

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-501517

(P2007-501517A)

(43) 公表日 平成19年1月25日(2007.1.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/02 Z	3 C 1 0 0
GO 5 B 19/418 (2006.01)	GO 5 B 19/418 Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

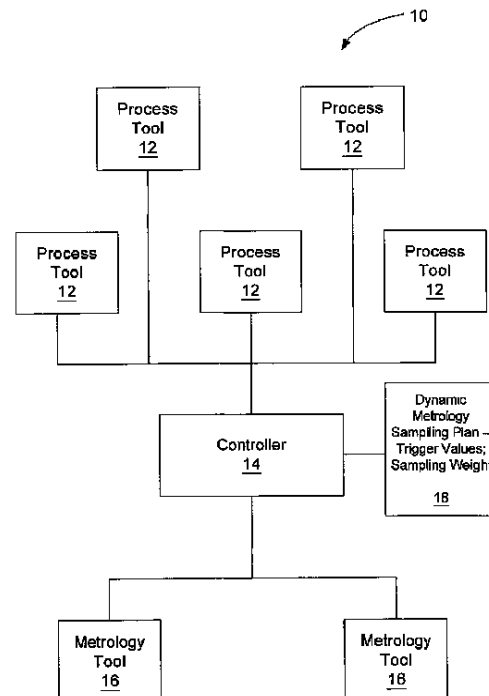
(21) 出願番号	特願2006-522546 (P2006-522546)	(71) 出願人	591016172 アドバンスト・マイクロ・デバイス・インコーポレイテッド ADVANCED MICRO DEVICES INCORPORATED アメリカ合衆国、94088-3453 カリフォルニア州、サニペイル、ピー・オウ・ボックス・3453、ワン・エイ・エム・ディ・プレイス、メイル・ストップ・68 (番地なし)
(86) (22) 出願日	平成16年6月4日 (2004.6.4)	(74) 代理人	100099324 弁理士 鈴木 正剛
(85) 翻訳文提出日	平成18年3月28日 (2006.3.28)	(74) 代理人	100111615 弁理士 佐野 良太
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/017619		
(87) 国際公開番号	W02005/017981		
(87) 国際公開日	平成17年2月24日 (2005.2.24)		
(31) 優先権主張番号	10/634, 013		
(32) 優先日	平成15年8月4日 (2003.8.4)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的測定サンプリング方法及びそれを行うシステム

(57) 【要約】

本発明は、一般的には、様々な製造プロセスを監視するのに用いられる適用可能な測定サンプリング計画に対する種々の方法及びシステムを対象としている。一例では、本方法は、複数の測定サンプリング規則を生成し、各測定サンプリング規則にサンプリング重み値を代入し、測定サンプリング規則のうちの少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、適合があった測定サンプリング規則の各々に対するサンプリング重み値を規則に適合する識別された加工品に割り当て、サンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。別の例では、本発明は、測定サンプリング規則のうちの1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するか、または、加工品のうちの1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の測定サンプリング規則を生成し、
前記複数の測定サンプリング規則の各々にサンプリング重み値を代入し、
前記複数の測定サンプリング規則のうちの少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、
前記適合があった測定サンプリング規則の各々に対する前記サンプリング重み値を前記規則に適合する前記識別された加工品と関連付け、
前記サンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示する方法。

10

【請求項 2】

前記複数の測定サンプリング規則は異なるサンプリング重み値を有する請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記複数の測定サンプリング規則のうちの少なくとも数個が同じサンプリング重み値を有する請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記加工品は半導体ウェハからなるロットである請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記測定工程は、クリティカルディメンジョン測定工程及び欠陥検査測定工程のうちの少なくとも1つである請求項 1 記載の方法。

20

【請求項 6】

前記少なくとも1つの加工品は半導体製造設備内で処理が行われる請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

測定工程を行うことを指示することにおいて、前記複数の測定サンプリング規則のうちの1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示する請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

測定工程を行うことを指示することにおいて、前記加工品のうちの1つに対する前記サンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示する請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 9】

前記複数の測定サンプリング規則は、ロット状況情報及びロット履歴情報のうちの少なくとも1つに基づいている請求項 4 記載の方法。

【請求項 10】

さらに、前記測定工程を行うことを指示する指標がある場合に、前記サンプリング重みの前記累計を前記トリガ値の分だけ減少させる請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

さらに、前記測定工程を行うことを指示する指標がある場合に、前記サンプリング重みの前記累計を前記トリガ値の分だけ減少させて、最小値はゼロとなる請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 12】

さらに、前記指示された測定工程を行う請求項 1 記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般的には、適用可能な測定サンプリング技術の分野を対象としており、より詳細には、様々な製造プロセスを監視するのに用いられる適用可能な測定サンプリング計画に対する種々の方法及びシステムを対象としている。

50

【背景技術】

【0002】

実質的にすべての製造環境において、様々な製造プロセスが予定通りかつ要望通りに稼働していることを保証するために、測定データを収集する。理想的な制御状態では、すべての測定は、プロセスが行われたすべての加工品またはすべての原料に対して行われるであろう。しかし実際には、このような徹底的な測定サンプリング計画は実用的ではない。測定データの収集では、プロセスが行われた加工品や原料には何の付加価値も加わらない。さらに、測定データの収集は時間がかかり、また、収集プロセスには高価な測定ツールや数が少ない測定用テクニシャンやエンジニアを用いる必要がある。したがって、実施されるサンプリングの量を、有益な情報が得られて様々な製造プロセスの監視や制御が可能になる最低限のレベルに制限したいというビジネス側からの要望が存在する。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

