

(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2008-516447

(P2008-516447A)

(43) 公表日 平成20年5月15日(2008.5.15)

(51) Int.Cl.

H01L 21/02

(2006.01)

F 1

H01L 21/02

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-535669 (P2007-535669)
 (86) (22) 出願日 平成17年6月23日 (2005. 6. 23)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年6月5日 (2007. 6. 5)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2005/022424
 (87) 國際公開番号 WO2006/041543
 (87) 國際公開日 平成18年4月20日 (2006. 4. 20)
 (31) 優先権主張番号 10/958,891
 (32) 優先日 平成16年10月5日 (2004. 10. 5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

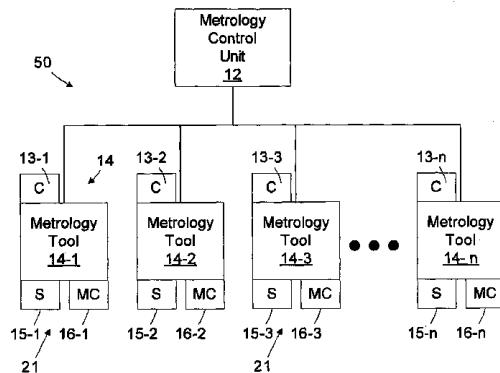
(71) 出願人 591016172
 アドバンスト・マイクロ・ディバイシズ・
 インコーポレイテッド
 ADVANCED MICRO DEVI
 CES INCORPORATED
 アメリカ合衆国、94088-3453
 カリフォルニア州、サンディベイル、ビイ・
 オウ・ボックス・3453、ワン・エイ・
 エム・ディ・プレイス、メイル・ストップ
 ・68 (番地なし)
 100098324
 弁理士 鈴木 正剛
 (74) 代理人 100111615
 弁理士 佐野 良太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいてメトロロジーサンプリングを動的に調整する方法およびシステム

(57) 【要約】

概して、本発明は利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいてメトロロジーサンプリングを動的に調整する様々な方法およびシステムを目的としている。一実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニット12を提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニット12に提供するステップと、を含み、メトロロジー制御ユニットは決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニット（12）を提供するステップと、

利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、

前記決定された利用可能なメトロロジーキャパシティを前記メトロロジー制御ユニット（12）に提供するステップと、を含み、

前記メトロロジー制御ユニット（12）は、前記決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定する、方法。10

【請求項 2】

前記メトロロジー制御ユニット（12）は、複数のメトロロジーツール（14）を制御するように構成されている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記メトロロジーツール（14）の各々は、同じタイプである、請求項 2 に記載の方法。15

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのメトロロジーオペレーションは、限界寸法の測定、層厚の測定、表面の平坦性の測定、電気的特徴の測定、膜の抵抗率の測定、膜の光学特性の測定、欠陥の測定、および、オーバーレイアライメントの測定のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の方法。20

【請求項 5】

前記新たなメトロロジーサンプリングレートに従い、追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記方法はさらに、前記新たなメトロロジーサンプリングレートに従う前記追加のメトロロジーオペレーションが一定の期間実行されたあと、前記基準メトロロジーサンプリングレートに従い追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップを含む、請求項 5 に記載の方法。25

【請求項 7】

前記利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に利用可能なメトロロジーツール 14 の合計数と比較して現在利用可能なメトロロジーツール（14）の数を決定するステップを含み、前記全てのメトロロジーツール（14）は完全に互換性があるとみなされる、請求項 1 に記載の方法。30

【請求項 8】

前記利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に特定のメトロロジーオペレーションを実行することのできるメトロロジーツール（14）の合計数と比較して前記特定のメトロロジーオペレーションを現在実行することができるメトロロジーツール（14）の数を決定するステップを含み、前記全てのメトロロジーツール（14）は、少なくとも前記メトロロジーオペレーションを実行するように構成されている、請求項 1 に記載の方法。40

【請求項 9】

前記利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、

前記少なくとも 1 つのメトロロジーオペレーションと、前記少なくとも 1 つのメトロロジーオペレーションとは異なる少なくとも第 2 メトロロジーオペレーションとを実行することができるメトロロジーツール（14）を決定するステップと、

前記新たなメトロロジーサンプリングレートを決定するステップにおいて、前記第 2 のメトロロジーオペレーションに対するサンプリングレートを下げ、それによって前記少なくとも 1 つのメトロロジーオペレーションを実行するために追加のメトロロジーキャパシティを得る、請求項 1 に記載の方法。50

【請求項 10】

前記新たなメトロロジーサンプリングレートは、以下の計算：

【数 1】

$$Rate_{i,new} = Rate_{i,base} \frac{N_{Available}}{N_{Total}}$$

ただし、 $Rate_{i,new}$ は、オペレーション*i*における新たなメトロロジーサンプリングレートを表し、 $Rate_{i,base}$ は、オペレーション*i*における基準メトロロジーサンプリングレートを表し、 $N_{Available}$ は、現在利用可能なメトロロジーツールの数を表し、 N_{Total} は、通常利用可能なメトロロジーツールの合計数を表す

10

を行うことで決定される、請求項1に記載の方法。

【請求項 11】

前記新たなメトロロジーサンプリングレートは、以下の計算：

【数 2】

$$Rate_{i,new} = Rate_{i,base} \frac{N_{i,Available}}{N_{i,Total}}$$

ただし、 $Rate_{i,new}$ はオペレーション*i*における新たなメトロロジーサンプリングレートを表し、 $Rate_{i,base}$ は、オペレーション*i*における基準メトロロジーサンプリングレートを表し、 $N_{i,Available}$ は、オペレーション*i*に対して現在利用可能なメトロロジーツール数を表し、 $N_{i,Total}$ は、オペレーション*i*に対して通常利用可能なメトロロジーツールの合計数を表す

