

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6555703号
(P6555703)

(45) 発行日 令和1年8月7日(2019. 8. 7)

(24) 登録日 令和1年7月19日(2019. 7. 19)

(51) Int.Cl. F I

HO 4 L 7/00 (2006. 01)

HO 1 L 21/027 (2006. 01)

HO 1 J 37/305 (2006. 01)

HO 1 J 37/20 (2006. 01)

HO 1 J 37/06 (2006. 01)

HO 4 L 7/00 9 9 0

HO 4 L 7/00 0 4 0

HO 1 L 21/30 5 4 1 J

HO 1 L 21/30 5 4 1 W

HO 1 J 37/305 B

請求項の数 24 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-544531 (P2018-544531)	(73) 特許権者	504151804
(86) (22) 出願日	平成28年12月23日 (2016. 12. 23)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
(65) 公表番号	特表2019-506006 (P2019-506006A)		ブイ.
(43) 公表日	平成31年2月28日 (2019. 2. 28)		オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/082618		0 エーエイチ, ビー. オー. ボックス
(87) 国際公開番号	W02017/114794		3 2 4
(87) 国際公開日	平成29年7月6日 (2017. 7. 6)	(74) 代理人	100079108
審査請求日	平成30年8月22日 (2018. 8. 22)		弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	14/979, 583	(74) 代理人	100109346
(32) 優先日	平成27年12月28日 (2015. 12. 28)		弁理士 大貫 敏史
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
		(74) 代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置のための制御システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の時間ベース中の開始時間値で、第 1 のモジュール中の第 1 の動作を初期化するための方法であって、

クロック信号を発生させることと、
前記クロック信号に基づいて、前記第 1 のモジュール中で第 2 の時間ベースを発生させることと、

前記第 2 の時間ベース中の第 2 の同期値を決定することと、
前記第 2 の時間ベース中の第 2 の同期値に対応する前記第 1 の時間ベース中の第 1 の同期値を決定することと、

前記第 1 の時間ベース中の前記第 1 の同期値と前記開始時間値とに基づいて、前記第 2 の時間ベース中の開始トリガ値を決定することと、

前記第 1 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 1 のモジュール中の前記第 1 の動作を初期化することと、を備え、

前記第 2 の時間ベースは、前記第 1 の時間ベースとは異なる、方法。

【請求項 2】

前記第 2 の時間ベースは、前記クロック信号から発生したカウント値を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の同期値を決定することは、同期信号を発生させることと、前記第 1 の時間ベ

ース中の前記同期信号の受信の時間に応じて、前記第 1 の同期値を決定することとを備え、

前記第 2 の同期値は、前記同期信号の受信によって決定される前記第 2 の時間ベース中の値に対応する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の同期値を決定し、前記第 2 の同期値を決定するために使用される単一の組み合わせ信号を形成するように、前記同期信号は、クロック信号と組み合わせられる、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記開始トリガ値を決定することは、前記開始時間値と前記第 1 の同期値とに基づいて、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定することとを備え、

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の前記相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中の値である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中のカウント値に対応する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 7】

前記カウント値が前記開始トリガ値に対応するとき、前記第 1 の動作は初期化される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 8】

前記方法は、第 2 のモジュール中の第 2 の動作を開始することをさらに備え、前記クロック信号に基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースを発生させることと、

前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の動作を初期化することとを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 2 の時間ベースは、前記クロック信号から前記第 1 および第 2 のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の同期値は、前記第 1 および第 2 のモジュールのそれぞれにおけるカウント値のリセットに対応する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

第 1 の時間ベース中の開始時間値で、第 1 のモジュール中の第 1 の動作を初期化するためのシステムであって、

クロック信号を発生させるクロックと、

前記クロック信号に基づいて、前記第 1 のモジュール中で第 2 の時間ベースを発生させるカウント回路と、

前記第 2 の時間ベース中の第 2 の同期値に対応する前記第 1 の時間ベース中の第 1 の同期値を決定する第 1 の回路と、

前記第 1 の時間ベース中の前記第 1 の同期値と前記開始時間値とに基づいて、前記第 2 の時間ベース中の開始トリガ値を決定する第 2 の回路とを備え、

前記第 1 のモジュールは、前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 1 のモジュール中の前記第 1 の動作を初期化する第 3 の回路を備え、

前記第 2 の時間ベースは、前記第 1 の時間ベースとは異なる、システム。

【請求項 12】

前記第 2 の時間ベースを発生させる回路は、前記クロック信号からカウント値を発生させるためのカウント回路を備える、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記第 1 の同期値を決定する第 1 の回路は、前記第 1 の時間ベース中の同期信号の受信

10

20

30

40

50

の時間に応じて、前記第 1 の同期値を決定するように適合され、

前記第 2 の同期値を決定する第 4 の回路をさらに備え、前記第 1 のモジュールによって、前記同期信号の受信により決定される前記第 2 の時間ベース中の値に対応する前記第 2 の同期値を決定するように適合されている、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記第 2 の同期値は、前記カウント回路のリセット値に対応する、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記開始トリガ値を決定する第 2 の回路は、前記開始時間値と前記第 1 の同期値とに基づいて、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合され、

10

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の前記相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中の値である、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記開始トリガ値を決定する第 2 の回路は、前記開始時間値と前記第 1 の同期値とに基づいて、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合され、

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中のカウント値に対応する、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

カウント値が前記開始トリガ値に対応するとき、前記第 1 の動作を初期化する第 3 の回路は、前記第 1 の動作を初期化するように適合されている、請求項 1 1 に記載のシステム。

20

【請求項 1 8】

前記システムは、第 2 のモジュール中の第 2 の動作を開始するようにさらに適合され、

前記システムは、前記クロック信号に基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースを発生させる第 5 の回路をさらに備え、

前記第 2 のモジュールは、前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の動作を初期化する第 6 の回路を備える、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 9】

前記第 2 の時間ベースは、前記クロック信号から前記第 1 および第 2 のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備える、請求項 1 8 に記載のシステム。

30

【請求項 2 0】

前記第 1 のモジュールは、第 1 のネットワークを介して制御装置に接続されている複数のモジュールのうちの 1 つであり、前記制御装置は、前記第 1 のネットワークを介して前記第 1 の動作を識別する 1 つ以上の命令を前記第 1 のモジュールに送信する、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

荷電粒子リソグラフィシステムであって、

荷電粒子ビームを生成するための荷電粒子ビーム源と、

前記荷電粒子ビームから複数の荷電粒子ビームレットを生成する開口アレイと、

40

前記荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングするためのブランキング電極を備えるビームレットブランカアレイを含むビーム切り替えモジュールと、

パターンデータを前記ビーム切り替えモジュールに送信するためのパターンデータストリーミングモジュールと、

目標の表面にわたるブランキングされていないビームレットを走査するためのビーム偏向器アレイを含む投射光学モジュールと、

前記目標を運ぶための可動ステージと、

前記可動ステージの移動を制御するためのステージ制御モジュールとを備え、

前記システムは、請求項 1 1 にしたがうシステムをさらに備える、荷電粒子リソグラフィ

50

ィシステム。

【請求項 2 2】

前記第 1 のモジュールは、前記ステージ制御モジュールを備え、前記第 1 の動作は、走査の間、前記ステージの予め定められた移動を備え、

第 2 のモジュールは、前記投射光学モジュールを備え、第 2 の動作は、前記目標の表面にわたる前記ブランキングされていないビームレットの予め定められた走査偏向を備え、

第 3 のモジュールは、前記パターンデータストリーミングモジュールを備え、第 3 の動作は、前記荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングするため、データの予め定められた一部分の前記ビーム切り替えモジュールへの送信を備える、請求項 2 1 に記載の荷電粒子リソグラフィシステム。

10

【請求項 2 3】

前記第 1 および第 2 の同期値は、時間的に同じ瞬間を表す、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記第 1 および第 2 の同期値は、時間的に同じ瞬間を表す、請求項 1 1 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0 0 0 1】

【発明の分野】

【0 0 0 2】

20

[0 0 0 1]

本発明は、一般的にシステムのモジュール中の動作を初期化するための方法およびシステムに関し、より具体的には、電荷粒子リソグラフィシステムのようなシステムの 2 つ以上のモジュール中の動作の初期化を同期するための方法およびシステムに関する。

【関連技術の説明】

【0 0 0 3】

[0 0 0 2]

荷電粒子リソグラフィ装置は、典型的に、それぞれの動作を実行するためのいくつかのモジュールを備えている。モジュールは、例えば、荷電粒子ビーム源を含む照明光学モジュールと、開口アレイモジュールと、ビームレットブランカアレイ (beamlet blanker array) を含むビーム切り替えモジュールと、パターンデータストリーミングモジュールと、ビーム偏向器アレイおよび投射レンズアレイを含むことができる投射光学モジュールと、ウェーハを運ぶ可動ウェーハステージを制御するためのステージ制御モジュールとを備えている。

30

【0 0 0 4】

[0 0 0 3]

リソグラフィ装置のモジュールまたはサブシステムは、それぞれのモジュールに送信される命令にしたがうそれぞれの動作を実行する。これらの命令は、モジュールの識別子またはアドレスと、モジュールによって実行されることになる動作の表示と、モジュールが動作を実行することを開始する開始時間とを備えていてもよい。

40

【0 0 0 5】

[0 0 0 4]

異なるモジュールによって実行される動作は、互いに同期しなければならにことが多く、例えば、荷電粒子ビームレットの変調は、ウェーハの表面にわたるビームレットの走査と同期しなければならず、これらの動作は、ウェーハステージの移動と同期しなければならない。リソグラフィ装置のパターン解像度が増加し、荷電粒子ビームレットの数が増加するにつれて、動作のこの同期に必要とされる精度はより高くなる。

【0 0 0 6】

[0 0 0 5]

先行技術のシステムでは、制御装置とサブシステムはそれぞれ、同期されるクロック回

50

路を含んでいる。例えば、特許公開US 2010/0001770 A1は、マスタークロック112、122を有する第1のノード10、12と、スレーブクロック22を有する第2のノード20とを備えるシステムを開示している。マスタークロックとスレーブクロックの時間ベースは、第1のノード中の同期システム13と第2のノード中のスレーブクロック時間ベース制御装置21とを使用して同期される。第1のノードと第2のノードによって動作を開始することは、マスタークロックとスレーブクロックをそれぞれ参照することにより実行される。しかしながら、クロック回路の、および、これらの同期の精度要件の増加は、より複雑で、コストのかかる解決法を必要とする。

【発明の概要】

【0007】

10

[0006]

本発明は、リソグラフィ装置における1つ以上のモジュールによって、それぞれの1つ以上の動作を実行するために、特に開始するために、向上した精度を提供することを目的としている。

【0008】

[0007]

本発明の1つの態様にしたがって、リソグラフィデバイスにおける1つ以上のモジュール中の1つ以上の動作を開始することを制御するための方法およびシステムを提供する。1つ以上のモジュールは、ネットワークを通して制御装置に接続されることができる。

【0009】

20

[0008]

