

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5805868号
(P5805868)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int. Cl.	F I
GO3F 7/20 (2006.01)	GO3F 7/20 504
HO1L 21/027 (2006.01)	GO3F 7/20 505
HO1J 37/305 (2006.01)	HO1L 21/30 541U
	HO1L 21/30 541W
	HO1J 37/305 B

請求項の数 27 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-520155 (P2014-520155)	(73) 特許権者	505152479
(86) (22) 出願日	平成24年7月10日 (2012.7.10)		マッパー・リソグラフィー・アイピー・ビー・ブイ
(65) 公表番号	特表2014-521220 (P2014-521220A)		オランダ国、2628 エックステー・デルフト、コンピューターラーン 15
(43) 公表日	平成26年8月25日 (2014.8.25)	(74) 代理人	100108855
(86) 国際出願番号	PCT/NL2012/050494		弁理士 蔵田 昌俊
(87) 国際公開番号	W02013/028066	(74) 代理人	100109830
(87) 国際公開日	平成25年2月28日 (2013.2.28)		弁理士 福原 淑弘
審査請求日	平成27年3月25日 (2015.3.25)	(74) 代理人	100103034
(31) 優先権主張番号	61/506,581		弁理士 野河 信久
(32) 優先日	平成23年7月11日 (2011.7.11)	(74) 代理人	100075672
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 峰 隆司
早期審査対象出願		(74) 代理人	100140176
			弁理士 砂川 克

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターゲットの位置データを格納するためのリソグラフィシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一つ以上の露出ビームを使用してターゲットにパターンを書くためのリソグラフィシステムであり、

前記システムは、フィードバックコントロールシステムを備えており、それは、前記リソグラフィシステム内において前記ターゲットを変位させるためのアクチュエーターと、前記リソグラフィシステム内における前記ターゲットの位置を連続的に測定するための測定システムと、前記測定システムによって測定された位置に基づいて前記アクチュエーターをコントロールするように適合されたコントロールユニットを備えており、前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定することと、前記測定することに基づいて前記アクチュエーターを前記コントロールすることとの間の最大待ち時間として定められた第一の待ち時間を有しており、

前記システムはまた、前記測定された位置を格納するためのストレージシステムを備えており、前記ストレージシステムは、受信バッファーストレージユニットを備えており、前記ストレージシステムは、測定された位置を受信バッファーストレージユニットに格納することとの間の平均待ち時間として定められた第二の待ち時間を有しており、

前記第一の待ち時間は前記第二の待ち時間よりも少なくとも一桁小さく、

前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための単方向コネクションを備えており、前記フィードバックコントロ

ールシステムは、前記ストレージシステムから独立した連続動作に適している、リソグラフィシステム。

【請求項 2】

前記ストレージシステムから前記フィードバックコントロールシステムにはデータまたは信号が送られない、請求項 1 に記載のリソグラフィシステム。

【請求項 3】

前記ストレージシステムは、前記フィードバックコントロールシステムの外部にある、請求項 1 または請求項 2 に記載のリソグラフィシステム。

【請求項 4】

前記単方向コネクションは、ネットワークコネクションを備えている、請求項 1 ~ 3のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。 10

【請求項 5】

マルチプルインプットと少なくとも一つのアウトプットを有しているネットワークスイッチをさらに備えており、前記インプットの少なくとも一つは、前記単方向コネクションを経由して前記フィードバックコントロールシステムに接続されており、前記アウトプットは、前記受信バッファに接続されている、請求項 4 に記載のリソグラフィシステム。

【請求項 6】

前記単方向コネクションは、前記測定システムから前記スイッチへのコネクション、および/または、前記フィードバックコントロールシステムから前記スイッチへのコネクションを備えている、請求項 5 に記載のリソグラフィシステム。 20

【請求項 7】

前記マルチプルインプットの最大データ転送速度の合計は、前記少なくとも一つのアウトプットの最大データ転送速度よりも小さい、請求項 5 または請求項 6 に記載のリソグラフィシステム。

【請求項 8】

前記第一の待ち時間は多くとも 200 マイクロ秒であり、前記第二の待ち時間は少なくとも 2000 マイクロ秒である、請求項 1 ~ 7のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 9】

前記測定システムによって測定された位置は、少なくとも二次元の位置である、請求項 1 ~ 8のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。 30

【請求項 10】

前記単方向コネクションを通して使用者データグラムプロトコルを使用するように適合されている、請求項 1 ~ 9のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 11】

前記ストレージシステムは、ターゲットを開始から終了まで処理するために必要とされる時間の少なくとも継続期間全体のあいだに、前記測定された位置を格納するように適合されている、請求項 1 ~ 10のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 12】

前記位置は、5 kHz 以上のサンプリング周波数で測定される、請求項 1 ~ 11のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。 40

【請求項 13】

前記受信バッファは、前記受信バッファがいっぱいするとき、前記フィードバックコントロールシステムからのデータを破棄するように適合されている、請求項 1 ~ 12のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 14】

前記受信バッファは第一の記憶容量を有しており、前記ストレージユニットは第二の記憶容量を有しており、前記第二の記憶容量は、前記第一の記憶容量よりも少なくとも三桁大きい、請求項 1 ~ 13のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 15】

前記フィードバックコントロールシステムはさらに、前記単方向コネクションを經由して前記ストレージシステムに、コントロールデータ、タイムスタンプ、シーケンス番号、前記コントロールユニットの内部状態のデータ代表およびコントロールユニットタイミングセッティングの一つ以上を送信するように適合されている、請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 1 6】

前記ストレージシステムは、順序の乱れた前記データを受信するように適合されている、請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 1 7】

一つ以上の露出ビームを使用して、ターゲットにパターンを書くための光学カラムを備えており、前記光学カラムは、前記一つ以上の露出ビームを前記ターゲットに合焦させるための合焦アレイを備えている、請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

10

【請求項 1 8】

前記測定システムは干渉計を備えている、請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 1 9】

前記リソグラフィシステム内において前記ターゲットが移動されながら前記パターンを書くように適合されている、請求項 1 ~ 1 8 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

20

【請求項 2 0】

前記一つ以上の露出ビームは、多くの荷電粒子ビームレットを備えている、請求項 1 ~ 1 9 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 2 1】