半導体製造工程の状況において、測定サンプリングは通常、ウェハからなるロットのうちどのロットがサンプリングされることになるのかに関する既定で独立した規則の組として実施される。例えば、従来のサンプリングシステムのほとんどは、あるツールまたはプロセス工程で処理された加工品（またはロット）の例えば20%という既定のパーセンテージに基づいて、もしくは、例えば1つおきのロットごと（X - X - X）、または1番目の加工品を測定したら次の3つは測定しない（X - - - X - - -）、といったあらかじめ設定されたパターンに基づいてサンプリングする。さらに、エンジニア部門の判断で臨時的サンプリングが決定されることもあり、これによってある特定のツールまたは一連のツールでのサンプリングレベルが上昇する。このような調整されていないサンプリング入力が複数回あった結果、製造ラインにおいて過度にサンプリングされてしまう可能性がある。

20

【0004】

過度にサンプリングされてしまう危険性を下げるためには、サンプリング規則を減らして重要なプロセスツールだけに低い割合で適用することが一般的な手法である。この手法を講じることで、臨時的決定や他の原因から起こる追加のサンプリングによって、測定ツールや作業員の生産能力に過度の負荷がかかることはなくなる。しかし、このようなサンプリング手法は、重要ではないプロセスのツールの不具合が、当該ツールに限定されたサンプリング規則がないために検出されないまま残る可能性があるという危険性をもたらしてしまう。

30

【0005】

ほんの一例として、半導体製造設備の状況では、測定サンプリング計画を設定して起こりうるエッチング欠陥を調査することが望ましいであろう。このような欠陥の発生に対して影響を及ぼす可能性のあるプロセスツールは、4つのエッチングツールおよび5つの溶媒シンク（ここで、エッチングプロセス後にフォトレジストマスク材を除去する）の集合体でありうる。従来のサンプリング規則には、4つのエッチングツールの各々により処理されたロットの30%に対して測定検査が実施されると示されている。しかし、実際の測定検査は、この検査対象となったロットが、エッチングツールと5つの溶媒シンクのうちの1つの両方で処理された後で初めて実施される。この手法を採用する際、サンプリングは無作為であるために、溶媒シンクツールも適切にサンプリングされると考えられる。しかし実際には、このような測定では、重要ではないプロセスのツール、すなわち溶媒シンクは適切にサンプリングされない可能性がある。すなわち、無作為な選択のせいで、エッチングツールで処理されたロットは、後工程である溶媒シンク内での処理時には均等に分配されていない可能性がある。その結果、溶媒シンクツールの中には過度にサンプリングされるものもあれば、サンプリングが少なすぎるものもあることもある。

40

【0006】

このような、所望のツールが適切にサンプリングされていると想定された測定サンプリ

50

ング計画は、多くの製造プロセスにとって受け入れがたいものである。こういった想定を信用すると、許容できる結果を出していないプロセスツールがある期間の間検出されずにいる事態を招いてしまうこともある。結果として、製造コストが上昇し製造効率や歩留まりが減少しうる。一般的に、望まれていることは、サンプリングしたいプロセスツールや工程を適切にサンプリングするとともに、サンプリングされるロットやウェハ等の加工品の数を最小にする測定サンプリングの手法である。

【0007】

本発明は、上述の課題のいくつか、もしくは全てを解決できる、少なくとも減らせる数々の方法及びシステムを目的としている。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

本発明は、一般的には、様々な製造プロセスを監視するのに用いられる適用可能な測定サンプリング計画に対する種々の方法及びシステムを対象としている。一実施形態では、本方法は、複数の測定サンプリング規則を生成し、各測定サンプリング規則にサンプリング重み値を代入し、測定サンプリング規則のうちの少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、適合があった測定サンプリング規則の各々に対するサンプリング重み値を規則に適合する識別された加工品と関連付け、サンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。

【0009】

別の実施形態では、本方法は、複数の測定サンプリング規則を生成し、各測定サンプリング規則にサンプリング重み値を代入し、測定サンプリング規則のうちの少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、適合があった測定サンプリング規則の各々に対するサンプリング重み値を規則に適合する識別された加工品と関連付け、測定サンプリング規則のうちの1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。

20

【0010】

さらに別の実施形態では、本方法は、複数の測定サンプリング規則を生成し、各測定サンプリング規則にサンプリング重み値を代入し、測定サンプリング規則のうちの少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、適合があった測定サンプリング規則の各々に対するサンプリング重み値を規則に適合する識別された加工品と関連付け、加工品のうちの1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。

30

【0011】

本発明は、添付の図面と関連付けて行われる以下の説明を参照することにより理解されるであろう。以下の説明において、同等な参照符号は類似の要素を示す。

【0012】

表1～6は、本発明の一実施形態を示している。

【0013】

本発明は様々な変更や代替形態が可能であるが、本発明の個別の実施形態は、各図面において例示として示されたものであり、本明細書では詳細に説明されている。しかしながら、本明細書にある実施形態の説明は、本発明を開示された特定の形態に限定することを意図するものではなく、逆に、添付請求項により定義されるような本発明の精神や範囲の範疇である全ての変更、均等物、及び代替物を含むことを意図するものであることは理解すべきである。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に、本発明の例証となる実施形態を説明する。分かりやすくするために、本明細書では、実際の実施例の全ての特徴を説明してはいない。勿論、このような実際の実施形態のいずれにおける開発でも、システムや業務に関連する制約の遵守といった、実施例ごとに変わる開発者独自の目標を達成するために、各実施例に特有の決定を数多く行わなけれ

50

ばならないことは理解されよう。さらに、このような開発の労力は複雑で時間を消費するものであるが、それでも、本発明の開示の恩恵を受ける一般的な当業者が請け負うルーチンであろうことは理解されよう。