20

を行うことで決定される、請求項1に記載の方法。

【請求項 12】

前記新たなメトロロジーサンプリングレートは、
以下の式

【数 3】

$$Rate_{Total} = \sum_{i=1}^N Rate_i$$

30

ただし、 $Rate_{Total}$ は、全てのメトロロジーオペレーションに対する総メトロロジーサンプリングレートであり、 N は所与のタイプのメトロロジーツールに許容されるメトロロジーオペレーションの合計数であり、 $Rate_i$ は、所与のオペレーションにおける基準メトロロジーサンプリングレートである

を使用することで全てのメトロロジーオペレーションに対する総メトロロジーサンプリングレートを決定するステップと、

以下の計算

【数 4】

$$Rate_{Available} = Rate_{Total} \frac{N_{Available}}{N_{Total}}$$

40

ただし、この式において、 $Rate_{Total}$ は、全てのメトロロジーオペレーションに対する総メトロロジーサンプリングレートであり、 $Rate_{Available}$ は現在利用可能なメトロロジーツールの数であり、 N_{Total} は、通常利用可能なメトロロジーツールの合計数である

を行うことで利用可能なメトロロジーキャパシティに従い、 $Rate_{Total}$ 値をスケーリングするステップと、

以下の計算

【数5】

$$\min \sum_{i=1}^N (Rate_{i,new} - Rate_{i,base})^2$$

ただし、

【数6】

$$Rate_{Available} \leq \sum_{i=1}^N Rate_{i,new}$$

を行うステップと、を含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項13】

少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニット(12)を提供するステップと、

利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、を含み、前記利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に利用可能なメトロロジーツール(14)の合計数と比較して、現在利用可能なメトロロジーツール(14)の数を決定するステップを含み、前記全てのメトロロジーツールは完全に互換性があるとみなされるものであり、

前記決定された利用可能なメトロロジーキャパシティを前記メトロロジーアクセス(12)に提供するステップを含み、前記メトロロジーアクセスは、前記決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定し、かつ、

20

前記新たなサンプリングレートに従い追加のメトロロジーオペレーションを実行する、方法。

【請求項14】

前記メトロロジーアクセス(12)は、複数のメトロロジーツールを制御するよう構成される、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記メトロロジーツール(14)の各々は同じタイプである、請求項14に記載の方法。

30

【請求項16】

前記方法はさらに、前記新たなメトロロジーサンプリングレートに従い前記追加のメトロロジーオペレーションが一定の期間実行されたあと、前記基準メトロロジーサンプリングレートに従い追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップを含む、請求項13に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

概して、本発明は産業プロセスに関し、より詳細には、利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいてメトロロジーサンプリングを動的に調整する様々な方法およびシステムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

当業者であれば、本出願の査読後に、様々な異なるタイプの装置あるいは加工品の製造を含む様々な産業に本発明を広く応用することができることを理解するであろう。あくまで例示として、以下に、そのような応用の背景を、集積回路装置の製造において直面する様々な問題点に照らして記載する。しかし、本発明は、半導体業界だけでの利用に限定されるものではない。

【0003】

50

半導体業界においては、集積回路装置、例えばマイクロプロセッサ、メモリ装置等の品質、信頼性およびスループットの改善に対する継続的な動機付けが存在する。この動機付けは、より高い信頼性を持って動作する高品質のコンピュータおよび電気製品に対する消費者の要求によってあおられている。このような要求は、半導体装置、例えばトランジスタの製造における継続的な改善、さらにはそのようなトランジスタを含む集積回路装置の製造における継続的な改善へと繋がる。さらに、一般的なトランジスタ部品の製造における欠陥を減らすことにより、トランジスタ当たりの全体のコストを下げる事ができ、さらにはそのようなトランジスタを含む集積回路装置のコストをも下げる事ができる。

【0004】

一般的に、ウェハのロットに対して、様々なプロセスツールを用いて一連の処理ステップが実施される。そのようなプロセスツールとしては、フォトリソグラフィステップ、エッチングツール、デポジションツール、研磨ツール、熱アニール処理ツール、イオン注入（インプランテーション）ツール等が挙げられる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

半導体プロセスツールの基礎となる技術が過去数年にわたって大きな関心を引き起こし、それにより実質的な改善がなされている。しかし、この分野でなされた進歩にもかかわらず、現在商業的に入手可能なプロセスツールの多くはいくつかの欠点を抱えている。特に、そのようなツールのいくつかは、先進プロセスデータ監視機能を有していないことが多い。例えば、ユーザフレンドリーな形式で、イベントログ、現在のプロセスパラメータおよびラン全体のプロセスパラメータの両方のリアルタイムグラフィカル表示、さらに、ローカルサイトおよび全世界の遠隔監視とともに、履歴パラメトリックデータ(historical parametric data)を提供する能力である。

20

これらの欠点により、スループット、正確性、安定性および再現性、処理温度、機械ツールパラメータなどの重要なプロセスパラメータの制御が最適化されないおそれがある。この変動性はラン内のばらつき、ランとランの間のばらつき、そしてツールとツールの間のばらつきとして現れ、それらは製品の品質および性能のばらつきへと繋がりうる。それに対して、そのようなツール類のための理想的な監視および診断システムは、この変動性を監視する手段とともに、重要なパラメータを最適に制御するための手段をも提供する。

