータ転送ユニットを生成し、データ転送ユニットをトランシーバ１２８に送信する。

【０３２９】

トランシーバ１２８は、トランシーバ１２２から受信したデータ転送ユニットに転送プロトコルを適用して、データ転送ユニットからデジタルメトリックデータ２２４を抽出し、デジタルメトリックデータ２２４を分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に提供

する。プロセッサ１２４は、デジタルメトリックデータ２２４を通信コントローラ１３０に送信する。通信コントローラ１３０は、ネットワーク通信プロトコルをデジタルメトリックデータ２２４に適用して１つ又は複数のデータパケットを生成し、データパケットをプロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６（図２Ｂ）に送信する。１つ又は複数のデータパケットを受信すると、通信コントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルを適用してデジタルメトリックデータ２２４を抽出し、デジタルメトリックデータ２２４をプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に提供する。プロセッサ１３２は、デジタルメトリックデータ２２４の、メトリックデータ又はメトリック値又はサンプルデータ又はサンプル値などのサンプルポイントを結合することにより、プロット５０２の部分を生成する。プロット５０２の部分の一例は、プロット５０２の状態、又はプロット５０２のサブ状態、又はプロット５０２のスライスである。

【０３３０】

同様に、ＲＦセンサ１１５２、プラズマ源１１５４、ＤＰＳ１１５６、及び分析コントローラ１１５８は、ＲＦセンサ２０１と、プラズマ源２２６と、ＤＰＳ１０２と、分析コントローラ１０６とを含むプラズマシステムとは異なるプラズマシステムのコンポーネントである。例えば、ＲＦセンサ１１５２、プラズマ源１１５４、ＤＰＳ１１５６、及び分析コントローラ１１５８は、第２のプラズマシステムのコンポーネントであり、ＲＦセンサ２０１、プラズマ源２２６、ＤＰＳ１０２、及び分析コントローラ１０６は、第１のプラズマシステムのコンポーネントである。第２のプラズマシステムの一例は、プラズマシステム１００又は１５０（図１Ａ及び図１Ｂ）と同様のものである。ＲＦセンサ１１５２は、第２のプラズマシステムの、ＲＦケーブル、又はプラズマ源１１５４の出力、又はマッチシステムの入力、又はマッチシステムの出力、又はＲＦ伝送線などのコンポーネントに接続される。

【０３３１】

また、ＲＦセンサ１１５２はＡＤＣ１１６４に接続されており、ＡＤＣ１１６４はトランシーバ１１６６に接続されている。トランシーバ１１６６はトランシーバ１１６８に接続されており、トランシーバ１１６８はプロセッサ１１７０に接続されている。プロセッサ１１７０は通信コントローラ１１７２に接続されており、通信コントローラ１１７２は、プロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６（図１Ｂ）に接続されている。プロセッサ１１７０はまた、プラズマ源１１５４に接続されている。

【０３３２】

ＲＦセンサ１１５２は、第２のプラズマシステムのコンポーネントを介して転送される、例えば、供給又は反射される等のＲＦ信号のアナログメトリックデータ１１６０を測定し、アナログメトリックデータ１１６０をＤＰＳ１１５６に送信する。ＡＤＣ１１６４のＡＤＣプロセッサは、アナログメトリックデータ１１６０をサンプリングしてデジタルメトリックデータ１１６２を出力し、デジタルメトリックデータ１１６２をトランシーバ１１６６に提供する。例えば、アナログメトリックデータ１１６０は、プロット１１０４のメトリックデータのある位置である状態に関してサンプリングされ、デジタルメトリックデータ１１６２を出力する。例示すると、アナログメトリックデータ１１６０は、アナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるＡ１などの同じ位置で、かつアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされる同じタイムウィンドウに関して、サンプリングされる。別の例として、アナログメトリックデータ１１６０は、プロット１１０４のメトリックデータのある位置であるサブ状態に関してサンプリングされ、デジタルメトリックデータ１１６２を出力する。例示すると、アナログメトリックデータ１１６０は、アナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるＡ１などの同じ位置で、かつアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされる同じタイムウィンドウに関して、サンプリングされる。この例示では、タイムウィンドウは、アナログメトリックデータ２２２及び１１６０の状態のサブ状態にまたがって広がる。さらに別の例として、アナログメトリックデータ１１６０は、プロット１１０４のメトリックデータのスライスをカバーする位置でサンプリングされ、デジタルメトリックデータ１１６２をさらに出力する。例示すると

、アナログメトリックデータ１１６０は、アナログメトリックデータ２２２がサンプリングされるＡ１などの同じ位置で、かつアナログメトリックデータ２２２がサンプリングされる同じタイムウィンドウに関して、サンプリングされる。この例示では、タイムウィンドウは、アナログメトリックデータ２２２及び１１６０の状態のサブ状態のスライスにまたがって広がる。トランシーバ１１６６は、デジタルメトリックデータ１１６２に転送プロトコルを適用してデータ転送ユニットを生成し、データ転送ユニットをトランシーバ１１６８に送信する。

【０３３３】

トランシーバ１１６８は、トランシーバ１１６６から受信したデータ転送ユニットに転送プロトコルを適用して、データ転送ユニットからデジタルメトリックデータ１１６２を抽出し、デジタルメトリックデータ１１６２を分析コントローラ１１７２のプロセッサ１１７０に提供する。分析コントローラ１１５８のプロセッサ１１７０は、デジタルメトリックデータ１１６２を通信コントローラ１１７２に送信する。通信コントローラ１１７２は、ネットワーク通信プロトコルをデジタルメトリックデータ１１６２に適用して、１つ又は複数のデータパケットを生成し、データパケットをプロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６（図２Ｂ）に送信する。１つ又は複数のデータパケットを受信すると、通信コントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルを適用してデジタルメトリックデータ１１６２を抽出し、デジタルメトリックデータ１１６２をプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に提供する。プロセッサ１３２は、デジタルメトリックデータ１１６２の、メトリックデータ又はメトリック値又はサンプルデータ又はサンプル値などのサンプルポイントを結合することにより、プロット１１０４の部分を生成する。プロット１１０４の部分の一例は、プロット１１０４の状態、又はプロット１１０４のサブ状態、又はプロット１１０４のスライスである。

【０３３４】

プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、デジタルメトリックデータ２２４及び１１６２を受信する。プロセッサ１３２は、ある位置で始まり、かつあるタイムウィンドウをカバーするデジタルメトリックデータ１１６２を、同じ位置で始まり、かつ同じタイムウィンドウをカバーするデジタルメトリックデータ２２４と比較して、デジタルメトリックデータ１１６２とデジタルメトリックデータ２２４の間に不一致が存在するかどうかを判定する。例えば、プロセッサ１３２は、デジタルメトリックデータ１１６２がデジタルメトリックデータ２２４から事前固定された範囲内にあるかどうかを判定する。例示すると、プロセッサ１３２は、メトリックデータ５０２の状態に関して収集されたデジタルメトリックデータ１１６２が、デジタルメトリックデータ２２４の同じ状態から事前固定された範囲内にあるかどうかを判定する。別の例示として、プロセッサ１３２は、メトリックデータ５０２の状態のサブ状態に関して収集されたデジタルメトリックデータ１１６２が、デジタルメトリックデータ２２４の同じ状態の同じサブ状態から事前固定された範囲内にあるかどうかを判定する。さらに別の例示として、プロセッサ１３２は、メトリックデータ５０２の状態のサブ状態のスライスに関して収集されたデジタルメトリックデータ１１６２が、デジタルメトリックデータ２２４の同じ状態の同じサブ状態の同じスライスから事前固定された範囲内にあるかどうかを判定する。

【０３３５】

位置及びタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ１１６２が、同じ位置及び同じタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ２２４から事前固定された範囲内にないと判定することに応答して、プロセッサ１３２は、デジタルメトリックデータ１１６２がデジタルメトリックデータ２２４から事前固定された範囲内になるまでプラズマ源１１５４を制御するための命令を生成する。命令は、変数の１つ又は複数の値を含む。プロセスコントローラ１１６は、分析コントローラ１１５８に命令を送信し、分析コントローラ１１５８は、変数の１つ又は複数の値を達成するようにプラズマ源１１５４を制御する。位置及びタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ１１６２が、同じ位置及び同じタイムウィンドウに関するデジタルメトリックデータ２２４から事前固定さ

れた範囲内になるまで、プラズマ源１１５４の変数は制御される。例えば、プロット１１０４の状態Ｓ１のメトリック値Ｍ７が、プロット５０２のメトリック値Ｍ８から事前固定された範囲内になる、例えば、整合する等まで、プロセッサ１３２は、分析コントローラ１１５８を介してプラズマ源１１５４を制御して、プラズマ源１１５４から出力される電力の量を増加又は減少させる。デジタルメトリックデータ１１６２が、デジタルメトリックデータ２２４から事前固定された範囲内になると、デジタルメトリックデータ１１６２とデジタルメトリックデータ２２４の間の不一致は低減又は解消される。

【０３３６】

アナログメトリックデータ２２２をアナログ形式からデジタル形式に変換するのに使用される同じクロック信号が、アナログメトリックデータ１１６０をアナログ形式からデジタル形式に変換するのに使用されることに留意されたい。例えば、プロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２は、クロック信号を生成し、ＡＤＣ１０４及び１１６４に供給する。ＡＤＣ１０４は、クロック信号の各クロックサイクル中にデジタルメトリックデータ２２４をサンプリングし、かつ同じクロック信号の同じクロックサイクル中にデジタルメトリックデータ１１６２をサンプリングする。

【０３３７】

図１２Ａは、メトリックデータの定常状態と比較して、メトリックの２状態メトリックデータのエッジ（例えば遷移など）に対する、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）による異なるサンプリングレートを例示するためのグラフ１２００の一実施形態である。グラフ１２００は、時間ｔに対する、ＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされるアナログメトリックデータのプロット１２０２を含む。プロット１２０２は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）の一例である。グラフ１２００のメトリックはｙ軸にプロットされ、時間ｔはｘ軸にプロットされる。

【０３３８】

クロック信号のサイクル１の間、プロット１２０２は、時間ｔ０とｔ０．５の間のメトリックデータの立ち上がりエッジと、時間ｔ０．５とｔ１．５の間のメトリックデータの定常状態の第１のインスタンスと、時間ｔ１．５とｔ２．２５の間の立ち下がりエッジとを含む。立ち上がりエッジは、本明細書において立ち上がり遷移と呼ばれることもあり、遷移状態を定義する。同様に、立ち下がりエッジは、本明細書において立ち下がり遷移と呼ばれることもあり、遷移状態を定義する。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット１２０２は、時間ｔ２．２５とｔ４の間のメトリックデータの定常状態の第２のインスタンスを含む。クロック信号のサイクル２の間、立ち上がりエッジ、定常状態の第１のインスタンス、立ち下がりエッジ、及び定常状態の第２のインスタンスは、クロック信号のサイクル１の間のものと同様の様式で、例えば同じ様式等で発生する。クロック信号の各サイクルの間、プロット１２０２のメトリックデータの立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジ、並びに定常状態の２つのインスタンスは繰り返される。

【０３３９】

クロック信号の各サイクルの間、ＡＤＣプロセッサ２１０は、定常状態の第１のインスタンス又は第２のインスタンスのサンプリングにおけるより低い精度と比較して、より高い精度、例えば、より高いサンプリングレート又はより高い周波数などで、プロット１２０２のメトリックデータの立ち上がりエッジをサンプリングする。例えば、時間ｔ０とｔ０．５の間の時間間隔の間、プロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータは、第１のサンプリングレートでサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。第１のサンプリングレートは、時間ｔ０．５とｔ１．５の間の時間間隔の間にプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングするための第２のサンプリングレートより大きい。例示すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２のメトリックデータの値における増加率が、事前設定されたレートを超えるかどうかを判定する。第２の時間は、第１の時間から事前設定された制限時間内にあり、かつ第１の時間の後に発生する。増加率が事前設定されたレートを超えると判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、より高い精度、例え

ば、第１のサンプリングレートなどで、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータをサンプリングすることを決定する。他方、増加率が事前設定されたレートを超えないと判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、より低い精度、例えば、第２のサンプリングレートなどで、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンス又は第２のインスタンスをサンプリングすることを決定する。別の例示として、ＡＤＣプロセッサ２１０は、時間ｔ０から時間ｔ０．５のプロット１２０２のメトリックデータが、メトリックレベルＭ８、又は第１の事前設定されたメトリックレベルから第２の事前設定されたメトリックレベルの範囲などの、所定の範囲内にあるかどうかを判定する。第１の事前設定されたメトリックレベルは、メトリックレベルＭ８より小さい、１又は２パーセントなどの事前設定されたパーセンテージであり、第２の事前設定されたメトリックレベルは、メトリックレベルＭ８より大きい事前設定されたパーセンテージである。時間ｔ０とｔ０．５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にない、又は所定の範囲外であると判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第１のサンプリングレートで時間ｔ０からｔ０．５のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングすることを決定する。時間ｔ０は位置の一例である。この例示では、ＡＤＣプロセッサ２１０は、時間ｔ０．５から時間ｔ１．５のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあるかどうかを判定する。さらに、時間ｔ０．５とｔ１．５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあると判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第２のサンプリングレートで時間ｔ０．５から時間ｔ１．５のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングすることを決定する。時間ｔ０．５は位置の一例である。

【０３４０】

別の例として、クロック信号の各サイクルの間、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、プロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータを、第１のサンプリングレートでサンプリングするか、第２のサンプリングレートでサンプリングするかを決定し、ＡＤＣプロセッサ２１０を制御して、第１のサンプリングレート又は第２のサンプリングレートでメトリックデータをサンプリングし、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。例示すると、プロセッサは、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２によって表される、デジタルメトリックデータ２０４などのメトリックデータの値の増加率が、事前設定されたレートを超えるかどうかを判定する。増加率が事前設定されたレートを超えると判定すると、プロセッサは、より高い精度、例えば、第１のサンプリングレートなどで、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２２２などのメトリックデータをサンプリングするために、命令を生成し、ＡＤＣ２１０に命令を送信する。他方、増加率が事前設定されたレートを超えないと判定すると、プロセッサは、より低い精度、例えば、第２のサンプリングレートなどで、プロット１２０２の定常状態の第１又は第２のインスタンスの、アナログメトリックデータ２２２などのメトリックデータをサンプリングするために、命令を生成し、ＡＤＣ２１０に命令を送信する。この例示では、プロセッサがプロセッサ１３２である場合、プロセッサ１３２は、分析コントローラ１０６を介してＡＤＣプロセッサ２１０に命令を送信する。別の例示として、プロセッサは、時間ｔ０から時間ｔ１．５のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあるかどうかを判定する。時間ｔ０．５とｔ１．５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあると判定すると、プロセッサは、時間ｔ０．５から時間ｔ１．５のプロット１２０２のメトリックデータを第２のサンプリングレートでサンプリングすることを決定し、メトリックデータを第２のサンプリングレートでサンプリングするようにＡＤＣプロセッサ２１０に命令を送信する。また、時間ｔ０とｔ０．５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲外にあると判定すると、プロセッサは、時間ｔ０から時間ｔ０．５のプロット１２０２のメトリックデータを第１のサンプリングレートでサンプリングすることを決定し、メトリックデータを第１のサンプリングレートでサンプリングするようにＡＤＣプロセッサ２１０に命令を送信する。