【0015】

ここに用いられている用語及び語句は、該当する技術の当業者による当該用語及び語句の知識と一致する意味を持つように理解及び解釈すべきである。用語または語句の特別な定義、すなわち、当業者には理解されるような通常かつ慣例の意味とは異なる定義が、ここに用いられている用語または語句の一貫した用法によって示されることを意図するものではない。用語または語句が特別な意味、すなわち、当業者に理解されるもの以外の意味を持つことを意図する範囲において、このような特別な定義は、明細書内で当該用語または語句の特別な定義を直接かつ曖昧さを残さないように提供する定義方法で明確に説明されよう。

10

【0016】

ほんの一例として、集積回路デバイスのいわゆる「メタル1 (metal one)」階層における形状の形成方法に関連して適応可能なサンプリング計画を作成する状況において、本発明を説明する。通常、実際の半導体デバイスに電気的接続を設けるためには、複数の導電コンタクト、例えばトレンチを形成するであろう。集積回路デバイス内の導電配線のメタル1階層は、一般的に、既に形成された導電コンタクトに接続された導電線の1番目の階層を指す。このような形状をメタル1階層へ形成するには、いくつかの適用例では、金属からなる層を形成し、ステップツールを用いて金属層の上へフォトレジスト（フォトマスク）からなるパターンニングされた層を形成し、エッチングツールを用いて金属層へエッチングプロセスを実行し、そして、エッチングプロセス完了後に溶媒除去ツールを用いて残存フォトレジストマスクを除去する。一般に、このようなプロセス処理工程に関連する形状のクリティカルディメンジョン及び/またはパーティクル欠陥の数は、用いられたプロセスの有効性及びその結果得られる形状の受容性を判定するための測定工程の主たるものであってもよい。しかし、本適用例を完全に読んだ後は、当業者なら本発明がこの具体的に説明された例に制限されることはないことは理解されよう。むしろ、本発明は数多くの製造工程、ツール、及びデバイスと共に使用することができる。そのため、本発明が任意のプロセス工程または半導体製造工程に限定されるものと見なすことは、このような限定が添付請求項の中で明確に説明されるまでは行うべきではない。

20

30

【0017】

表1～6は、本発明の測定を用いる方法の一具体例を説明するために設けられている。測定サンプリングは、2つの構成要素、すなわち、いつサンプリング規則が適用されるか及びサンプリング規則を用いる際に何をすべきかを記述する論理文の組を有すると考えられる。便宜上、規則番号及び規則名を各規則と関連付けることにより、異なるサンプリング規則の参照をより容易にすることができる。表1は番号のついた7個の規則及びそれぞれに関連する規則名である。いつサンプリング規則が適用されるかを記述する論理文を、一致規則の組として参照することができる。各規則に対する一致規則組は表1に示されている。

【0018】

40

【表 1】

規則番号	規則名	測定工程	一致規則組
1	E40M1CD	5305	エンティティ=ET40 工程=5230
2	E40M1FI	5315	エンティティ=ET40 工程=5230
3	E39M1CD	5305	エンティティ=ET39 工程=5230
4	E39M1FI	5315	エンティティ=ET39 工程=5230
5	STP64M1CD	5305	エンティティ=STP64 工程=5170
6	R02DM1CD	5305	製品=98R02D
7	自己規則	5305	(製品=98M16B)及び (エンティティ=STP64 工程=5170)及び (エンティティ=ET38 工程=5230)

10

【0019】

あるロットにサンプリング用のマークあるいはタグをつけるかどうかの判定を行う場合、通常はロット状況情報と見なされている当該ロットに関連する情報（例えば、経路、工程、製品等）が存在する。また、ロットは通常、処理履歴、例えば、どのエンティティ、すなわち、どのプロセスツールを使用して、エッチング工程、マスク工程、フォトレジスト除去工程等の特定の処理工程においてロットを処理したか、という処理履歴を有する。一致規則組の中の論理文はこれらのソースからの情報と結合してもよい。一致規則組の中の論理文すべてに適合している、すなわち真の場合には、その規則がロットに適合される。

20

【0020】

一致規則組は、規則の要件や分析される製造プロセスや製品に依存して、とても単純であってもよいし、また、とても複雑であってもよい。上述のように、表1は説明のための一致規則組のいくつかのサンプル例を示す。最初の5つの規則は規則組を履歴情報、すなわちどのエンティティを先のどの工程で使用したかに基づいて定義する例である。6番目の規則はロットの状況、すなわち、ロットの中でどの製品が仕掛中であるかに基づいている。7番目の規則は、ロット状況とロット履歴情報の両方の組み合わせに基づいている。

【0021】

表1に示した特定のコード及び規則名は単に具体例である。実際、このようなコードや規則名は、特定の適用例に対して特化されていてもよいし、変更されていてもよい。例えば、1番目の規則の規則名（E40M1CD）は、第1メタル層（メタル1）クリティカルディメンジョン（M1CD）測定プロセス（工程5305）及びエッチングツール番号40（E40）に関連付けられている。エンティティがメタル1エッチングプロセス（工程5230）においてエッチングツール番号40（ET40）である場合、この一致規則組に適合する。同様に記述されている品目は他の規則に対して適用される。例えば、規則番号2（E40M1FI）は最終検査（FI: Final Inspection）測定プロセスを表す。この最終検査測定は、エッチングプロセスが完了してフォトマスクを除去したあとに行われる。工程5315は最終検査測定工程を表す。表1において、頭に「E39」がつく規則名はエッチングツール番号39に関連付けられている。規則番号5の頭につく「STP64」はステップツール番号64に関連付けられており、工程5170（関連する規則組）はメタル1マスク工程を表す。よって、ステップツール番号64をメタル1マスク層プロセス（5170）において使用する場合、規則番号5の規則組に適合する。6番目の規則（R02DM1CD）は特定の製品（98R02D）向けのものであり、識別された製品が処理されたロットの中にある場合この規則組に適合する。