1つの態様において、本発明は、第1の時間ベース中の第1の開始時間値で、第1のモジュール中の第1の動作を初期化するための方法を備え、方法は、クロック信号を発生させることと、クロック信号に基づいて、第1のモジュール中で第2の時間ベースを発生させることと、第2の時間ベース中の第2の同期値を決定することと、第2の時間ベース中の第2の同期値に対応する第1の時間ベース中の第1の同期値を決定することと、第1の時間ベース中の第1の同期値と開始時間値とに基づいて、第2の時間ベース中の開始トリガ値を決定することと、第1のモジュール中の第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第1のモジュール中の第1の動作を初期化することと、を備えている。

【0010】

30

[0009]

第1の時間ベースは、例えば、日および/または時間および/または分および/または秒およびその細区分で測定される、時間スケールを備えていてもよい。第1の時間ベースは、モジュールのそれぞれの中のクロック回路によって、あるいは、マスタークロックまたは制御装置またはモジュールと通信する他の回路中で、発生してもよい。第1の同期値を決定するステップは、同期信号を発生させることと、第1の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、第1の同期値を決定することとを備えていてもよい。このステップは、同期信号がクロック回路を有するユニットによって受信されるとき、第1の時間ベースを発生させるクロック回路によって示される時間を記憶することを備えていてもよい。

【0011】

40

[0010]

第2の時間ベースは、第1の時間ベースと異なってもよいが、いくつかの実施形態では、これらは同じであってもよい。第1および第2の時間ベースは、共通の時間ベースから動作する必要はなく、これらは、互いに同期する必要ない。第1の時間ベース中の第1の開始時間は、第2の時間ベースを参照すること（または知ること）なく、設定されることができる。

【0012】

[0011]

第2の時間ベースは、クロック信号から発生したカウント値を備えていてもよい。各モジュールは、クロック信号に基づいてカウント値を発生させるためのカウント回路を含ん

50

でいてもよい。第2の同期値は、同期信号の受信によって決定される第2の時間ベース中の値と対応してもよい。第2の時間ベースがカウント値を備えるとき、第2の同期値は、カウント値のリセット値を備えていてもよく、例えば、第2の同期値を決定することは、カウント回路をリセットすることを備えていてもよく、これは、同期信号の受信に基づいて、カウント値を発生させる。第1および第2の同期値を決定するために使用される単一の組み合わせ信号を形成するように、同期信号は、クロック信号と組み合わせられてもよい。

【0013】

[0012]

第1の同期値は同期信号の受信の時間を表す第1の時間ベース中の時間であり、第2の時間ベースは同期信号を受信するとリセットされるカウント値であるとき、第1の同期値は、第2の時間ベース（すなわち、カウント値）がリセットされる（第1の時間ベース中の）時間を示す。このような方法で、第1および第2の時間ベースを同期することができる。

10

【0014】

[0013]

開始トリガ値を決定するステップは、開始時間値と第1の同期値とに基づいて、第1の時間ベース中の相対開始時間を決定することを備えていてもよく、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応する第2の時間ベース中の値である。相対開始時間を決定することは、例えば、開始時間値から第1の同期値を減算することにより、第1の時間ベース中の第1同期値と開始時間値との間の差を計算することを備えていてもよい。開始トリガ値を決定することは、開始時間値と第1の同期値とに基づいて、第1の時間ベース中の相対開始時間を決定することを備えていてもよく、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応する第2の時間ベース中のカウント値に対応する。第2の時間ベースがカウント値であるとき、第2の時間ベースのリセットがカウント値であることから、相対開始時間は、第1の時間ベース中の時間量を表す。

20

【0015】

[0014]

第2の時間ベースがカウント値であるとき、カウント値が開始トリガ値に対応するときに第1の動作は初期化されてもよい。

30

【0016】

[0015]

方法は、第2のモジュール中の第2の動作を開始することをさらに備え、クロック信号に基づいて、第2のモジュール中の第2の時間ベースを発生させることと、第2のモジュール中の第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第2のモジュール中の第2の動作を初期化することとを備えている。第2の時間ベースは、クロック信号から第1および第2のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備えていてもよい。第2の同期値は、第1および第2のモジュールのそれぞれにおけるカウント値のリセットに対応してもよい。方法は、第3のモジュール中の第3の動作を開始することをさらに備え、クロック信号に基づいて、第3のモジュール中の第2の時間ベースを発生させることと、第3のモジュール中の第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第3のモジュール中の第3の動作を初期化することとを備えている。

40

【0017】

[0016]

リソグラフィシステムに適用されるとき、第1のモジュールは、ステージ制御モジュールを備えていてもよく、第1の動作は、走査の間、ステージの予め定められた移動を備えていてもよく、第2のモジュールは、投射光学モジュールを備えていてもよく、第2の動作は、目標の表面にわたるブランピングされていないビームレットの予め定められた走査偏向を備えていてもよく、第3のモジュールは、パターンデータストリーミングモジュールを備えていてもよく、第3の動作は、荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものを

50

ブランキングするために、データの予め定められた一部分のビーム切り替えモジュールへの送信を備えていてもよい。

【 0 0 1 8 】

[0 0 1 7]

第 1 のモジュールは、第 1 のネットワークを介して制御装置に接続されている複数のモジュールのうちの 1 つであってもよく、制御装置は、第 1 のネットワークを介して第 1 の動作を識別する 1 つ以上の命令を第 1 のモジュールに送信してもよい。

【 0 0 1 9 】

[0 0 1 8]

クロック信号は、第 2 のネットワークを介して複数のモジュールに送信されてもよく、第 2 の時間ベースは、カウント値を備えていてもよく、モジュールのそれぞれは、クロック信号からカウント値を別々に発生させてもよい。

10

【 0 0 2 0 】

[0 0 1 9]

第 1 の同期値は、第 1 の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、制御装置によってまたはモジュールによって決定されてもよく、第 2 の同期値は、同期信号の受信によって決定された第 2 の時間ベース中の値で、第 1 のモジュール中に設定される。

【 0 0 2 1 】

[0 0 2 0]

第 1 の同期値は、第 1 の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、第 1 のモジュールによって決定されてもよく、第 2 の同期値は、同期信号の受信によって決定される第 2 の時間ベース中の値で第 1 のモジュール中に設定されてもよい。このような方法で、同期信号は、第 1 および第 2 の時間ベースを同期させるために使用されることができる。クロック信号と同期信号とを組み合わせ、第 2 のネットワークを介して複数のモジュールに送信してもよい。クロック信号と組み合わせクロック信号（すなわち、同期信号を含む）の両方をモジュールに分散してもよく、または、組み合わせクロック信号のみをモジュールに分配してもよい。

20

【 0 0 2 2 】

[0 0 2 1]

制御装置は、開始時間値および開始トリガ値を決定し、第 1 のネットワークを介して開始トリガ値を第 1 のモジュールに送信してもよい。代替的に、制御装置は、開始時間値を決定し、開始時間値を第 1 のネットワークを介して第 1 のモジュールに送信してもよく、第 1 のモジュールは、開始トリガ値を決定する。代替的に、第 1 のモジュールは、開始時間値と開始トリガ値の両方を決定してもよい。別の代替例では、制御装置は、開始時間値と第 1 の同期値とに基づいて、第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定し、相対開始時間を第 1 のモジュールに送信してもよく、第 1 モジュールは、相対開始時間に基づいて開始トリガ値を決定してもよい。

30

【 0 0 2 3 】

[0 0 2 2]

第 1 および第 2 のモジュールは、第 1 のネットワークを介して制御装置に接続されてもよく、制御装置は、開始時間値および / または開始トリガ値を第 1 のモジュールに送信し、開始されることになる第 1 の動作を識別する 1 つ以上の命令を第 1 のネットワークを介して第 1 のモジュールに送信してもよく、制御装置は、開始時間値および / または開始トリガ値と、開始されることになる第 2 の動作を識別する 1 つ以上の命令を第 1 のネットワークを介して第 2 のモジュールにさらに送信してもよい。

40

【 0 0 2 4 】

[0 0 2 3]

別の態様では、本発明は、第 1 の時間ベース中の第 1 の開始時間値で、第 1 のモジュール中の第 1 の動作を初期化するためのシステムを備えている。システムは、クロック信号を発生させるためのクロックと、クロック信号に基づいて、第 1 のモジュール中で第 2 の

50

時間ベースを発生させる手段と、第2の時間ベース中の第2の同期値に対応する第1の時間ベース中の第1の同期値を決定する手段と、第1の時間ベース中の第1の同期値と開始時間値とに基づいて、第2の時間ベース中の開始トリガ値を決定する手段とを備えている。第1のモジュールは、第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第1のモジュール中の第1の動作を初期化する手段を備えている。

【0025】

[0024]

第1の同期値を決定する手段は、第1の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、第1の同期値を決定するように適合され、第2の同期値を決定する手段をさらに備え、第1のモジュールによって、同期信号の受信により決定される第2の時間ベース中の値に対応する第2の同期値を決定するように適合されている。同期信号は、クロック信号と組み合わせられてもよく、(同期信号を含む)組み合わせクロック信号は、第1のモジュールに送信されてもよい。

10

【0026】

[0025]

第2の時間ベースを発生させる手段は、クロック信号からカウント値を発生させるためのカウント回路を備えていてもよい。第2の同期値は、カウント回路のリセット値に対応してもよい。

【0027】

[0026]

開始トリガ値を決定する手段は、開始時間値と第1の同期値とに基づいて、第1の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合されてもよく、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応する第2の時間ベース中の値である。特に、開始トリガ値を決定する手段は、第1の同期値と開始時間値との間の差を計算することにより、相対開始時間を決定するように適合されてもよい。開始トリガ値を決定する手段は、開始時間値と第1の同期値とに基づいて、第1の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合されてもよく、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応する前第2の時間ベース中のカウント値に対応する。

20

【0028】

[0027]

カウント値が開始トリガ値に対応するとき、第1の動作を初期化する手段は、第1の動作を初期化するように適合されてもよい。

30

【0029】

[0028]

第1および第2の時間ベースは、互いに異なっていてもよく、または同じであってもよく、例えば、両方がカウント値であり、または、両方が同じ時間のユニットで測定される。第1の時間ベースは、日および/または時間および/または分および/または秒および/またはその細区分で測定されてもよい。

【0030】

[0029]

システムは、第2のモジュール中の第2の動作を開始するようにさらに適合されてもよく、システムは、クロック信号に基づいて、第2のモジュール中の第2の時間ベースを発生させる手段をさらに備え、第2のモジュールは、第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第2のモジュール中の第2の動作を初期化する手段を備える。このシステムに対して、第2の時間ベースは、クロック信号から第1および第2のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備えていてもよい。第2の同期値は、第1および第2のモジュールのそれぞれにおけるカウント値のリセットに対応してもよい。第1のモジュールは、ステージ制御モジュールを備え、第1の動作は、ステージの予め定められた移動を備え、第2のモジュールは、ビームレット偏向モジュールを備えていてもよく、第2の動作は、ビームレットの予め定められた走査偏向を備えている。

40

50

【 0 0 3 1 】

[0 0 3 0]