【０３４１】
さらに、クロック信号の各サイクルの間、ＡＤＣプロセッサ２１０は、定常状態の第１のインスタンス又は第２のインスタンスのものと比較してより高い精度で、プロット１２０２のメトリックデータの立ち下がりエッジをサンプリングする。例えば、時間ｔ１．５とｔ２．２５の間の時間間隔の間、プロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータは、第１のサンプリングレートでサンプリングされ、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。例示すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第１の時間と第２の時間の間の、デジタルメトリックデータ２０４などのメトリックデータの値における減少率が、事前設定されたレートを超えるかどうかを判定する。第２の時間は、第１の時間から事前設定された制限時間内にあり、かつ第１の時間の後に発生する。減少率が事前設定されたレートを超えると判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、より高い精度、例えば、第１のサンプリングレートなどで、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングすることを決定する。他方、減少率が事前設定されたレートを超えないと判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、より低い精度、例えば、第２のサンプリングレートなどで、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンス又は第２のインスタンスをサンプリングすることを決定する。別の例示として、ＡＤＣプロセッサ２１０は、時間ｔ１．５から時間ｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあるかどうかを判定する。時間ｔ１．５とｔ２．２５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にないと判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第１のサンプリングレートで時間ｔ１．５からｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングすることを決定する。さらに別の例示として、ＡＤＣプロセッサ２１０は、時間ｔ１．５から時間ｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータが、例えば、Ｍ１、又は第１の既定のメトリックレベルから第２の既定のメトリックレベルの範囲などの既定の範囲内にあるかどうかを判定する。第１の既定のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ２より小さい、１又は２パーセントなどの既定のパーセンテージであり、第２の既定のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ２より大きい既定のパーセンテージである。時間ｔ１．５とｔ２．２５の間のプロット１２０２のメトリックデータが既定の範囲内にないと判定すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、第１のサンプリングレートで時間ｔ１．５から時間ｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングすることを決定する。

【０３４２】
別の例として、クロック信号の各サイクルの間、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０を制御して、第１のサンプリングレートでプロット１２０２の立ち下がりエッジのメトリックデータをサンプリングし、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。例示すると、プロセッサは、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２のメトリックデータの値における減少率が、事前設定されたレートを超えるかどうかを判定する。第２の時間は、第１の時間から事前設定された制限時間内にあり、かつ第１の時間の後に発生する。減少率が事前設定されたレートを超えると判定すると、プロセッサは、より高い精度、例えば、第１のサンプリングレートなどで、第１の時間と第２の時間の間のプロット１２０２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータをサンプリングするために、命令を生成し、ＡＤＣ２１０に命令を送信する。他方、減少率が事前設定されたレートを超えないと判定すると、プロセッサは、より低い精度、例えば、第２のサンプリングレートなどで、プロット１２０２の定常状態の第１又は第２のインスタンスの、アナログメトリックデータ２２２などのメトリックデータをサンプリングするために、命令を生成し、ＡＤＣ２１０に命令を送信する。この例示では、プロセッサがプロセッサ１３２である場合、プロセッサ１３２は、分析コントローラ１０６を介してＡＤＣプロセッサ２１０に命令を送信する。別の例示として、プロセッサは、時間ｔ１．５から時間ｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にあるかどうかを判定する。時間ｔ１．５とｔ２．２５の間のプロット１２０２のメトリックデータが所定の範囲内にないと判定すると、プロセッサは

、第１のサンプリングレートで時間ｔ１．５から時間ｔ２．２５のプロット１２０２のメトリックデータをサンプリングするようにＡＤＣプロセッサ２１０を制御する。

【０３４３】

プロット１２０２のメトリックデータは２状態の信号を例示することに留意されたい。例えば、クロック信号の各サイクル中の定常状態の第１のインスタンスは状態Ｓ１を有する。例示すると、状態Ｓ１の間、プロット１２０２のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ８から所定の範囲内、例えば、事前設定された標準偏差内などである。別の例として、クロック信号の各サイクル中の定常状態の第２のインスタンスは状態Ｓ２を有する。例示すると、状態Ｓ２の間、プロット１２０２のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ１から所定の範囲内、例えば、事前設定された標準偏差内などである。別の例として、プロット１２０２によって表される、状態Ｓ１及び状態Ｓ２などの２つの連続する定常状態間の各遷移は、単一のメトリックレベルを有さない。むしろ、この例では、遷移のメトリック値は、２つの連続する定常状態の標準偏差外になる。２つの連続する定常状態間に定常状態は存在しない。例示すると、プロット１２０２の状態Ｓ１とＳ２の間の立ち上がり遷移のメトリック値は、状態Ｓ１のメトリックレベルＭ８から第１の事前設定された標準偏差外であり、かつ状態Ｓ２のメトリックレベルＭ１から第２の事前設定された標準偏差外である。

【０３４４】

図１２Ｂは、メトリックデータの定常状態をサンプリングするためのサンプリングレートと比較して、メトリックの３状態メトリックデータの、立ち上がり遷移又は立ち下がり遷移などのエッジをサンプリングするための、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によって適用される異なるサンプリングレートを例示するためのグラフ１２５０の一実施形態である。グラフ１２５０は、時間ｔに対する、ＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされるメトリックデータのプロット１２５２を含む。プロット１２５２は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）の一例である。グラフ１２５０のメトリックはｙ軸にプロットされ、時間ｔはｘ軸にプロットされる。

【０３４５】

クロック信号のサイクル１の間、プロット１２５２は、時間ｔ０とｔ１の間のメトリックデータの定常状態の第１のインスタンスと、時間ｔ１とｔ１．５の間のメトリックデータの立ち上がりエッジの第１のインスタンスと、時間ｔ１．５と時間ｔ２．７５の間のメトリックデータの定常状態の第２のインスタンスと、時間ｔ２．７５と時間３．２５の間のメトリックデータの立ち上がりエッジの第２のインスタンスと、時間ｔ３．２５と時間ｔ３．７５の間の定常状態の第３のインスタンスとを含む。時間ｔ２．７５は、時間ｔ２とｔ３の間の時間間隔の４分の３にあり、時間３．２５は、時間ｔ３とｔ４の間の時間間隔の４分の１にあり、時間３．７５は、時間ｔ３とｔ４の間の時間間隔の４分の３にある。さらに、クロック信号のサイクル１の間、プロット１２５２は、時間ｔ３．７５とｔ４の間のメトリックデータの立ち下がりエッジを含む。クロック信号のサイクル２の間、定常状態の第１のインスタンス、立ち上がりエッジの第１のインスタンス、定常状態の第２のインスタンス、立ち上がりエッジの第２のインスタンス、定常状態の第３のインスタンス、及び立ち下がりエッジは、クロック信号のサイクル１の間のものと同様の様式で、例えば、同じ様式等で発生する。

【０３４６】

クロック信号の各サイクルの間、ＡＤＣプロセッサ２１０は、ＡＤＣ２１０がプロット１２０２（図１２Ａ）のメトリックデータをサンプリングするのと同じ手法で、定常状態のインスタンスのサンプリングにおける精度と比較して、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジのインスタンスの間、より高い精度、例えば、より高いサンプリングレート又はより高い周波数などで、プロット１２５２のメトリックデータをサンプリングする。例えば、時間ｔ１とｔ１．５の間の時間間隔の間のプロット１２５２によって表される、アナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータは、第１のサンプリングレートでＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることが決定され、サンプリングされて

、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。第１のサンプリングレートは、時間ｔ０とｔ１の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータをサンプリングするための第２のサンプリングレートよりも大きい。時間ｔ０とｔ１の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータは、第２のサンプリングレートでＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることが決定され、サンプリングされる。別の例として、クロック信号の各サイクルの間、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０を制御して、第１のサンプリングレートでプロット１２５２の時間ｔ１とｔ１．５の間のメトリックデータをサンプリングし、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。第１のサンプリングレートは、時間ｔ０とｔ１の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータをサンプリングするための第２のサンプリングレートよりも大きい。さらに別の例として、時間ｔ３．７５とｔ４の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータは、第１のサンプリングレートでサンプリングされることが決定され、サンプリングされて、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。第１のサンプリングレートは、時間ｔ３．２５とｔ３．７５の間の時間間隔の間にプロット１２５２のメトリックデータをサンプリングするための第２のサンプリングレートよりも大きい。時間ｔ３．２５とｔ３．７５の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータは、第２のサンプリングレートでＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされることが決定され、サンプリングされる。さらに別の例として、クロック信号の各サイクルの間、プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ＡＤＣプロセッサ２１０を制御して、第１のサンプリングレートでプロット１２５２の時間ｔ３．７５とｔ４の間のアナログメトリックデータ２０２などのメトリックデータをサンプリングして、デジタルメトリックデータ２０４を出力する。第１のサンプリングレートは、時間ｔ３．２５とｔ３．７５の間の時間間隔の間のプロット１２５２のメトリックデータをサンプリングするための第２のサンプリングレートよりも大きい。

【０３４７】

プロット１２５２のメトリックデータは３状態の信号を例示することに留意されたい。例えば、クロック信号の各サイクル中の定常状態の第１のインスタンスは状態Ｓ１を有する。例示すると、状態Ｓ１の間、プロット１２５２のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ２から所定の範囲内、例えば、事前設定された標準偏差内などである。別の例として、クロック信号の各サイクル中の定常状態の第２のインスタンスは状態Ｓ２を有する。例示すると、状態Ｓ２の間、プロット１２５２のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ５から所定の範囲内、例えば、事前設定された標準偏差内などである。さらに別の例として、クロック信号の各サイクルの間の定常状態の第３のインスタンスは状態Ｓ３を有する。例示すると、状態Ｓ３の間、プロット１２５２のメトリックレベルは、メトリックレベルＭ１１から所定の範囲内、例えば、事前設定された標準偏差内などである。メトリックレベルＭ１１は、メトリックレベルＭ８より大きい。別の例として、プロット１２５２によって表される、状態Ｓ１と状態Ｓ２又は状態Ｓ２と状態Ｓ３などの２つの連続する定常状態間の各遷移は、単一のメトリックレベルを有さない。むしろ、この例では、遷移のメトリック値は、２つの連続する定常状態の標準偏差外になる。２つの連続する定常状態間に定常状態は存在しない。例示すると、プロット１２５２の状態Ｓ１とＳ２の間の立ち上がり遷移のメトリック値は、状態Ｓ１のメトリックレベルＭ２から第１の事前設定された標準偏差外であり、かつ状態Ｓ２のメトリックレベルＭ５から第２の事前設定された標準偏差外である。

【０３４８】

本明細書の実施形態のいくつかは、プロセッサを説明することに留意されたい。

【０３４９】

一実施形態では、プロット１２５２の状態Ｓ２とＳ３の間に発生する立ち上がり遷移の代わりに、立ち下がり遷移が発生する。この実施形態では、状態Ｓ３は、状態Ｓ２のメトリックレベルＭ５と比較して低いメトリックレベルを有する。

【０３５０】

図１３は、クロック信号の各サイクル中の、各エッジ及び各定常状態に関するサンプリングレートの受信を例示するための、モニタ５１２の一実施形態の図である。モニタ５１２は、グラフ１２００の表示を含む。グラフ１２００の下に、３つのフィールド１３０２、１３０４、及び１３０６が、モニタ５１２のＧＰＵによって表示のために生成される。

【０３５１】

ユーザは、キーボード５１４又はマウス５１６（図５Ｂ）又はそれらの組み合わせを使用して、クロック信号の各サイクルに対してフィールド１３０２、１３０４、及び１３０６の各々内でサンプリングレートの値を提供する。例えば、モニタ５１２のコンピュータプロセッサは、フィールド１３０２内で、クロック信号の各サイクル中のプロット１２０２の立ち上がりエッジをサンプリングするためのサンプリングレートを受信する。別の例として、コンピュータプロセッサは、フィールド１３０４内で、クロック信号の各サイクル中のプロット１２０２の立ち下がりエッジをサンプリングするためのサンプリングレートを受信する。さらに別の例として、コンピュータプロセッサは、フィールド１３０６内で、クロック信号の各サイクル中のプロット１２０２の定常状態の、第１のインスタンス及び第２のインスタンスなどのインスタンスをサンプリングするためのサンプリングレートを受信する。この例では、定常状態の第１のインスタンスは、サイクルの立ち上がりエッジとそのサイクル中のプロット１２０２の立ち下がりエッジの間であり、第２のインスタンスは、立ち下がりエッジと直後のサイクル中のプロット１２０２の別の立ち上がりエッジの間である。この例では、サイクルは直後のサイクルに先行する。

【０３５２】

モニタ５１２が分析コントローラ１０６（図１Ａ）の一部である場合、モニタ５１２のコンピュータプロセッサは、フィールド１３０２、１３０４、及び１３０６内で受信したサンプリングレートを、トランシーバ１２２及び１２８を介してＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）に送信する。ＡＤＣプロセッサ２１０は、フィールド１３０２、１３０４、及び１３０６内で受信したサンプリングレートに従ってアナログメトリックデータ２２２（図２Ｂ）をサンプリングして、デジタルメトリックデータ２２４（図２Ｂ）を出力する。

【０３５３】

一実施形態では、モニタ５１２が分析コントローラ１１６（図１Ｂ）の一部である場合、モニタ５１２のコンピュータプロセッサは、フィールド１３０２、１３０４、及び１３０６内で受信したサンプリングレートを、通信コントローラ１３６及び１３０（図２Ｂ）を介して分析コントローラ１０６のプロセッサ１２４に送信する。プロセッサ１２４は、フィールド１３０２、１３０４、及び１３０６内で受信したサンプリングレートを、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）に送信する。サンプリングレートを受信すると、ＡＤＣプロセッサ２１０は、サンプリングレートに従ってアナログメトリックデータ２２２をサンプリングして、デジタルメトリックデータ２２４を出力する。

【０３５４】

一実施形態では、フィールド１３０６の代わりに、２つの異なるフィールドが、モニタ５１２上への表示のためにモニタ５１２のＧＰＵによって生成される。２つのフィールドは、第１のフィールド及び第２のフィールドを含む。ユーザは、キーボード５１４又はマウス５１６又はそれらの組み合わせを使用して、第１のフィールド内で第１のサンプリングレートを、第２のフィールド内で第２のサンプリングレートを提供する。第１のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２０２（図１２Ａ）の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングするためのものである。第２のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２０２の定常状態の第２のインスタンスをサンプリングするためのものである。モニタ５１２のコンピュータプロセッサは、第１及び第２のフィールド内で提供された第１及び第２のサンプリングレートを受信する。

【０３５５】

一実施形態では、フィールド１３０６の代わりに６つの異なるフィールドが、モニタ５１２のＧＰＵによって表示のために生成される。６つのフィールドは、第１のフィールド、第２のフィールド、第３のフィールド、第４のフィールド、第５のフィールド、及び第

６のフィールドを含む。ユーザは、キーボード５１４又はマウス５１６又はそれらの組み合わせを使用して、第１のフィールド内で第１のサンプリングレートを、第２のフィールド内で第２のサンプリングレートを、第３のフィールド内で第３のサンプリングレートを、第４のフィールド内で第４のサンプリングレートを、第５のフィールド内で第５のサンプリングレートを、かつ第６のフィールド内で第６のサンプリングレートを提供する。第１のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２５２（図１２Ｂ）の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングするためのものである。第２のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２５２の定常状態の第２のインスタンスをサンプリングするためのものである。第３のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスをサンプリングするためのものである。第４のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２５２の第１の立ち上がりエッジをサンプリングするためのものであり、第５のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１２５２の第２の立ち上がりエッジをサンプリングするためのものである。第６のサンプリングレートは、クロック信号の各サイクル中のプロット１５２の立ち下がりエッジをサンプリングするためのものである。コンピュータプロセッサは、第１から第６のフィールド内で提供された第１から第６のサンプリングレートを受信する。