前記ストレージシステムの前記受信バッファから前記ストレージユニットにデータが送信されるとき、前記ストレージシステムからデータを読むことは、前記フィードバックコントロールシステムの動作に影響を及ぼさない、請求項 1 ~ 2 0 のいずれか一つに記載のリソグラフィシステム。

【請求項 2 2】

リソグラフィシステム内において移動可能なターゲットの位置データを格納する方法であり、前記方法は、

30

前記リソグラフィシステム内における前記ターゲットの位置を連続的に測定するステップと、

前記ターゲットの測定された位置と希望の位置との間のずれを修正するように前記ターゲットの変位を連続的にコントロールするステップを有しており、前記測定することと、前記測定することに基づいて前記アクチュエーターをコントロールすることとの間の最大待ち時間として第一の待ち時間が定められ、前記方法はまた、

ストレージシステム中の前記測定された位置を格納するステップを有しており、測定された位置を受信バッファに受信することと、前記測定された位置を前記ストレージユニットに格納することとの間の平均待ち時間として第二の待ち時間が定められ、

40

前記第一の待ち時間は前記第二の待ち時間よりも少なくとも一桁小さく、

前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための単方向コネクションを備えている、方法。

【請求項 2 3】

前記コントロールすることは、前記格納することと独立しておこなわれる、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

測定された位置は、ターゲットを開始から終了まで処理するために必要とされる時間の少なくとも継続期間全体のあいだに格納される、請求項 2 2 または請求項 2 3 に記載の方法。

50

【請求項 25】

前記フィードバックコントロールシステムは、前記ストレージシステムから独立した連続動作に適している、請求項 22 ~ 24 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 26】

前記ストレージシステムから前記フィードバックコントロールシステムにはデータまたは信号が送られない、請求項 22 ~ 25 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 27】

前記ストレージシステムは、前記フィードバックコントロールシステムの外部にある、請求項 22 ~ 26 のいずれか一つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】**【0001】**

本発明は、ウェーハなどの移動可能なターゲットにパターンを書くためのリソグラフィシステムに、また、システム内におけるターゲットの測定された位置を備えているデータを格納するためのストレージシステムに関する。本発明はさらに、そのような位置データを格納する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

米国特許出願 2011 / 0029685 は、露出装置の動作を記録しているデータが、通信経路を経由して、前記データを格納するためのストレージユニットを備えている情報処理装置に出力される方法およびシステムと、一つ以上のターミナルによって要求されたデータを前記一つ以上のターミナルに送信するための通信ユニットを説明している。露出装置の動作を記録しているこのデータは、ウェーハの位置をコントロールするためにウェーハステージコントロールシステムによる使用のためのウェーハステージ測定システムによって測定された情報を備えていてよく、また、さらなる分析のためのターミナルの一つによって後に要求されるように何週または何日間も格納されてよい。

20

【0003】

同様のシステムにおいて、ストレージユニットは、フィードバックコントロールループの一部を形成し、そのフィードバックコントロールループは、露出装置中のターゲットの位置を感知するための一つ以上のセンサーを備えており、前記感知された位置は、ストレージユニットに格納され、また、露出装置内において前記ターゲットを移動させるためのアクチュエーターと、前記ストレージユニットに格納された前記測定された位置に基づいて露出装置内においてターゲットを移動させるようにアクチュエーターをコントロールするためのコントロールユニットを備えている。

30

【0004】

既知のシステムの欠点は、ストレージユニットは、それがデータの提供に遅れずについていくことができるために、ウェーハステージ測定システムと少なくとも同じ転送速度でデータを処理できなければならない、ということである。記録される位置データの量が非常に大きい場合、特にデータが実質的に同時にストレージシステムに格納され、またそこから読み出される場合、これは法外に高価である。

40

【0005】

ターゲットの位置データを格納するためのよりコスト的に有効な方法を提供するリソグラフィシステムおよび方法を提供することが本発明の目的である。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献 1】 米国特許出願 2011 / 0029685

【発明の概要】**【0007】**

第一の側面によると、本発明は、一つ以上の露出ビームを使用してターゲットにパター

50

ンを書くためのリソグラフィシステムを提供し、前記システムは、フィードバックコントロールシステムを備えており、それは、前記リソグラフィシステム内において前記ターゲットを変位させるためのアクチュエーターと、前記リソグラフィシステムに対する前記ターゲットの位置を実質的に連続的に測定するための測定システムと、前記測定システムによって測定された位置に基づいて前記アクチュエーターをコントロールするように適合されたコントロールユニットを備えており、前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定することと、前記測定することに基づいて前記アクチュエーターを前記コントロールすることとの間の最大待ち時間として定められた第一の待ち時間を有しており、前記システムはまた、前記測定された位置を格納するためのストレージシステムを備えており、前記ストレージシステムは、受信バッファとストレージユニットを備えており、前記ストレージシステムは、測定された位置を受信バッファに受信することと、前記測定された位置をストレージユニットに格納することとの間の平均待ち時間として定められた第二の待ち時間を有しており、前記第一の待ち時間は前記第二の待ち時間よりも少なくとも一桁小さく、前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための単方向コネクションを備えている。

10

【 0 0 0 8 】

前記ストレージシステムの前記ストレージユニットが比較的高い待ち時間を有しているよいので、比較的安価なストレージユニットが使用されてよい。前記ストレージユニットは、より高価なトランジスタまたはソリッドステートメモリーの代わりに、たとえばハードディスクまたはテープドライブの阵列を備えていてよい。さらに、前記ストレージシステムの遅れまたは機能不全の場合に、フィードバックコントロールシステムの動作は、前記フィードバックコントロールシステムから前記ストレージシステムにのみに移動するデータには影響されないが、その反対はそうでない。

20

【 0 0 0 9 】

ある実施形態では、前記フィードバックコントロールシステムは、前記ストレージシステムから独立した実質連続動作に適している。したがって、前記ストレージシステムが残り空き容量を有していないか、故障するか、交換されるときでも、前記リソグラフィシステムは、ターゲットをパターンニングするために使用され続けてもよい。いつ何時の前記測定された位置および/または他のデータの格納が前記フィードバックコントロールシステムの前記待ち時間よりも遅いときでも、したがって前記フィードバックコントロールシステムは影響されず、したがって、前記リソグラフィ中のターゲットの位置決めは影響されないままである。

