

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6635926号
(P6635926)

(45) 発行日 令和2年1月29日 (2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日 (2019.12.27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 11/00 (2006.01)

G O 1 B 11/00 H

G O 1 B 11/02 (2006.01)

G O 1 B 11/02 H

G O 1 B 11/00 G

G O 1 B 11/02 G

請求項の数 22 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-551168 (P2016-551168)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月9日 (2014.9.9)
 (65) 公表番号 特表2017-508145 (P2017-508145A)
 (43) 公表日 平成29年3月23日 (2017.3.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/054811
 (87) 国際公開番号 W02015/122932
 (87) 国際公開日 平成27年8月20日 (2015.8.20)
 審査請求日 平成29年9月8日 (2017.9.8)
 (31) 優先権主張番号 61/939, 129
 (32) 優先日 平成26年2月12日 (2014.2.12)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 500049141
 ケーエルエー コーポレーション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピ
 タス ワン テクノロジー ドライブ
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 アミール ヌリエル
 イスラエル セント ヨクネアム ヤルデ
 ン ストリート 34
 (72) 発明者 ヨハナン ラヴィヴ
 イスラエル キルヤト モツキン タマリ
 7 ストリート

審査官 續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不正確さを低減し且つコントラストを維持する充填要素を有する計測ターゲット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計測ターゲットをデザインする方法であって、

ターゲットデザインにおける 1 以上の連続領域を 1 以上のプロセッサで識別するステップと、

前記 1 以上の識別された連続領域に光学測定で識別可能な 1 以上の特定の充填要素を前記プロセッサで導入して改良されたターゲットデザインを形成するステップであり、

前記導入された充填要素の 1 以上のパラメータが、前記改良されたターゲットデザインのコントラスト要件と不正確さ要件に基づいて決定され、所望のコントラストと所望の不正確さをともに得るために前記 1 以上の連続領域内の空白領域の特定の充填率を決定する、ステップと、

ウェハ上に前記改良されたターゲットデザインのターゲットを生成するステップと、
を備える方法。

【請求項 2】

前記識別ステップがターゲット要素の少なくとも一つの背景エリアで実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記不正確さ要件が、研磨パッドの回転運動に係る非対称研磨の累積効果を反映する回転項である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 1 以上の充填要素が少なくとも一つの周期的構造を備えている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 1 以上の充填要素は第 1 の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第 1 の周期的構造を備えており、ターゲット要素は第 2 の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第 2 の周期的構造を備えており、前記第 1 の特定のパラメータは、前記コントラスト要件を満たす程度まで前記第 2 の特定のパラメータと異なる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 の特定のパラメータの少なくともいずれかは、ピッチ、方向、パターン、1 以上のセグメントの寸法、アスペクト比、トポグラフィのうちの少なくとも一つを備える、請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記 1 以上の充填要素を導入するステップが特定のデザインルールにしたがって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 1 以上の充填要素を含む 1 以上の計測ターゲットを製造するステップをさらに包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 1 以上の充填要素は、カッティングマスクを使用して形成される、請求項 8 に記載の方法。

20

【請求項 10】

計測システムであって、

1 以上の計測ターゲットからオーバーレイを計測するように構成された計測測定器具を含み、

前記 1 以上の計測ターゲットは、前記計測ターゲットの 1 以上の識別された連続領域内に配置された光学測定で識別可能な 1 以上の特定の充填要素を含み、前記 1 以上の充填要素の 1 以上のパラメータは、前記計測ターゲットのコントラスト要件と不正確さ要件に基づいており、所望のコントラストと所望の不正確さをともに得るために前記 1 以上の連続領域内の空白領域の特定の充填率が決定されている、

計測システム。

30

【請求項 11】

計測ターゲットであって、

前記計測ターゲットの 1 以上の識別された連続領域内に配置された光学測定で識別可能な 1 以上の充填要素を含み、前記 1 以上の充填要素の 1 以上のパラメータは、前記計測ターゲットのコントラスト要件と不正確さ要件に基づいており、所望のコントラストと所望の不正確さをともに得るために前記 1 以上の連続領域内の空白領域の特定の充填率が決定されている、