【０３５６】

図１４Ａは、デジタルメトリックデータ２０４（図２Ａ）が分析コントローラ１０６（図１Ａ）とプロセスコントローラ１１６（図１Ａ）の間で転送される手法を例示するためのデータグラムのペイロード１４００の一実施形態の図である。例えば、データグラムは、ネットワーク通信プロトコルを適用することによって分析コントローラ１０６の通信コントローラ１３０によって生成され、プロセスコントローラ１１６の通信コントローラ１３６に送信される。例示すると、通信コントローラ１３０は、フィールド１４１０Ａ、１４１０Ｂ、及び１４１０Ｅ内で挿入されるデータをプロセッサ１２４から受信し、ネットワーク通信プロトコルを適用してデータグラムを生成し、データグラムを通信コントローラ１３６に送信する。この例では、通信コントローラ１３６は、ネットワーク通信プロトコルをデータグラムに適用して、フィールド１４１０Ａ、１４１０Ｂ、及び１４１０Ｅからデータを抽出し、分析のためにデータをプロセスコントローラ１１６のプロセッサ１３２に提供する。さらに、この例では、プロセッサ１３２は、フィールド１４１０Ａ、１４１０Ｂ、及び１４１０Ｅ内で受信したデータに基づいて、フィールド１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅ内で挿入されるデータを判定し、フィールド１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅ内で挿入されるデータを通信コントローラ１３６に提供する。この例では、通信コントローラ１３６は、フィールド１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅ内で挿入されるデータをプロセッサ１３２から受信し、ネットワーク通信プロトコルを適用してデータグラムを生成し、データグラムを通信コントローラ１３０に送信する。例を続けると、通信コントローラ１３０は通信コントローラ１３６からデータを受信し、ネットワーク通信プロトコルを適用してフィールド１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅからデータを抽出し、データをプロセッサ１２４に提供する。プロセッサ１２４は、フィールド１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅ内で受信されるデータに従ってプラズマ源を制御する。プラズマ源の例として、プラズマ源２２６及び１１５４（図１１Ｂ）が挙げられる。

【０３５７】

データグラムの例として、ＵＤＰパケット、ＴＣＰ／ＩＰパケット、又はＵＤＰ／ＩＰパケットなどのパケットが挙げられる。ペイロード１４００は、サンプルセット（ＳＳ）１４０２を含み、複数のサンプルセット１４０４がこれに続く。例えば、ペイロード１４００は、サンプルセット１を含み、複数のサンプルセット２～Ｍａがこれに続き、ここでＭａは１より大きい正の整数である。例示すると、Ｍａは７～９の範囲である。さらに例示すると、Ｍａは８である。

【０３５８】

ペイロード１４００のサンプルセット１～Ｍａの各々は、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によって出力されるデジタルメトリックデータ２０４又は２２４（図２Ａ及び図２Ｂ）などのデジタルメトリックデータを記憶し、デジタルメトリックデータは、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジからサンプリングされる。例えば、サンプルセット１４０２は、プロット１２０２（図１２Ａ）の立ち上がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。さらに、この例では、サンプルセット１４０４の各々は、プロット１２０２の立ち上がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。エッジに対応するデジタルメトリックデータは、クロック信号の１つ又は複数のサイクルの間にサンプリングされる。

【０３５９】

ペイロード１４００は、別のサンプルセット１４０６をさらに含み、複数のサンプルセット１４０８がこれに続く。例えば、ペイロード１４００はサンプルセット１を含み、複数のサンプルセット２～Ｎａがこれに続き、ここでＮａは１より大きい正の整数である。例示すると、Ｎａは６０～６４の範囲である。さらに例示すると、Ｎａは６２である。ペイロード１４００の各サンプルセットは、一定数のバイトＰを有し、ここでＰは正の整数である。

【０３６０】

サンプルセット１～Ｎａの各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態をサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例えば、サンプルセット１４０６は、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。さらに、この例では、サンプルセット１４０８の各々は、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。一例として、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスが、プロット１２０２の立ち上がりエッジと比較して長い場合、ＮａはＭａよりも大きいことに留意されたい。立ち上がりエッジは、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスに先行する。定常状態に対応するデジタルメトリックデータは、エッジに対応するデジタルメトリックデータがサンプリングされるクロック信号の同じ１つ又は複数のサイクルの間にサンプリングされる。

【０３６１】

ペイロード１４００のサンプルセット１４０２は複数のフィールドを含み、複数のフィールドは、ＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされる順方向電力又は送達電力のデジタルメトリック値を記憶するためのフィールド１４１０Ａと、ＡＤＣプロセッサ２１０によってサンプリングされる逆方向電力のデジタルメトリック値を記憶するためのフィールド１４１０Ｂと、プラズマ源によって供給されるＲＦ信号の周波数値を記憶するためのフィールド１４１０Ｃと、セットポイントデータを記憶するためのフィールド１４１０Ｄと、ＲＦ信号のステータスを記憶するためのフィールド１４１０Ｅと、リバースフィールド１４１０Ｆとを含む。セットポイントデータの一例として、プラズマ源によって供給される電力の量又は電圧の量が挙げられる。ＲＦ信号のステータスの例として、プラズマ源が連続波（ＣＷ）モード又はパルスモードのいずれで動作するか、ＲＦ信号の状態の数、フィールド１４１０Ａ及び１４１０Ｂがメトリックのメトリックデータのエッジ又は定常状態のいずれのデジタル電力値を含むか、フィールド１４１０Ａがメトリックデータとして順方向電力を含むか、又は送達電力を含むか、フィールド１４１０Ｃ内の周波数がユーザによって手動で調整されるか、又はモニタ５１２（図５Ｂ）のコンピュータプロセッサによって自動的に調整されるかが挙げられる。パルスモードでは、ＲＦ信号は複数の状態を有する。ＣＷモードでは、ＲＦ信号は単一の状態を有する。同様に、ペイロード１４００のサンプルセット２～Ｍａの各々は、フィールド１４１０Ａ～１４１０Ｆなどの複

数のフィールドを含む。さらに、ペイロード１４００のサンプルセット１～Ｎａの各々は、フィールド１４１０Ａ～１４１０Ｆなどの複数のフィールドを含む。

【０３６２】

一実施形態では、ペイロード１４００は、１３００バイトから１７００バイトの範囲である最大バイトサイズによって制限される。例えば、ペイロード１４００は、１５００バイトのバイトサイズによって制限される。別の例では、ペイロード１４００は、１６００バイトのバイトサイズによって制限される。

【０３６３】

一実施形態では、各フィールド１４１０Ａ～１４１０Ｆは、ビット数ａ１のサイズを有し、ここでａ１は正の整数である。例えば、フィールド１４１０Ａは、順方向電力のデジタル値を記憶し、デジタル値は１６ビットで表される。別の例として、フィールド１４１０Ａは、ワット単位で測定される順方向電力のデジタル値を記憶し、デジタル値は８ビット又は３２ビットで表される。例示すると、順方向電力のデジタル値は、ｂ１ワットの分解能に制約され、ここでｂ１は正の整数又は正の実数である。例示すると、ｂ１は０．５ワット又は１ワット又は２ワット又は３ワットである。本明細書で使用される分解能は、最小単位、又はインクリメント若しくはデクリメントである。別の例として、フィールド１４１０Ｂは、逆方向電力のデジタル値を記憶し、デジタル値は１６ビットで表される。例示すると、逆方向電力のデジタル値は、ｂ１ワットの分解能に制約される。さらに例示すると、フィールド１４１０Ｂは、逆方向電力のデジタル値を記憶し、デジタル値は８ビット又は３２ビットで表される。別の例として、フィールド１４１０Ｃは、プラズマ源によって生成されるＲＦ信号の周波数のデジタル値を記憶し、デジタル値は１６ビットで表される。例示すると、周波数のデジタル値は、ｂ２キロヘルツ（ｋＨｚ）の分解能に制約され、ここでｂ２は正の整数又は正の実数である。例示すると、ｂ２は０．５ｋＨｚ又は１ｋＨｚ又は２ｋＨｚである。さらに別の例として、フィールド１４１０Ｄは、セットポイントデータのデジタル値を記憶し、デジタル値は１６ビットで表される。別の例として、フィールド１４１０Ｄは、ワット単位で測定される順方向電力又は供給電力のデジタル値を記憶し、デジタル値は８ビット又は３２ビットで表される。例示すると、順方向電力のデジタル値は、ｂ１ワットの分解能に制約される。

【０３６４】

別の例として、フィールド１４１０Ｅは、ステータスのデジタル値を記憶し、デジタル値は１６ビット又は３２ビットで表される。例示すると、フィールド１４１０Ｅは、プラズマ源がＣＷモード又はパルスモードのいずれで動作するかを示す１ビット、プラズマ源によって生成されるＲＦ信号の状態の数を示す２ビット、及びフィールド１４１０Ｅを有するサンプルセットがメトリックの定常状態又はメトリックのエッジのいずれに関するデジタルメトリックデータを有するかを示すビットを含む。例示すると、メトリックの定常状態のメトリックデータのデジタル値は、ｂ３マイクロ秒の分解能に制約され、メトリックのエッジのメトリックデータのデジタル値は、ｂ４マイクロ秒の分解能に制約される。さらに例示すると、ｂ３は１３０～１８０の範囲であり、ｂ４は１５～２５の範囲である。さらに例示すると、ｂ３は１６０であり、ｂ４は２０である。別の例示として、ｂ３は１４０である。さらに別の例示として、ｂ３は１５０であり、ｂ４は２５である。フィールド１４１０Ｅは、フィールド１４１０Ａが、ＲＦセンサ２０１又は１１５２（図１１Ｂ）などのＲＦセンサによって測定された順方向電力又は送達電力のいずれのデジタル値を含むかを示す１ビットをさらに含む。フィールド１４１０Ｅは、プラズマ源のフィールド１４１０Ｃ内の周波数がユーザによって手動で調整されるか、又はコンピュータプロセッサによって自動的に調整されるかを示す１ビットをさらに含む。別の例として、フィールド１４１０Ｆは、フィールド１４１０Ａ～１４１０Ｅ内には含まれない３２ビットの任意のデータを含む。

【０３６５】

一実施形態では、本明細書に記載される各サンプルセットは、タイムスタンプを定義するためのタイムスタンプフィールドを含む。例えば、タイムスタンプフィールドは、フィ

ールド１４１０Ｅと１４１０Ｆの間に位置する。タイムスタンプは、各フィールド１４１０Ａ、１４１０Ｂ、１４１０Ｃ、１４１０Ｄ、及び１４１０Ｅ内のビットの数を示す。例えば、タイムスタンプは、３２ビット、又は１６ビット、又は８ビットに等しい。例示すると、タイムスタンプは、メトリックデータがフィールド１４１０Ａ内でサンプリングされる、又はメトリックデータがフィールド１４１０Ｂ内でサンプリングされる分解能を提供する。さらに例示すると、タイムスタンプは、０．８ｍｓから１．２ｍｓの範囲の分解能、例えば１ｍｓなどを提供する。

【０３６６】

一実施形態では、リバースフィールド１４１０Ｆは、各サンプルセット内には含まれない。

【０３６７】

図１４Ｂは、分析コントローラ１０６（図１Ａ）とプロセスコントローラ１１６（図２Ｂ）の間で転送される単一パケットのペイロード１４２０の一実施形態である。ペイロード１４２０は、状態Ｓ１、状態Ｓ２、及び状態Ｓ３などの複数の状態、並びに状態の各々に関連する立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジに関するメトリックデータを含む。立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジは、状態に先行する、又は状態の直後にある場合に、状態に関連付けられる。ペイロード１４２０は、ペイロード１４２０のサンプルセットの数Ｎｂ、Ｎｃ、及びＮｄの各々がペイロード１４００のサンプルセットの数Ｎａより小さいことを例示するために使用され、ここでＮｂ、Ｎｃ、及びＮｄの各々は正の整数である。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセットの数Ｎｂ、又はＮｃ、又はＮｄは１であり、ペイロード１４００のサンプルセットの数Ｎａは３０である。別の例として、ペイロード１４２０のサンプルセットの数Ｎｂ、又はＮｃ、又はＮｄは２であり、ペイロード１４００のサンプルセットの数Ｎａは２０である。さらに、ペイロード１４２０は、ペイロード１４２０のサンプルセットの各数Ｍｂ、Ｍｃ、及びＭｄがペイロード１４００のサンプルセットの数Ｍａより小さいことを例示するために使用され、ここでＭｂ、Ｍｃ、及びＭｄの各々は正の整数である。

【０３６８】

一例として、ペイロード１４２０の合計サイズ、例えば、サンプルセットの総数などは、ペイロード１４００の合計サイズ、例えば、サンプルセットの総数などに等しいことに留意されたい。一例として、数Ｍｂ、Ｍｃ、及びＭｄの合計はＭａに等しく、数Ｎｂ、Ｎｃ、及びＮｄの合計はＮａに等しい。加えて、一例として、ペイロード１４２０のサンプルセットＮｂ、Ｎｃ、及びＮｄの各々の分解能は、ペイロード１４００（図１４Ａ）のサンプルセットＮａの各々の分解能とは異なり、例えば、より小さい等である。例示すると、ペイロード１４２０の各サンプルセットＮｂ、Ｎｃ、及びＮｄの分解能は１４０マイクロ秒であり、ペイロード１４００の各サンプルセットＮａの分解能は１６０マイクロ秒である。

【０３６９】

ペイロード１４２０のサンプルセット１～Ｍｂの各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ａ）によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶し、エッジは、メトリックデータの定常状態に関連している。例えば、エッジは、メトリックデータの定常状態の隣、例えば、直後又は直前などにあり、別の定常状態への遷移を提供する。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１４２２は、プロット１２５２（図１２Ｂ）の立ち上がりエッジの第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。この例では、立ち上がりエッジは、プロット１２５２の定常状態の第１のインスタンスに続き、かつその隣にある。この例では、プロット１２５２の定常状態の第１のインスタンスは、状態Ｓ１である。例示すると、プロット１２５２の立ち上がりエッジの第１のインスタンスは、時間ｔ１と時間ｔ１．５の間の時間間隔の間に発生する。さらに、この例示では、サンプルセット１４２４の各々は

、プロット１２５２の立ち上がりエッジの第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３７０】

ペイロード１４２０は、別のサンプルセット１４２６をさらに含み、複数のサンプルセット１４２８がこれに続く。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１の後には、サンプルセット２～Ｎｂが続き、ここでＮｂはＭｂより小さい。サンプルセット１４２６はサンプルセット１４２４に続く。ペイロード１４２０のサンプルセット１４２６及びサンプルセット１４２８の各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態をサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例えば、サンプルセット１４２６は、プロット１２５２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。この例では、プロット１２５２の定常状態の第１のインスタンスは、時間ｔ０とｔ１の間に発生し、本明細書では状態Ｓ１と呼ばれる。さらに、この例では、サンプルセット１４２８の各々は、プロット１２５２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。

【０３７１】

複数のサンプルセット１４２８の後に、ペイロード１４２０のサンプルセット１４３０及びサンプルセット１４３２が続く。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｍｃが続く。別の例として、ペイロード１４２０はサンプルセット１４３０を含み、サンプルセット１４３０は、プロット１２５２の立ち上がりエッジの第２のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。この例では、立ち上がりエッジの第２のインスタンスは、プロット１２５２の定常状態の第２のインスタンスに続き、かつその隣にある。さらに、この例では、プロット１２５２の立ち上がりエッジの第２のインスタンスは、状態Ｓ２である。例示すると、立ち上がりエッジの第２のインスタンスは、時間ｔ２．７５と時間ｔ３．２５の間の時間間隔の間に発生する。さらに、この例では、サンプルセット１４３２の各々は、プロット１２５２の立ち上がりエッジの第２のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３７２】

ペイロード１４２０は、サンプルセット１４３２に続く別のサンプルセット１４３４をさらに含み、サンプルセット１４３４の後に複数のサンプルセット１４３６が続く。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｎｃが続き、ここでＮｃはＭｃより小さい。この例では、ペイロード１４２０のサンプルセット１４３４及びサンプルセット１４３６の各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態をサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例示すると、サンプルセット１４３６は、プロット１２５２の定常状態の第２のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。この例示では、プロット１２５２の定常状態の第２のインスタンスは、時間ｔ１．５とｔ２．７５の間に発生し、本明細書では状態Ｓ２と呼ばれる。さらに、この例では、サンプルセット１４３６の各々は、プロット１２５２の定常状態の第２のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３７３】

ペイロード１４２０はまた、サンプルセット１４３６に続くサンプルセット１４３８を含み、サンプルセット１４３８の後に複数のサンプルセット１４４０が続く。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｍｄが続く。別の例と

して、ペイロード１４２０のサンプルセット１４３８は、プロット１２５２の立ち下がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。この例では、立ち下がりエッジは、プロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスに続き、かつその隣にある。さらに、この例では、プロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスは、状態Ｓ３である。例示すると、立ち下がりエッジは、時間ｔ３．７５と時間ｔ４の間の時間間隔の間に発生する。さらに、この例示では、サンプルセット１４４０の各々は、プロット１２５２の立ち下がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３７４】