30

【 0 0 1 0 】

ある実施形態では、前記ストレージシステムから前記フィードバックコントロールシステムにはデータまたは信号が送信されない。したがって前記フィードバックコントロールシステムは前記ストレージシステムから完全に独立して動作するので、データを前記ストレージシステムに格納する際のどんなエラーや遅れも、前記アクチュエーターと前記コントロールユニットによる前記リソグラフィシステム中のターゲットの位置決めに影響を及ぼさない。

【 0 0 1 1 】

ある実施形態では、前記ストレージシステムは、前記フィードバックコントロールシステムの外部にある。したがって、前記ストレージシステムは、前記フィードバックコントロールシステムの一部を形成することなく、前記フィードバックコントロールシステムからのデータの長期間格納を提供する。

40

【 0 0 1 2 】

ある実施形態では、前記単方向コネクションはネットワークコネクションを備えており、前記ストレージシステムと、前記位置決めシステム、前記リソグラフィシステムの前記測定システムおよび/または前記フィードバックコントロールシステム内における通信のためのネットワークデバイスなどの前記リソグラフィシステムの他のモジュールとの間の容易な接続を可能にする。

50

【 0 0 1 3 】

モジュールの物理的結合を容易にするため、前記コネクションは好ましくは光ファイバーイーサネット（登録商標）ケーブルを備えている。データは、前記リソグラフィシステム中に電場を生成することなく、そのようなケーブルを通して高速で送信され得る。あるいは、シールド無しツイストペア（UTP）、シールド付きツイストペア（STP）、または金属箔被覆ツイストペア（FTP）ケーブルが使用されてもよい。

【 0 0 1 4 】

ある実施形態では、前記システムはさらに、マルチプルインプットと少なくとも一つのアウトプットを有しているネットワークスイッチを備えており、前記インプットの少なくとも一つは前記単方向コネクションを経由して前記フィードバックコントロールシステムに接続されており、前記アウトプットは受信バッファに接続されている。したがって、同じストレージシステムが、いくつかのインプットからのデータを格納するために使用されてもよい。前記測定ユニットによって測定された位置データおよび/または前記アクチュエーターをコントロールするための前記コントロールユニットによって生成されたコントロールデータを含む前記フィードバックコントロールシステムからのデータに加えて、前記リソグラフィシステムの他のモジュールからのデータが、前記ストレージシステムによる長期間格納のために前記スイッチの他のインプットに供給されてよい。好ましくは、前記リソグラフィシステムの各モジュールは、個別の単方向コネクションを使用して、前記ネットワークスイッチに接続される。

【 0 0 1 5 】

ある実施形態では、前記単方向コネクションは、前記測定システムから前記スイッチへのコネクション、および/または、前記フィードバックコントロールシステムから前記スイッチへのコネクションを備えている。たとえば、前記フィードバックコントロールシステムは、前記スイッチの二つの異なるインプットへの二つの単方向コネクション、測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための前記測定ユニットから前記スイッチまでの一つのそのようなコネクションと、前記アクチュエーターをコントロールするための前記コントロールユニットによって生成されたコントロールデータを前記ストレージシステムに送信するための前記コントロールユニットから前記スイッチへのもう一つのそのようなコネクションを提供してよい。あるいは、前記コントロールユニットは前記測定された位置を前記測定ユニットから受信するので、前記単方向コネクションは、前記測定された位置と、前記アクチュエーターをコントロールするための前記コントロールユニットによって生成されたコントロールデータの両方を前記ストレージシステムに送信するための前記コントロールユニットからストレージシステムへの単一コネクションを備えていてもよい。

【 0 0 1 6 】

ある実施形態では、前記マルチプルインプットの最大データ転送速度の合計は、前記少なくとも一つのアウトプットの最大データ転送速度よりも小さい。たとえば、前記スイッチがおのおのの多くとも n バイト/秒のデータ転送速度を有しているとき、前記スイッチのアウトプットは、少なくとも $2 * n$ バイト/秒のデータ転送速度を有していなければならない。好ましくは、アウトプットの最大データ転送速度は、前記スイッチにおける混雑の機会を減らすためにインプットのデータ転送速度の合計よりも少なくとも 5 倍大きい。この実施形態では、インプットの合計データ転送速度が常に少なくとも一つのアウトプットの利用できるデータ転送速度よりも小さいので、前記スイッチへのすべてのデータインプットも前記スイッチから出力され、データ損失はスイッチ内で生じない。

【 0 0 1 7 】

ある実施形態では、前記第一の待ち時間は多くとも 200 マイクロ秒であり、前記第二の待ち時間は少なくとも 2000 マイクロ秒である。

【 0 0 1 8 】

ある実施形態では、前記測定システムによって測定された位置は、少なくとも二次元の位置である。したがって、前記ターゲットが、投影光学の下に正確に置かれ得る。前記タ

10

20

30

40

50

ターゲットの表面が実質的に平面であるとき、これらの別個の二つの方向は、好ましくは前記平面に平行であり、好ましくは互いに直交している。

【0019】

ある実施形態では、前記システムは、前記単方向コネクションを通して使用者データグラムプロトコルを使用するように適合されている。このプロトコルは、その受信を認めることなく、データを送信するのに特に適している。前記フィードバックコントロールシステムは送信だけで前記単方向コネクションを通してデータを受信しないので、前記フィードバックコントロールシステムの動作は、前記ストレージシステムの動作によって影響されない。

【0020】

ある実施形態では、前記ストレージシステムは、ターゲットを開始から終了まで処理するために必要とされる時間の少なくとも継続期間全体のあいだに、前記測定された位置を格納するように適合されている。開始から終了まで処理するあいだ、ターゲットは一般に、本発明によるリソグラフィに加えて、いくつかの個別のモジュール、たとえば、ターゲットをレジストでコーティングするための、ターゲットを露出ビームに露出するための、露出されたレジストを現像するための、ターゲットを検査するための、および/または、ターゲットをエッチングするためのモジュールによって処理される。前記モジュールの物理的結合を容易にするため、前記コネクションは好ましくは、シールド無しツイストペア(UTP)、シールド付きツイストペア(STP)、または金属箔被覆ツイストペア(FTP)、または光ファイバーイーサネットケーブルを備えている。