30

40

【0022】

7番目の規則（自己規則）は、ロット状況及びロット履歴情報の両方の組み合わせを含む規則である。例えば、規則7の規則組は、98M16Bの製品が製造されていて、ステップツール64がメタル1マスクプロセス（工程5170）で使用されており、かつ、エッチングツール38がメタル1エッチングプロセス（工程5230）で使用される際に適

50

合する。様々な論理文を結合して特定の規則組に到達してもよい。例えば、他の比較、例えば、以下()、以上()、OR、XOR、NOT等の他の論理演算子、または98R02*等のワイルドカードを含むより複雑な文を規則組の定義に組み込むことが出来る。さらに、規則組は2つ以上の測定工程、例えばメタル1クリティカルディメンジョン測定(工程5305)及びメタル層2クリティカルディメンジョン測定(工程6585)に適用することもある。

【0023】

【表2】

規則番号	規則名	測定工程	サンプリング重み
1	E40M1CD	5305	10
2	E40M1FI	5315	5
3	E39M1CD	5305	15
4	E39M1FI	5315	5
5	STP64M1CD	5305	10
6	R02DM1CD	5305	10
7	自己規則	5305	15

10

【0024】

規則組を定義した後、表2に示すように、各規則にサンプリング重みを割り当てる。このサンプリング重みはサンプリングのパーセンテージやパターンではない。ほぼ全ての規則が関連する重みを有していてもよいが、そうではない状況が存在することもある。このサンプリング重みは正数である。サンプリング重みが大きくなるほど、その規則のためにロットにサンプリング用のマークが付けられる可能性も高くなる。

20

【0025】

【表3】

ロット	製品	5170 エンティティ	5230 エンティティ
J10	98R02D	STP65	ET39
J20	98R02D	STP65	ET40
J30	98R02D	STP65	ET39
J40	98M16D	STP64	ET40
J50	98R02D	STP64	ET39
J60	98R02D	STP65	ET40
J70	98M16D	STP65	ET39
J80	98R02D	STP65	ET40

30

【0026】

【表4】

ロット	E40M1CD	E39M1CD	STP64M1CD	R02M1CD	自己規則
J10	—	15	—	10	—
J20	10	—	—	20	—
J30	—	30	—	30	—
J40	20	—	10	—	—
J50	—	45	20	40	—
J60	30	—	—	50	—
J70	—	60	—	—	—
J80	40	—	—	60	—

40

【0027】

本発明の他の態様は、サンプリング規則の「状態」に関するものである。この状態とは、あるロットをサンプリングする累積確率を意味する。ロットがサンプリング規則の一致

50

規則組に適合する度に、当該規則に対する重みを規則の状態に加える。表3及び表4は本発明の本態様の簡単な例を提供するものである。表3は様々なロットの処理履歴を反映させた表である。例えば、ロットJ10は製品98R02Dを含み、メタル1マスク工程(5170)はステップ番号65(STP65)によって行われ、一方メタル1エッチングプロセス(5230)はエッチングツール39(ET39)によって行われる。表4は、表3で識別されたロットを順番に処理する際の様々な規則の状態を示す。説明を簡単で分かりやすくするために、メタル1クリティカルディメンジョン測定プロセス(工程5305)の規則のみを示している。表4(規則状態の表)のダッシュ記号(「—」)は、その規則に対する一致規則組が問題のロットに適用されなかったことを意味する。基本的に、表4は、ある規則の一致規則組に適合するロットに対して測定サンプリングプロセスを行ってからどれくらい時間がたったかを記述する、重み付けされた累積カウンタである。

10

【0028】

【表5】

工程	トリガ値
5305	50
5315	60

ロット	規則1 E40M1CD	規則3 E39M1CD	規則5 STP64M1CD	規則6 R02M1CD	規則7 自己規則	規則7 サンプリング?
J10	—	15	—	10	—	ノー
J20	10	—	—	20	—	ノー
J30	—	30	—	30	—	ノー
J40	20	—	10	—	—	ノー
J50	—	45	20	40	—	ノー
J60	30	—	—	50	—	イエス
J70	—	60	—	—	—	イエス
J80	40	—	—	60	—	イエス

20

30

【0029】

その後、表4に示す規則状態を測定トリガ値と比較して、ロットに測定サンプリング用のマークまたはタグをつけるかどうかを判定する。各測定工程には、規則状態と比較されるトリガ数値が与えられる。規則状態が測定トリガ値以上ならば、ロットに測定サンプリング用のマークをつける。表5は様々な測定工程のトリガ値を示し、様々な規則状態(表4より)に基づき測定サンプリングを行うかどうかを指示している。表からわかるように、測定サンプリングはロットJ60、J70、及びJ80に対して指示されている。なぜなら、各規則状態がメタル1クリティカルディメンジョン測定プロセス(工程5305)に対して規定されたトリガ値を上回っているからである。例えば、ロットJ60は、規則6(R02M1CD)の状態(50)がトリガ値である50と等しいので、サンプリングされなければならない。また、ロットJ70は、規則3(E39M1CD)の状態(60)がトリガ値である50より大きいので、サンプリングされなければならない。さらに、ロットJ80は、規則6(R02M1CD)の状態(60)がトリガ値である50より大きいので、サンプリングされなければならない。

40

【0030】

個々の規則状態をトリガ値と比較する代替方法は、すべての規則状態の合計を測定トリガ値と比較することであろう。例えば、このような方法のもとでは、ロットJ30は、該当する2つの規則状態、規則3(E39M1CD)の30と規則6(R02M1CD)の30の合計がトリガ値である50よりも大きいので、測定サンプリング用のタグがつけら