ペイロード１４２０は、サンプルセット１４４０に続く別のサンプルセット１４４２をさらに含み、サンプルセット１４４２の後に複数のサンプルセット１４４４が続く。例えば、ペイロード１４２０のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｎｄが続き、ここでＮｄはＭｄより小さい。ペイロード１４２０のサンプルセット１４４２及びサンプルセット１４４４の各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態をサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。一例として、サンプルセット１４４２は、プロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。この例では、プロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスは、時間ｔ３．２５とｔ３．７５の間に発生し、本明細書では状態Ｓ３と呼ばれる。さらに、この例では、サンプルセット１４４４の各々は、プロット１２５２の定常状態の第３のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３７５】

ペイロード１４２０の各サンプルセットは、既定数のバイトＰを有し、ここでＰは正の整数である。さらに、ペイロード１４２０の各サンプルセットは、フィールド１４１０Ａ～１４１０Ｆ（図１４Ａ）などの複数のフィールドを含む。

【０３７６】

デジタルメトリックデータがペイロード１４２０に記憶されるエッジの数は、デジタルメトリックデータがペイロード１４００に記憶されるエッジの数よりも大きいことに、さらに留意されたい。例えば、ペイロード１４２０は、３つのエッジからサンプリングされたデジタルメトリックデータを含み、ペイロード１４００は、１つのエッジからサンプリングされたデジタルメトリックデータを含む。プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ペイロード１４２０に記憶されるべきデジタルメトリックデータのエッジの第１の数を計算する。エッジの第１の数は、クロック信号の各サイクル中に発生する。同様に、プロセッサは、ペイロード１４００に記憶されるべきデジタルメトリックデータのエッジの第２の数を計算し、エッジの第２の数は、クロック信号の各サイクル中に発生する。プロセッサはさらに、エッジの第１の数をエッジの第２の数と比較して、第１の数が第２の数よりも大きいかどうかを判定する。エッジの第１の数がエッジの第２の数よりも大きいと判定することに応答して、プロセッサは、第２の数のエッジの各々のデジタルメトリックデータにペイロード１４００内で割り当てられるサンプルセットの数と比較して、第１の数のエッジの各々のデジタルメトリックデータに、ペイロード１４２０内で、より少ない数のサンプルセットを割り当てることを決定する。プロセッサは、通信コントローラ１３０又は１３６（図１Ａ）などの通信コントローラに、第１の数のエッジの各々のデジタルメトリックデータに割り当てられるサンプルセットの数を示す命令を提供する。命令を受信すると、通信コントローラは、ペイロード１４２０を有するパケットを生成する。さらに、プロセッサは、通信コントローラに、第２の数のエッジの各々のデジタルメトリックデータに割り当てられるサンプルセットの数を示す別の命令を提供する。他の命令を受信すると、通信コントローラは、ペイロード１４００を有するパケットを生

成する。
【０３７７】
ペイロード１４２０に記憶されるデジタルメトリックデータの定常状態の数は、ペイロード１４００に記憶されるデジタルメトリックデータの定常状態の数よりも大きいことにも留意されたい。例えば、ペイロード１４２０は、３つの定常状態からサンプリングされたデジタルメトリックデータを含み、ペイロード１４００は、１つの定常状態からサンプリングされたデジタルメトリックデータを含む。プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ペイロード１４２０に記憶されるべきデジタルメトリックデータの定常状態の第１の数を計算する。定常状態の第１の数は、クロック信号の各サイクル中に発生する。同様に、プロセッサは、ペイロード１４００に記憶されるべきデジタルメトリックデータの定常状態の第２の数を計算し、定常状態の第２の数は、クロック信号の各サイクル中に発生する。プロセッサはさらに、定常状態の第１の数を定常状態の第２の数と比較して、第１の数が第２の数よりも大きいかどうかを判定する。第１の数の定常状態が第２の数の定常状態よりも大きいと判定することに応答して、プロセッサは、第２の数の定常状態の各々のデジタルメトリックデータにペイロード１４００内で割り当てられるサンプルセットの数と比較して、第１の数の定常状態の各々のデジタルメトリックデータに、ペイロード１４２０内で、より少ない数のサンプルセットを割り当てることを決定する。プロセッサは、通信コントローラ１３０又は１３６（図１Ａ）などの通信コントローラに、第１の数の定常状態の各々のデジタルメトリックデータに割り当てられるサンプルセットの数を示す命令を提供する。命令を受信すると、通信コントローラは、ペイロード１４２０を有するパケットを生成する。さらに、プロセッサは、通信コントローラに、第２の数の定常状態の各々のデジタルメトリックデータに割り当てられるサンプルセットの数を示す別の命令を提供する。他の命令を受信すると、通信コントローラは、ペイロード１４００を有するパケットを生成する。
【０３７８】
一実施形態では、ペイロード１４２０は、最大バイトサイズによって制限される。
【０３７９】
一実施形態では、パケット及びデータグラムという用語は、本明細書では同じ意味で使用される。
【０３８０】
図１４Ｃ－１は、定常状態の大量のデジタルメトリックデータがパケット間で分配され得ることを例示するための、パケット１、パケット２、パケット３、及びパケット４などの複数のパケットのペイロード１４７０、１４７２、１４７４、及び１４７６の一実施形態の図である。パケット１～４は、分析コントローラ１０６とプロセスコントローラ１１６（図２Ｂ）の間で転送される。パケット１のペイロード１４７０は、メトリックの状態Ｓ１に関連する、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジのデジタルメトリックデータを含む。ペイロード１４７０の各サンプルセット１～Ｍｅは、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジからＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ｂ）によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶し、エッジはメトリックデータの状態Ｓ１に関連しており、ここでＭｅは正の整数である。エッジは、メトリックデータの定常状態の隣にあり、例えば、先行する、又は直後に続いており、別の定常状態からの定常状態への遷移を提供する。例えば、ペイロード１４７０のサンプルセット１４７８Ａは、プロット１２０２（図１２Ａ）の立ち上がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。この例では、立ち上がりエッジは、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスに先行し、かつその隣にある。さらに、この例では、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスは状態Ｓ１である。例示すると、立ち上がりエッジは、時間ｔ０と時間ｔ０．５の間の時間間隔の間に発生する。さらに、この例示では、複数のサンプルセット１４７８Ｂの各々は、プロット１２０２の立ち上がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力

されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３８１】

パケット２のペイロード１４７２は、サンプルセット１４７８Ａに続くサンプルセット１４７８Ｃを含み、サンプルセット１４７８Ｃの後に複数のサンプルセット１４７８Ｄが続く。例えば、ペイロード１４７２のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｎｅが続き、ここでＮｅはＭｅより大きく、かつ正の整数である。ペイロード１４７２のサンプルセット１４７８Ｃ及びサンプルセット１４７８Ｄの各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態をサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例えば、サンプルセット１４７８Ｃは、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスは、時間ｔ０．５とｔ１．５の間に発生し、本明細書では状態Ｓ１と呼ばれる。さらに、サンプルセット１４７８Ｄの各々は、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサによって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３８２】

パケット３のペイロード１４７４は、サンプルセット１４７８Ｄに続くサンプルセット１４７８Ｅを含み、サンプルセット１４７８Ｅの後に複数のサンプルセット１４７８Ｆが続く。例えば、ペイロード１４７４のサンプルセット１の後に、サンプルセット２～Ｎｆが続き、ここでＮｆは正の整数である。ペイロード１４７４のサンプルセット１４７８Ｅ及びサンプルセット１４７８Ｆの各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態からＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例えば、サンプルセット１４７８Ｅは、プロット１２０２の定常状態Ｓ１の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。さらに、この例では、サンプルセット１４７８Ｆの各々は、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３８３】

パケット４のペイロード１４７６は、サンプルセット１４７８Ｆに続くサンプルセット１４７８Ｇを含み、サンプルセット１４７８Ｇの後に複数のサンプルセット１４７８Ｈが続く。例えば、ペイロード１４７６のサンプルセット１の後にサンプルセット２～Ｎｇが続き、ここでＮｇは正の整数である。ペイロード１４７６のサンプルセット１４７８Ｇ及びサンプルセット１４７８Ｈの各々は、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の定常状態からＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶する。例えば、サンプルセット１４７８Ｇは、プロット１２０２の定常状態Ｓ１の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるメトリックのデジタルメトリックデータを含む。さらに、この例では、サンプルセット１４７８Ｈの各々は、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。例示されるように、パケット２～４のペイロードは、プロット１２０２の定常状態の第１のインスタンスをサンプリングすることによって出力されたメトリックのデジタルメトリックデータを含む。

【０３８４】

ペイロード１４７０、１４７２、１４７４、及び１４７６のいずれかの各サンプルセットは、数Ｐのバイトに制限される。

【０３８５】

図１４Ｃ－２は、定常状態Ｓ２に関連するエッジのデジタルメトリックデータを含む、パケット５のペイロード１４８０の一実施形態の図である。パケット５は、分析コントロ

ーラ１０６とプロセスコントローラ１１６（図２Ｂ）の間で転送される。パケット５のペイロード１４８０は、メトリックの状態Ｓ２に関連する、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジに関するメトリックデータを含む。ペイロード１４８０の各サンプルセット１～Ｍｆは、アナログメトリックデータ２０２（図２Ａ）又は２２２（図２Ｂ）の、立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジなどのエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０（図２Ｂ）によって出力されるデジタルメトリックデータを記憶し、エッジはメトリックデータの状態Ｓ２に関連しており、ここでＭｆは正の整数である。エッジは、メトリックデータの定常状態の隣にあり、例えば、先行する、又は直後に続いており、別の定常状態からの定常状態への遷移を提供する。例えば、ペイロード１４８０のサンプルセット１４７８Ｉは、プロット１２０２（図１２Ａ）の立ち下がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。この例では、立ち下がりエッジは、プロット１２０２の定常状態の第２のインスタンスに先行し、かつその隣にある。さらに、この例では、プロット１２０２の定常状態の第２のインスタンスは状態Ｓ２である。例示すると、立ち下がりエッジは、時間ｔ１．５と時間ｔ２．２５の間の時間間隔の間に発生する。さらに、この例示では、複数のサンプルセット１４７８Ｊの各々は、プロット１２０２の立ち下がりエッジをサンプリングすることによって、ＡＤＣプロセッサ２１０によって出力されるデジタルメトリックデータを含む。

【０３８６】

ペイロード１４８０の各サンプルセットは数Ｐのバイトに制限される。

【０３８７】

パケット２～４に記憶されたデジタルメトリックデータの定常状態のサンプルセットの数は、ペイロード１４００（図１４Ａ）に記憶されたデジタルメトリックデータの定常状態のサンプルセットの数よりも大きいことにも留意されたい。例えば、ペイロード１４７２、１４７４、及び１４７６は、１つの状態からサンプリングされたデジタルメトリックデータを含み、ペイロード１４００は、１つの定常状態からサンプリングされたデジタルメトリックデータを含む。プロセッサ１２４又はプロセッサ１３２などのプロセッサは、ペイロード１４７２、１４７４、及び１４７６に記憶されるべきデジタルメトリックデータの定常状態の第１のタイムウィンドウを計算する。定常状態は、クロック信号の各サイクル中に発生する。同様に、プロセッサは、ペイロード１４００に記憶されるべきデジタルメトリックデータの定常状態の第２のタイムウィンドウを計算し、定常状態はクロック信号の各サイクル中に発生する。プロセッサはさらに、第１のタイムウィンドウを第２のタイムウィンドウと比較して、第１のタイムウィンドウが第２のタイムウィンドウよりも大きいかどうかを判定する。第１のタイムウィンドウの定常状態が第２のタイムウィンドウよりも大きいと判定することに応答して、プロセッサは、ペイロード１４００に記憶されるデジタルメトリックデータの量と比較して、より多い量のデジタルメトリックデータを、ペイロード１４７２、１４７４、及び１４７６に記憶することを決定する。さらに、第１のタイムウィンドウが第２のタイムウィンドウよりも大きいと判定することに応答して、プロセッサは、第２のタイムウィンドウの間に収集されたデジタルメトリックデータに割り当てられたパケットの第２の数と比較して、第１のタイムウィンドウの間に収集されたデジタルメトリックデータにパケットの第１の数を割り当てることを決定する。パケットの第１の数はパケットの第２の数よりも大きい。プロセッサは、通信コントローラ１３０又は１３６（図１Ａ）などの通信コントローラに、第１のタイムウィンドウの間に収集されたデジタルメトリックデータに割り当てられるパケットの第１の数を示す命令を提供する。命令を受信すると、通信コントローラは、ペイロード１４７２、１４７４、及び１４７６を有するパケットを生成する。さらに、プロセッサは、通信コントローラに、第２のタイムウィンドウの間に収集されたデジタルメトリックデータに割り当てられるパケットの第２の数を示す別の命令を提供する。他の命令を受信すると、通信コントローラはペイロード１４００を有するパケットを生成する。

【０３８８】

図１５は、ＭＰＳ１５１４の詳細を例示するための、システム１５００の一実施形態の図である。ＭＰＳ１５１４は、ＭＰＳのａ１～ａ（ｎ＋Ｍ）（図１Ｂ）のいずれかの一例である。システム１５００は、ＭＰＳ１５１４と、接続１５１０と、プラズマチャンバ１５２と含む。ＭＰＳ１５１４は、入力部１５０２と、出力部１５０４と、リアクタンス回路１５０６とを含む。入力部１５０２の一例は、信号発生器及びゲートドライバの一部を含む。信号発生器の一例は、デジタル波形又はパルストレインなどの矩形波信号を生成する矩形波オシレータである。矩形波は、ハイ又は１などの第１の論理レベルと、ロー又は０などの第２の論理レベルの間でパルスを発生させる。出力部１５０４の一例として、ゲートドライバの残りの部分と、ハーフブリッジトランジスタ回路が挙げられる。さらに、リアクタンス回路１５０６の一例として、可変コンデンサが挙げられる。リアクタンス回路１５０６の別の例として、固定コンデンサが挙げられる。

【０３８９】

入力部１５０２は、出力部１５０４に接続され、出力部１５０４はリアクタンス回路１５０６にさらに接続される。リアクタンス回路１５０６は接続１５１０を介して、プラズマチャンバ１５２内に配置された電極１５０８に接続される。電極１５０８の例として、チャック１１８（図１Ｂ）の下部電極、ＲＦコイル１５４Ａ、ＲＦコイル１５４Ｂ、及びＲＦコイル１５４Ｃ（図１Ｂ）が挙げられる。

【０３９０】

入力部１５０２は、複数の矩形波信号を生成し、矩形波信号を出力部１５０４に提供する。出力部１５０４は、入力部１５０４から受信した複数の矩形波信号から増幅矩形波形を生成する。さらに、出力部１５０４は、増幅矩形波形の、ピークツーピーク振幅などのエンベロープを整形する。例えば、整形制御信号１５０８が、入力部１５０２から出力部１５０４に供給されて、エンベロープを生成する。整形制御信号１５０８は、増幅矩形波形を整形するための複数の電圧値を有する。

【０３９１】

整形された増幅矩形波形は、出力部１５０４からリアクタンス回路１５０６に送信される。リアクタンス回路１５０６は、増幅矩形波形の高次高調波を除去し、例えば、フィルタリングするなどし、基本周波数を有する整形正弦波形であるＲＦ信号１５１２を生成する。ＲＦ信号１５１２の例として、ＲＦ信号１４０ａ１、１４０ａ２、１４０ａｎ、１４０ａ（ｎ＋１）、及び１４０ａ（ｎ＋ｍ）が挙げられる。整形正弦波形は、整形されたエンベロープを有する。