【0021】

ターゲットを開始から終了まで処理するための時間の継続期間は、前記リソグラフィシステムにおいてターゲットを処理することの開始と、ターゲットが完全に処理された後のもうそれ以上はターゲットの処理が起こらない時刻の間の時間として定められる。したがって、ターゲットの処理のあいだのどの時間においても、前の処理ステップについての情報が入手可能である。したがって、単にターゲットの処理の終了の近くで明らかになるターゲットの欠陥の原因は、前記ストレージシステムに格納された前記ターゲットについてのデータからさかのぼって判断されてよい。実際、ターゲットを処理することの開始と、ターゲットの処理を終了することの間の時間は、少なくとも2か月であってよく、その時間のあいだ、たとえばターゲットの異なる層を露出するために、同じリソグラフィシステムにおいて繰り返し処理されてよい。

【0022】

ある実施形態では、前記位置は、5kHz以上のサンプリング周波数で測定され、各サンプルは好ましくは少なくとも512バイトのデータを備えている。

【0023】

ある実施形態では、データが前記ストレージシステムの前記受信バッファから前記ストレージユニットに送信されているでも、前記ストレージシステムからデータを読むことは、前記フィードバックコントロールシステムの動作に影響を及ぼさない。

【0024】

ある実施形態では、前記受信バッファは、前記受信バッファがいっぱいするとき、前記フィードバックコントロールシステムからのデータを破棄するように適合されている。

【0025】

ある実施形態では、前記受信バッファは、ラストインファーストアウトまたはファーストインファーストアウトバッファ、または新しいデータが供給されたときにバッファ中に最も長く存在したデータが上書きされる循環バッファを備えている。好ましくは、前記受信バッファがいっぱいで、新しいデータが前記バッファに供給されたとき、古いデータが新しいデータと交互配置されるように、新しいデータが格納される。したがって、あるデータはそれを前記ストレージシステムに格納する前に失われることがあるが、格納されるデータは、時が経過するにつれてより均等に記録されたデータに関する。たとえば、前記受信バッファがいっぱいで、位置測定値d1, d2, d3, d4が前記バ

10

20

30

40

50

ッファー中にあるとき、次の新しい測定値 d 5 と d 6 は、それぞれ、測定値 d 1 と d 3 と置き換わる。

【 0 0 2 6 】

ある実施形態では、前記受信バッファは、位置の測定値を備えているデータを前記フィードバックコントロールシステムから、少なくともそのデータが前記フィードバックコントロールシステムから前記受信バッファに送信される転送速度で受信することができるソリッドステートメモリーを備えている。

【 0 0 2 7 】

ある実施形態では、前記受信バッファは第一の記憶容量を有しており、前記ストレージユニットは第二の記憶容量を有しており、前記第二の記憶容量は、前記第一の記憶容量よりも少なくとも三桁、好ましくは少なくとも 5 桁大きい。

10

【 0 0 2 8 】

ある実施形態では、前記フィードバックコントロールシステムはさらに、前記単方向コネクションを経由して前記ストレージシステムに、コントロールデータ、タイムスタンプ、シーケンス番号、前記コントロールユニットの内部状態のデータ代表およびコントロールユニットタイミングセッティングの一つ以上を送信するように適合されている。

【 0 0 2 9 】

ある実施形態では、前記ストレージシステムは、順序の乱れた前記データを受信するように適合されている。シーケンス番号やタイムスタンプなどの情報に基づいて、前記データは後に、シーケンス順番で処理されてよい。

20

【 0 0 3 0 】

ある実施形態では、リソグラフィシステムは、一つ以上の露出ビームを使用して、ターゲットにパターンを書くための光学カラムを備えており、前記光学カラムは、前記一つ以上の露出ビームを前記ターゲットに合焦させるための合焦アレイを備えている。

【 0 0 3 1 】

ある実施形態では、前記測定システムは干渉計を備えている。

【 0 0 3 2 】

ある実施形態では、前記リソグラフィシステムは、前記リソグラフィシステム内において前記ターゲットが移動されながら前記パターンを書くように適合されている。そのようなシステムでは、複数の露出ビームによって一時に露出されるターゲットの面積は、実質的にターゲットの総露出表面面積よりも小さい。したがって、全ターゲット表面を露出することは比較的長い時間を要し、露出のあいだのターゲットの正確な位置決めは特に重要である。したがって、前記ストレージシステムは、ターゲットの露出のあいだに前記フィードバックコントロールシステム中で生成される非常に大量のデータを格納することができなければならない。

30

【 0 0 3 3 】

ある実施形態では、前記一つ以上の露出ビームは、多数の荷電粒子ビームレットを備えている。そのようなビームレットは、ナノメートルスケールでパターンにフィーチャを書くために使用され、正確な位置決めが特に重要である。

【 0 0 3 4 】

第二の側面によれば、本発明は、リソグラフィシステム内において移動可能なターゲットの位置データを格納する方法を提供し、前記方法は、

40

前記リソグラフィシステム内における前記ターゲットの位置を実質的に連続的に測定するステップと、

前記ターゲットの測定された位置と希望の位置との間のずれを修正するように前記ターゲットの変位を実質的に連続的にコントロールするステップを有しており、前記測定することと、前記測定することに基づいて前記アクチュエーターをコントロールすることとの間の最大待ち時間として第一の待ち時間が定められ、前記方法はまた、

ストレージシステム中の前記測定された位置を格納するステップを有しており、測定された位置を受信バッファに受信することと、前記測定された位置を前記ストレージユニ

50

ットに格納することとの間の平均待ち時間として第二の待ち時間が定められ、

前記第一の待ち時間は前記第二の待ち時間よりも少なくとも一桁小さく、

前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための単方向コネクションを備えている。

【 0 0 3 5 】

好ましくは、前記方法で使用されるリソグラフィシステムは、本発明によるリソグラフィシステムである。

【 0 0 3 6 】

ある実施形態では、前記コントロールすることは、前記格納することと独立しておこなわれる。

【 0 0 3 7 】

ある実施形態では、前記測定された位置は、ターゲットを開始から終了まで処理するために必要とされる時間の少なくとも継続期間全体のあいだに格納される。

【 0 0 3 8 】

明細書中に説明され示された種々の側面および特徴は、可能なところならどこにでも、個々に適用されることができる。これらの個々の側面、特に、付属の従属請求項に説明される側面および特徴は、分割特許出願の主題になることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