50

れたであろう。このような方法には、測定サンプリング用に選択されたロットは通常多くのサンプリング規則に適合しているロットであるという利点がある。しかし、適切なトリガ値を決定するのが困難なので、このような手法は実行が難しい場合もある。すべての規則状態を1つに合わせてトリガ値と比較する測定のもとでは、追加の規則を加えることで、既に記述されたトリガ値が効果的に減少する。例えば、追加のエンティティタイプに基づいて追加の規則を定義すると、その追加規則の状態が既に定義されているエッチャーやステッパの状態に加えられることになる。新しい規則が加えられるといつも、影響を受ける可能性のある全測定トリガ値を再評価する必要がでてくることになる。よって、本発明の一実施形態では、各規則状態を個々に測定トリガ値と比較して、測定サンプリングが保証されるかどうかを判定する。

10

【0031】

【表6】

ロット	規則1 E40M1CD	規則3 E39M1CD	規則5 STP64M1CD	規則6 R02M1CD	規則7 自己規則	サンプリング？
J10	—	15	—	10	—	ノー
J20	10	—	—	20	—	ノー
J30	—	30	—	30	—	ノー
J40	20	—	10	—	—	ノー
J50	—	45	20	40	—	ノー
J60	30/0	—	—	50/0	—	イエス
J70	—	60/10	—	—	—	イエス
J80	10	—	—	10	—	ノー

20

【0032】

本発明の他の態様は、規則状態をリセットすることに関する。ロットに測定サンプリング用のマークをつけた場合、一致規則組の適合があった規則はすべて状態がリセットされる。リセットプロセス中、規則の状態はトリガ値に等しい分だけ減少し、最小でゼロになる。このリセットプロセスは、実質上、1つの規則からのサンプリングの決定を全ルールで共用する。表6は測定サンプリングが決定した後の規則状態を示す。ロットを測定サンプリング用に指定する場合、2つの規則状態が供給される(太字)。最初の値はサンプリングを決定する前の規則の状態で、2番目の値はリセットプロセス後の規則の状態である。

30

【0033】

なお、規則において、ロットJ80の規則1及び規則6に対する各値もまた、10まで減少している。これは、リセットプロセス中にある規則、例えば規則6が(ロットJ60に対して)リセットされてゼロになったことを反映している。よって、規則6が適合される際のロットJ80に対する次の入力に、サンプル重み付けの値として10が与えられる。同様の事態がロットJ80及び規則1に対して発生する。

【0034】

トリガ値をリセットする実施可能な方法が他にも存在する。例えば、状態値が測定サンプリングトリガ値を超えている規則のみをリセットしてもよい。しかし、この測定のもとでは、異なる規則が別個に適用され、その結果過度にサンプリングされるか、または、ツールの全種類からのサンプリングを確実にするには定義された規則の組が不十分であるかのいずれかになるであろう。別の手法は、トリガ値を減ずるのではなく、すべての適用可能な規則状態をリセットしてゼロにすることであってもよい。このような測定では、サンプリングの割合が「1/n」、例えば、1/2、1/3、1/4等以外のサンプリングの割合をすべて排除する。さらに、規則状態がトリガ値を超える量は、サンプリング「しすぎた」量を表している。このような情報は上述の手法内に保存されている。さらに別の代替方法は、下限値ゼロを使用せずに、規則状態からトリガ値を差し引くことである。しか

40

50

し、このような手法は、場合によっては、所望以上の原料をサンプリングなしに処理してしまったという事態を生み出してしまう可能性がある。

【0035】

本明細書で説明した方法及びシステムは非常に柔軟性があり、様々な異なるタイプの規則と共に使用してもよい。例えば、本発明を標準的な規則、絶対的な規則、及び/または一時的な規則と共に用いてもよい。標準的な規則とは、測定サンプリングの決定がロット状況及び/またはロットの処理履歴に基づく規則であってもよい。例えば、このような規則は、プロセス処理ツールまたは製品のあるパーセンテージをサンプリングしたいという要望に基づくものである。このような標準的な規則はツールの種類には限定されず、システム 装置識別、製品名、ルート、ロット属性値、もしくはこのような情報の組み合わせ 10
にとって利用可能なあらゆる情報を含む可能性がある。このような標準的な規則は一致規則組及びサンプリング重みを含むであろう。また、例えば、ある特定の製品のロットすべてを測定しなければならない、ある特定の工程を通るロットすべてを測定しなければならない、ある優先権を持ったロットはどれも測定してはいけない等の測定サンプリング用の絶対的な規則も必要である。このような絶対的な規則は、それ自体のサンプリング重みを有していない場合もあるが、ロットにあてはまる他のルールの状態を適切にアップデートできるようにシステムに組み込まれていなければならない。絶対的な規則のためにロットを測定することは標準的な規則に適合することでもある場合もあるので、絶対的な規則をシステムに組み込んでよい。一例として、絶対的な規則には、マスク工程(5170)にてステップSTP67を通った全ロットは工程5305にて測定用のマークをつけると 20
述べられていてもよい。マークが付けられたロットは、メタル1エッチング工程(5230)にていくつかのエッチングツール(例えばET40)によって処理されることになる。絶対的な規則のためにマークをつけられたロットは全て無視される場合には、エッチングツールET40(規則#1)で処理されたロットは無視されることになる。この結果、規則#1のもとで、エッチングツールET40に対しては予想していたよりも高いサンプリングの割合となるであろう。しかし、絶対的な規則をアップデートに組み込んでおく場合、規則#1は適切なものになる。