30

【0006】

半導体処理ラインの動作を改善する技術の1つは、様々なプロセスツールの動作を自動的に制御する全工場的（ファクトリーワイドな）制御システムを採用することである。製造ツールが製造フレームワークまたは処理モジュールのネットワークと通信を行う。各製造ツールは、通常、装置インターフェイスに接続される。装置インターフェイスは、製造ツールと製造フレームワークとの間の通信を促進する機械インターフェイスに結合される。機械インターフェイスは一般に先進的プロセス制御（A P C : Advanced Process Control）システムの一部であってもよい。A P Cシステムは、製造モデルに基づいて制御スクリプトを起動する。制御スクリプトは、製造プロセスを実行するために必要なデータを自動的に読み出すソフトウェアプログラムとすることができます。半導体装置は、多くの場合、複数のプロセスのための複数の製造ツールを通り抜けて、処理された半導体装置の品質に関するデータを生成する。

40

【0007】

製造プロセスの間、製造中のデバイスの性能に影響を与える様々な出来事が発生しうる。つまり、製造プロセスステップ中の変動がデバイス性能のばらつきにつながる。構造の限界寸法、ドーピングレベル、接点抵抗、粒子汚染などの要素はすべて潜在的にデバイスの最終性能に影響を及ぼしうる。処理における変動を低減するために、処理ライン中の様々なツールは性能モデルに従って制御される。一般的に制御されるツールには、フォトリソグラフィステップ、研磨ツール、エッチングツール、デポジションツールが含まれる。処理前および/または処理後の測定データがツールのためのプロセスコントローラに供給

50

される。処理後の結果が目標値にできるだけ近くなるように、プロセスコントローラは性能モデルおよびメトロロジー情報に基づいて、処理時間などの動作レシピパラメータを計算する。このようにして偏差（ばらつき）を減少させることで、スループットを増大、コスト削減、デバイスの性能向上などの収益率向上に等しい結果が生まれる。

【0008】

実施される様々な処理に対しての目標値は、概して、製造される装置の設計値に基づく。例えば、ある特定のプロセス層は、あるターゲット厚を有し得る。このターゲット厚に関するばらつきを減少させるために、デポジションツール及び／又は研磨ツールに対するオペレーションレシピを自動的に制御することができる。別の例では、トランジスタゲート電極の限界寸法は、関連するターゲット値を有し得る。目標とする限界寸法を実現するために、フォトグラフィツール及び／又はエッチングツールのオペレーションレシピを自動的に制御することができる。

10

【0009】

典型的に、制御モデルは、プロセスツールによる処理に関連して収集されたフィードバックあるいはフィードフォワードメトロロジーデータに基づいて制御されるプロセスツールに対してオペレーションレシピの設定を変更するためのコントロールアクションを生成するために使用される。実効的に機能するために、制御モデルは、タイムリーに、かつ、制御モデルが制御するプロセスツールの未来のオペレーションを予測する能力を維持するのに十分な量のメトロロジーデータを備えている必要がある。

20

【0010】

多くの製造業では、製造される装置が目標とする仕様を満たすことができるよう、処理オペレーションを正確に確実に行うよう非常な努力がなされている。このことは特に半導体製造業に当てはまる。半導体製造業においては、多くのメトロロジーツールおよびセンサーを使用して膨大な量のメトロロジーデータを取得する。このようなメトロロジーデータにより、プロセスツールで実行されたプロセスオペレーションの実効性と正確性とが判定され、および／又は、製品仕様書に従って製造される加工品のコンプライアンスが決定される。このために、典型的な半導体製造施設は、そのようなメトロロジーデータを取得するために多くのリソースを投入する。

30

典型的に、最新の半導体製造設備は、多くのメトロロジーツールあるいはステーションを有することとなっており、ここでは各種のメトロロジーオペレーションが実行される。例示のメトロロジーデータは、プロセス層の厚み、基板上に形成されたフィーチャの限界寸法、表面の平面性、などを含み得る。メトロロジーツールの中には、1種類のメトロロジーオペレーションしか実行しないものもあれば（例えば、限界寸法測定）、複数のメトロロジーオペレーションを実行できるメトロロジーツールもある。さらに、典型的な半導体製造設備は、同じメトロロジーオペレーションを実行できる複数のツールを備えることができる。

【0011】

半導体製造環境では、様々な処理オペレーションに対してメトロロジサンプリングレートが設定される。このサンプリングレートは、各種要因に応じて、例えば、ゲートエッチプロセスなどの特定のプロセスの重要度、および／又は、制御性の点から見た処理オペレーションの安定度など、に応じて変化し得る。半導体製造環境において、メトロロジサンプリングレートは通常、サンプリングのために選択された全製品の集合体が、利用可能であらゆるメトロロジーキャパシティを完全に利用することのできるレベル以下に設定される。これは通常、基準サンプリングレートと呼ばれ得る。この基準サンプリングレートは、最大レベル未満に設定される。

40

これにより、メトロロジーツールは、1以上のメトロロジーツールが様々な理由（例えば、日々のメンテナンス、メトロロジーツールに関する予定外の問題など）で作業から外された後に、蓄積された処理中の作業（WIP:work in progress）に”追いつく”ことができる。例えば、利用可能な4つのメトロロジーツールのうちの1つが作業から外されると、この外されたメトロロジーツールが作業に戻るまで、処理中の作業（WIP）が

50

メトロロジーキューに徐々に蓄積する。そのときに、利用可能な4つ全てのメトロロジーツールは、処理中の作業(WIP)キューが通常の稼働率に下げられるまで、通常の稼働率よりも高い稼働率で動作する。

【0012】

上述した方法が抱える問題の1つとしては、該方法では非常に貴重なリソース、つまりメトロロジーツールが十分に利用されないことが挙げられる。概して、全ての条件が同じとして、基準サンプリングレートをより高く維持すれば、製造施設がどのように動作しているかについてのより多くの情報を得ることが出来る。製造施設内において、歩留まり及び/又は製品のパフォーマンスを低下させるおそれのある問題点をより早く特定するように、追加のメトロロジー情報を利用してもよい。