本発明は、添付図面中に示される代表的実施形態に基づいて解明される。

【 図 1 】 図 1 は、本発明によるリソグラフィシステムの第一の実施形態を示している。

【 図 2 】 図 2 は、本発明によるリソグラフィシステムの第二の実施形態のフィードバックコントロールシステムとストレージシステムの詳細を示している。

【 図 3 】 図 3 は、本発明によるリソグラフィシステムの第三の実施形態のフィードバックコントロールシステムとストレージシステムの詳細を示している。

【 図 4 】 図 4 は、本発明によるリソグラフィシステムにおいてターゲットを処理するためのさまざまな処理ステップおよびモジュールを概略的に示している。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 0 】

本発明によるリソグラフィシステムの実施形態が図 1 に示される。リソグラフィシステム 1 は、荷電粒子ビーム 2 を発する荷電粒子ビーム源 1 1 を備えている光学カラム 1 0 を備えている。荷電粒子ビーム 2 は、開口アレィ 1 4 に衝突する前に、ダブルオクタポール 1 2 とコリメータレンズ 1 3 を横切る。開口アレィ 1 4 は、荷電粒子ビーム 2 を、コンデンサーアレィ 1 5 によって集中される多数の荷電粒子ビームレット 3 に分割する。ビームブランカーアレィ 1 6 において、これらの個々のビームレットのいくつかが遮断される、すなわち、ビームレット 4 a が、ビームストップアレィ 1 7 の開口を通過する代わりに、それらの軌道上で後にビームストップアレィ 1 7 に遭遇するように偏向される。遮断されなかったビームレット 4 b は、それから、X Y 方向の前記ビームレットの走査偏向を提供するように適合された偏向器ユニット 1 8 を通過する。それらの軌道の終わりにおいて、ビームレット 4 b は、ターゲットキャリア 3 1 に支持されたターゲット 3 0 の表面上に前記ビームレットを合焦させるように適合されたレンズアレィ 1 9 を通過する。ターゲットキャリア 3 1 は、ターゲット 3 0 を支持するための実質平坦表面 3 2 と、ターゲット 3 0 と実質的に同じ高さに上げられた反射性物質からなるエッジ 3 3 を備えている。アクチュエーター 4 0 は、ターゲットキャリア 3 1 とその上のターゲット 3 0 を、コントロールユニット 6 0 からのコントロール信号にしたがって光学カラム 1 0 に対して X および / または Y 方向に沿って変位させるように適合されている。ターゲット 3 0 のパターニングのあいだ、ターゲットキャリア 3 1 とターゲット 3 0 は、光学カラム 1 0 の下でアクチュエーター 4 0 によって移動され、遮断されていないビームレット 4 b は、ターゲット上の異なる位置に機械的に走査され得る。測定システム 5 0 は、リソグラフィシステム 1 中における好ましくは光学カラム 1 0 に対するターゲット 3 0 の位置を実質的に連続的に測定する

10

20

30

40

50

。示された実施形態中では、測定システム50は、ターゲットキャリア31の反射面33に測定ビーム51を発し、その反射を測定してリソグラフィシステム1中におけるターゲット30の位置を決定する干渉計50を備えている。測定された位置は、単方向コネクション80を経由してコントロールユニット60に送信され、それは、リソグラフィシステム1中におけるターゲット30の希望の位置と測定された位置との間の違いに基づいて、アクチュエーターに送られるコントロール信号を更新する。更新されたコントロール信号は、単方向コネクション81を経由してアクチュエーター40に送られる。

【0041】

アクチュエーター40と干渉計50とコントロールユニット60は一緒に、リソグラフィシステム1内におけるターゲット30の位置を実質的に連続的に測定し更新するフィードバックコントロールシステム90を形成する。示された実施形態において、測定システム50による位置の測定と、更新されたコントロール信号をアクチュエーター40に送ることとの間のフィードバックコントロールシステム90内の最大待ち時間 τ_1 は多くとも200ミリ秒であり、測定システム50によって位置が測定またはサンプリングされる周波数は、少なくとも5ないし10kHzのオーダである。一般に、各位置測定は少なくとも512バイトのデータを備えており、その結果、少なくとも2.56MBの位置データが毎秒生成される。

10

【0042】

アクチュエーター40をコントロールすることに加えて、コントロールユニット60はまた、測定された位置および/または測定され処理された位置を、単方向コネクション82を経由して、ストレージシステム70の受信バッファ71に送信する。フィードバックコントロールシステム90が中断されることなく連続動作することを保証するため、ストレージシステム70からフィードバックコントロールシステム90には、それらの間に単方向コネクションだけを設けることによって、データまたは信号が送信されないことが保証される。

20

【0043】

受信バッファ71は、多数の測定値を格納するために、たとえば20ミリ秒の期間のあいだに取得されるすべての位置測定データを格納するために十分な容量を少なくとも有している。示された実施形態では、受信バッファ70は、測定システム50によって位置データが測定される転送速度と同じ転送速度、または、それよりも高い転送速度でデータを受信することができる。受信バッファ71がいっぱいで、もはやフィードバックコントロールシステム90からのデータを受信できないとき、フィードバックコントロールシステム90から受信バッファ50に送信されたあらゆるデータが破棄される。

30

【0044】

ストレージシステムはさらに、リソグラフィシステムを使用してウェーハまたはウェーハのバッチを開始から終了まで処理するために必要とされる時間の少なくとも継続期間全体のあいだに測定された位置データを格納するに十分な容量のストレージユニット72を備えている。要求されるストレージ容量Cは、 $C = T * R$ として計算されてよく、Tは、ウェーハまたはウェーハのバッチを開始から終了まで処理するために必要とされる秒での時間であり、Rは、測定システムによって毎秒生成されるデータの量である。たとえば、ウェーハを開始から終了まで処理するために必要とされる時間が60日(すなわち5,184,000秒)であるとき、毎秒生成される測定された位置データの量は2.56MBであり、要求される容量は、 $5,184,000 \text{ 秒} * 2.56 \text{ MB/s} = 13,271,040 \text{ MB} = 13.27104 \text{ TB}$ である。位置データを受信バッファ71に受信することと、前記データをストレージユニット72に格納することとの間のストレージシステム70の平均待ち時間 τ_2 は、フィードバックコントロールループ90の最大待ち時間 τ_1 よりも少なくとも一桁大きい。受信バッファ71は、低い待ち時間をもつ比較的小さいメモリーを備えており、ストレージユニット72は、より高い平均待ち時間をもつ比較的大きいがコストの低いメモリーを備えている。