【0036】

場合によっては、性質上一時的である規則を適用することが望ましいこともある。例えば、24時間のうちに処理されたロットすべてに測定用のマークをつけるのが望ましい場合もある。このような一時的な規則は、その規則と関連するサンプリング重みを有していてもいなくてもよい。上記から明白であろうが、本発明とともに用いてもよい様々な規則の識別の例は決して包括的なものではない。よって、本発明はあらゆる種類の規則に限定されると見なすべきではなく、このような限定は添付請求項にてはじめて明確に説明される。 30

【0037】

本発明の他の態様は、サンプリングを決定するタイミングに関するものである。一実施形態において、サンプリング規則は履歴情報に依存する場合があるので、測定サンプリングを行う決定は通常できるだけ長い時間遅らせる。現実的な観点において、このことは、ロットをサンプリングするかどうかに関する決定は、対象となっている測定工程にそのロットが移動してくる直前まで遅らせなければならないことを意味する。他の時間ではいずれの時間においても、適用されるかもしれないすべてのルールを判定するための情報は十分には存在していない可能性がある。 40

【0038】

このように長い時間サンプリングの決定を遅らせることは、別の問題を引き起こすこともある。現在のサンプリングシステムでは、ロットがエッチングツールまたはステップ等のプロセスツールで処理された時に、ロットに測定用のマークを付けている。この方法では、ロットが処理されたのと同じ順番でサンプリングが決定されることが保証される。例えば、特定のエッチャーで処理された10ロット中1ロットに測定サンプリング用のマークを付けるものとする。本発明では、プロセス工程中のロットの順と比べて、測定工程を 50

ロットが進む時には順番が異なっているものと考えられる。同様の規則を定義することにより、ある特定のプロセスツールで処理された10ロット中1ロットに確実に測定サンプリング用のマークをつけることも出来るであろうが、その違いは、処理ツールから出て行った10ロット中1ロットではなく、測定工程に入った10ロット中1ロットである、ということである。各ツールで処理されたロットの処理された順のリストを保持しておくことはできる。このような情報を用いて、サンプリングの決定に使用する処理順を再構築することもできる。

【0039】

柔軟性及びアクセスの容易さを維持するために、システムのほとんどの情報、例えば、規則の定義、トリガ値等はデータベース内に保持されていてもよい。このデータベースには、システム内のあらゆる構成要素または値を手動あるいは自動のいずれかでアップデートできるインターフェースがなければならない。例えば、特定の測定工程に対するトリガ値をアップデートすることが望ましい場合もある。また、自動制御アプリケーションを用いて、ある規則のサンプリング重みを、サンプリングする可能性が高く、あるいは低くなるようにアップデートする場合もある。データベース（または複数のデータベース）及び関連付けられたインターフェースの厳密な構造は多様である。

【0040】

このシステムの利点の1つは、パーセンテージまたはパターンから重み及びトリガへと移ることにより、サンプリングの割合の変更がトリガ値をアップデートすることによって極めて容易に行えることである。ほとんどの既存のシステムは、トリガ値をパターンまたは70%等のパーセンテージのどちらかによって効果的に定義している。これらのトリガ値は簡単に変更することはできない。サンプリングの割合をある工程において変更するためには、個々の規則のそれぞれをアップデートしなければならない。提案されたシステムのもとでは、1つのトリガ値を変更することによりサンプリングの割合の調整が可能である。一例として、現在のサンプリングトリガを100に設定した場合、それを200に変更することにより、サンプリングの割合は2分の1だけ効果的に減少する。将来は、工場内で使用可能な測定機能に基づいてトリガ値を自動的に調整するように作業できる。例えば、CD-SEM測定ツールの1つが生産休止になってしまったならば、CD-SEM測定工程に対してトリガ値を自動的に調整することによって、確実に残りのツールが加工品によって過負荷にならないようにできる。

【0041】

また、重みとトリガ値を用いたシステムは、送り出しキューにあるロットに優先順位をつける要素として使用することが出来る。測定工程のトリガ値に対するロットの最も高い規則状態の比は、優先順位の指標として使用することができる。この比が高いほど、サンプリング規則に適合するためのサンプリングが「必要となる」度合いが高くなる。この例として、2つのロットに測定用のマークがつけられた場合がある。1番目のロットは、トリガ値が100の工程に対して累積重みが150であった。2番目のロットは、トリガ値が200の工程に対して累積重みが210であった。1番目のロットの比は1.5であり、一方、2番目のロットの比は1.05である。他のことがすべて等しいならば、1番目のロットに送り出しキュー内でより高い優先順位を与えなければならない。

【0042】

図1は説明のための製造工程10の概略図であり、同図では複数のプロセスツール12が用いられている。1つ以上のコントローラ14のうちの1つが図1に概略的に図示されており、この1つ以上のコントローラ14を用いて、プロセスツール12において行われる様々なプロセスの1つ以上の態様を制御してもよいし、同時に/または、本明細書で説明した適応可能なサンプリング計画及び手法を実行してもよい。図1に示すプロセスツール12は、あらゆる種類の製造プロセスを実行可能な任意の種類のツールを表しているもので、本質的に説明のためのものであることは理解すべきである。もちろん、プロセスツール12はそれぞれが異なる種類の製造工程を行っていてもよい。さらに、加工品はツール12で任意の順番で処理されてもよく、ツール12の中には、他のツール12において行

10

20

30

40

50

われる処理工程に先立って行われなければならないプロセス工程を行ってもよいものもある。半導体製造工程の状況において、汎用のプロセスツール12は、ステッパツール、エッチングツール、蒸着ツール、イオン注入ツール、炉等の組み合わせであってもよい。