10

【0013】

メトロロジーキャパシティの変更を意図する場合の別 の方法は、サンプリングレートを非常に高いレベルに維持することであり、こうすることで通常の生産下で全てのメトロロジーツールをほぼ完全に利用することができる。1つ以上のメトロロジーツールが生産から外されると、サンプリングレートは手動で下げられ、メトロロジーキューに滞留している処理中の作業量を減らすおそれがある。このような手法で、稼動中止にされたメトロロジーツールが生産に戻ると、サンプリングレートはその通常の高いレベルに戻される。

この方法が抱える1つの問題点は、該方法には、メトロロジーツールが稼動停止にされたときに比較的高い基準レートを手動で引き下げるため、および、稼動停止にされたメトロロジーツールが生産に戻るときに、サンプリングレートを比較的高い基準レートに手動で引き上げるために、人が必要な点である。これは、製造施設のサンプリングレートプランを調整する権限を有する者がメトロロジーツールキャパシティ(metrology tool capacity)を注意して監視しなければならぬので、効率の悪いプロセスとなる。比較的高い基準サンプリングレートがタイミングよく下げられなければ、処理中の作業(WIP)がメトロロジーキューに滞留してしまう。

20

さらに、この方法では、比較的高い基準サンプリングレートが採用されていることから、稼動停止にされたメトロロジーツールが生産にもどるときには、滞留した処理中の作業(WIP)を処理することのできる余分なメトロロジーキャパシティはほとんどない。その結果、比較的高い基準サンプリングレートがタイミングよく再設定されなければ、メトロロジーデータ量が減少することから生産が減り、その結果、生産施設内において、生産と生産の歩留まりに悪影響を及ぼすおそれのある問題を迅速に特定する能力に悪影響を与える。

30

【0014】

本発明は、上述した1つ以上の問題点を克服する、あるいは、上述した問題による影響を少なくとも減らすことを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

概して、本発明は、利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいてメトロロジーサンプリングレートを動的に調整する様々な方法およびシステムを目的としている。一実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニットに提供するステップと、を含み、メトロロジー制御ユニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなサンプリングレートを決定する。

40

【0016】

別の実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、を含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に利用可

50

能なメトロロジーツールの合計数と比較して現在利用可能なメトロロジーツールの数を決定するステップを含み、全メトロロジーツールは完全に互換性があるものとみなされており、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニットに提供するステップを含み、メトロロジー制御ユニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定するものであって、新たなメトロロジーサンプリングレートに従って追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップを含む。

【0017】

さらに別の実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、を含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に特定のメトロロジーオペレーションを実行することができるメトロロジーツールの合計数と比較して特定のメトロロジーオペレーションを現在実行することのできるメトロロジーツールの数を決定するステップを含む。

全てのメトロロジーツールは少なくとも1つの特定のメトロロジーオペレーションを実行するように構成されており、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニットに提供するステップを有し、メトロロジー制御ユニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定するものであって、かつ、この新たなメトロロジーサンプリングレートに従って追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップ、を含む。

【0018】

さらなる実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップとを含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションと、この少なくとも1つのメトロロジーオペレーションとは異なる少なくとも第2のメトロロジーオペレーションとを実行することができるメトロロジーツールを決定するステップと、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニットに提供するステップと、を含み、メトロロジー制御ユニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定する。

この新たなメトロロジーサンプリングレートの決定において、第2メトロロジーオペレーションに対するサンプリングレートが下げられて、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションを実行するためにさらなるメトロロジーキャパシティが得られ、かつ、新たなメトロロジーサンプリングレートに従い追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップ、を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明は添付の図面とともに、以下の記載を参照することで理解することができる。図面において、同じ参照符号は同様の要素を表す。

本発明は、様々な改良を行い、また、他の形態で実施することができるが、ここに説明されている特定の実施例は、例として示されたものであり、以下にその詳細を記載する。しかし当然のことながら、ここに示した特定の実施例は、本発明を開示されている特定の形態に限定するものではなく、むしろ本発明は添付の請求項によって規定されている発明の範疇に属する全ての改良、等価物、及び変形例を包含するものである。

【0020】

本発明の実施形態を以下に記載する。それらは各実施形態によって様々に変化するものである。簡素化のために、現実の実装品におけるすべての特徴を本明細書に記載することはしていない。当然のことながら、そのような現実の実施形態の開発においては、開発者

10

20

30

40

50

における特定の目標を達成するため、システム的制限やビジネス的制限との摺り合せなど、多くの特定の実装品の決定がなされる。更に、そのような開発努力は複雑で時間を消費するものであるのは当然のことであるが、それでもなお、この開示の恩恵を有する当業者にとって通常作業の範疇に入るものである。

【0021】

以下に、本発明を添付の図面を参照しながら説明する。図面において、説明だけを目的として、また、当業者にとって周知の詳細を伴う本発明を曖昧にしないよう、様々な構造、システムおよび装置が概略的に示されている。しかし、本発明の実施例を記載・説明するために、添付の図面が含まれる。本明細書で使用される用語や言い回しは関連技術において当業者たちによって理解される単語や言い回しと一貫した意味を持つものと理解、解釈される。本明細書において用語あるいは言い回しを一貫して使用していても、これらの用語や言い回しのいかなる特定の定義、すなわち、当業者により理解される通常の意味及び慣習的な意味からは異なる定義を意味するものではない。用語や言い回しを、特定の意味を有する範囲において用いる場合、つまり当業者により理解されているのとは異なる意味で用いる場合、本明細書においては、直接かつ明確にそのような言葉や言い回しの特定の定義を行う。