40

【0045】

50

図2は、本発明によるリソグラフィシステム101の別の実施形態に使用されるストレージシステム170とフィードバックコントロールシステム190の詳細を概略的に示している。リソグラフィシステム101は、ターゲット130上に光学カラム102から投影される一つまたは複数の光ビームを使用してターゲット130をパターンニングするように適合されており、前記パターンは、レチクルまたはマスクを使用して、または複数の光ビームを変調するためのビーム変調器を使用して形成され得る。フィードバックコントロールシステム190は、リソグラフィシステム内においてターゲットすなわちウェーハを、特にリソグラフィシステムによって露出されるターゲットによってスパンされる平面に平行に変位させるように適合されたアクチュエーター140を備えているウェーハ位置決めシステム110を特に備えている。フィードバックコントロールシステム190はさらに、リソグラフィシステム内におけるターゲットの位置を実質的に連続的に測定するように適合された測定システム150を備えている。ウェーハ位置決めシステム110はまた、測定された位置に基づいてアクチュエーター140をコントロールするように適合されたコントロールユニット160を備えている。ループ191は、測定システム150とウェーハ位置決めシステム110の間の情報の交換を示しており、測定システムによって測定されたターゲット位置は、測定値に基づいてシステム中におけるターゲットの位置を次に適合させるウェーハ位置決めシステム160に結合される。フィードバックコントロールシステム190は、いわゆるリアルタイム制約の下で動作する。これは、作業するフィードバックコントロールシステムについて、条件が、ウェーハ位置決めシステム110のコントロールユニット160が、エラーの所定のマージンをプラスまたはマイナスした所定の時間の定点において、各位置測定値を測定システム140から受信し、また、コントロールユニット160が、エラーの所定のマージンをプラスまたはマイナスした所定の時間の定点において、それに基づいたコントロール信号をアクチュエーター140に供給することに合っていないかならなければならないことを意味する。これらの条件のいずれにも合っていない場合、ターゲットの位置決めは失敗と見なされる。たとえば、ターゲットの露出のあいだの位置測定値が、要求されるよりも遅くコントロール160システムによって受信されるとき、コントロールシステムは、目標位置についてのいかなるエラーも修正するようにアクチュエーター140を間に合せてコントロールすることができず、ターゲットは、間違った位置で、露出ビームによって照明される。フィードバックコントロールシステム190は厳密なリアルタイム制約で動作しなければならないが、ストレージシステム170は、そのような制約なく、または少なくとも非常に厳密性の低いリアルタイム制約の下で動作してよい。

【0046】

測定システム150は、第一の単方向コネクション180を経由して、ストレージシステム170のスイッチ173の第一のインプットに接続されている。ウェーハ位置決めシステム110は、第二の単方向コネクション182を経由して、スイッチ173の第二のインプットに接続されている。単方向コネクション180、182の両方は、光ファイバーイーサネットケーブルを備えているネットワークコネクションである。データは、使用者データグラムプロトコル(UDP)を使用して、これらのコネクションを通してウェーハ位置決めシステム110と測定システム150からスイッチ173に送られてよいが、片方向通信に適している他の伝達プロトコルが代わりに使用されてもよい。単方向コネクション180、182にそれぞれ接続されたスイッチ173の第一および第二のインプットは、おのおの、100mb/sの最大データ転送速度を有している。スイッチは、1Gb/sの最大データ転送速度を有している、スイッチから受信バッファ171へのコネクション174に接続されたアウトプットを備えており、スイッチ173のスループットは、そのアウトプットのデータ転送速度によって制限されない。位置は、5kHzの周波数で測定され修正され、フィードバックコントロールループの待ち時間1は200マイクロ秒よりも小さく、一方、データを受信バッファ171に受信することと、データをストレージユニット172に格納することとの間の平均待ち時間2は、2100マイクロ秒である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

図3は、本発明によるリソグラフィシステムの別の実施形態の詳細を概略的に示しており、それは、ストレージシステム270とフィードバックコントロールシステム290と測定コンピュータ230とウェーハ位置決めコンピュータ220を備えている。フィードバックコントロールシステム290は、システム内におけるウェーハの位置を測定するように適合された測定システム250と、リソグラフィシステム中においてウェーハを位置決めするように適合されたウェーハ位置決めシステム210を備えている。フィードバックコントロールシステム290はさらに、ネットワークデバイス251, 211, 221, 231によって形成されたネットワークと、単方向コネクション201, 202, 203, 204を備えている。ネットワークデバイス251, 211, 221, 231は、双方向コネクション252, 212, 222, 232を経由して、測定システム250とウェーハ位置決めシステム210と位置決めコントロールコンピュータ220と測定コントロール230コンピュータをそれぞれネットワークに接続している。測定コンピュータ230は、たとえばその校正値を初期化するための、基本コントロールデータを測定ユニットに送るように適合されている。ウェーハ位置決めコンピュータ220は、ターゲットのための希望の位置に関するデータをウェーハ位置決めシステム210に間に合せて供給する。コントロールユニット260は、希望の位置と測定された位置の間のずれを常に修正するようにアクチュエーターをコントロールする。

10

【 0 0 4 8 】

コネクション201, 202, 203, 204は光ファイバーイーサネットケーブルを備えている。データは、コネクション201, 202, 203, 204を通していずれかのネットワークデバイスから送られたデータは、それからデータが生じたネットワークデバイスに到達するまで、ネットワークを巡回する。したがって、測定システム250によって測定された位置データは、ネットワークデバイス251からデバイス211, 221, 231にそれぞれ送られ、その結果、ネットワーク中のすべてのネットワークデバイスは同じ情報を取得する。矢印205は、ターゲットの物理的位置が測定されたとき、アクチュエーターのコントロールによって引き起こされたターゲットの実際の位置の変化についての情報が、測定システム250に入手可能であることを示している。言い換えれば、測定システム250は、リソグラフィシステム中におけるターゲットの位置の測定値を取得するために、単方向ネットワークコネクション201, 202, 203, 204に依存しない。