【０３９２】

ＲＦ信号１５１２は、基板Ｓを処理するために、接続１５１０を介してリアクタンス回路１５０６から電極１５０８に送信される。さらに、フッ素含有ガス、酸素含有ガス、窒素含有ガス、金属及び誘電体の堆積用の液体などの１つ又は複数のプロセス材料がプラズマチャンバ１５２に供給される。整形正弦波形及び１つ又は複数のプロセス材料を受け取ると、プラズマは、基板Ｓを処理するためにプラズマチャンバ１５２内で点灯される。ＭＰＳ１５１４の一例は、米国特許第１０，２６４，６６３号に提供されており、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【０３９３】

いくつかの実施形態では、入力部１５０２は、信号発生器を有するコントローラボードを含み、かつゲートドライバをさらに含み、出力部は、ハーフブリッジトランジスタ回路を含む。コントローラボードは、信号発生器を制御して所定の周波数で矩形波信号を生成するために、信号発生器に接続されたコントローラを含む。

【０３９４】

本明細書で説明された実施形態は、ハンドヘルドハードウェアユニット、マイクロプロセッサシステム、マイクロプロセッサベース又はプログラマブル家電、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータなどを含む様々なコンピュータシステム構成で実施されてもよい。本実施形態は、ネットワークを介してリンクされている遠隔処理ハードウェアユニットによってタスクが実行される分散コンピューティング環境においても実施できる。

【０３９５】
いくつかの実施形態では、コントローラはシステムの一部であり、システムは上述の例の一部であり得る。このようなシステムは、１つ又は複数の処理ツール、１つ又は複数のチャンバ、１つ又は複数の処理用プラットフォーム、及び／又は特定の処理コンポーネント（ウェハ台座、ガス流システムなど）を含む半導体処理装置を含む。これらのシステムは、半導体ウェハ又は基板の処理前、処理中、及び処理後にそれらの動作を制御するための電子機器と統合される。電子機器は「コントローラ」と呼ばれることもあり、１つ又は複数のシステムの様々なコンポーネント又は子部品を制御してもよい。コントローラは、処理要件及び／又はシステムの種類に応じて、プロセスガスの送達、温度設定（例えば、加熱及び／又は冷却）、圧力設定、真空設定、電力設定、ＲＦ発生器設定、ＲＦ整合回路設定、周波数設定、流量設定、液体送達設定、位置及び動作設定、ツールへのウェハの搬入出、並びに、システムに接続又は連動する他の搬送ツール及び／又はロードロックへのウェハの搬入出を含む、本明細書に開示されるプロセスのいずれかを制御するようにプログラムされている。
【０３９６】
大まかに言えば、様々な実施形態において、コントローラは、命令を受信し、命令を発行し、動作を制御し、洗浄動作を可能にし、エンドポイント測定を可能にするなどの、様々な集積回路、論理、メモリ、及び／又はソフトウェアを有する電子機器として定義される。集積回路は、プログラム命令を記憶するファームウェアの形態のチップ、ＤＳＰｓ、ＡＳＩＣｓとして定義されるチップ、ＰＬＤｓ、及び／又はプログラム命令（例えば、ソフトウェア）を実行する１つ又は複数のマイクロプロセッサ若しくはマイクロコントローラを含む。プログラム命令は、半導体ウェハに対して、半導体ウェハのために、又はシステムに対して、特定のプロセスを実行するための動作変数を定義する、様々な個々の設定（又はプログラムファイル）の形態でコントローラに通信される命令である。動作変数は、いくつかの実施形態において、１つ又は複数の層、材料、金属、酸化物、シリコン、二酸化シリコン、表面、回路、及び／又はウェハのダイの製造中に１つ又は複数の処理ステップを達成するためにプロセスエンジニアによって定義されるレシピの一部である。
【０３９７】
コントローラは、いくつかの実施形態において、システムに統合された、システムに接続された、そうでなければシステムにネットワーク接続された、又はそれらの組み合わせであるコンピュータの一部であり、又はそのようなコンピュータに接続されている。例えば、コントローラは、「クラウド」、すなわちファブホストコンピュータシステムの全体又は一部であり、これによりウェハ処理の遠隔アクセスが可能になる。コンピュータは、製造動作の現在の進行状況を監視し、過去の製造動作の履歴を調査し、複数の製造動作から傾向又は性能メトリックを調査し、現在の処理の変数を変更し、処理ステップを設定して現在の処理を追跡し、又は新たなプロセスを開始するために、システムへの遠隔アクセスを可能にする。
【０３９８】
いくつかの実施形態では、遠隔コンピュータ（例えば、サーバ）は、ネットワークを介してシステムにプロセスレシピを提供し、ネットワークはローカルネットワーク又はインターネットを含む。遠隔コンピュータは、変数及び／又は設定の入力又はプログラミングを可能にするユーザインタフェースを含み、変数及び／又は設定は次いで遠隔コンピュータからシステムへと伝達される。いくつかの例では、コントローラは、１つ又は複数の動作中に実施される処理ステップのそれぞれの変数を指定する、データの形式の命令を受け取る。変数は、実施されるプロセスの種類及びコントローラがインタフェース接続する又は制御するように構成されたツールの種類に特有のものであることを理解されたい。したがって、上述したように、コントローラは、共にネットワーク化され、本明細書に記載のプロセス及び制御などの共通の目的にむけて動作する１つ又は複数の個別のコントローラを含むことなどにより、分散されている。そのような目的のための分散型コントローラの一例は、遠隔地に設置され（プラットフォームレベルで、又は遠隔コンピュータの一部と

してなど）、チャンバでのプロセスを協同で制御する１つ又は複数の集積回路と通信するチャンバ上の１つ又は複数の集積回路を含む。

【０３９９】

様々な実施形態において、システムの例は、プラズマエッチングチャンバ又はモジュール、成膜チャンバ又はモジュール、スピンリンスチャンバ又はモジュール、金属メッキチャンバ又はモジュール、洗浄チャンバ又はモジュール、ベベルエッジエッチングチャンバ又はモジュール、物理蒸着（ＰＶＤ）チャンバ又はモジュール、化学蒸着（ＣＶＤ）チャンバ又はモジュール、原子層堆積（ＡＬＤ）チャンバ又はモジュール、原子層エッチング（ＡＬＥ）チャンバ又はモジュール、イオン注入チャンバ又はモジュール、トラックチャンバ又はモジュール、並びに半導体ウェハの製作及び／又は製造に関連する、又は使用される、任意の他の半導体処理システムを含むが、これらに限定されない。

【０４００】

いくつかの実施形態では、上述の動作は、様々な種類のプラズマチャンバ、例えば、誘導結合プラズマ（ＩＣＰ）リアクタを含むプラズマチャンバ、容量結合プラズマチャンバ、トランス結合プラズマチャンバ、容量結合プラズマリアクタ、コンダクタツール、誘電体ツール、電子サイクロトロン共鳴（ＥＣＲ）リアクタを含むプラズマチャンバなどに適用されることにさらに留意する。

【０４０１】

上述のように、ツールによって実行される１つ又は複数のプロセスステップに応じて、コントローラは、他のツール回路又はモジュール、他のツールコンポーネント、クラスタツール、他のツールインタフェース、隣接ツール、近隣ツール、工場全体に配置されたツール、メインコンピュータ、別のコントローラ、又は半導体製造工場内のツール位置及び／又はロードポートへウェハの容器を搬入出する材料搬送に用いられるツールの、１つ又は複数と通信する。

【０４０２】

上述の実施形態を念頭に置いて、本実施形態のいくつかは、コンピュータシステムに記憶されたデータを含む様々なコンピュータ実装動作を採用することを理解されたい。これらの動作は、物理的に物理量を操作するものである。本実施形態の一部を形成する本明細書に記載された動作のいずれもが、有用な機械動作である。

【０４０３】

また、本実施形態のいくつかは、これらの動作を実行するためのハードウェアユニット又は装置に関連する。装置は、専用コンピュータのために特別に作られたものである。専用コンピュータとして定義した場合、コンピュータは、特殊用途のために動作可能でありながら、特殊用途に属さない他の処理、プログラムの実行、又はルーチンを実行する。

【０４０４】

いくつかの実施形態では、動作は、コンピュータメモリ、キャッシュに記憶された、又はコンピュータネットワークを介して取得された１つ又は複数のコンピュータプログラムによって選択的に起動又は構成されたコンピュータによって処理されてもよい。データがコンピュータネットワークを介して取得される場合、データは、コンピュータネットワーク上、例えば計算資源のクラウドの、他のコンピュータによって処理されてもよい。

【０４０５】

１つ又は複数の実施形態は、非一時的コンピュータ可読媒体上のコンピュータ可読コードとして作製することもできる。非一時的コンピュータ可読媒体は、データを記憶する任意のデータストレージハードウェアユニット、例えばメモリデバイス等であり、データは後でコンピュータシステムによって読み取られる。非一時的コンピュータ可読媒体の例として、ハードドライブ、ネットワークアタッチトストレージ（ＮＡＳ）、ＲＯＭ、ＲＡＭ、コンパクトディスクＲＯＭ（ＣＤ－ＲＯＭｓ）、ＣＤレコーダブル（ＣＤ－Ｒｓ）、ＣＤリライタブル（ＣＤ－ＲＷｓ）、磁気テープ、並びに他の光学及び非光学データストレージハードウェアユニットが挙げられる。いくつかの実施形態では、非一時的コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読コードが分散方式で記憶され実行されるように、ネット

ワーク結合されたコンピュータシステム上に分散されたコンピュータ可読有形媒体を含む。

【０４０６】

上述の方法動作は特定の順序で説明されたが、様々な実施形態において、動作間に他のハウスキーピング動作が実行されるか、方法動作がわずかに異なる時間に発生するように調整されるか、様々な間隔で方法動作の発生を可能にするシステムにおいて分散されるか、又は上記とは異なる順序で実行されることを理解されたい。

【０４０７】

一実施形態において、本開示で説明された様々な実施形態で説明された範囲から逸脱することなく、上述した任意の実施形態からの１つ又は複数の特徴が、任意の他の実施形態の１つ又は複数の特徴と組み合わせられることにさらに留意されたい。

【０４０８】

前述の実施形態は、理解を明確にする目的である程度詳細に説明されたが、添付の特許請求の範囲の範囲内で特定の変更及び変形が実施可能であることは明らかであろう。したがって、本実施形態は、例示的なものであって制限的なものではないとみなされ、かつ本実施形態は、本明細書で与えられる詳細に限定されるものではなく、むしろ添付の特許請求の範囲の範囲内及びその均等物の範囲内で変形されてもよい。本開示は以下の適用例を含む。

［適用例１］

プラズマツールを制御する方法であって、

プロセッサによって、プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信することと、

メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするための第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定することと、

前記プロセッサによって、前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを前記プラズマツールのデータ処理システムに提供することと、

前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信することと、

メトリックデータの前記第２のセットを分析して変数データを生成することと、

前記変数データに従って前記プラズマツールを制御することと

を含む、方法。

［適用例２］

適用例１に記載の方法であって、前記第１のタイムウィンドウが、第１の時間及び第２の時間を含み、前記第１の位置が前記第１の時間にある、方法。

［適用例３］

適用例２に記載の方法であって、前記第１のタイムウィンドウ外のメトリックデータの第３のセットはキャプチャされない、方法。

［適用例４］

適用例１に記載の方法であって、前記プラズマツールが、ＲＦ発生器又はマッチレスプラズマ源を含む、方法。

［適用例５］

適用例１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第１のセットを分析することが、

メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定することと、

メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲内にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定することと

を含む、方法。

［適用例６］

適用例５に記載の方法であって、前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、方法。

［適用例７］
適用例１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第１のセットを分析することが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定することと
を含む、方法。
［適用例８］
適用例７に記載の方法であって、前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態から、メトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、方法。
［適用例９］
適用例１に記載の方法であって、前記タイムウィンドウが、前記プラズマツールのプラズマ源によって生成されたＲＦ信号の状態、又はサブ状態、又はスライスを定義する、方法。
［適用例１０］
適用例１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
メトリックデータの前記第２のセットから第１の統計値を判定することと、
前記第１の統計値に基づいて前記変数データを判定することと
を含む、方法。
［適用例１１］
適用例１０に記載の方法であって、
第２の位置で第２のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットから第２の統計値を判定することと、
をさらに含み、
前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
前記第１の統計値と前記第２の統計値の間にコンセンサスが存在するかどうかを判定することと、
前記第１の統計値と前記第２の統計値の間にコンセンサスが存在すると判定することに応答して、前記変数データを判定することと
を含む、
方法。
［適用例１２］
適用例１に記載の方法であって、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、
メトリックデータの前記第２のセットのサンプルの数が所定の閾値を超えるかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第２のセットのサンプルの前記数が前記所定の閾値を超えると判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットから統計値を判定することと、
前記統計値に基づいて前記変数データを判定することと
を含む、方法。
［適用例１３］
適用例１に記載の方法であって、前記プロセッサによって、メトリックデータの前記第２のセットが収集されるべきサイクルの第１の数を提供することをさらに含む、方法。
［適用例１４］

適用例１３に記載の方法であって、サイクルの前記第１の数が１であり、
メトリックデータの前記第１のセットを分析して、メトリックデータの第３のセットをキャプチャするための第２の位置及び第２のタイムウィンドウを判定することと、
前記プロセッサによって、前記第２の位置及び前記第２のタイムウィンドウを前記プラズマツールの前記データ処理システムに提供することと、
前記プロセッサによって、メトリックデータの前記第３のセットが収集されるべきサイクルの第２の数を提供することと
を含み、
前記第２の数の前記サイクルが、前記第１の数の前記サイクルの後に続く、
方法。

［適用例１５］
適用例１に記載の方法であって、
デジタルパルス信号を生成することと、
メトリックデータの前記第１のセットの部分をサンプリングするレートを示す前記デジタルパルス信号を前記データ処理システムに提供することと
をさらに含み、
前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの状態、又はサブ状態、又はスライスに対応し、前記部分がメトリックデータの前記第２のセットを形成する、
方法。

［適用例１６］
適用例１に記載の方法であって、
前記プラズマツールのプラズマ源からデジタルパルス信号を受信することと、
メトリックデータの前記第２のセットをサンプリングするレートを示す前記デジタルパルス信号を前記データ処理システムに提供することと
をさらに含む、方法。

［適用例１７］
適用例１に記載の方法であって、メトリックデータの前記第２のセットが前記データ処理システムから前記プロセッサによって受信される期間の間に、メトリックデータの前記第１のセットの部分が前記データ処理システムによってキャプチャされない、方法。

［適用例１８］
適用例１に記載の方法であって、
前記第１の位置で前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを受信することをさらに含み、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットがキャプチャされるサイクルとは異なるサイクルの間にキャプチャされ、前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、メトリックデータの前記第２のセット及び前記第３のセットを比較して、前記第２のセットと前記第３のセットの間の不一致を識別することと、前記変数データを生成して前記不一致を低減することとを含む、
方法。

［適用例１９］
適用例１に記載の方法であって、
前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの第３のセットを、第２のプラズマツールの第２のデータ処理システムから受信することをさらに含み、
前記メトリックデータの前記第２のセットを分析して前記変数データを生成することが、メトリックデータの前記第２のセット及び前記第３のセットを比較して、前記第２のセットと前記第３のセットの間の不一致を識別することと、前記変数データを生成して前記不一致を低減することとを含む、
方法。