【0022】

図1は、例示的な生産システム10の簡略ブロック図である。図に示した実施形態では、生産システム10は半導体装置を製造するよう構成される。本発明は、半導体製造設備に実装され得るように記載するが、本発明はこれに限定されず、他の製造環境に適用することもできる。本明細書で説明する技術は、さまざまな加工品(workpiece)や製造物に応用することができる。例えば、本発明は、マイクロプロセッサ、メモリデバイス、デジタルシグナルプロセッサ、特定用途向け集積回路(A S I C : application specific integrated circuit)、またはその他の類似する装置を含む(しかし、これらに限定されない)各種集積回路デバイスの製造に関連して採用することもできる。この技術は半導体装置以外の加工品あるいは製造物に応用することもできる。

【0023】

ネットワーク20は生産システム10の様々な構成要素を相互接続し、これらの構成要素が情報交換できるようにする。例示的な生産システム10は複数のツール30～80を含む。ツール30～80の各々は、ネットワーク20とインターフェイス接続するためにコンピュータ(図示せず)に結合され得る。ツール30～80は、末尾に付加した文字が示すように、同種のツールのセット(組)に分類される。例えば、ツール30A～30Cのセットは、化学機械平坦化ツールなどの、特定のタイプのツールを表す。ある特定のウェハまたはウェハのロットは、製造時に各ツール30～80を通り、各ツール30～80がプロセスフロー内で特定の機能を実施する。半導体装置製造環境のための例示的なプロセスツールには、メトロロジーツール、フォトリソグラフィステップ、エッチングツール、デポジションツール、研磨ツール、高速熱アニールツール、イオン注入ツールなどを含む。ツール30～80は、例示のみを目的として一般的な(rank and file)グループ分けで示される。現実の製造設備では、ツール30～80は任意の物理的順序あるいはグループ分けに編成可能である。さらに、ツール30～80が相互に接続されているのではなく、特定のグループ内のツール間の接続がネットワーク20への接続であってもよい。

【0024】

生産システム10の高レベルのオペレーションを指示するのは、製造実行システム(M E S : Manufacturing Execution System)サーバあるいはコントローラ90である。このM E Sサーバ90は、生産システム10(つまり、ロット、ツール30～80)内の各種要素の状態を監視し、プロセスフローを通過する製造物(例えば、半導体ウェハのロット)の流れを制御することができる。プロセスフロー内のさまざまな要素および製造物の状態に関連したデータを記憶するために、データベースサーバ100が設けられている。データベースサーバ100は、情報を1つ以上のデータ記憶装置110に記憶し得る。このデータは、プロセス前およびプロセス後のメトロロジーデータ、ツールの状態、ロットの

10

20

30

40

50

優先度、オペレーションレシピなどを含み得る。コントローラ90は、図1に示した1つ以上のツールにオペレーションレシピを供給でき、あるいは、1つ以上のツールで様々なオペレーションが実行されるように命令を出すことができる。当然、コントローラ90は、これらすべての機能を実行する必要はない。さらに、コントローラ90に関して記載された機能は、システム10全体に広がる1つ以上のコンピュータによって実行されてもよい。

【0025】

本発明の一部とその詳細な説明は、ソフトウェア、もしくはコンピュータメモリ内部でのデータビットに対するオペレーションの記号的表記およびアルゴリズムの形で提示される。このような記述及び表現は、当業者が、自身の作業の内容を他の当業者に効果的に伝えるために用いられているものである。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自己矛盾のないシーケンスであると考えられている。ステップは物理量の物理的操作を必要とするものである。この物理量は通常、記憶、転送、結合、比較などの操作が可能な光学信号、電気信号または磁気信号の形を取るが、必ずしもこれらに限定されない。主に公共の利用に供するという理由で、これらの信号を、ビット、値、要素、記号、文字、語(term)、数字などと呼べば、時として利便性が高いことが知られている。

10

【0026】

しかし、上記の全用語ならびに類似の用語は、適切な物理量に対応しており、この物理量に適用される簡便な標識に過ぎないという点を留意すべきである。特段の断りのない限り、もしくは記載内容から明らかな場合、「処理」、「演算」、「計算」、「判定」、「表示」などの用語は、コンピュータシステムのレジスタ内およびメモリ内で物理的電子的量として表されるデータを、コンピュータシステムのメモリ、レジスタ等の情報の記憶装置、伝送装置または表示装置内で同様に物理量として表される他のデータへと操作および変換するコンピュータシステムないし類似の電子演算装置の動作および処理を指す。

20

【0027】

生産システム10はまた、例示的なワークステーション150上で実行するメトロロジー制御ユニット12を含む。メトロロジー制御ユニット12は、生産システム10において実行される製造オペレーションに関連して採用される様々なメトロロジーツールを制御するように使用してもよい。メトロロジー制御ユニット12は、本文において後述している目的のために、コントローラ90と、および／又は個々のツール30～80に関連付けられている1つ以上の処理コントローラ145と通信することが可能である。処理コントローラ145が使用する特定の制御モデルは、制御されるツール30～80の形式によって決定する。制御モデルは、公知の線形あるいは非線形技術を使用して経験的に構築され得る。制御モデルは、比較的に単純な数式ベースのモデル(例えば、線形、指數関数、加重平均など)であっても、あるいはニューラルネットワークモデル、主成分分析(PCA: Principal Component Analysis)モデル、または、潜在的構造に対する部分最小二乗(PLS: Partial Least Squares)射影モデルなどのより複雑なモデルであってもよい。具体的な制御モデルの実施形態は、選択されたモデリング技術および制御される処理によって変わり得る。特定の制御モデルは、当業者の能力の範囲内で選択および構築される。従って、この制御モデルは、本発明の明確化のために、そして不明瞭にしないよう、本明細書ではより詳細には説明しない。

30

【0028】

生産システム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としては、KLA-Tencor社提供のCatalystシステムを用いて実装することができるようなアドバンスド・プロセス・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), 仮仕様