システムは、第 3 のモジュール中の第 3 の動作を開始するようにさらに適合されてもよく、システムは、クロック信号に基づいて第 3 のモジュール中で第 2 の時間ベースを発生させる手段をさらに備え、第 3 のモジュールは、第 2 の時間ベース中の開始トリガ値と現在の値とに基づいて、第 3 のモジュール中の第 3 の動作を初期化する手段を備えている。第 1 のモジュールは、ステージ制御モジュールを備えていてもよく、第 1 の動作は、ステージの予め定められた移動を備え、第 2 のモジュールは、ビームレット偏向モジュールを備えていてもよく、第 2 の動作は、ビームレットの予め定められた走査偏向を備えていてもよく、第 3 の動作は、ビーム切り替えモジュールを備えていてもよく、第 3 の動作は、ビームレットをブランキングするための、データの予め定められた一部分の送信を備えている。

10

【 0 0 3 2 】

[0 0 3 1]

第 1 のモジュールは、第 1 のネットワークを介して制御装置に接続されている複数のモジュールのうちの 1 つであってもよく、制御装置は、第 1 のネットワークを介して第 1 の動作を識別する 1 つ以上の命令を第 1 のモジュールに送信する。制御装置は、第 1 のネットワークを介して、第 2 の動作を識別する 1 つ以上の命令を第 2 のモジュールにさらに送信してもよい。クロック信号は、第 2 のネットワークを介して複数のモジュールに送信されてもよい。第 2 の時間ベースは、カウント値を備えていてもよく、モジュールのそれぞれは、クロック信号からカウント値を別々に発生させてもよい。

20

【 0 0 3 3 】

[0 0 3 2]

第 1 の同期値は、第 1 の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、制御装置によって決定されてもよく、第 2 の同期値は、同期信号の受信によって決定される第 2 の時間ベース中の値で第 1 のモジュール中に設定されてもよい。

【 0 0 3 4 】

[0 0 3 3]

第 1 の同期値は、第 1 のモジュールによって、または、第 1 の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて制御装置によって決定されてもよく、第 2 の同期値は、第 1 のモジュールによって同期信号の受信により決定される第 2 の時間ベース内の値で第 1 のモジュール中に設定されてもよい。第 2 の同期値は、それぞれのモジュールの各々によって、同期信号の受信により決定される第 2 の時間ベース内の値で、複数のモジュールのそれぞれにおいて設定されてもよい。

30

【 0 0 3 5 】

[0 0 3 4]

第 1 および第 2 のモジュールは、第 1 のネットワークを介して制御装置に接続されてもよく、制御装置は、開始時間値および/または開始トリガ値と、開始されることになる第 1 の動作を識別する 1 つ以上の命令とを、第 1 のネットワークを介して第 1 のモジュールに送信してもよい。制御装置は、開始時間値および/または開始トリガ値と、開始することになる第 2 の動作を識別する 1 つ以上の命令とを、第 1 のネットワークを介して第 2 のモジュールにさらに送信してもよい。

40

【 0 0 3 6 】

[0 0 3 5]

別の態様では、本発明は、荷電粒子リソグラフィシステムを含み、荷電粒子リソグラフィシステムは、荷電粒子ビームを生成するための荷電粒子ビーム源と、荷電粒子ビームから複数の荷電粒子ビームレットを生成するための開口アレイと、荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングするためのブランキング電極を備えるビームレットブランカアレイを含むビーム切り替えモジュールと、パターンデータをビーム切り替えモジュールに送信するためのパターンデータストリーミングモジュールと、目標の表面にわ

50

たるブランキングされていないビームレットを走査するためのビーム偏向器アレイを含む投射光学モジュールと、目標を運ぶための可動ステージと、可動ステージの移動を制御するためのステージ制御モジュールとを備えている。リソグラフィシステムは、第1のモジュール中の第1の動作を上記で説明したように初期化するように適合されているシステムをさらに備えていてもよく、これは、第2のモジュール中の第2の動作を上記で説明したように、さらに、第3のモジュール中の第3の動作を上記で説明したようにさらに適合されてもよい。第1のモジュールは、ステージ制御モジュールを備えていてもよく、第1の動作は、走査の間、ステージの予め定められた移動を備えていてもよい。第2のモジュールは、投射光学モジュールを備えていてもよく、第2の動作は、目標の表面にわたるブランキングされていないビームレットの予め定められた走査偏向を備えていてもよい。第3のモジュールは、パターンデータストリーミングモジュールを備えていてもよく、第3の動作は、荷電粒子ビームレットの選択されたものをブランキングするための、データの予め定められた一部分のビーム切り替えモジュールへの送信を備えていてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0037】

[0036]

図中に示される実施形態を参照して、本発明のさまざまな態様をさらに説明する。

【図1】[0037] 図1は、荷電粒子リソグラフィシステムの実施形態の簡略化された概略図である。

20

【図2】[0038] 図2は、荷電粒子リソグラフィシステム中のモジュールの構成の簡略化された概略例である。

【図3】[0039] 図3は、荷電粒子リソグラフィシステム中のモジュール間の通信の簡略化された概略例である。

【図4】[0040] 図4は、本発明を実行するのに適したモジュールと通信する制御装置の簡略化された概略例である。

【図5】[0041] 図5は、本発明の実施形態にしたがって、第1の時間ベース中の第1の開始時間値において、モジュール中の動作を初期化する方法を図示したフローチャートである。

【図6】[0042] 図6は、本発明の別の実施形態にしたがって、第1の時間ベース中の第1の開始時間値において、モジュール中の動作を初期化する方法を図示したフローチャートである。

30

【図7】[0043] 図7は、クロック信号と同期信号とを備える組み合わせされたクロック信号の実施形態である。

【図8】[0044] 図8は、本発明にしたがう制御システム中のシグナリングの例示的な例を示している。

【図9】[0045] 図9は、本発明の実施形態にしたがって、マスタークロック信号をデコードし、カウントする、カウントおよびリセット回路の実施形態である。

【図10】[0046] 図10は、本発明にしたがう制御システム中のシグナリングの別の例示的な例を示している。

40

【例示的な実施形態の説明】

【0038】

[0047]

以下は、単に例として、図を参照して挙げられる、本発明のいくつかの実施形態の説明である。

【0039】

[0048]

図1は、荷電粒子リソグラフィシステム1000の実施形態の簡略化された概略図を示している。このようなリソグラフィシステムは、例えば、米国特許番号第6,897,458号、第6,958,804号、第7,019,908号、第7,084,414号、

50

および第7, 129, 502号、米国特許公開番号第2007/0064213号、ならびに同時係属中の米国特許出願シリアル番号第61/031, 573号、第61/031, 594号、第61/045, 243号、第61/055, 839号、第61/058, 596号、および第61/101, 682号に記載されており、これらは、本発明の所有者にすべて譲渡され、その全体が参照によりすべてここに組み込まれている。

【0040】

[0049]

図1に示す実施形態では、リソグラフィシステムは、コリメータレンズシステム1020によって平行にされる拡大荷電粒子ビーム1200を生成する荷電粒子源1010を備えている。平行荷電粒子ビーム1210は、開口アレイ1030上で衝突し、開口アレイ1030はビームの一部を遮断して複数のサブビーム1220を生成し、サブビーム1220は、(ビームレットブランカアレイ1050と一体化して形成される)第2の開口アレイ上で衝突し、非常に多くの荷電粒子ビームレット1220、好ましくは約10,000~1,000,000個のビームレットを生成する。ビームレットは、代替的に、単一の開口アレイから、複数の荷電粒子源から、または、これらの組み合わせから、生成することができる。

【0041】

[0050]

荷電粒子ビームレット1220は、コンデンサレンズアレイ1040を通過し、個々のビームレットを偏向させるために第2の開口アレイの各開口に構成されている非常に多くのブランキング電極を備えているビームブランカアレイ1050の平面において、コンデンサレンズアレイ1040はビームレット1220を集束させる。偏向および非偏向ビームレット1230は、複数の開口を有するビーム停止アレイ1080到達する。ビームブランカアレイ1050とビーム停止アレイ1080は、ビームレット1230を遮断または通過させるように、ともに動作する。ビームレットブランカアレイ1050がビームレットを偏向させる場合、ビームレットはビーム停止アレイ1080中の対応する開口を通過せず、代わりに遮断されるだろう。しかしながら、ビームブランカアレイ1050がビームレットを偏向させない場合、ビームレットはビーム停止アレイ1080中の対応する開口を通過し、目標の表面1300上のビーム偏向器アレイ1090と投射レンズアレイ1100を通る。パターンデータストリーマは、パターンデータをビームレットブランカアレイ1050に送信し、パターンデータは、荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングすることを制御するために、ブランカ電極を通電するデータを備えている。

【0042】

[0051]

ビーム偏向器アレイ1090は、目標の表面1300にわたるビームレットを走査するように、非偏向ビームレットの方向と実質的に垂直であるXおよび/またはY方向に、各非ブランクビームレット1240の偏向を提供する。ビームレット1240は、次に、投射レンズアレイ1100を通過し、目標1300に投射される。投射レンズ構成は、好ましくは、約100から500倍の縮小を提供する。ビームレット1240は、目標を運ぶために可動ステージ1320上に位置付けられている目標1300の表面で衝突し、可動ステージ(1320)の移動は、ステージ制御モジュールによって制御される。

【0043】

[0052]

リソグラフィアプリケーションのために、荷電粒子ビームは、通常電子ビームであり、目標は、通常荷電粒子敏感層または抵抗層が設けられたウェーハを備えている。

【0044】

[0053]

図2は、モジュールリソグラフィシステムの主要要素を図示する簡略化されたブロックダイアグラムを示している。このアプリケーションにおいて、「モジュール」は、リソグ

ラフィシステムのようなより大きなシステム内で協調して動作を実行できる、任意のサブシステムまたはユニットを指す。

【 0 0 4 5 】

[0 0 5 4]

図 2 中に示す実施形態において、サブシステムは、以下を含む。

・荷電粒子ビーム源 1 0 1 0 を含み、オプション的にビーム平行システム 1 0 2 0 も含む照明光学モジュール 2 0 1 0

・開口アレイ 1 0 3 0 を含み、オプション的に、コンデンサレンズアレイ 1 0 4 0 も含む開口アレイモジュール 2 0 2 0

・ビームレットブランカアレイ 1 0 5 0 を含むビーム切り替えモジュール 2 0 3 0

・ビーム偏向器アレイ 1 0 9 0 を含み、オプション的に、ビーム停止アレイ 1 0 8 0 と投射レンズアレイ 1 1 0 0 も含む投射光学モジュール 2 0 4 0

【 0 0 4 6 】

[0 0 5 5]

図 2 中に示す実施形態において、上記のサブシステムは、アラインメント内部サブフレーム 2 0 5 0 とアラインメント外部サブフレーム 2 0 6 0 とを備えるアラインメントフレームから、スラインドインおよびスライドアウトするように設計されている。フレーム 2 0 8 0 は、振動減衰マウント 2 0 7 0 を介して、アラインメントサブフレーム 2 0 5 0 および 2 0 6 0 をサポートする。ウェーハ 1 3 0 0 は、ウェーハテーブル 2 0 9 0 上に置かれ、ウェーハテーブル 2 0 9 0 は、チャック 2 1 0 0 上に据え付けられている。チャック 2 1 0 0 は、短ストローク 2 1 1 0 と長ストローク 2 1 2 0 のステージ上に位置している。短ストロークと長ストロークステージのそれぞれは、モジュールを形成する。各ステージ 2 1 1 0、2 1 2 0 は、移動動作を実行できる。