［適用例２０］
適用例１に記載の方法であって、
メトリックデータの第３のセットを、前記データ処理システムから受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットの遷移状態の数と比較して、より多い数の遷移状態を含むかどうか、及びメトリックデータの前記第２のセットの定常状態の数と比較して、より多い数の定常状態を含むかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い数の定常状態を含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記定常状態の各々に第２のパケットの第２のペイロード内で割り当てられたサンプルセットの数と比較して、第１のパケットの第１のペイロード内のより少ない数のサンプルセットを、メトリックデータの前記第３のセットの前記定常状態の各々に割り当てることと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い数の遷移状態を含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記遷移状態の各々に前記第２のパケットの前記第２のペイロード内で割り当てられたサンプルセットの数と比較して、前記第１のパケットの前記第１のペイロード内のより少ない数のサンプルセットを、メトリックデータの前記第３のセットの前記遷移状態の各々に割り当てることと
をさらに含む、方法。
［適用例２１］
適用例１に記載の方法であって、
前記データ処理システムからメトリックデータの第３のセットを受信することと、
メトリックデータの前記第３のセットが、メトリックデータの前記第２のセットの定常状態に対応するデータの量と比較して、定常状態に対応するより多い量のデータを含むかどうかを判定することと、
メトリックデータの前記第３のセットが前記より多い量のデータを含むと判定することに応答して、メトリックデータの前記第２のセットの前記定常状態内で割り当てられたパケットの数と比較して、より多い数のパケットをメトリックデータの前記第３のセットの前記定常状態に割り当てることと
をさらに含む、方法。
［適用例２２］
プラズマツールを制御するためのコントローラであって、
プラズマツールからメトリックデータの第１のセットを受信し、
前記第１のセットのメトリックデータを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定し、
前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを、前記プラズマツールのデータ処理システムに提供し、
前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信し、
メトリックデータの前記第２のセットを分析して変数データを生成し、かつ
前記変数データに従って前記プラズマツールを制御する
ように構成されたプロセッサと、
前記プロセッサに接続されたメモリデバイスと
を含む、コントローラ。
［適用例２３］
適用例２２に記載のコントローラであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記プロセッサが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲内にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する

ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、
コントローラ。
［適用例２４］
適用例２２に記載のコントローラであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記プロセッサが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態からメトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、
コントローラ。
［適用例２５］
高周波（ＲＦ）信号を生成するように構成されたプラズマ源と、
データ処理装置と、
前記データ処理装置及び前記プラズマ源に接続されたコントローラと
を含み、前記コントローラが、
ＲＦセンサから、前記ＲＦ信号に関連するメトリックデータの第１のセットを受信し、
前記第１のセットのメトリックデータを分析して、メトリックデータの第２のセットをキャプチャするために使用される第１の位置及び第１のタイムウィンドウを判定し、
前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを前記データ処理システムに提供し、
前記第１の位置で、かつ前記第１のタイムウィンドウに関してキャプチャされたメトリックデータの前記第２のセットを受信し、
メトリックデータの前記第２のセットを分析して、変数データを生成し、かつ
前記変数データに従って前記プラズマ源を制御する
ように構成されている、
プラズマシステム。
［適用例２６］
適用例２５に記載のプラズマシステムであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記コントローラが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲内にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する
ように構成されており、
前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の定常状態に対応する、
プラズマシステム。
［適用例２７］
適用例２５に記載のプラズマシステムであって、メトリックデータの前記第１のセットを分析するために、前記コントローラが、
メトリックデータの前記第１のセットの部分が所定の範囲外にあるかどうかを判定し、かつ
メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が前記所定の範囲外にある前記第１の位置及び前記第１のタイムウィンドウを判定する

ように構成されており、

前記所定の範囲が、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分の遷移状態に対応し、前記遷移状態の間、メトリックデータの前記第１のセットの前記部分が、メトリックデータの前記第１のセットの第１の定常状態からメトリックデータの前記第１のセットの第２の定常状態に遷移する、

プラズマシステム。

【図面】

【図１Ａ】

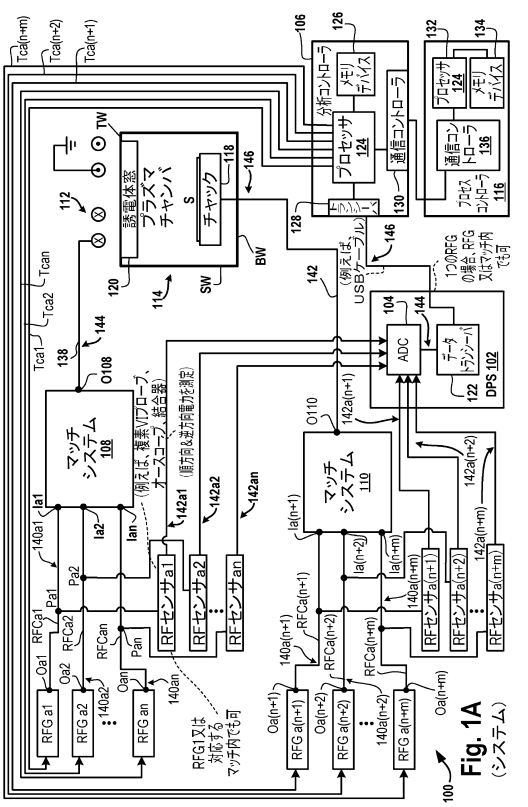


Fig. 1A
(システム)

【図１Ｂ】

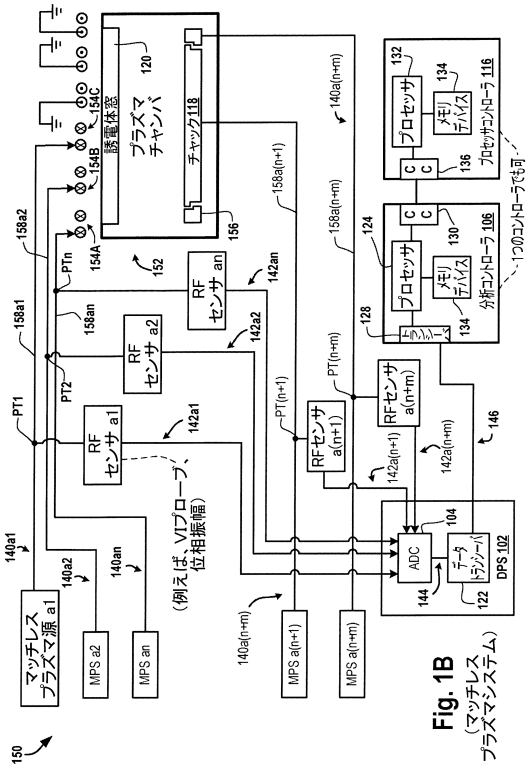


Fig. 1B
(マッチレスプラズマシステム)