20

30

【 0 0 4 9 】

各ネットワークデバイス211, 221, 231, 251は、ネットワーク中の次の目的地へのデータを送る前に、それに送信されるデータのローカルコピーをローカルメモリーの中に格納する。したがって、単方向コネクション201, 202, 203, 204を通して送信されたあらゆるデータは、このデータをネットワークデバイス231またはネットワークデバイス221のローカルメモリーから読むことによって、フィードバックコントロールループ290の外部から読まれ得、ネットワークデバイス231または221のいずれか一つからデータを読むことは、位置を測定することと、前記測定された位置に基づいてコントロール信号をアクチュエーター240に送ることとの間のフィードバックコントロールシステム290における待ち時間を変化させない。

40

【 0 0 5 0 】

ストレージシステム270は、ここに説明されるような受信バッファとストレージユニットを備えており、単方向コネクション233と223を経由して測定コンピュータ230とウェーハコントロールコンピュータ220にそれぞれ接続されており、ストレージシステム270の動作のどんな機能不全や遅れも、フィードバックコントロールシステム290や測定コンピュータ230やウェーハ位置決めコンピュータ220に影響しない。ストレージシステム270の受信バッファにデータを受信することと、ストレージシステム270のストレージユニットにデータを格納することとの間の平均待ち時間は、ターゲットの位置を測定することと、前記測定位置に基づいてコントロール信号をアクチュ

50

エーターに送ることとの間のフィードバックコントロールシステム 290 の待ち時間よりも三桁大きい。

【0051】

フィードバックコントロールシステム 290 は、厳密なリアルタイム要求の下で動作し、一方、少なくとも測定コンピューター 230 とそのストレージシステム 270 は、非常に厳密性の低いリアルタイム要求の下で動作してよい。

【0052】

図 4、ターゲットを処理するための処理ラインを概略的に示しており、それは、コーティング装置 402 と、本発明によるリソグラフィシステム 403 と、現像装置 404、検査装置 405 と、エッチング装置 407 を備えており、それらのすべては、コントロールデータ 402b, 403b, 404b, 405b, 407b をマスターコントロールユニット 401 から受信し得、また、フィードバックデータ 402a, 403a, 404a, 405a, 407a をマスターコントロールユニット 401 に送信し得る。処理ラインはさらに、処理のあいだに拒絶されたターゲットからレジストをはぎ取るためのはぎ取り装置 406 を備えている。

【0053】

処理は、ターゲット、この場合、ウェーハ 410 で始まる。ターゲットは、ウェーハの露出面にレジストを塗布するコーティング装置 402 に挿入される。次に、コーティングされたウェーハは、リソグラフィシステム 403 の中に挿入され、それは本発明によるリソグラフィシステムである。リソグラフィシステム 403 は、上に説明されたようなフィードバックコントロールシステムとストレージシステムを備えている。リソグラフィシステムのフィードバックコントロールシステムはストレージシステムから実質的に独立して動作するので、保存されたフィードバックデータは、フィードバックコントロールシステムの動作に影響を及ぼすことなく、ストレージシステムから読まれ、マスターコントロールシステムに送信され得る。

【0054】

次に、露出されたウェーハは、レジストが現像される場所である現像装置 404 に搬送される。露出のあいだの位置決めがエラーの所定のマージン内になかった場合、レジストは現像されずに、ウェーハは拒絶され、はぎ取り装置 406 に搬送される。はぎ取り装置 406 は、同じウェーハが再使用のためにコーティング装置 402 によって再びコーティングされるように、ウェーハからレジストをはぎ取るように適合されている。ウェーハの現像のあいだにエラーが確認された場合、そのウェーハもはぎ取り装置 406 に搬送される。

【0055】

本質的なエラーが処理のあいだに検出されなかった場合、ウェーハは検査装置 405 において検査される。この装置は、走査電子顕微鏡または同様物を使用してレジスト中の露出された特徴の寸法が規格内にあるかどうかをチェックする。たとえば、特徴のライン幅が測定されてよい。レジスト中の検査された特徴が規格内になれば、ウェーハは拒絶され、レジストをウェーハからはぎ取り、再使用のためにウェーハを準備するはぎ取り装置 406 に搬送される。

【0056】

露出されたパターンが規格内であれば、ウェーハは、エッチング装置 407 に搬送され、エッチングおよび/または化学機械研磨される。

【0057】

一般に、ウェーハから切り出された集積回路はマルチプル層を備えており、ウェーハは、それらの層を形成する対応回数、コーティング装置 402 とリソグラフィシステム 405 と現像装置 404 と検査装置 405 とエッチング装置 407 に通される。したがって、開始から終了までのターゲットの処理のあいだ、膨大な量の位置データが入手可能になり、それらは、少なくともターゲットが処理されながら格納されなければならない。ターゲットの処理ステップのいずれか一つのあいだにエラーが発生した場合、位置データは、エ

10

20

30

40

50

ラーの原因を追跡することを助けるかもしれない。さらに、位置データは、処理を改善するために使用されてもよい。

【0058】

要約すると、本発明は、ターゲットにパターンを書くためのリソグラフィシステムに関連しており、前記システムは、フィードバックコントロールシステムを備えており、それは、前記ターゲットを変位させるためのアクチュエーターと、前記ターゲットの位置を実質的に連続的に測定するための測定システムと、前記測定システムによって測定された位置に基づいて前記アクチュエーターをコントロールするように適合されたコントロールユニットを備えており、前記フィードバックコントロールシステムは、測定することと、前記測定することに基づいて前記アクチュエーターをコントロールすることとの間の最大待ち時間である第一の待ち時間を有しており、前記システムはまた、前記測定された位置を格納するためのストレージシステムを備えており、それは、受信バッファとストレージユニットを備え、測定された位置を受信バッファに受信することと、前記測定された位置をストレージユニットに格納することとの間の平均待ち時間である第二の待ち時間を有しており、前記第一の待ち時間は前記第二の待ち時間よりも少なくとも一桁小さく、前記フィードバックコントロールシステムは、前記測定された位置を前記ストレージシステムに送信するための単方向コネクションを備えている。