【 0 0 4 7 】

[0 0 5 6]

リソグラフィ機は、ミューメタル遮蔽層 2 1 5 0 を含む、真空室 4 0 0 0 で囲まれている。機械は、フレーム部材 2 2 1 0 によってサポートされるベース底板 2 2 0 0 上に置かれている。

【 0 0 4 8 】

[0 0 5 7]

図 3 は、図 1 および 2 にしたがうシステムのような、荷電粒子リソグラフィシステム中のモジュール間の通信の簡略化された概略例である。

【 0 0 4 9 】

[0 0 5 8]

制御装置 1 0 5 は、第 1 の通信ネットワーク 1 1 0 を介して、モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 に接続される。モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 は、リソグラフィシステム中のある動作を実行または制御するために、第 1 の通信ネットワーク 1 1 0 を介して、制御 1 0 0 から命令を受信し、実行できる。

【 0 0 5 0 】

[0 0 5 9]

モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 のうちの 1 つ以上によって実行されることになる 1 つ以上の動作をスケジューリングするように制御装置 1 0 5 は構成され、モジュールのうちの 1 つ以上によって所望の開始時間に動作が開始できる。特に、例えば、複数のモジュールにおいて動作が同時に開始されるように、または、互いに予め定められた一時的な関連を有する異なる時間で、複数のモジュールにおいて動作が開始されるように、動作の開始の時間を複数のモジュールにおいて調整してもよい。さらに、例えば、第 2 の動作が第 2 のモジュールによって開始されると同時に第 1 のモジュールによって第 1 の動作が開始されるように、または、互いに予め定められた一時的な関連を有する異なる時間で、第 1 および第 2 の動作が第 1 および第 2 のモジュールによって開始されるように、異なるモジュールにおける異なる動作の開始の時間を調整してもよい。

【 0 0 5 1 】

[0 0 6 0]

この実施形態では、モジュール 1 2 0 は、パターンデータをビームレットブランカアレイ 1 0 5 0 に送信するように適合されているパターンデータストリーマである。ブランカアレイ 1 0 5 0 の非常に多くのブランキング電極を切り替えて、各ビームレットをブランキングするまたは通過させるための高周波数直列信号であるブランカ信号 1 0 5 1 を、モジュール 1 2 0 からの出力は備えている。モジュール 1 3 0 は、ビーム偏向器アレイ 1 0 9 0 の制御のためのモジュールである。モジュール 1 3 0 からの出力は、偏向電圧信号 1 0 9 1 を備えており、偏向電圧信号 1 0 9 1 は、ブランキングされていないビームレットの偏向を制御して、点線 2 0 4 3、2 0 4 4 によって示される偏向領域を通して、ウェーハ 2 0 4 6 の表面にわたるビームレットを走査し、露光パターン 2 0 4 5 がウェーハ 2 0 4 6 上に形成される。モジュール 1 4 0 は、ウェーハ 2 0 4 6 が位置付けられるステージ 2 0 4 7 の移動を制御するためのモジュールである。各走査の間に、ウェーハ 2 0 4 6 は、偏向方向 2 0 3 9 に（おおよそ）垂直な方向 2 0 4 9 に継続的に移動してもよい（さらなる偏向器がこの連続的な移動を補うように動作することができる）。モジュール 1 4 0 からの出力は、ステージ 2 0 4 7 を移動するためのステージ駆動システムをアクティブ化するための信号を出力する制御装置 2 0 5 1 への移動信号 1 3 2 1 を備えている。

10

【 0 0 5 2 】

[0 0 6 1]

ビームレットを偏向させる、ブランキングされていないビームレットを偏向させる、および、ステージを移動する動作は、オーバーレイエラーを最小化するために正確に調整する必要がある。モジュール 1 2 0 からのブランカ信号 1 0 5 1 は、モジュール 1 3 0 からの偏向電圧信号 1 0 9 1 およびモジュール 1 4 0 からの移動信号 1 3 2 1 と正確に合わせなければならない。各走査の間に、ウェーハ上に所望のパターンを形成するために、各ビームレットはブランキングされなければならない、または、まさに走査偏向およびステージ移動がウェーハ上の特定の位置にビームレットを配置するとき、各ビームレットはブランキングされてはならない。非常に多くのビームレットがあるとき、必要とされる精度はより厳しくなる。例えば、百万個のビームレットがある場合、ブランカ信号 1 0 5 1 は、百万個のパルスを送信して、短い時間期間で百万個のビームレットのブランキングを制御しなければならない、すべて、偏向電圧信号 1 0 9 1 および移動信号 1 3 2 1 と正確に調整される。各走査の間に、ウェーハ上に所望のパターンを形成するために、各ビームレットは、走査偏向およびステージ移動がウェーハ上の特定の位置にビームレットを配置するときの正確な時間において、ブランキングされなければならない、あるいはされてはならない。これは、モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 の間の正確な調整を必要とする。走査の開始において、モジュール 1 2 0 におけるビームレットブランキング動作とモジュール 1 3 0 におけるビームレット偏向動作とモジュール 1 4 0 におけるステージ移動動作はすべて、ブランカ信号 1 0 5 1 を偏向電圧信号 1 0 9 1 と移動信号 1 3 2 1 と合わせるように正確に調整されたタイミングで開始されなければならない。

20

30

【 0 0 5 3 】

[0 0 6 2]

図 4 は、本発明を実現するのに適切なモジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 と通信する制御装置 1 0 5 を有するシステム 1 0 0 の簡略化された概略例である。モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 と通信する制御装置 1 0 5 は、図 3 を参照して上記で説明した動作を実行してもよいが、これらは、代わりに、または追加的に、リソグラフィシステム中の他の動作を実行してもよい、または、完全に異なる動作を行うために、リソグラフィシステム以外のシステムに適用されてもよい。

40

【 0 0 5 4 】

[0 0 6 3]

制御装置 1 0 5 は、第 1 の通信ネットワーク 1 1 0 を介して、1 つ以上のモジュール 1 5 0 に接続される。制御装置 1 0 5 は、個々のモジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0（集合

50

的に 150) によって実行または制御される動作を制御してスケジューリングするように構成され、モジュール 150 は、第 1 の通信ネットワーク 110 を介して制御装置 105 からの命令を受信して実行できる。この文脈では、動作をスケジューリングすることは、動作の実行を開始するためにモジュールの開始時間を指定することを備えている。示した実施形態は、3 つのモジュール 120、130、140 を含むが、より少ないまたはより多い数のモジュールを制御装置に接続してもよい。

【0055】

[0064]

制御装置 105 は、マイクロプロセッサ、マイクロ制御装置、ASIC、フィールドプログラマブルゲートアレイ、あるいは、ソフトウェア、ファームウェアまたはプログラマブルロジックを実行するための類似物のようなプロセッサ 101、ソフトウェア、ファームウェアまたはプログラマブルロジックおよび / またはデータを記憶するためのメモリ 102 を備えている。制御装置 105 は、第 1 の通信ネットワーク 110 を通してメッセージおよびデータを送受信するためのネットワーク通信ユニット 104 も備え、(以下でさらに詳細に説明する) クロックユニット 103 も備えてもよい。

【0056】

[0065]

モジュール 150 は、同様にそれぞれ、マイクロプロセッサ、マイクロ制御装置、ASIC、フィールドプログラマブルゲートアレイ、あるいは、ソフトウェア、ファームウェアまたはプログラマブルロジックを実行するための類似物のようなプロセッサ 121、131、141、ソフトウェア、ファームウェアまたはプログラマブルロジックおよび / またはデータを記憶するためのメモリ 122、132、142、ならびに、第 1 の通信ネットワーク 110 を通してメッセージおよびデータを送受信するためのネットワーク通信ユニット 124、134、144 を備え、(以下でさらに詳細に説明する) クロックユニット 123、133、143 も備えてもよい。

【0057】

[0066]

制御装置 105 は、オペレータ、ホストコンピュータ、または類似物からの入力にしたがって、制御およびスケジューリングを実行してもよい。制御装置に、ディスプレイを含む入力 / 出力ユニットが接続されてもよい。ネットワーク 110 は、モジュール 150 を有する制御装置 105 と接続する。制御装置 105 は、ネットワーク 110 を通してそれぞれのモジュール 150 に命令を送ることができ、モジュール 150 からネットワーク 110 を通して肯定応答およびログ記録メッセージのようなメッセージを受信することができる。ネットワーク 110 は、ワイヤードまたはワイヤレスネットワークであることができ、双方向性であることができ、または、制御装置 105 とモジュール 150 との間で双方向通信を達成するために 2 つの一方方向ネットワークを備えていてもよい。

【0058】

[0067]

システム 100 は、2 つの時間ベースを使用して動作する。第 1 の時間ベースは、相対的または絶対的な時間値あるいは第 1 の時間ベースにしたがう周期的な時間の表示を提供する。第 1 の時間ベースは、好ましくは、モジュール中の動作をスケジューリングするために使用されるスケジューリングシステムに適した時間スケールに基づいており、日および / または時間および / または分および / または秒および / またはその細区分、あるいは、これらの組み合わせのような、人間のオペレータが容易に理解可能な時間スケールとして都合よく選択されてもよい。例えば、第 1 の時間ベースは、時間、分、秒、および、秒の細区分で時間を表すために、hh:mm:ss.sss の形態をとってもよい。第 1 の時間ベースは、動作を実行するための時間の正確な定義を可能にするように設計される。第 1 の時間ベースはまた、好ましくは、他の関連するおよび / または関連しないシステム中で実行される動作とシステム 100 中で実行される動作の間の調整を可能にする。例えば、第 1 の時間ベースは、機械をロードおよびアンロードするウェーハおよびウェーハ

上の他の動作を実行する機械を有するリソグラフィツールの動作を調整するために、製造工場全体にわたって使用される同じ時間ベースであってもよい。

【 0 0 5 9 】

[0 0 6 8]

第 2 の時間ベースはまた、相対的または絶対的な時間値あるいは周期的な時間の表示を提供するが、好ましくは、第 1 の時間ベースとは異なる。第 2 の時間ベースは、モジュールによって実行される動作の正確な調整を可能にするために、時間ベースの複数のモジュールへの分配を可能にするように設計されている。第 2 の時間ベースは、第 1 の時間ベースで規定された動作を実行する時間にしたがって、複数のモジュール間の正確な調整を可能にするように設計されている。1つの実施形態では、第 2 の時間ベースは、高周波数クロック信号から導出されるカウント値である。

10

【 0 0 6 0 】

[0 0 6 9]

1つの実施形態では、制御装置 1 0 5 およびモジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 はそれぞれ、クロックユニット 1 3 0、1 2 3、1 3 3、1 4 3 を有している。クロックユニットは、第 1 の時間ベースにしたがって、相対的または絶対的な時間値あるいは周期的な表示を提供する。制御装置 1 0 5 およびモジュールのクロックユニットは、例えば、同期のための、NTP プロトコルまたは他の適切なプロトコルあるいはアルゴリズムを使用して、互いに同期してもよい。

【 0 0 6 1 】

20

[0 0 7 0]