【図２Ａ】

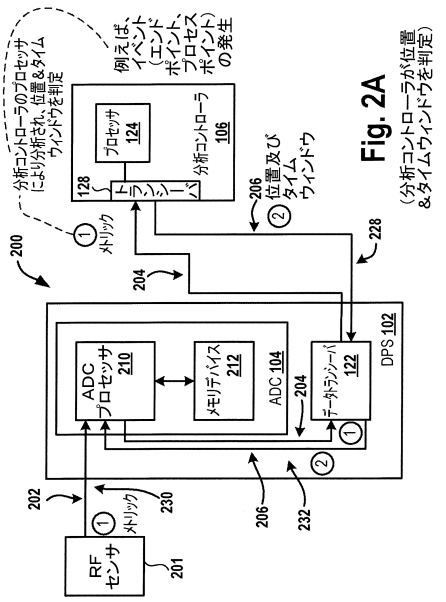


Fig. 2A
（分析コントローラが位置&タイムウィンドウを判定）

【図２Ｂ】

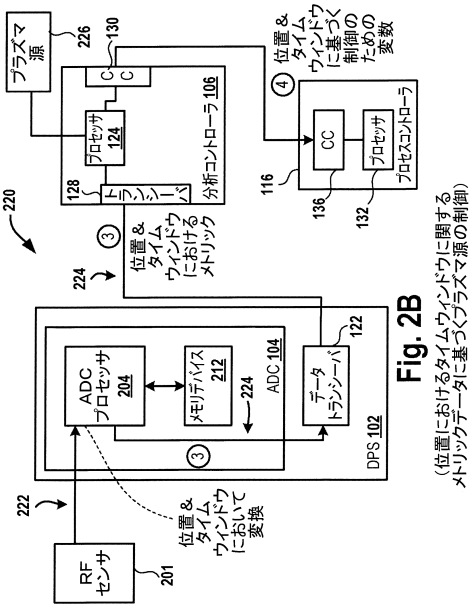


Fig. 2B
（位置におけるタイムウィンドウに関するメトリックデータに基づくプラズマ源の制御）

【図２Ｃ】

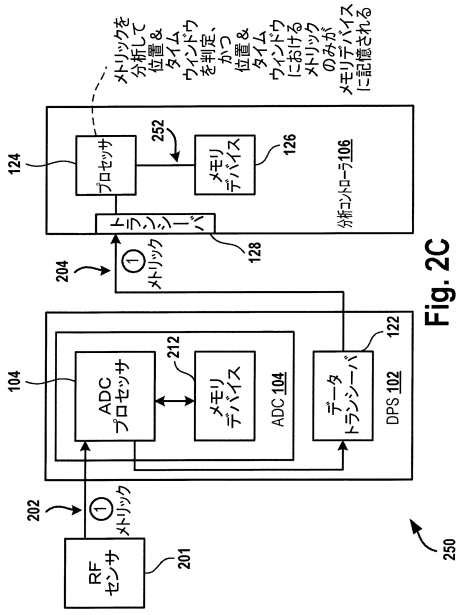


Fig. 2C
（デジタルメトリックデータの部分のみがメモリデバイスに記憶される）

【図２Ｄ】

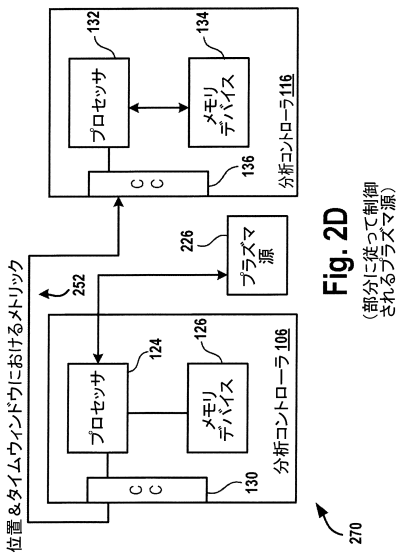


Fig. 2D
（部分に従って制御されるプラズマ源）

【図２Ｅ】

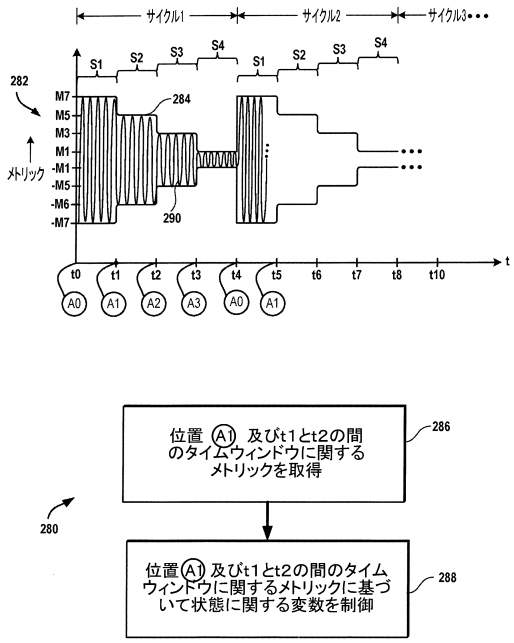


Fig. 2E
（状態に関する変数の制御）

【図３Ａ】

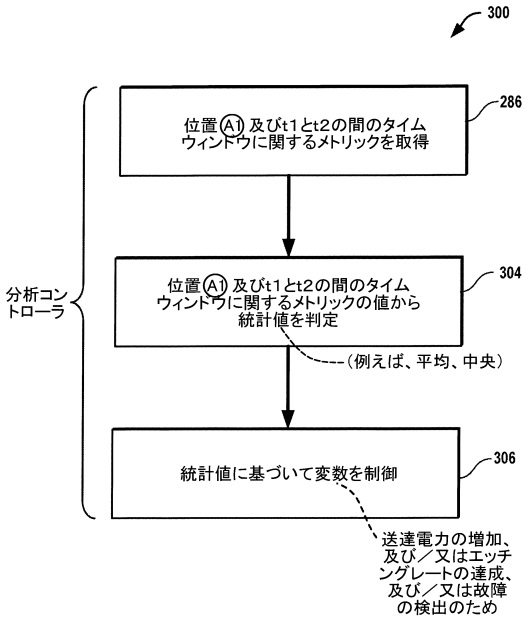


Fig. 3A
（統計値を適用する方法）

【図３Ｂ】

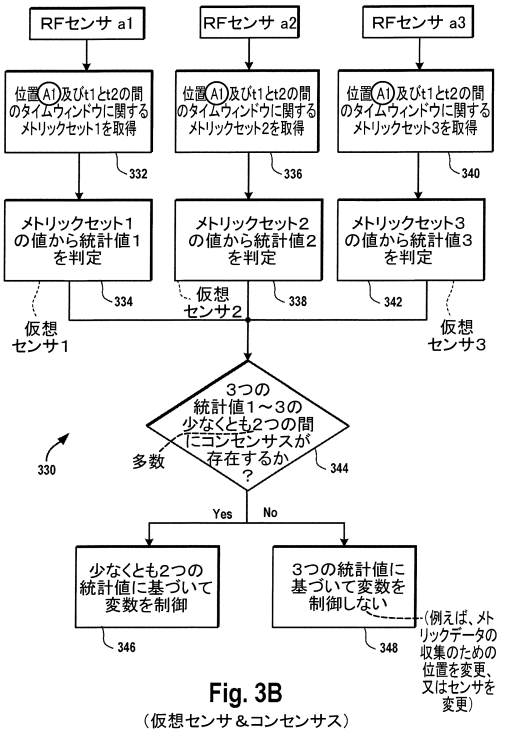


Fig. 3B
（仮想センサ＆コンセンサス）

【図３Ｃ】

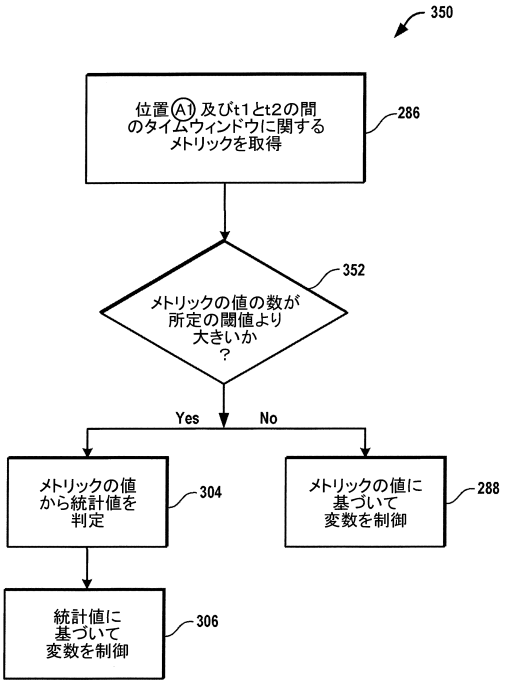


Fig. 3C

【図４】

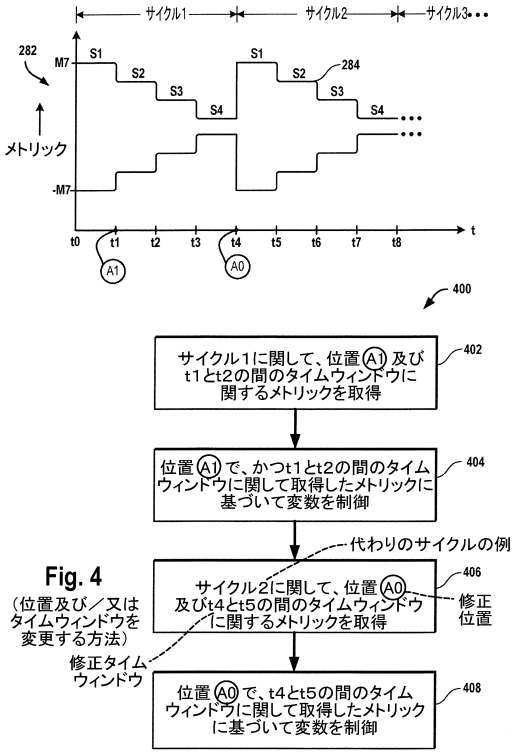


Fig. 4
（位置及び／又はタイムウィンドウを変更する方法）

【図５Ａ】

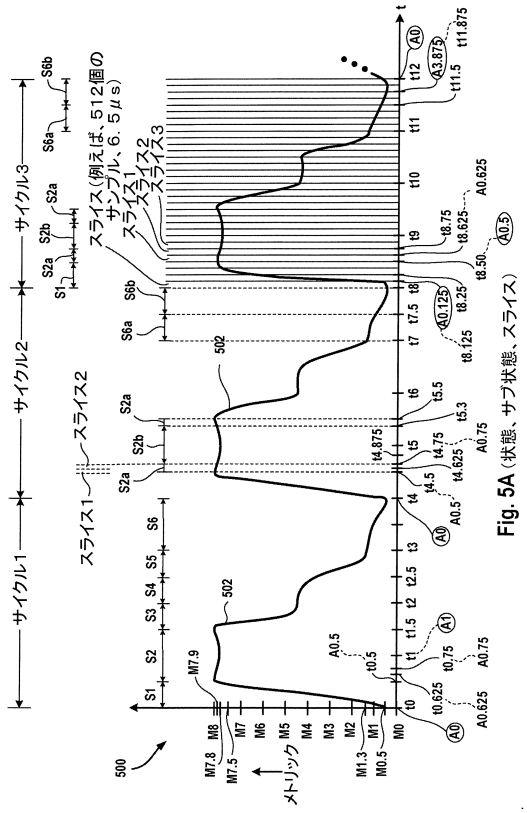


Fig. 5A（状態、サブ状態、スライス）

【図５Ｂ】

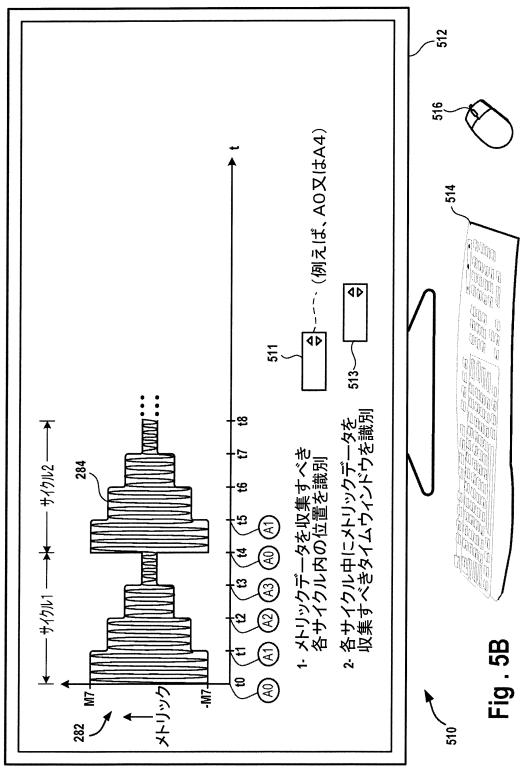


Fig. 5B

【図５Ｃ】

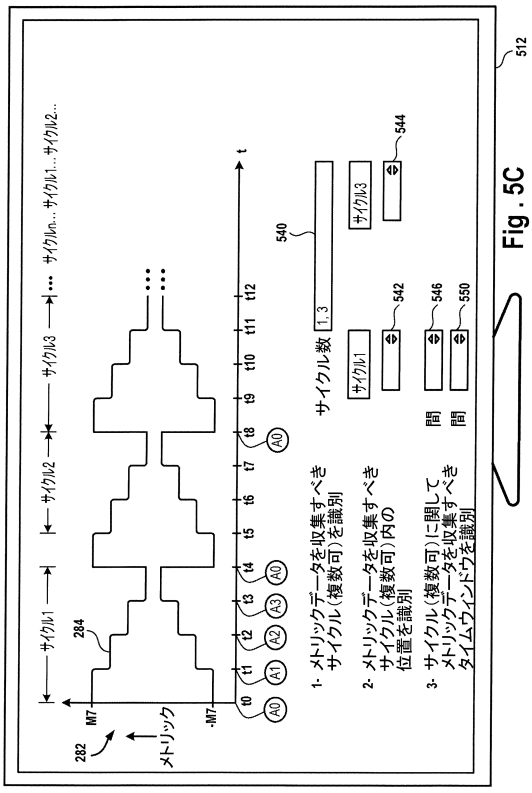
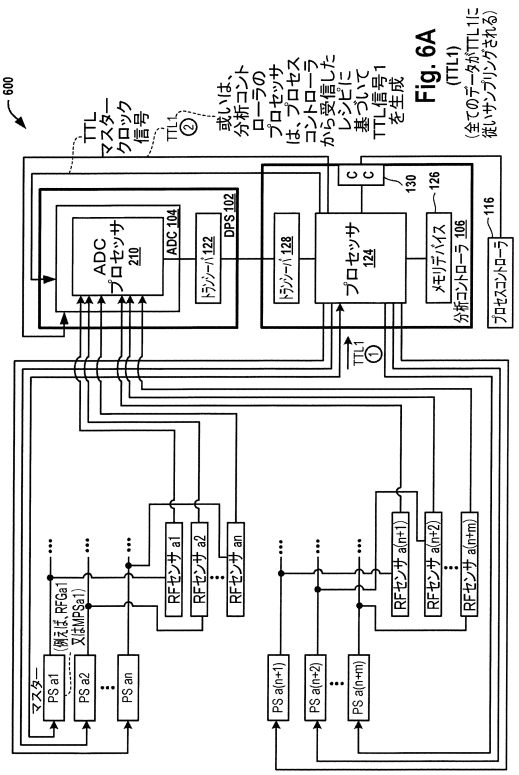
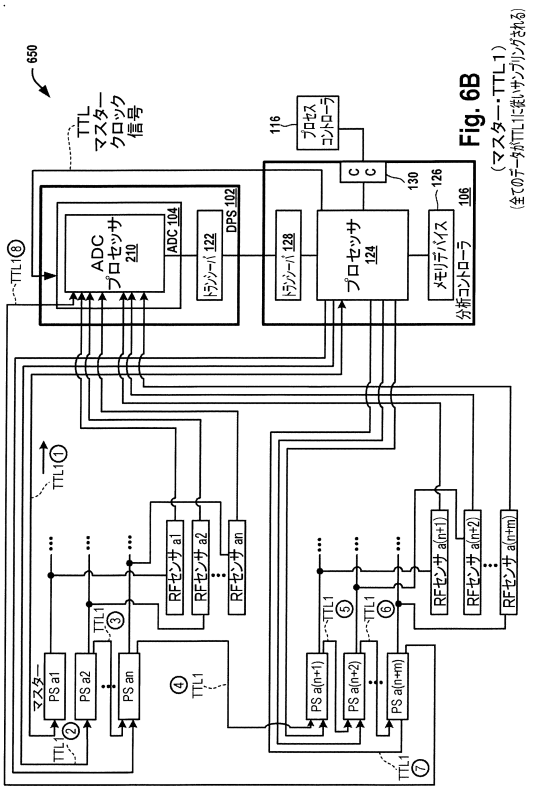


Fig. 5C

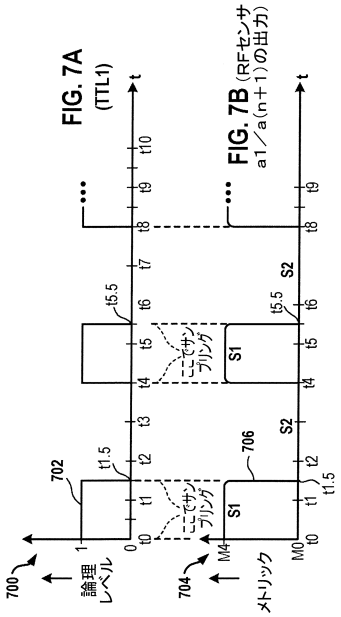
【図６Ａ】



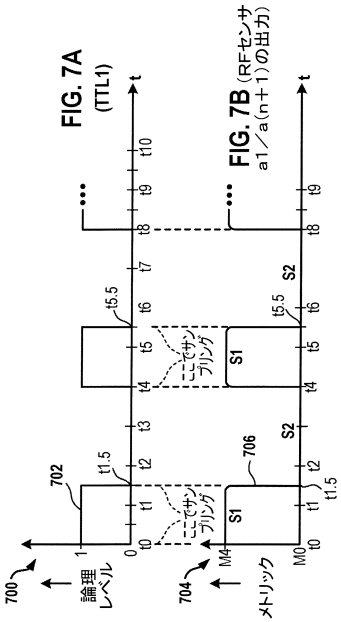
【図６Ｂ】



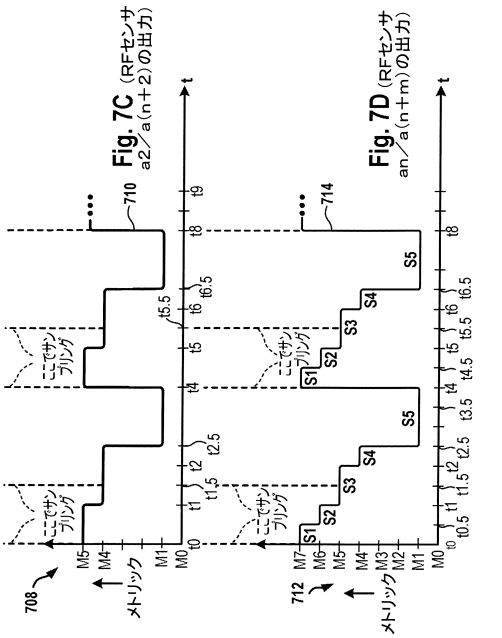
【図７Ａ】



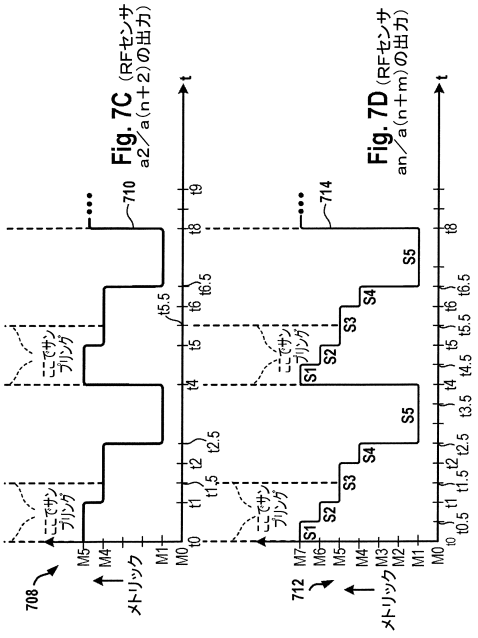
【図７Ｂ】



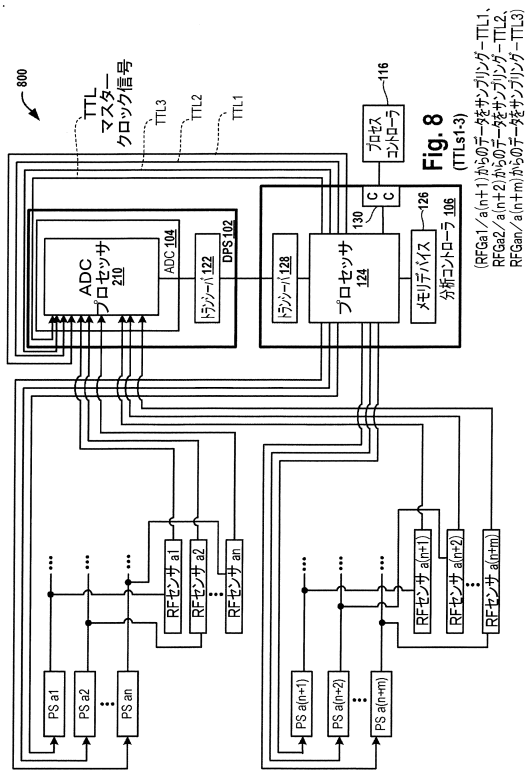
【図７Ｃ】



【図７Ｄ】



【図８】



【図９Ａ】

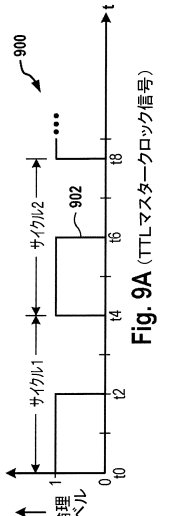
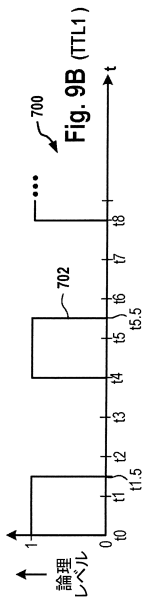
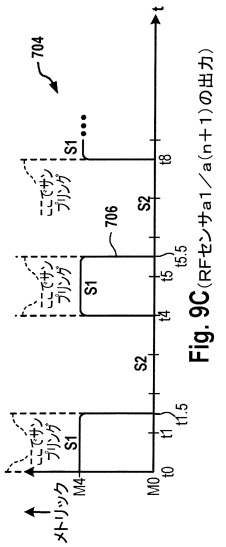


Fig. 9A (TTLマスタークロック信号)