【0043】

また、説明のための複数の測定ツール16も図1に示されている。測定ツール16は、あらゆる種類の測定プロセスを実行可能な任意の種類の測定ツールを表している点において、本質的に代表的なものである。測定ツール16を用いて、プロセスツール12のうちの1つ以上によって行われる様々な処理工程の任意の態様に関する測定データを獲得してもよいし、また、ツール12によって作製された製品または形状に関する測定データを獲得してもよい。半導体製造工程の状況において、測定ツール16を用いて、クリティカル

10

【0044】

コントローラ18をイオン注入ツール10に動作可能に連結してもよく、また、コントローラ18は命令の実行が可能な任意の種類のデバイスであってもよい。いくつかの実施形態では、コントローラ18はマイクロプロセッサもしくはコンピュータであってもよい。コントローラ18は、イオン注入ツール10上に常駐していてもよく、独立型のデバイスでもよく、あるいは、集積回路製造設備において行われる工程の1つ以上の態様を制御することに対応した総合的なコンピュータシステムの一部であってもよい。コントローラ18を用いて、本明細書に説明した様々な機能を行ってもよい。コントローラ18で行う機能は複数のコンピューティングリソースによって行ってもよい。

20

【0045】

本発明及び対応する詳細な説明の各部分は、ソフトウェア、もしくはコンピュータのメモリ内にあるデータビットに対するオペレーションのアルゴリズム及び記号表現の観点で示されている。これらの記述及び表現は、当業者が自分たちの業務の趣旨を他の当業者に効果的に伝える手段になるものである。アルゴリズムは、本明細書で用いられているように、また一般的に用いられているように、所望の結果に至るステップからなる筋の通ったシーケンスであると考えられている。各ステップは物理的な量の物理的な操作を必要とするものである。必要であるわけではないが、通常、これらの量は、蓄積、伝達、結合、比較、さもなければ操作可能な光学的、電気的、もしくは磁気的信号の形を採る。主には一般的な用法という理由から、このような信号をビット、値、要素、記号、文字、用語、数等として言及することが好都合であることが折に触れて証明されてきた。

30

【0046】

しかしながら、こういった用語や類似物は全て、適した物理量に関連することになっており、これらの量に適用される都合のよい標識でしかないことを心に留めておくべきである。特に記されない限り、あるいはこれまでの説明から明らかなように、「処理」「コンピューティング」「計算」「判定」「表示」等の用語は、コンピュータシステムのレジスタやメモリ内の物理電子量として表されるデータを、コンピュータシステムメモリやレジスタ、あるいはこのような情報の記憶、伝達、または表示を行う他のデバイス内において物理量として同様に表される他のデータに操作、変換するコンピュータシステム、または同様の電子コンピューティングデバイスのアクション及びプロセスを言及している。

40

【0047】

製造システム10において使用されるのに適した情報交換及びプロセス制御フレームワークの一例には、ケーエルエー・テンコール社(KLA-Tencor, Inc)提供のCatalystシステムを用いて実施することができるようなアドバンスド・プロセス

50

・コントロール (APC: Advanced Process Control) フレームワークがある。この Catalyst システムは、SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) コンピュータ統合生産 (CIM: Computer Integrated Manufacturing) フレームワーク対応システム技術を使用しており、アドバンスド・プロセス・コントロール (APC) フレームワークに基づいている。CIM (SEMI, 仮明細書 E81-0699 - 「CIM フレームワークドメインアーキテクチャ」) 及び APC (SEMI, 仮明細書 E93-0999 - 「CIM フレームワークアドバンスド・プロセス・コントロールコンポーネント」) の各明細書が、カリフォルニア州マウンテンビュー (Mountain View, CA) に本拠地を構える SEMI から公的に入手可能である。 10

【0048】

本発明は、一般的には、様々な製造プロセスを監視するのに用いられる適用可能な測定サンプリング計画に対する種々の方法及びシステムを対象としている。一実施形態では、本方法は、複数の測定サンプリング規則を生成し、各測定サンプリング規則にサンプリング重み値を代入し、測定サンプリング規則のうち少なくとも1つに適合する加工品を少なくとも1つ識別し、適合のあった測定サンプリング規則の各々に対するサンプリング重み値を規則に適合する識別された加工品と関連付け、サンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。他の実施形態では、本方法は、測定サンプリング規則のうち1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。さらに別の実施形態では、本方法は、加工品のうち1つに対するサンプリング重み値の累計が予め決められたトリガ値に少なくとも等しい場合に測定工程を行うことを指示するものである。半導体処理工程の状況において、加工品は、半導体ウェハからなるロットである。 20

【0049】

上記にて開示した特定の実施形態は例示的なものでしかなく、だから、本発明は、ここにある教示の利益を有する当業者には明らかである、異なってはいるが同等のやり方で変更や実施を行ってもよい。例えば、上述のプロセスの工程は異なる順番で行ってもよい。さらに、以下の請求項に述べられていることを除いて、ここに示した構成もしくは設計の詳細に限定することを意図してはいない。したがって、上述の特定の実施形態は変更や変形を行ってもよく、このような変形は全て本発明の範囲と精神の範疇であると見なされることは明らかであろう。よって、ここに望まれる保護は以下の請求項にて説明されているようなものである。 30

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】 図1は本発明とともに用いることができるシステムの一実施形態の概略図である。

RULE NUMBER	RULE NAME	METROLOGY OPERATION	MATCHING RULE SET
1	E40M1CD	5305	entity = ET40 at oper. = 5230
2	E40M1FI	5315	entity = ET40 at oper. = 5230
3	E39M1CD	5305	entity = ET39 at oper. = 5230
4	E39M1FI	5315	entity = ET39 at oper. = 5230
5	STP64M1CD	5305	entity = STP64 at oper. = 5170
6	R02DM1CD	5305	product = 98R02D
7	My Rule	5305	(product = 98M16B) AND (entity = STP64 at oper. = 5170) AND (entity = ET38 at oper. = 5230)