制御装置 1 0 5 は、それぞれの時間でモジュール 1 5 0 のうちの 1 つ以上によって実行されることになる 1 つ以上の動作をスケジューリングできる。第 1 の時間ベースにしたがって提供される第 1 の開始時間値によって、動作の開始時間を表示することができる。例えば、第 1 の開始時間値 $t_1 = 1\text{ h } 23\text{ m } 45\text{ s } 678\text{ m s}$ で、モジュール 1 2 0 の動作 Y Y Y は、開始することになり、制御装置 1 0 5 は、ネットワーク 1 1 0 を通してモジュール 1 2 0 へのスケジューリング命令として、開始時間 t_1 の表示と組み合わせて、動作 Y Y Y の表示を備える命令を送る。レガシーシステムにおいて、そのクロックユニット 1 2 3 が開始時間 t_1 に対応する時間を示すとき、モジュール 1 2 0 は、動作 Y Y Y を実行することを開始する。

30

【 0 0 6 2 】

[0 0 7 1]

1つの実施形態では、システム 1 0 0 は、それぞれの周期信号 1 1 6 を発生させるマスタークロック 1 1 5 を含んでいる。周期信号 1 1 6 は、第 1 の時間ベースとは異なっているか、または、第 1 の時間ベースと同じ第 2 の時間ベースにしたがって発生する。周期信号 1 1 6 は、周波数、位相または振幅変調された高周波信号、デジタルカウント、マルチレベル信号等のような他の形態をとってもよいが、ここではマスタークロックパルス 1 1 6 と呼ばれる。動作は、受信したマスタークロック信号 1 1 6 にしたがう時間で、モジュール 1 2 0 のうちの 1 つで開始してもよい。1つの実施形態では、マスタークロック信号 1 1 6 は、少なくとも 10 MHz 、好ましくは少なくとも 24 MHz 、より好ましくは少なくとも 49 MHz の周波数を有するクロックである。クロック信号 1 1 6 は、方形波、三角波、正弦波、パルス、または高周波反復信号を送信するのに適した他の何らかの信号であってもよい。マスタークロック 1 1 5 は、信号 1 1 6 を発生させるための発振器回路または同様の回路を備えていてもよく、図 4 の実施形態中のように別個のユニットであってもよく、または、制御装置 1 0 5 中に組み込まれてもよい。

40

【 0 0 6 3 】

[0 0 7 2]

マスタークロック 1 1 5 は、好ましくは、第 1 のネットワーク 1 1 0 とは異なる第 2 のネットワーク 1 1 2 を通して、マスタークロック信号 1 1 6 をモジュール 1 5 0 に分配する。実施形態では、マスタークロック信号 1 1 6 は、第 2 のネットワーク 1 1 2 を通して

50

制御装置 105 にも提供される。第 2 のネットワーク 112 は、好ましくは、マスタークロック信号 116 のモジュール 120 へのいつも再生可能で実質的に等しい分配遅延を提供するように設計される。マスタークロック 115 とモジュール 150 との間のネットワーク 112 を通した伝播遅延は、好ましくは、最小で、一定であり（経時的に変化しないか、ネットワークトラフィック等のような変数に依存する）、すべてのモジュール 150 に対して実質的に同じである（すなわち、異なるモジュールは、実質的に同時にクロック信号 116 を受信する）。第 2 のネットワーク 112 は、ワイヤケーブル、光ファイバ、ワイヤレスリンク、またはこれらの組み合わせによって具現化されてもよい。

【0064】

[0073]

1 つの実施形態では、マスタークロック 115 によって、2 つのマスタークロック信号 116 を提供することができる。

【0065】

[0074]

モジュール 150 に分配されたマスタークロック信号 116 を使用することにより、分配は再生可能であり、経時的に一定であり、各モジュールは、マスタークロック信号 116 を受信し、受信したマスタークロック信号 116 にしたがって、すなわち、第 2 の時間ベースにしたがって決定された瞬間に各モジュールで動作を開始することができる。それぞれのモジュールにおいてマスタークロック信号 116 を受信し処理する時間の差により、または、（結果として、マスタークロック信号 116 のモジュールへのより長い伝播時間となる）より長い接続ワイヤの結果として、マスタークロック信号 116 によって提供されるトリガ時間は正確に同じ時間でなくてもよい。各モジュールにおける受信および処理の差は、結果として、各モジュールにおいて、相対的であるが、一定の偏差となる。その後トリガされる動作の開始は、同じ（再生可能な）偏差を有し、結果として、一定の偏差となる。このような一定の偏差は、例えばオーバーレイエラーに影響を与えない。このような一定の偏差はまた、測定され、補われてもよい。

【0066】

[0075]

方形波を備える例示的なマスタークロック信号 116 を図 7 に示す。マスタークロック信号 116 に対して、モジュール 150 によって動作を開始するためのトリガとして使用されてもよいトリガ特性が規定される。例えば、方形波マスタークロック信号のトリガ特性は、クロックエッジ、すなわち、立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジの両方であってもよい。例えば、信号の期間毎に一度発生するトリガ特性を有する 10 MHz クロック信号は、結果として、連続するトリガ特性を受信する間の 100 ナノ秒の期間となる。高精度方形波信号の立ち上がりエッジは、非常に正確なトリガポイントを提供することができ、これは、約 1000 倍の係数で 10 MHz クロック信号から導出されるトリガの解像度を増加させることができ、結果として、トリガ特性のサブナノ秒精度をもたらす。

【0067】

[0076]

1 つの実施形態では、トリガ特性は、各モジュール、例えばメモリ 122、132、142 中に提供される。別の実施形態では、トリガ特性は、制御装置 105 またはマスタークロック 115 からモジュール 150 に送られる。さらに別の実施形態では、トリガ特性は制御装置 105 に提供される。ナノ秒の精度を可能にすることもできる他の異なるトリガ特性を使用してもよい。

【0068】

[0077]

トリガ特性と組み合わせたマスタークロック信号 116 は、第 2 の時間ベースを提供する。第 2 の時間ベースは、好ましくは、モジュール 150 中の動作を開始するための所望の精度と少なくとも同じ時間精度を有する高精度の時間ベースである。マスタークロック

10

20

30

40

50

信号 1 1 6 およびトリガ特性は、モジュール 1 5 0 中の動作の、好ましくはナノ秒、好ましくはサブナノ秒の、（相対）同期を可能にする。トリガ特性およびマスタークロック 1 1 5 を、レガシーシステムに追加することができ、結果として、好ましくはモジュールのみにおける、いくつかの余分な接続といくつかの小さなソフトウェア適合のみをもたらし、結果として、リソグラフィ装置中の動作の同期化における精度の増加をもたらすことに留意すべきである。

【 0 0 6 9 】

[0 0 7 8]

例えば、適切なカウント回路を使用して、マスタークロック信号 1 1 6 中のトリガ特性のすべての発生がカウントされる場合、カウント数が第 2 の時間ベースとなることができる。各モジュール 1 5 0 には、カウント回路 1 3 5、1 3 5、1 4 5、が設けられてもよい。本発明の範囲内で明らかに、第 2 の時間ベースを提供する多くの異なる形態を提供することができる。

10

【 0 0 7 0 】

[0 0 7 9]

さらなる実施形態では、トリガ特性は、マスタークロック信号 1 1 6 の周波数も備えている。マスタークロック信号 1 1 6 の周波数が既知であるとき、モジュール 1 5 0 は、第 1 の時間ベース中の開始時間を、第 2 の時間ベース中の開始時間に変換できる。

【 0 0 7 1 】

[0 0 8 0]

さらなる実施形態では、モジュール 1 5 0 中の第 2 の時間ベースの同期化は、モジュール 1 5 0 に分配される同期化（「同期」）信号を使用して達成することができる。1 つの実施形態では、同期信号を検出し、各モジュール中の第 2 の時間ベースをリセットするために、リセットユニット 1 2 6、1 3 6、1 4 6 が各モジュール中に設けられている。1 つの実施形態では、各モジュール中のリセットユニットは、同期信号の検出の際に、各モジュール中で、それぞれのカウント回路 1 2 5、1 3 5、1 4 5 をリセットするように構成されている。

20

【 0 0 7 2 】

[0 0 8 1]

1 つの実施形態では、マスタークロック回路 1 1 5 によって同期信号が発生し、第 2 の通信ネットワーク 1 1 2 を介して各モジュールに分配される。代替的に、同期信号は、別個のユニットによって発生してもよい。同期信号は、マスタークロック信号 1 1 6 中で偏差（deviation）の形をとってもよい。偏差は、第 2 のネットワーク 1 1 2 を通してクロック信号 1 1 6 と共に送られ、各モジュール中のリセットユニット 1 2 6、1 3 6、1 4 6 によって、偏差が受信され認識されるとき、各モジュール中のリセットカウント回路 1 2 5、1 3 5、1 4 5 は、ゼロ値にリセットされてもよい。

30

【 0 0 7 3 】

[0 0 8 2]

システム 1 0 0 の動作を、図 5 および 6 で描いた実施形態に関連してさらに説明する。第 1 の時間ベース中の第 1 の開始時間値で、モジュール 1 5 0 の 1 つ以上における第 1 の動作を初期化するための 1 つの方法を図 5 中に図示し、以下で説明する。方法は、クロック信号 1 1 6 を発生させることを備えている（図 5 中のステップ 4 0 2）。上記で説明したように、クロック信号は、マスタークロック回路 1 1 5 によって発生し、モジュール 1 5 0 に分配され、これは、第 2 の通信ネットワーク 1 1 2 を介して達成されてもよい。クロック信号 1 1 6 に基づいて、ここでは第 2 の時間ベースとして呼ばれる時間ベースがモジュール 1 5 0 中で発生する（ステップ 4 0 3）。例えば、第 2 の時間ベースは、モジュール 1 2 0、1 3 0、1 4 0 のそれぞれのカウント回路 1 2 5、1 3 5、1 4 5 中のクロック信号から発生するカウント値であってもよい。

40

【 0 0 7 4 】

[0 0 8 3]

50

(「同期値」と呼ばれる)同期化値を発生し、モジュール150に分配する(ステップ404)。上記で説明したように、同期信号はまた、マスタクロック回路115によって発生してもよく、第2の通信ネットワーク112を介してモジュール150に分配されてもよい。

【0075】

[0084]

同期信号は、組み合わせ信号118を形成するために、図7中に示す例によって図示するように、クロック信号116と組み合わせられてもよい。この例では、方形波クロック信号116がマスタクロック115によって提供され、第2のネットワーク112を通してモジュール150に送られる。n番目のサイクルの後、信号中に偏差117が生じ、このケースでは、クロック信号116は、完全なクロックサイクルに対して「低い」ままである。この偏差は、同期信号117であり、これは、クロック信号116の一部として現れ、したがって、組み合わせ信号118中のクロック信号とともにモジュール150に分配される。

【0076】

[0085]