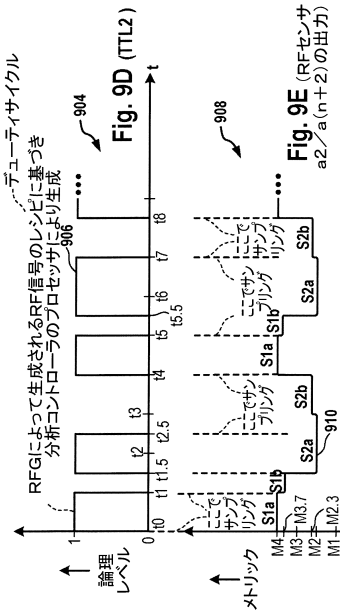
【図９Ｂ】



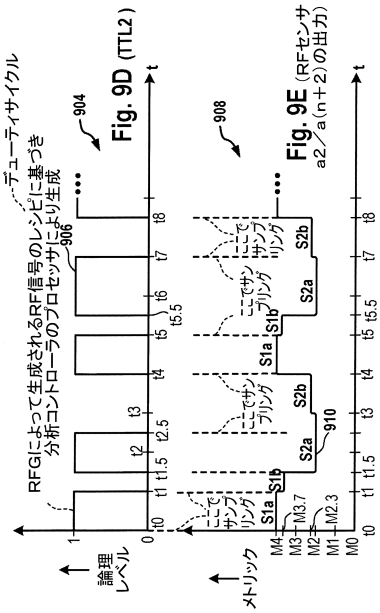
【図９Ｃ】



【図９Ｄ】



【図９Ｅ】



【図９Ｆ】

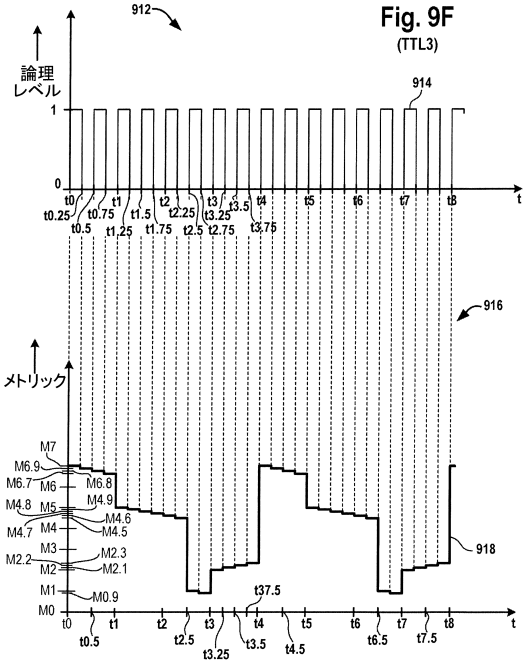


Fig. 9G
（RFセンサ
an／a(n＋m)の出力）

【図９Ｇ】

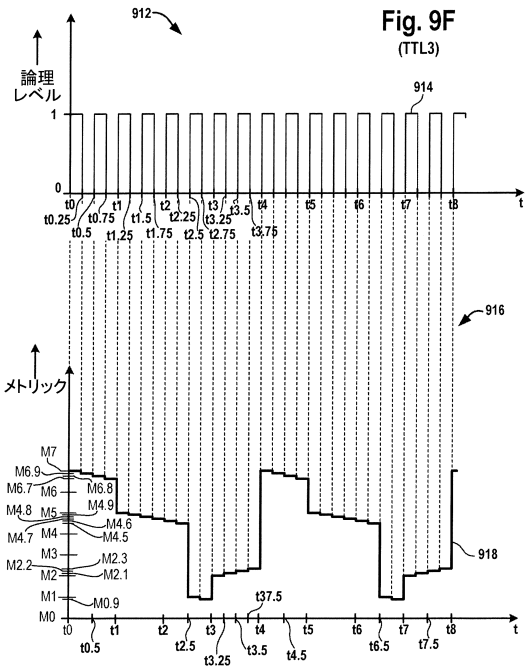


Fig. 9G
（RFセンサ
an／a(n＋m)の出力）

【図１０Ａ】

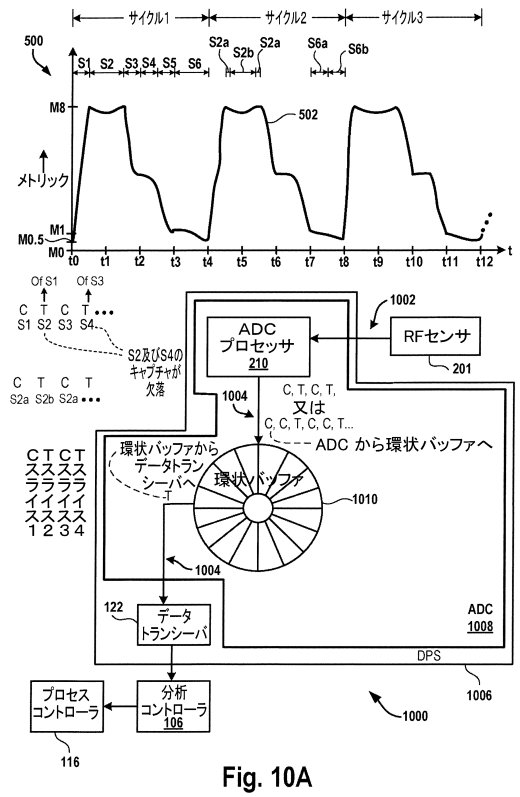


Fig. 10A

【図１０Ｂ】

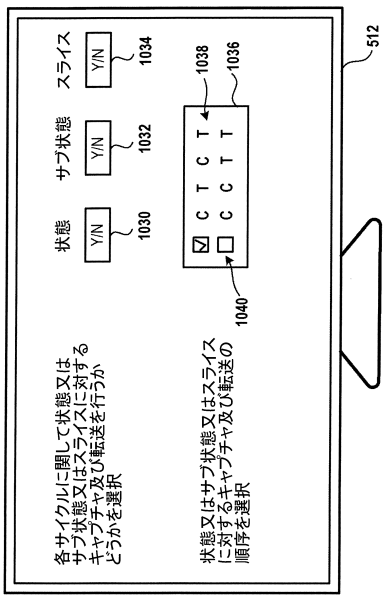


Fig. 10B

【図１１Ａ】

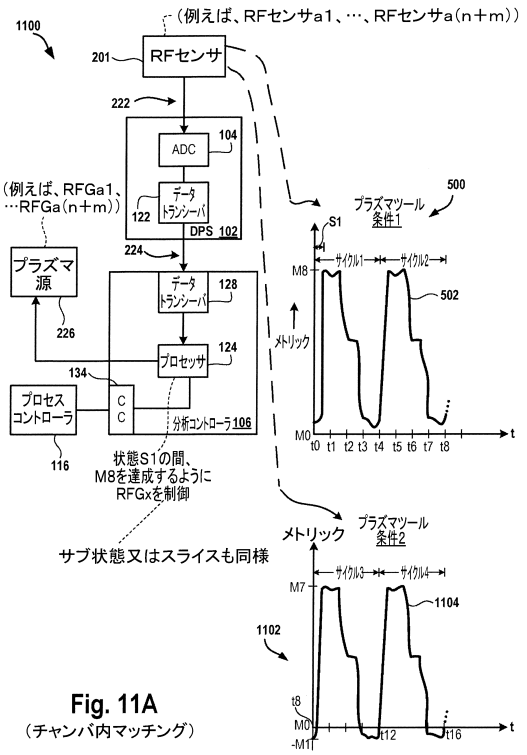


Fig. 11A
（チャンバ内マッチング）

【図１１Ｂ】

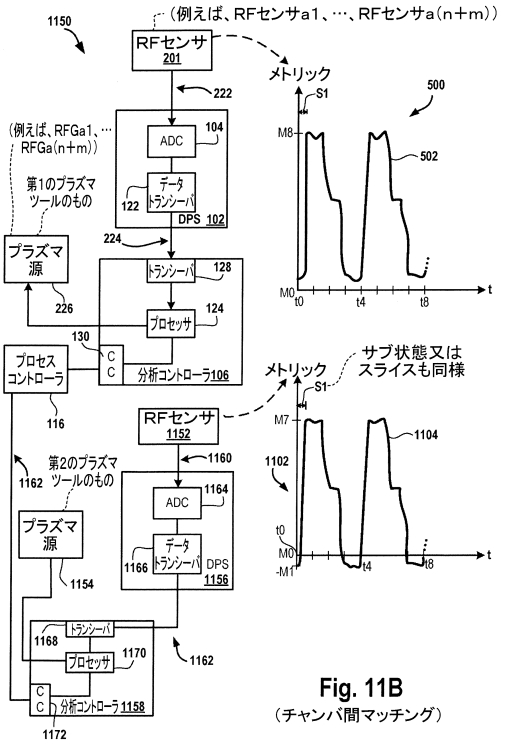


Fig. 11B
（チャンバ間マッチング）

【図１２Ａ】

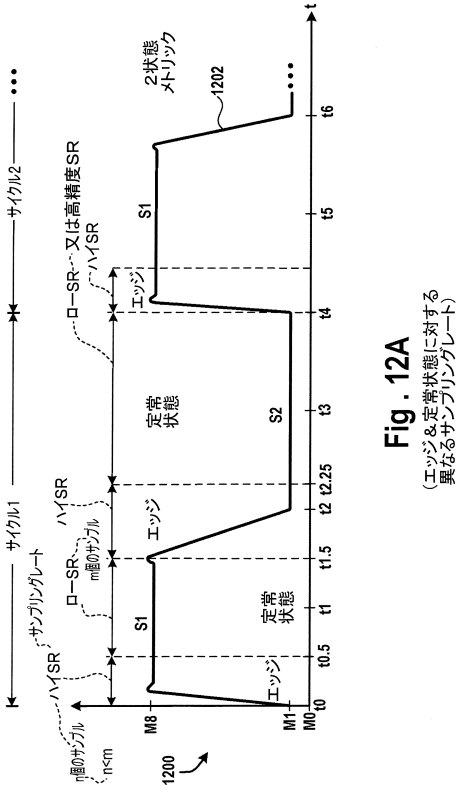


Fig. 12A
（エッジ＆定常状態に対する異なるサンプリングレート）

【図１２Ｂ】

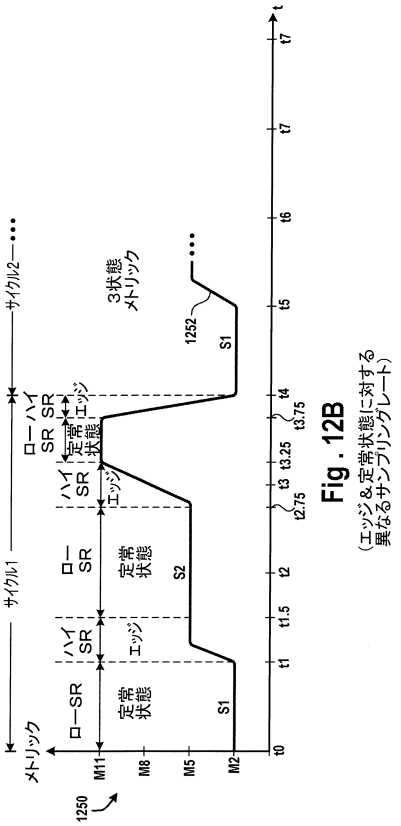


Fig. 12B
（エッジ＆定常状態に対する異なるサンプリングレート）

【図１３】

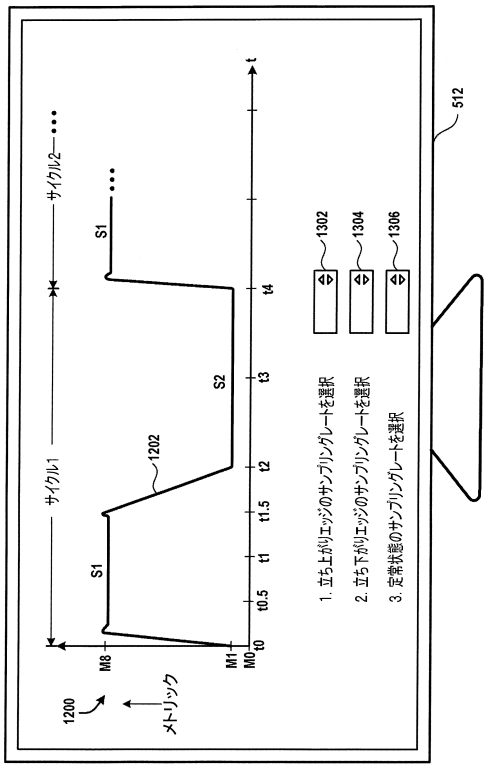


Fig . 13

【図１４Ａ】

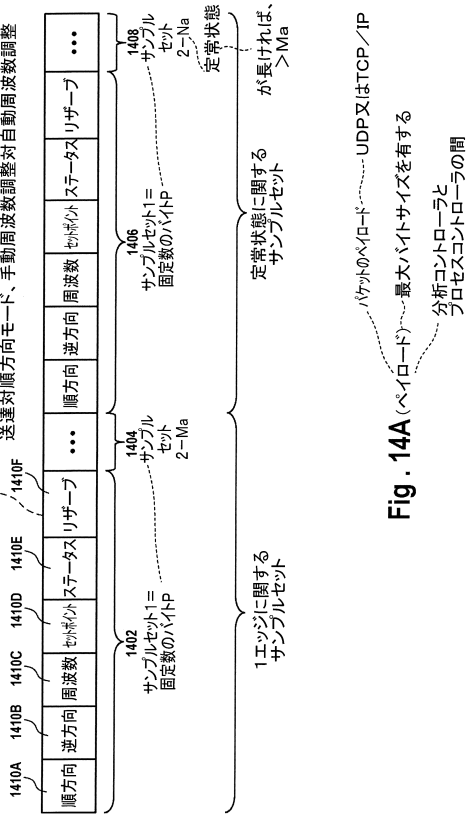


Fig . 14A（ペイロード）

【図１４Ｂ】

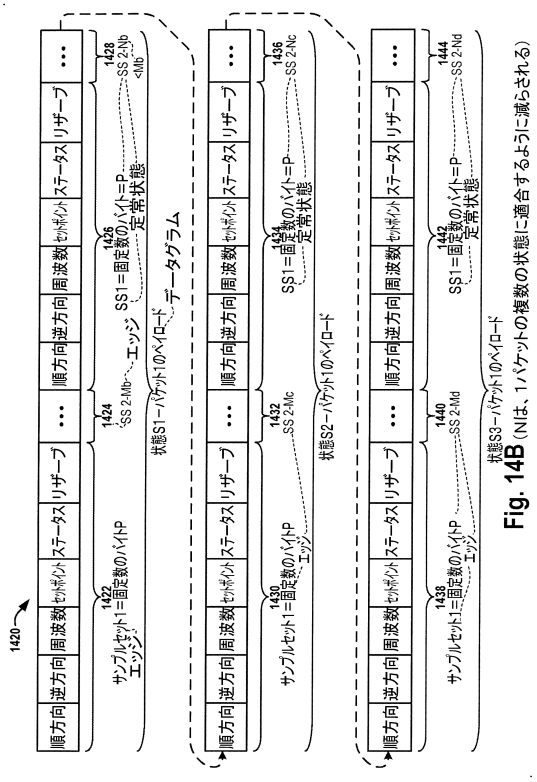


Fig . 14B（Niは、1パケットの複数の状態に適合するように減らされる）

【図１４Ｃ－１】

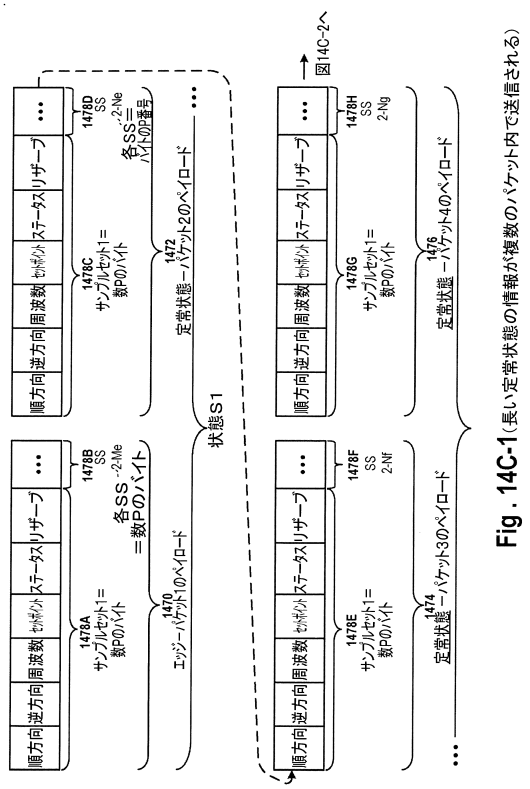


Fig . 14C-1（長い定常状態の情報が複数のパケット内で送信される）

【図１４Ｃ－２】

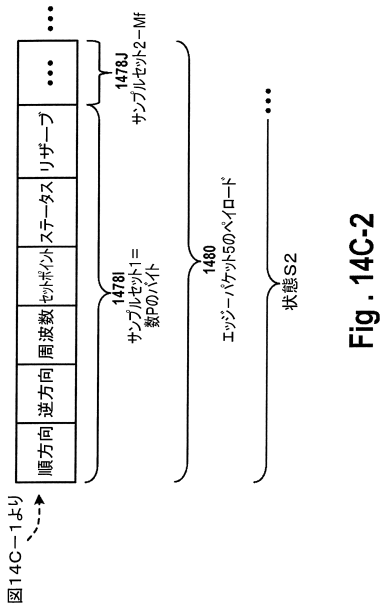


Fig. 14C-2

【図１５】

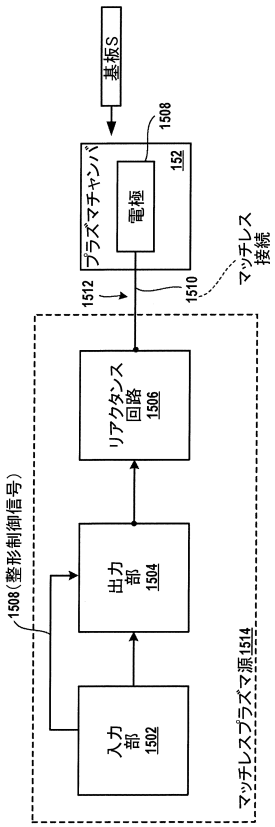


Fig. 15

フロントページの続き

５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 ウー・イン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 ムドゥヌリ・サンディープ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 プスト・ボスジャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 ダッシュ・シュリーラム・ジョティ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０

審査官 坂上 大貴
(56)参考文献 特表２０１６－５４０３４０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－１７９４２５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１０９６７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１９０６５７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／０２００５９２（ＵＳ，Ａ１）
特許第２６４８５６１（ＪＰ，Ｂ２）
米国特許出願公開第２０１６／００５６０１７（ＵＳ，Ａ１）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｈ １／００－ １／５４