40

50

書 E 8 1 - 0 6 9 9 - 「 C I M フレームワークドメインアーキテクチャ」) 及び A P C (S E M I , 仮仕様書 E 9 3 - 0 9 9 9 - 「 C I M 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」) の各仕様書が、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 S E M I から公的に入手可能である。

【 0 0 2 9 】

図 1 の様々なコンピュータまたはワークステーションにわたって処理機能およびデータ記録機能が分散されており、一般的な独立した中央情報記憶装置を提供している。当然、本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、コンピュータの台数を変更したり、構成を変更することができる。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、本発明の 1 つの例示的実施形態によるメトロロジーシステム 5 0 のより具体的な簡略ブロック図である。図示しているように、メトロロジー制御ユニット 1 2 は複数のツール 1 4 に動作可能に結合される。例示した実施形態では、4 つのそのような例示的メトロロジーツール 1 4 - 1 、 1 4 - 2 、 1 4 - 3 、および 1 4 - n を概略的に示す。しかし、本発明は、任意の数のメトロロジーツールを採用してもよい。例示のメトロロジーツール 1 4 は、1 つ以上の各種メトロロジーオペレーションを実行することができる。例えば、メトロロジーツール 1 4 は、プロセス層の厚みの測定、フィーチャの限界寸法の測定、表面の平坦性、膜抵抗率、膜の光学特性 (例えば、n および k) 、欠陥、オーバーレイアライメントなどの測定、といったメトロロジーオペレーションを実行することができる。

【 0 0 3 1 】

メトロロジーシステム 5 0 は、利用可能なメトロロジーツール能力に基づいてメトロロジーサンプリングレートを自動的に調整するあるいは制御するように採用してもよい。ある場合では、メトロロジーツール 1 4 は一般的に、層厚の測定、フィーチャの限界寸法の測定などの、同じタイプのメトロロジーオペレーションを実行する。しかし、メトロロジーツール 1 4 は、必ずしも全てのメトロロジーオペレーションに対して完全に互換性を有する必要はない。

例えば、2 つのメトロロジーツールと 3 つのメトロロジーオペレーションがある場合、2 つのメトロロジーツール 1 4 の各々を 3 つのメトロロジーオペレーションのいずれにも使用可能とする必要はない。メトロロジー制御ユニット 1 2 はまた、結果として得られるサンプリングレート計画をある程度拘束する。例えば、所与のプロセスオペレーションに対するサンプリングレートが予め選択された範囲を下回らないように拘束することができ、例えば、クリティカルプロセスオペレーションに対して 7 5 % の最小サンプリングレートを設定することができる。半導体製造オペレーションでは、そのような拘束は、ゲートエッチプロセスオペレーションなどの非常にクリティカルなプロセスオペレーションに適用され得る。

【 0 0 3 2 】

メトロロジー制御ユニット 1 2 は本発明の 1 つの態様に従い、メトロロジーシステム 5 0 内のメトロロジーツール 1 4 により実行されるメトロロジーオペレーションを制御するために、様々な制御アルゴリズムを採用することができる。一実施形態では、第 1 制御アルゴリズムが採用されており、このアルゴリズムでは、所与のタイプの全てのメトロロジーツール 1 4 は、完全に互換性があるとみなされる。その場合、1 つ以上のメトロロジーツールが (どのような理由であれ) 稼動中止されているときに、各オペレーションに対する新たな、あるいは調整されたメトロロジーサンプリングレートを以下のように決定することができる。

【 数 1 】

$$Rate_{i,new} = Rate_{i,base} \frac{N_{Available}}{N_{Total}} \quad (1)$$

この式において、 Rate_{i,new} は、オペレーション i においての新たなメトロロジ-

10

20

30

40

40

50

サンプリングレートを表し、 $Rate_{i,base}$ は、オペレーション*i*においての基準メトロジーサンプリングレートを表し、 $N_{Available}$ は、現在利用可能なメトロロジーツール14の数を表し、 N_{Total} は、メトロロジーオペレーションを実行するために通常利用することのできるメトロロジーツール14の合計数を表す。簡潔には、この第1アルゴリズムにおいて、新たなサンプリングレートは、メトロロジーツール14の合計数のうちのいくつが利用できないことに起因した基準メトロロジーサンプリングレートの減少が反映されている。

【0033】

別の実施形態では、メトロロジーシステム50により第2アルゴリズムが採用されてもよい。この第2アルゴリズムを使用すると、メトロロジー制御ユニット12は、特定のメトロロジーオペレーションに対して使用できるメトロロジーツール14だけを考慮する。例えば、メトロロジー制御ユニット12は、限界寸法の測定を行うことができるメトロロジーツール14だけを考慮し得る。この例示の実施形態では、新たな、あるいは調整されたメトロロジーサンプリングレートは以下のように決定され得る。

【数2】

$$Rate_{i,new} = Rate_{i,base} \frac{N_{i,Available}}{N_{i>Total}} \quad (2)$$

この式において、 $Rate_{i,new}$ は上述のように定義され、 $N_{i,Available}$ は、メトロロジーオペレーション*i*に対して現在利用可能なメトロロジーツール14の数を表し、 $N_{i>Total}$ は、メトロロジーオペレーション*i*に対して通常利用可能なツール14の合計数を表す。第1アルゴリズム(式1)は、ある場合に対する第2アルゴリズム(式2)のサブセットであり、全てのメトロロジーツール14が全てのオペレーションに対して利用可能である点に留意されたい。

【0034】

第2アルゴリズムの1つの利点として、第2アルゴリズムは計算的に単純であることが挙げられる。第2アルゴリズムに関する1つの潜在的な難点としては、第2アルゴリズムでは、ダウンしたメトロロジーツール14上で実行されているオペレーション以外のオペレーションに関しては、それらのオペレーションにおけるメトロロジーサンプリングレートを下げることがない、という点が挙げられる。