第1の同期値および第2の同期値が決定される。第2の同期値は、第2の時間ベース中で決定される(ステップ405)。1つの実施形態において、第2の同期値は、第2の時間ベースのリセット値である。第2の時間ベースがカウント値である場合、第2の同期値は、予め定められたカウント値、例えばゼロカウント値であってもよい。これは、各モジュール120、130、140に対するリセット回路126、136、146を構成して同期信号117を検出し、同期信号117を検出する結果としてモジュールのカウント回路125、135、145をリセットすることによって達成することができる。図7中に例が図示されている。第2の時間ベースに対するトリガ値が、クロック信号の立ち上がりエッジである、例えば、各モジュールのカウンタ125、135、145が、立ち上がりエッジをカウントする場合、カウント値(第2の時間ベース)は、示すように、同期信号117が受信されるときに各クロックサイクルをNまで1ずつ増加させるだろう。次に、カウンタは、リセットし、同期信号を受信した後に初期値から再びカウントアップし始める。このような方法で、第2の同期値は、同期信号117を受信することによって決定される第2の時間ベース中の値に対応する。

【0077】

[0086]

第1の同期値は、第1の時間ベース中で決定される(ステップ406)。第1の時間ベースは、第2の時間ベースとは異なり、上記で説明したように、第1の時間ベースは、時間および/または分および/または秒および/またはその細区分部分で測定されてもよい。第1の時間ベース中の第1の同期値は、第2の時間ベース中の第2の同期値に対応し、すなわち、これらは、同じ瞬間を表す。第1の同期値は、第1の時間ベース中の同期信号117の受信時間に応じて決定されてもよい。

【0078】

[0087]

次に、第1の時間ベース中の第1の同期値と開始時間値とに基づいて、第2の時間ベース中の開始トリガ値が決定される(ステップ410)。開始トリガ値は、開始時間値と第1の同期値とに基づいて、第1の時間ベース中の相対開始時間を決定することによって決定されてもよい。例えば、相対開始時間は、第1の時間ベース中の第1の同期値と開始時間値との間の差として計算されてもよい。したがって、同期の瞬間は第1の同期値によって表されることから、相対開始時間は、経過した時間として表される開始時間を表す。この例では、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応する第2の時間ベース中の値である。

【0079】

[0088]

10

20

30

40

50

第2の時間ベースがカウント値を備える場合には、開始トリガ値は、第1の時間ベース中の相対開始時間に対応するカウント値に対応する。例えば、相対開始時間が第1の時間ベースで10.5秒であり、第2の時間ベースは、10MHzクロック信号の立ち上がりエッジを使用するカウント値である場合、相対開始時間は、10,500,000のカウント値に対応し、このカウントは、開始トリガ値を形成する。

【0080】

[0089]

次に、関連モジュール中の第2の時間ベースの開始トリガ値と現在の値とに基づいて、モジュール150のうちの1つ以上において、第1の動作が初期化される(ステップ411)。例えば、関連モジュール内のカウント回路のカウント値が、開始トリガ値と同じであるとき、第1の動作は、初期化されてもよい。

10

【0081】

[0090]

第1の時間ベース中の第1の開始時間値で、モジュール150のうちの1つ以上における第1の動作を初期化するための別の方法を図6中に図示し、以下に説明する。この第2の方法は、図5に関して上記で説明した方法と同じ一般的な手順にしたがっており、上記の説明は、図6の方法に対しても適用されるが、以下に説明するようないくつかのバリエーションを有する。ステップ520は、制御装置105によって実行され、ステップ522は、関連するモジュールによって実行されるが、以下に説明するように、いくつかのバリエーションがあってもよい。

20

【0082】

[0091]

クロック信号116が発生され、第2のネットワーク112を介してモジュール150に分配される(図6中のステップ502、図5中のステップ402と同等)。リセット(同期)信号117を発生し、モジュール150に分配する(ステップ504、ステップ404と同等)。

【0083】

[0092]

リセット信号117を受信すると、制御装置105は、リセット時間 t_0 を決定し(ステップ506、ステップ406と同等)、リセット時間 t_0 は、第1の時間ベースにしたがうリセット時間を示す値または信号である。例えば、第1の時間ベースが標準24時間のクロック時間である場合、リセット時間 t_0 は、第1の時間ベース中の時間、分、および、秒で、12:00:00.0000に対応してもよい。制御装置105は、例えば、制御装置105によってリセット信号117が検出されたとき、時間値を記憶することによって、第1の時間ベースにしたがうリセット時間 t_0 への(第2の時間ベースにしたがう信号または値である)リセット信号117を検出してよい。代替的に、リセット時間 t_0 は、最初に決定されることができ、リセット信号117は、リセット時間 t_0 に対応するときに、マスタクロック115によって(または制御装置105によって)送られる。

30

【0084】

[0093]

制御装置105は、リセット時間 t_0 をモジュール150に送り(ステップ507)、モジュール150は、リセット時間 t_0 をこれらのメモリに記憶してもよい。代替的に、制御装置105は、以下で説明するように、リセット時間 t_0 の代わりに(またはリセット時間 t_0 に加えて)トリガ値を決定して、モジュール150のうちの1つ以上に送ってもよい。リセット時間 t_0 は、すべてのモジュール150にまたはモジュールのサブセットに送られてもよく、例えば、以下で説明する動作をスケジューリングするために、別々のメッセージとして、または、命令の一部として、送られてもよい。

40

【0085】

[0094]

50

制御装置 105 は、開始時間 t_1 を決定し、開始時間 t_1 は、モジュール 150 のうちの 1 つ以上で動作を開始するための、第 1 の時間ベースにしたがう値または信号である（ステップ 508、ステップ 408 と同等）。例えば、第 1 の時間ベースが標準 24 時間のクロック時間である場合、開始時間 t_1 は、第 1 の時間ベース中の 12:00:08.5000、例えば、正確には、12:00:00.0000 のリセット時間 t_0 の後の 8.5 秒に対応してもよい。制御装置は、予め定められた動作スケジュールから、ホストコンピュータシステムの入力から、オペレータの入力から、または、別のソースから、開始時間 t_1 を決定してもよい。

【0086】

[0095]

制御装置 105 は、命令を送り（ステップ 509）、命令は、開始時間 t_1 で動作を開始するようにこれらのモジュールに命令するように、モジュール 150 のうちの 1 つ以上の関連サブセットにアドレス指定されてもよい。制御装置 105 は、それぞれ同じ開始時間 t_1 を示す異なる命令を送ってもよく、異なるモジュールが同じ開始時間 t_1 で異なる動作を開始するように命令されることができるよう、命令は異なるモジュール 150 に送られる。このような方法で、同じ開始時間から開始するように、異なる動作を異なるモジュール 150 で開始できる。モジュール 150 は、これらのメモリ中に開始時間 t_1 を記憶してもよい。

【0087】

[0096]

モジュール 150 は、クロック信号 116 を受信し、各モジュール中のカウント回路 125、135、145 は、クロック信号と関連トリガ特性にしたがってこれらのカウント値をインクリメントする（ステップ 503、ステップ 403 と同等）。モジュール 150 は、リセット信号 117 も受信し、各モジュール中のリセット回路 126、136、146 は、各モジュール中のカウント値のリセットをもたらし（ステップ 505、ステップ 405 と同等）。第 1 および第 2 の時間ベースが互いに同期され、第 1 の時間ベース中の開始時間を第 2 の時間ベース中のトリガ値に変換できるように、制御装置 105 中の第 1 の時間ベースをリセットするために使用される同じリセット信号に基づいて、これは、各モジュール 10 中の第 2 の時間ベース（すなわち、各モジュール中のカウント値）をリセットする。

【0088】

[0097]

モジュール 150 は、第 1 の時間ベースにしたがう受信した開始時間 t_1 を、開始トリガとして動作する第 2 の時間ベースにしたがう値または信号に変換する（ステップ 510、ステップ 410 と同等）。開始トリガは、好ましくは、リセット信号 117 またはリセット時間 t_0 に関連して決定される。例えば、第 1 の時間ベースが標準 24 時間であり、第 2 の時間ベースがカウント値である場合、および、開始時間 t_1 はリセット時間 t_0 の後の 8.5 秒の時間を示す場合、開始時間 t_1 を示す命令によって指定される各モジュールは、リセット時間 t_0 から 8.5 秒経過したとき、モジュールのカウンタによって蓄積されるであろうカウント値を計算する。

【0089】

[0098]

1 つの代替実施形態では、制御装置 105 自体は、第 1 の時間ベース中の開始時間 t_1 に対応する第 2 の時間ベース中の開始トリガ値 t_2 を決定し、命令中の開始トリガを関連モジュール 120 に送る。この実施形態では、第 1 の時間ベースから第 2 の時間ベースへの変換は、制御装置 105 において実行され、モジュールには、第 2 の時間ベースにしたがう開始トリガ値 t_2 のみが提供される。

【0090】

[0099]

関連する 1 つ以上のモジュール 150（すなわち、開始時間 t_1 において動作を開始す

10

20

30

40

50

るように命令が指定されたこれらのモジュール)は、開始トリガ値 t_2 に対応するカウント値を累積するようにカウント回路を待ち、制御装置 105 から受信した命令にしたがう関連動作を開始する(ステップ 511、ステップ 411 と同等)。

【0091】

[00100]

リセット時間 t_0 、開始時間 t_1 、および/または開始トリガ t_2 は、1つ以上のモジュール中で動作をスケジューリングまたは実行するように、命令の一部としてまたは命令とは別々に送られることができる。

【0092】

[00101]

組み合わせクロックおよび同期信号 118 の別の実施形態が、図 8 中に図示されている。パルスの形態のクロック信号 116 および同期(リセット)信号 117 は、組み合わせクロック/同期信号 118 を発生させるために、XOR 演算を使用して組み合わせられる。XOR 組み合わせは、結果として 201 および 202 における反復クロック信号の偏差となる。信号 118 は、点線で概略的に示すように、ネットワーク 112 を通して送信される。モジュール 120 で受信したようなコード化された同期/リセット信号を含む、クロック信号 116a およびコード化された組み合わせ信号 118a は、処理および/または送信遅延により、相対的な量シフトされる。しかしながら、この遅延は、大部分は相対的で再現可能である。さらに、第 2 のネットワーク 112 は、クロック信号のモジュール 150 への送信遅延がモジュール間で類似するように設計されることが好ましく、モジュールは類似クロック処理遅延を経験するように類似して設計されることが好ましい。

【0093】

[00102]

1つの実施形態では、クロック信号 116 と組み合わせクロック/同期信号 118 の両方が、第 2 のネットワーク 112 を通してモジュール 150 に提供される。組み合わせカウントおよびリセット回路 235 の 1つの実施形態が図 9 中に示されている。この回路 235 は、モジュール 150 についてのカウント回路 125、135、145、および、リセット回路 126、136、146 を形成してもよく、制御装置 105 中にも含まれてもよい。回路 235 は、D-フリップフロップ 242 とカウンタ 245 とを備えている。カウンタ 245 は、クロック信号 116 を受信し、カウント値 250 を発生させ、カウント値 250 は、それぞれのモジュール 150 のプロセッサ 121、131、141 への入力であってもよい。D-フリップフロップ 242 は、(アクティブロー入力に接続されている)クロック信号 116 と組み合わせクロック/同期信号 118 の両方を受信し、信号 243 とカウントリセット信号 244 とを発生させ、これは、ログ記録のために使用されてもよい。カウンタリセット信号 244 は、カウンタ 245 の入力に接続され、結果として、クロック信号 116 中で偏差が発生する場合にカウンタのリセットをもたらす。