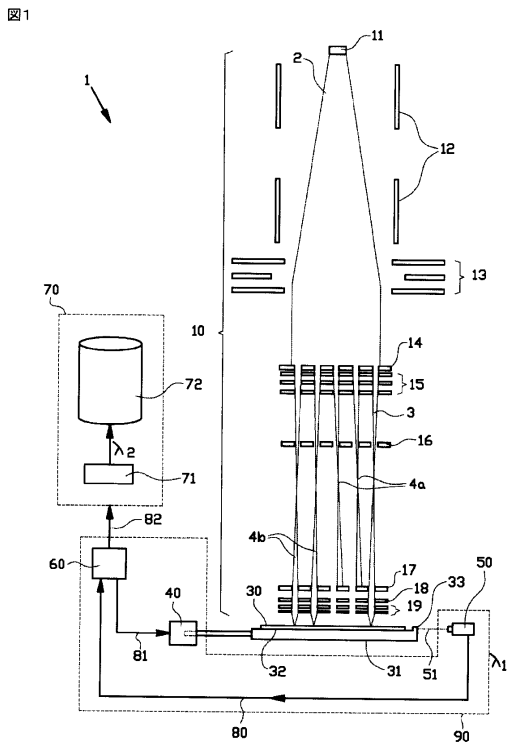
10

【0059】

上記の説明は、好ましい実施形態の動作を示すために含まれており、本発明の範囲を限定することを意味していない、と理解されるべきである。上記の議論から、この分野の熟練者には、本発明の真意および範囲によって包含される多くの変形が明らかであろう。

20

【図1】



【図2】

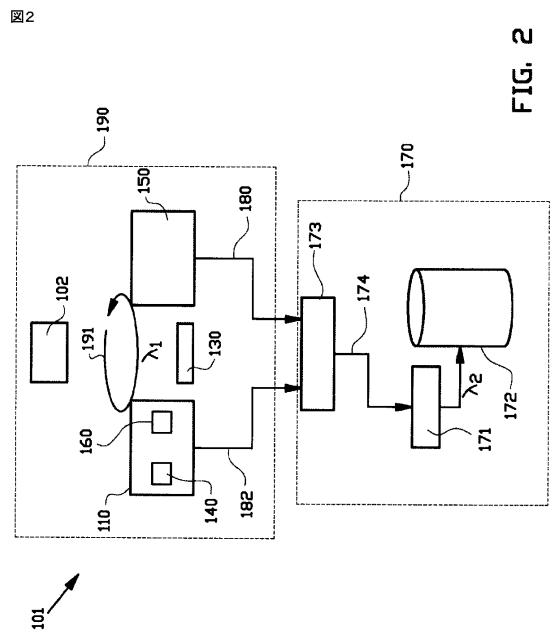


FIG. 1

FIG. 2

【 図 3 】

図 3

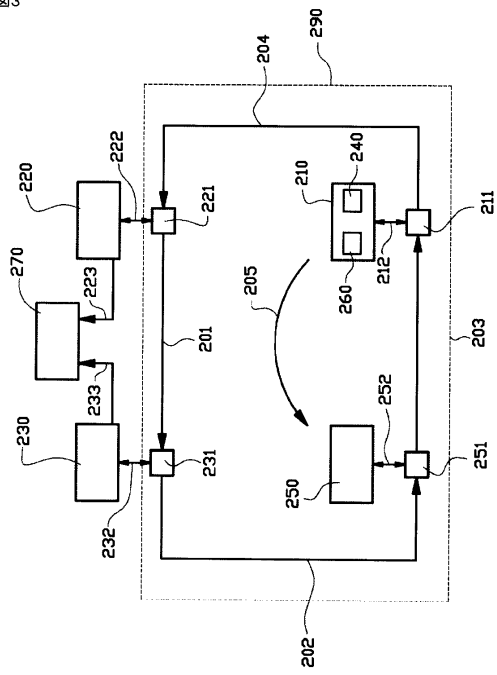


FIG. 3

【 図 4 】

図 4

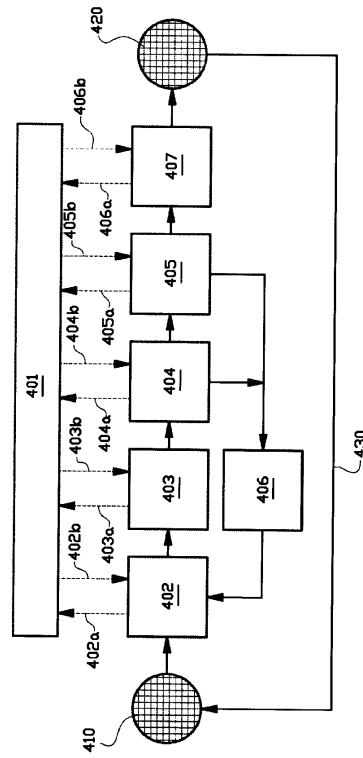


FIG. 4

フロントページの続き

- (72)発明者 ローイジェ、アレキウス・オットー
オランダ国、2671 ダブリュエックス・ナールトウェイク、ホエフプラト 18
- (72)発明者 ダンスベルク、ミシェル・ピーテル
オランダ国、2652 エイチピー・ベルケル・エン・ローデンレイス、アレット・シューテンジ
ンゲル 14
- (72)発明者 ファン・ケルピンク、マルセル・ニコラース・ジェーコブス
オランダ国、2595 ピーブイ・デン・ハーグ、プリンス・ウイレム・アレクサンダーベーク
325
- (72)発明者 デ・ボワ、ギート
オランダ国、4143 エルエヌ・リールダム、レヒト・ファン・テル・リーデ 31

審査官 佐野 浩樹

- (56)参考文献 特開昭61-024136(JP,A)
特開2010-262000(JP,A)
特開2004-063870(JP,A)
特開2011-034356(JP,A)
国際公開第2006/129711(WO,A1)
特開2006-064570(JP,A)
特開平07-044221(JP,A)
特開2009-205641(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0128918(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/20 - 7/24 、 9/00 - 9/02 、
H01J 37/30 - 37/36 、
H01L 21/027、21/30