例えば、メトロロジーオペレーション*j*がダウンしたメトロロジーツールによって実行されていない場合、第2アルゴリズムはメトロロジーオペレーションにおけるサンプリングレートを下げるなどを許可せず、メトロロジーオペレーションを実行するためのキャパシティは制限されない。

【0035】

さらに別の実施形態では、メトロロジーシステム50により第3制御アルゴリズムが採用されてもよい。この第3アルゴリズムを使用すると、メトロロジー制御ユニット12は、すでに稼動中止にされたメトロロジーツール14によって実行されるメトロロジーオペレーション以外のメトロロジーオペレーションにおいてサンプリングレートを修正することができる。この方法により、全てのメトロロジーオペレーションが利用可能になると、全てのオペレーションに対して(平均して)基準メトロロジーサンプリングレートに比較的近いメトロロジーサンプリングレートを維持することができる。この方法において、第1ステップは総サンプリングレートを生成することである。これは、全てのメトロロジーオペレーションにわたっての全ての個々のメトロロジーサンプリングレートの合計である。

【数3】

$$Rate_{Total} = \sum_{i=1}^N Rate_i \quad (3)$$

この式において、 $Rate_{Total}$ は総レートであり、Nはそのタイプ(例えば、膜厚メ

トロロジー、限界寸法メトロロジー)のメトロロジーツールに許容されるメトロロジーオペレーションの合計数、 $Rate_i$ は、オペレーション*i*における基準サンプリングレートである。

【0036】

次のステップは、利用可能なメトロロジーツールに従い、 $Rate_{Total}$ 値をスケーリングするステップである。

【数4】

$$Rate_{Available} = Rate_{Total} \frac{N_{Available}}{N_{Total}} \quad (4)$$

10

この式において、 $Rate_{Total}$ は上述のように定義され、 $Rate_{Available}$ は、新たに利用可能な能力であり、 $N_{Available}$ は、利用可能なメトロロジーツール14の数であり、 N_{Total} は、そのメトロロジータイプに潜在的に利用可能であったメトロロジーツール14の合計数である。概して、タイプとは、同じメトロロジーオペレーションを実行するために使用することのできるメトロロジーツールグループを言う。例えば、メトロロジーツールの製造業者に関係なく、いくつかのツールが同じメトロロジーオペレーション(例えば、膜厚の測定)を実行することができ、これらのツール全てが同じタイプであると考えられる。

【0037】

最終ステップは、以下の方程式を解くステップである。

20

【数5】

$$\min \sum_{i=1}^N (Rate_{i,new} - Rate_{i,base})^2 \quad (5)$$

但し、

【数6】

$$Rate_{Available} \leq \sum_{i=1}^N Rate_{i,new} \quad (6)$$

30

である。

【0038】

実際に、第3アルゴリズムは、基準メトロロジーサンプリングレート($Rate_{i,base}$)からの新たなメトロロジーサンプリングレート($Rate_{i,new}$)の偏差の二乗を最小にする。但し、利用可能なメトロロジーキャパシティ($Rate_{Available}$)を条件とする。この第3の方法の利点は、該方法は、メトロロジーキャパシティを減少させるため、多くのオペレーションにわたってメトロロジーサンプリングレートをわずかに下げる事が許容されることである。しかし、この第3アルゴリズムを解くことは、上述した他の2つのアルゴリズムよりも計算的に複雑である。

【0039】

上述の例では、総レート($Rate_{Total}$)が総メトロロジーキャパシティの代わりとして使用されたことに留意されたい。通常、これは、オペレーションごとにウェハのロットの測定時間が大きく変動しなければ、有効な推定である。測定時間が大きく変動する場合、そのような時間差を組み込んだ修正した方程式を使用してもよい。1つの実施形態として、修正された方程式は、以下のようにすることができた。

40

【数7】

$$Rate_{Total} = \sum_{i=1}^N Time_i * Rate_i \quad (7)$$

但し、

【数8】

$$Rate_{Available} \leq \sum_{i=1}^N Time_i * Rate_{i,new} \quad (8)$$

である。

この式において、 $Time_i$ はオペレーション*i*におけるロットのサイクルタイムを表し、その他の全ての変数は上述のように定義される。

【0040】

概して、本発明は、利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいたメトロロジーサンプリングを動的に調整する様々な方法およびシステムを目的としている。一実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジー制御ユニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジー制御ユニットに提供するステップと、を含み、このメトロロジー制御ユニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新しいメトロロジーサンプリングレートを決定する。

10

【0041】

別の実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジーアニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、を含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に利用可能なメトロロジーツールの合計数と比較して現在利用可能なメトロロジーツールの数を決定するステップを含み、全メトロロジーツールは完全に互換性があるものとみなされており、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジーアニットに提供するステップを含み、メトロロジーアニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定するものであって、新たなメトロロジーサンプリングレートに従って追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップを含む。

20

【0042】

さらに別の実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジーアニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップと、を含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、通常時に特定のメトロロジーオペレーションを実行することができるメトロロジーツールの合計数と比較して特定のメトロロジーオペレーションを現在実行することのできるメトロロジーツールの数を決定するステップを含み、全てのメトロロジーツールは少なくとも1つの特定のメトロロジーオペレーションを実行するように構成されており、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティをメトロロジーアニットに提供するステップを有し、メトロロジーアニットは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定するものであって、かつ、この新たなメトロロジーサンプリングレートに従って追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップ、を含む。

30

【0043】

さらなる実施形態では、該方法は、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションに対する基準メトロロジーサンプリングレートを決定するように構成されたメトロロジーアニットを提供するステップと、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップとを含み、利用可能なメトロロジーキャパシティを決定するステップは、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションと、この少なくとも1つのメトロロジーオペレーションとは異なる少なくとも第2のメトロロジーオペレーションとを実行することのできるメトロロジーツールを決定するステップと、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティ

40

50

をメトロロジーコントローラーに提供するステップと、を含み、メトロロジーコントローラーは、決定された利用可能なメトロロジーキャパシティに基づいて新たなメトロロジーサンプリングレートを決定し、この新たなメトロロジーサンプリングレートの決定において、第2メトロロジーオペレーションに対するサンプリングレートが下げられて、少なくとも1つのメトロロジーオペレーションを実行するために、さらなるメトロロジーキャパシティが得られ、かつ、新たなメトロロジーサンプリングレートに従い追加のメトロロジーオペレーションを実行するステップ、を含む。

【0044】

本発明による利益を享受し得る当業者であれば、本発明に関して等価の範囲内で種々の変形及び実施が可能であることは明らかであることから、上述の個々の実施形態は、例示的なものに過ぎない。例えば、上述した方法における各ステップは、その実行順序を変えることもできる。更に上述した構成あるいは設計の詳細は、なんら本発明を限定することを意図するものではなく、請求の範囲の記載にのみ限定されるものである。従って、上述した特定の実施形態は、変形及び修正が可能であることは明らかであり、このようなバリエーションは、本発明の趣旨及び範囲内のものである。従って、本発明の保護は、以下の請求の範囲によって限定されるものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0045】

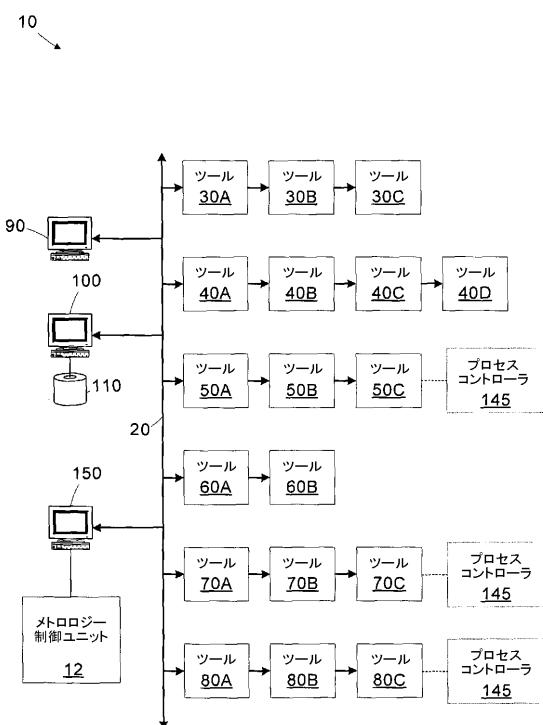
【図1】本発明の一実施形態に従う製造システムの簡略ブロック図。

20

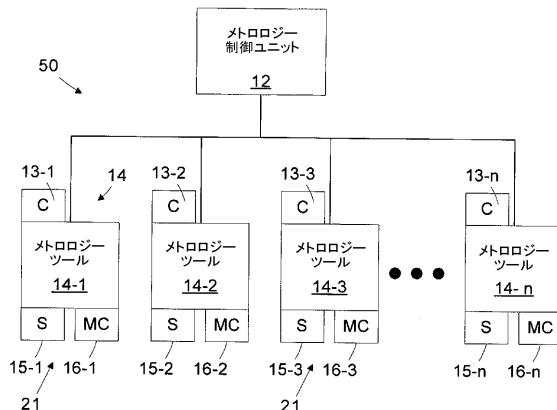
【図2】本発明の一実施形態に従うシステムをより詳細に示した簡略ブロック図。

【図3】本発明の一実施形態に従うメトロロジーサンプリングを制御する方法の簡略フロー チャート。

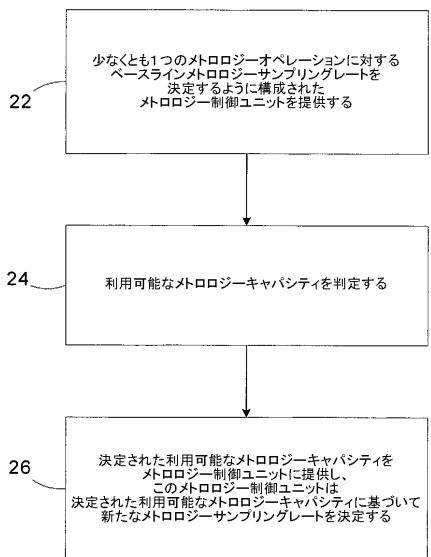
【図1】



【図2】



【図3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US2005/022424
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		
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.
X	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	1-16
A	WO 02/23289 A (ADVANCED MICRO DEVICES, INC) 21 March 2002 (2002-03-21) the whole document	1-16
A	WO 2004/061938 A (ADVANCED MICRO DEVICES, INC) 22 July 2004 (2004-07-22) the whole document	1-16
	-/-	
<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.		
G document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 September 2005		Date of mailing of the International search report 07/10/2005
Name and mailing address of the ISA European 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
PCT/US2005/022424

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/204348 A1 (SUZUKI TAKEHIKO ET AL) 30 October 2003 (2003-10-30) the whole document -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2005/022424

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0223289 A	21-03-2002	AU CN DE DE EP JP TW	8885601 A 1459052 A 60104705 D1 60104705 T2 1317694 A2 2004509407 T 563218 B	26-03-2002 26-11-2003 09-09-2004 15-09-2005 11-06-2003 25-03-2004 21-11-2003
WO 2004061938 A	22-07-2004	AU US	2003291313 A1 2004121495 A1	29-07-2004 24-06-2004
US 2003204348 A1	30-10-2003	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,IS,IT,LT,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,KM,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,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、ウォルソル ループ 4716