【0094】

[00103]

図 6 中に示すように、ティック数(tick number) 220 は、メトロノーム信号 210 の例示的な番号付けを示す。

【0095】

[00104]

1つの実施形態では、制御装置 105 は、マスタークロック 115 にリセット命令を送るように構成され、これは、以下で説明されるが、図 10 中に図示するようなリセット手順を実行する。

【0096】

[00105]

1つの実施形態では、マスタークロック 115 は、第 1 の時間ベースにしたがうクロック回路 118 を有している。これは、マスタークロック 115 が、第 1 の時間ベース中のリセット時間 t_0 を計算し、これをモジュール 120、130 に送り、第 1 の時間ベース

10

20

30

40

50

中のどの時間にリセットが実行されたか示すことができるようにする。

【 0 0 9 7 】

[0 0 1 0 6]

時間 3 0 2 において、リセット要求が送られ、リセット手順 3 0 3 が実行される。マスタークロック 1 1 5 は、第 1 の時間ベース中のリセット時間 $t_0 = 13 : 00 : 01 . 326$ (時間 : 分 : 秒) で、リセット信号をモジュール 1 2 0、1 3 0 に送る。リセット手順 3 0 3 の一部として、リセット時間がログ記録され、モジュール 1 2 0、1 3 0 に提供されてもよい。それぞれのモジュール 1 2 0、1 3 0 中のカウント回路 1 2 5、1 3 5 は、リセット信号を受信するとリセットされる。

【 0 0 9 8 】

[0 0 1 0 7]

動作 3 1 6 は、モジュール 1 2 0 によって実行されることになり、異なる動作 3 2 6 は、モジュール 1 3 0 によって実行されることになり、両方の動作は第 1 の時間ベース中の時間 $t_1 = 13 : 00 : 05 . 000$ の時間で開始する。この第 1 の開始時間は、それぞれの時間 t_{prep} を消費する、それぞれのモジュール 1 2 0、1 3 0 中のそれぞれの準備動作 3 1 5、3 2 5 を実行するのに必要とされる時間を考慮して、制御装置 1 0 5 によって計算され、提供されることができる。

【 0 0 9 9 】

[0 0 1 0 8]

この例では、マスタークロック信号 1 1 6 は、1 / 1 4 G H z の周波数を有する。開始時間 t_1 は、リセット時間 t_0 の 3 . 6 7 4 秒後であることから、カウント回路 1 1 8 はマスタークロック信号 1 1 6 の周期毎にカウントし、第 2 の時間ベース中の開始トリガ値 t_2 を計算して、モジュール 1 2 0、1 3 0 に送ることができる。

【 0 1 0 0 】

[0 0 1 0 9]

1 つの実施形態において、開始トリガ値は、ある制約によって制限される。1 つの例では、開始トリガ値は、5 で割ることができるカウントのみをとることができる。この例では、開始時間 t_1 - リセット時間 $t_0 = 3 . 6 7 4$ 秒であり、これは、時間 t_2 の開始トリガ値 = 2 6 2 , 4 2 8 , 5 7 5 カウントに対応する。開始トリガ値 t_2 は、第 1 時間ベース中の開始時間 t_1 と同じ瞬間に対応する。モジュール 1 2 0 のカウント回路 1 2 5 のカウント値 3 1 9 が、リセット時間 t_0 の後、2 6 2 , 4 2 8 , 5 7 5 (開始時間 t_1 の後の最初のこのようなカウント) に達するとき、動作 3 1 6 は、モジュール 1 2 0 中で開始する。モジュール 1 3 0 のカウント回路 1 3 5 のカウント値 3 2 9 が、リセット時間 t_0 の後 2 6 2 , 4 2 8 , 5 7 5 に達するとき、動作 3 2 6 は、モジュール 1 3 0 中で開始される。

【 0 1 0 1 】

[0 0 1 1 0]

動作 3 1 6 および 3 2 6 は、システム中の遅延により正確に同じ瞬間に開始されないかもしれないが、それぞれの動作 3 1 6 および 3 2 6 を開始する際のこのような遅延は、再現可能であり、これは、例えば、リソグラフィプロセス中のオーバーレイエラーを 1 . 5 n m 以下に、好ましくは 1 n m 以下に低減させるだろう。

【 0 1 0 2 】

[0 0 1 1 1]

この実施形態では、マスタークロック 1 1 5 または各モジュール 1 2 0、1 3 0 のいずれかは、第 1 の時間ベース中の開始時間 t_1 を第 2 の時間ベース中の開始トリガ値 t_2 に変換してもよい。1 つの実施形態では、例えば、トリガ (例えば、クロック信号の各立ち上がりエッジ) と組み合わせて、リセット時間および / またはマスタークロック信号 1 1 6 の周波数を考慮することによって、各モジュール 1 2 0、1 3 0 中のプロセッサ 1 2 1、1 3 1 は、開始時間を開始トリガ値に変換してもよい。この変換を実行するためのプロセッサは、代替的に、制御装置 1 0 5 中にまたはシステムの他の場所に設けられてもよい

10

20

30

40

50

。1つの実施形態では、リセット時間 t_0 と開始時間 t_1 (ならびにオプション的にマスタクロック信号 116 の周波数および/またはトリガ特性も) を含む変換命令は、モジュールに送信される命令中に含まれる。1つの実施形態では、各モジュール中のプロセッサは、各モジュールによって必要とされるそれぞれの準備時間開始時間 t_{prep} をさらに考慮して、そのモジュールによって実行されるそれぞれの動作を準備する。

【0103】

[00112]

図10の実施形態では、それぞれの動作316、326の後に各モジュール中のそれぞれのまとめ動作(wrap-up operation)317、327が続く。図10の例は、リソグラフィシステムの制御装置105に対する変更をせずに、別個のモジュール120、130における動作316、326の同期化の精度を増加させる手段を図示している。したがって、先行技術デバイス中のビーム偏向速度が約380mm/sであり、これは、結果として $0.5/0.380\text{ns} = 1.3\text{ns}$ の最大タイミングエラーをもたらすから、0.5nmより低い同期化の結果としてオーバーレイエラーを低減させることが可能である。トリガ特性として立ち上がりエッジを有する1/14GHzのクロック信号を使用して、このような精度を得ることができる。

【0104】

[00113]

本発明の精神および範囲から逸脱することなく、上述したものに加えて、さらなる修正がここで説明した構造および技術になされてもよい。したがって、特定の実施形態について説明してきたが、これらは例にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 第1の時間ベース中の第1の開始時間値で、第1のモジュール中の第1の動作を初期化するための方法であって、

クロック信号を発生させることと、

前記クロック信号に基づいて、前記第1のモジュール中で第2の時間ベースを発生させることと、

前記第2の時間ベース中の第2の同期値を決定することと、

前記第2の時間ベース中の前記第2の同期値に対応する前記第1の時間ベース中の第1の同期値を決定することと、

前記第1の時間ベース中の前記第1の同期値と前記開始時間値とに基づいて、前記第2の時間ベース中の開始トリガ値を決定することと、

前記第1のモジュール中の前記第2の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第1のモジュール中の前記第1の動作を初期化することと、を備える方法。

[2] 前記第2の時間ベースは、前記クロック信号から発生したカウント値を備える、[1]に記載の方法。

[3] 前記第1の同期値を決定することは、同期信号を発生させることと、前記第1の時間ベース中の前記同期信号の受信の時間に応じて、前記第1の同期値を決定することとを備え、

前記第2の同期値は、同期信号の受信によって決定される前記第2の時間ベース中の値に対応する、[1]または[2]に記載の方法。

[4] 前記第1の同期値を決定し、前記第2の同期値を決定するために使用される単一の組み合わせ信号を形成するように、前記同期信号は、クロック信号と組み合わせられる、[3]に記載の方法。

[5] 前記開始トリガ値を決定することは、前記開始時間値と前記第1の同期値とに基づいて、前記第1の時間ベース中の相対開始時間を決定することを備え、

前記開始トリガ値は、前記第1の時間ベース中の前記相対開始時間に対応する前記第2の時間ベース中の値である、[1]から[4]のうちのいずれか1項に記載の方法。

[6] 前記開始トリガ値は、前記第1の時間ベース中の前記相対開始時間に対応する前記第2の時間ベース中のカウント値に対応する、[2]から[5]のうちのいずれか1

10

20

30

40

50

項に記載の方法。

[7] 前記カウント値が前記開始トリガ値に対応するとき、前記第 1 の動作は初期化される、[2] から [6] のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

[8] 前記方法は、第 2 のモジュール中の第 2 の動作を開始することをさらに備え、前記クロック信号に基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースを発生させることと、

前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 2 のモジュール中の前記第 2 の動作を初期化することとを備える、[1] から [7] のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

[9] 前記第 2 の時間ベースは、前記クロック信号から前記第 1 および第 2 のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備える、[8] に記載の方法。

[10] 前記第 2 の同期値は、前記第 1 および第 2 のモジュールのそれぞれにおける前記カウント値のリセットに対応する、[8] または [9] に記載の方法。

[11] 第 1 の時間ベース中の第 1 の開始時間値で、第 1 のモジュール中の第 1 の動作を初期化するためのシステムであって、

クロック信号を発生させるクロックと、

前記クロック信号に基づいて、前記第 1 のモジュール中で第 2 の時間ベースを発生させる手段と、

前記第 2 の時間ベース中の第 2 の同期値に対応する前記第 1 の時間ベース中の第 1 の同期値を決定する手段と、

前記第 1 の時間ベース中の前記第 1 の同期値と前記開始時間値とに基づいて、前記第 2 の時間ベース中の開始トリガ値を決定する手段とを備え、

前記第 1 のモジュールは、前記第 2 の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第 1 のモジュール中の前記第 1 の動作を初期化する手段を備える、システム。

[12] 前記第 2 の時間ベースを発生させる手段は、前記クロック信号からカウント値を発生させるためのカウント回路を備える、[11] に記載のシステム。

[13] 前記第 1 の同期値を決定する手段は、前記第 1 の時間ベース中の同期信号の受信の時間に応じて、前記第 1 の同期値を決定するように適合され、

前記第 2 の同期値を決定する手段をさらに備え、前記第 1 のモジュールによって、同期信号の受信により決定される前記第 2 の時間ベース中の値に対応する前記第 2 の同期値を決定するように適合されている、[11] から [12] のうちのいずれか 1 項に記載のシステム。

[14] 前記第 2 の同期値は、前記カウント回路のリセット値に対応する、[12] から [13] のうちのいずれか 1 項に記載のシステム。

[15] 前記開始トリガ値を決定する手段は、前記開始時間値と前記第 1 の同期値とに基づいて、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合され、

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の前記相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中の値である、[11] から [14] のうちのいずれか 1 項に記載のシステム。

[16] 前記開始トリガ値を決定する手段は、前記開始時間値と前記第 1 の同期値とに基づいて、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間を決定するように適合され、

前記開始トリガ値は、前記第 1 の時間ベース中の相対開始時間に対応する前記第 2 の時間ベース中のカウント値に対応する、[11] から [15] のうちのいずれか 1 項に記載のシステム。