Table 1

LOT	PRODUCT	5170 entity	5230 entity
J10	98R02D	STP65	ET39
J20	98R02D	STP65	ET40
J30	98R02D	STP65	ET39
J40	98M16D	STP64	ET40
J50	98R02D	STP64	ET39
J60	98R02D	STP65	ET40
J70	98M16D	STP65	ET39
J80	98R02D	STP65	ET40

Table 3

RULE NUMBER	RULE NAME	METROLOGY OPERATION	SAMPLING WEIGHT
1	E40M1CD	5305	10
2	E40M1FI	5315	5
3	E39M1CD	5305	15
4	E39M1FI	5315	5
5	STP64M1CD	5305	10
6	R02DM1CD	5305	10
7	My Rule	5305	15

Table 2

LOT	E40M1CD	E39M1CD	STP64M1CD	R02M1CD	My Rule
J10	—	15	—	10	—
J20	10	—	—	20	—
J30	—	30	—	30	—
J40	20	—	10	—	—
J50	—	45	20	40	—
J60	30	—	—	50	—
J70	—	60	—	—	—
J80	40	—	—	60	—

Table 4

Operation	Trigger Value
5305	50
5315	60

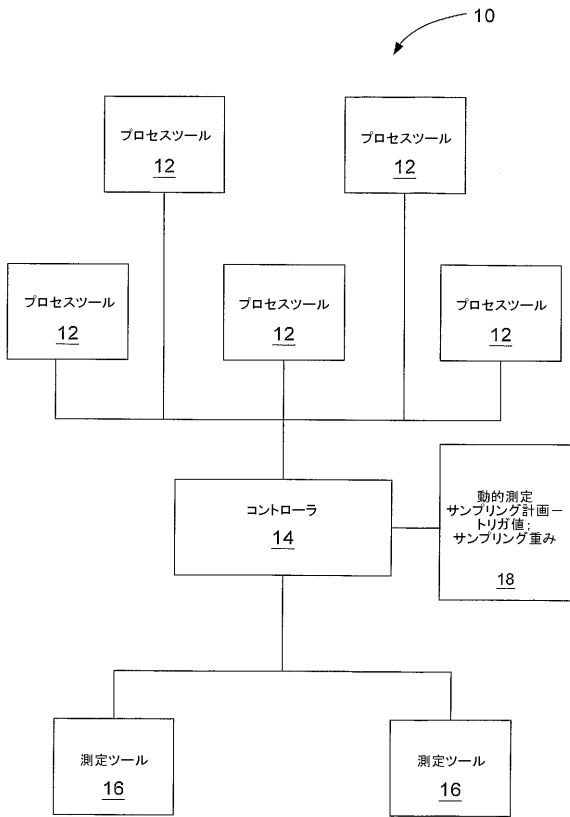
LOT	RULE 1 E40M1CD	RULE 3 E39M1CD	RULE 5 STP64M1CD	RULE 6 R02M1CD	RULE 7 My Rule	Sample ?
J10	—	15	—	10	—	NO
J20	10	—	—	20	—	NO
J30	—	30	—	30	—	NO
J40	20	—	10	—	—	NO
J50	—	45	20	40	—	NO
J60	30	—	—	50	—	YES
J70	—	60	—	—	—	YES
J80	40	—	—	60	—	YES

Table 5

LOT	RULE 1 E40M1CD	RULE 3 E39M1CD	RULE 5 STP64M1CD	RULE 6 R02M1CD	RULE 7 My Rule	Sample ?
J10	—	15	—	10	—	NO
J20	10	—	—	20	—	NO
J30	—	30	—	30	—	NO
J40	20	—	10	—	—	NO
J50	—	45	20	40	—	NO
J60	30/0	—	—	50/0	—	YES
J70	—	60/10	—	—	—	YES
J80	10	—	—	10	—	NO

Table 6

【 図 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US2004/017619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L21/66		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L G05B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 442 496 B1 (PASADYN ALEXANDER J ET AL) 27 August 2002 (2002-08-27) column 5, line 54 - column 8, line 39; figure 2	1-12
A	US 6 477 432 B1 (CHEN SHUN-AN ET AL) 5 November 2002 (2002-11-05) column 5, lines 31-53	1-12
A	WO 02/23289 A (ADVANCED MICRO DEVICES, INC) 21 March 2002 (2002-03-21) page 6, lines 21-36; figure 7	1-12
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 8 February 2005		Date of mailing of the international search report 16/02/2005
Name and mailing address of the ISA Europaan Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Cousins, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

/US2004/017619

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WILLIAMS R ET AL: "Optimized sample planning for wafer defect inspection" SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CONFERENCE PROCEEDINGS, 1999 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SANTA CLARA, CA, USA 11-13 OCT. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 11 October 1999 (1999-10-11), pages 43-46, XP010360683 ISBN: 0-7803-5403-6 the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-12
A	<p>US 5 541 846 A (SECRET ET AL) 30 July 1996 (1996-07-30) the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

●/US2004/017619

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6442496	B1	27-08-2002	NONE
US 6477432	B1	05-11-2002	NONE
WO 0223289	A	21-03-2002	AU 8885601 A 26-03-2002 CN 1459052 T 26-11-2003 DE 60104705 D1 09-09-2004 EP 1317694 A2 11-06-2003 JP 2004509407 T 25-03-2004 TW 563218 B 21-11-2003 WO 0223289 A2 21-03-2002
US 5541846	A	30-07-1996	NONE

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100108604

弁理士 村松 義人

(72)発明者 マシュー エイ . パーディ

アメリカ合衆国、テキサス州 78749、オースティン、ワルサール ループ 4716

Fターム(参考) 3C100 AA57 BB27 EE06