[17] 前記カウント値が前記開始トリガ値に対応するとき、前記第 1 の動作を初期化する手段は、前記第 1 の動作を初期化するように適合されている、[11] から [16] のうちのいずれか 1 項に記載のシステム。

[18] 前記システムは、第 2 のモジュール中の第 2 の動作を開始するようにさらに適合され、

10

20

30

40

50

前記システムは、前記クロック信号に基づいて、前記第2のモジュール中の前記第2の時間ベースを発生させる手段をさらに備え、

前記第2のモジュールは、前記第2の時間ベースの前記開始トリガ値と現在の値とに基づいて、前記第2のモジュール中の前記第2の動作を初期化する手段を備える、[11]から[17]のうちのいずれか1項に記載のシステム。

[19] 前記第2の時間ベースは、前記クロック信号から前記第1および第2のモジュールのそれぞれにおいて発生したカウント値を備える、[18]に記載のシステム。

[20] 前記第1のモジュールは、第1のネットワークを介して制御装置に接続されている複数のモジュールのうちの1つであり、前記制御装置は、前記第1のネットワークを介して前記第1の動作を識別する1つ以上の命令を前記第1のモジュールに送信する、[11]から[19]のうちのいずれか1項に記載のシステム。

10

[21] 荷電粒子リソグラフィシステムであって、

荷電粒子ビームを生成するための荷電粒子ビーム源と、

前記荷電粒子ビームから複数の荷電粒子ビームレットを生成する開口アレイと、

前記荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングするためのブランキング電極を備えるビームレットブランカアレイを含むビーム切り替えモジュールと、

パターンデータを前記ビーム切り替えモジュールに送信するためのパターンデータストリーミングモジュールと、

目標の表面にわたるブランキングされていないビームレットを走査するためのビーム偏向器アレイを含む投射光学モジュールと、

20

前記目標を運ぶための可動ステージと、

前記可動ステージの移動を制御するためのステージ制御モジュールとを備え、

前記システムは、[11]から[20]のうちのいずれか1項にしたがうシステムをさらに備える、荷電粒子リソグラフィシステム。

[22] 前記第1のモジュールは、前記ステージ制御モジュールを備え、前記第1の動作は、走査の間、前記ステージの予め定められた移動を備え、

前記第2のモジュールは、前記投射光学モジュールを備え、前記第2の動作は、前記目標の表面にわたる前記ブランキングされていないビームレットの予め定められた走査偏向を備え、

第3のモジュールは、前記パターンデータストリーミングモジュールを備え、第3の動作は、前記荷電粒子ビームレットのうちの選択されたものをブランキングするため、データの予め定められた一部分の前記ビーム切り替えモジュールへの送信を備える、[21]に記載の荷電粒子リソグラフィシステム。

30

【図 1】

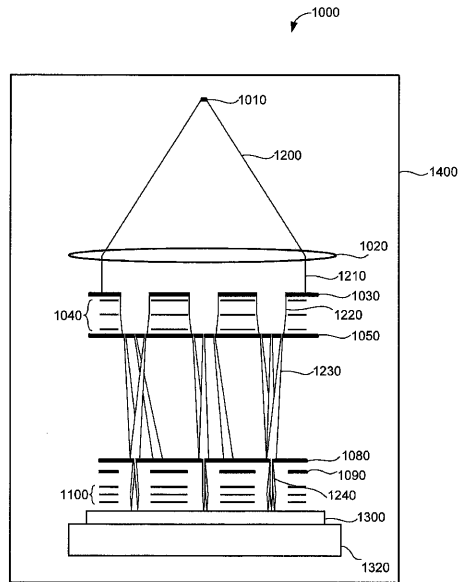


FIG. 1

【図 2】

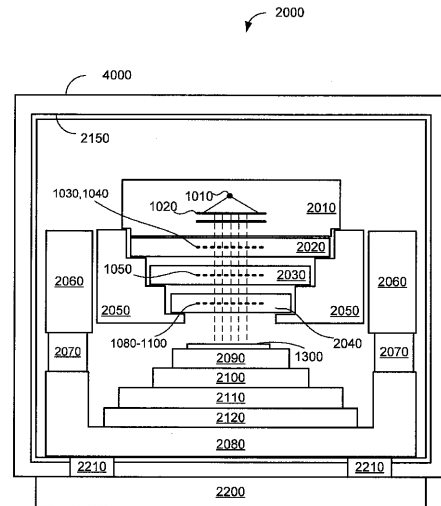


FIG. 2

【図 3】

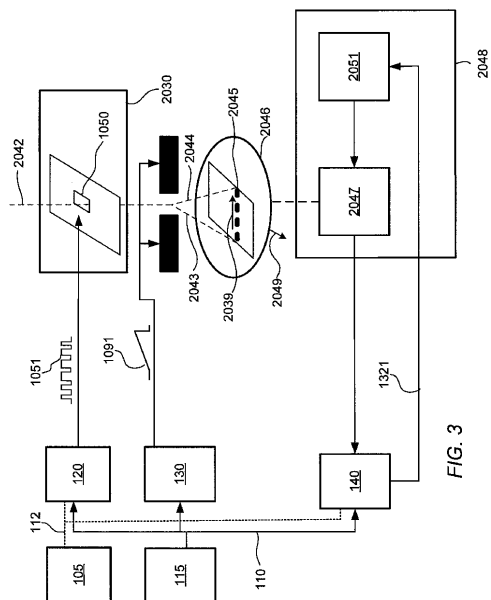


FIG. 3

【図 4】

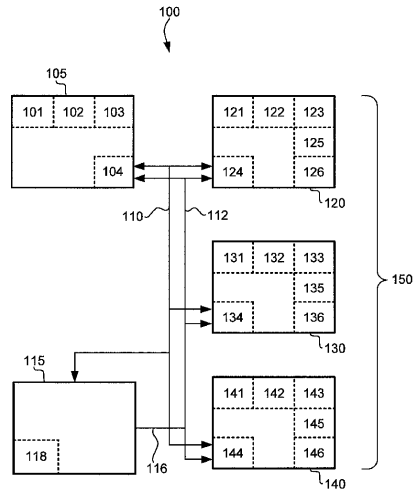


FIG. 4

【図 5】

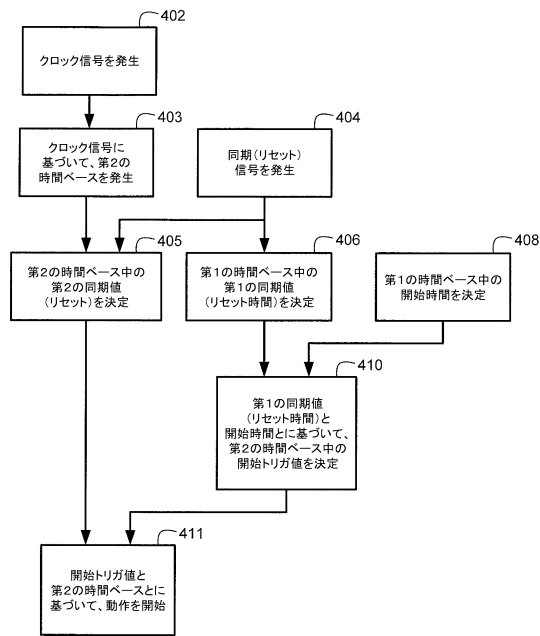


FIG. 5

【図 6】

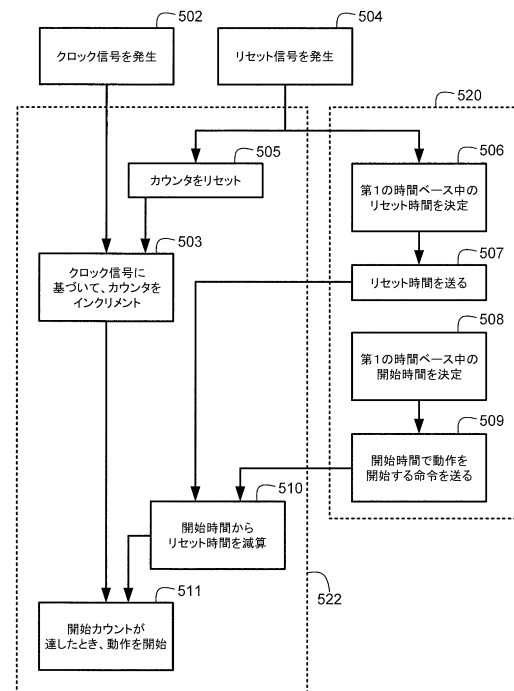


FIG. 6

【図 7】

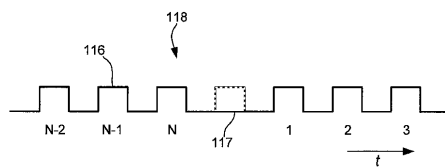


FIG. 7

【図 9】

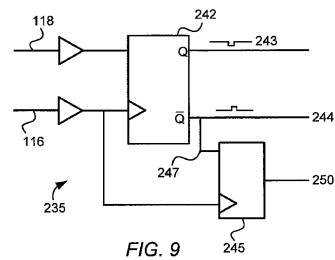


FIG. 9

【図 8】

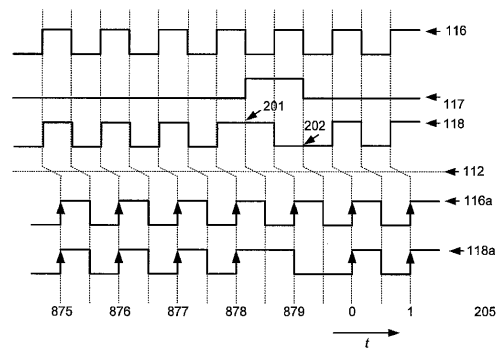


FIG. 8

【図 10】

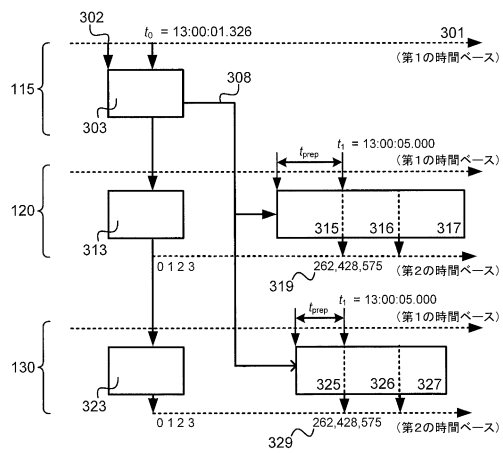


FIG. 10

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 J	37/20	Z
H 0 1 J	37/20	B
H 0 1 J	37/06	Z

(72)発明者 ステーンストラ、ヘルレ・ティエルク
オランダ国、2 6 2 8 エックスケー・デルフト、コンピューターラーン 1 5

審査官 阿部 弘

(56)参考文献 米国特許第0 5 6 6 1 7 0 0 (U S , A)
米国特許出願公開第2 0 1 0 / 0 2 3 5 4 8 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H 0 4 L	7 / 0 0
H 0 4 L	7 / 0 0
H 0 1 J	3 7 / 0 6
H 0 1 J	3 7 / 2 0
H 0 1 J	3 7 / 3 0 5
H 0 1 L	2 1 / 0 2 7