計測ターゲット。

【請求項 12】

少なくとも一つのセグメント化されたターゲット要素と、
を含み、

40

前記セグメント化されたターゲット要素は、少なくとも 1 つの背景エリアを備えており、

前記 1 以上の充填要素は、前記少なくとも 1 つの背景エリア内の前記 1 以上の連続領域に導入され、前記コントラスト要件は、前記少なくとも 1 つの背景エリアに関連したセグメント化されたターゲット要素のコントラスト要件を含む、

請求項 11 に記載の計測ターゲット。

【請求項 13】

前記 1 以上の充填要素は第 1 の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第 1 の周期的構造を備えており、1 以上のターゲット要素は第 2 の特定のパラメータを有する少なく

50

とも一つの第 2 の周期的構造を備えており、前記第 1 の特定のパラメータは、前記コントラスト要件を満たす程度まで前記第 2 の特定のパラメータと異なる、

請求項 1 1 に記載の計測ターゲット。

【請求項 1 4】

前記 1 以上のターゲット要素がセグメント化されており、前記識別された連続領域における前記充填要素の密度が前記 1 以上のターゲット要素のセグメント化の半分と $1/10$ との間である、請求項 1 3 に記載の計測ターゲット。

【請求項 1 5】

前記第 1 及び第 2 の特定のパラメータの少なくともいずれかは、ピッチ、方向、パターン、1 以上のセグメントの寸法、アスペクト比、トポグラフィのうちの少なくとも一つを備える、請求項 1 3 に記載の計測ターゲット。

10

【請求項 1 6】

研磨パッドの回転運動に係する非対称研磨の累積効果を反映する回転項が特定の閾値より低い、請求項 1 1 に記載の計測ターゲット。

【請求項 1 7】

前記 1 以上の充填要素が少なくとも一つの周期的構造を備えている、請求項 1 1 に記載の計測ターゲット。

【請求項 1 8】

前記計測ターゲットの 1 以上の構造が、特定のデザインルールに対応している、請求項 1 1 に記載の計測ターゲット。

20

【請求項 1 9】

前記 1 以上の識別された連続領域は、少なくとも 300 nm 幅である、請求項 1 1 に記載の計測ターゲット。

【請求項 2 0】

計測システムであって、

1 以上の計測ターゲットからオーバーレイを計測するように構成された計測測定器具を含み、

前記 1 以上の計測ターゲットは、1 以上の背景領域を含む 1 以上のセグメント化されたターゲット要素と、前記 1 以上の背景領域内の 1 以上の識別された連続領域に配置された光学測定で識別可能な 1 以上の充填要素であり、前記 1 以上の充填要素の 1 以上のパラメータは、前記計測ターゲットのコントラスト要件と不正確さ要件に基づいており、所望のコントラストと所望の不正確さをともに得るために前記 1 以上の連続領域内の空白領域の特定の充填率が決定されている、充填要素を含む、

30

計測システム。

【請求項 2 1】

装置であって、

コンピュータ読み取り可能な複数のインストラクションを記憶するメモリと、

前記複数のインストラクションを実行するプロセッサであり、

ターゲットデザインにおける 1 以上の連続領域を識別し、

前記 1 以上の識別された連続領域に光学測定で識別可能な特定の充填要素を導入して改良されたターゲットデザインを形成し、前記 1 以上の導入された充填要素の 1 以上のパラメータが、前記改良されたターゲットデザインのコントラスト要件と不正確さ要件に基づいて決定され、所望のコントラストと所望の不正確さをともに得るために前記 1 以上の連続領域内の空白領域の特定の充填率を決定し、

40

製造器具を管理してウェハ上に前記改良されたターゲットデザインのターゲットを製造する、

プロセッサと、

を備える装置。

【請求項 2 2】

前記プロセッサは、前記複数のインストラクションを実行し、カッティングマスクを使

50

用して前記 1 以上の充填要素を製造する、
請求項 2 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

本出願は、2014年2月12日付けで出願された米国予備特許出願第61/939,129号の優先権を主張し、その出願は、その全体が参照によってここに援用される。

【0002】

本発明は計測ターゲットの分野に関し、より具体的には、特定のタイプの不正確さを低減する計測ターゲットのデザインに関する。 10

【背景技術】

【0003】

計測ターゲットは、製造ステップの精度を検証するために使用され、光学的に測定可能であるようにデザインされる。よくあるタイプの計測ターゲットは、ターゲット要素とそれらの背景領域との間に光学的なコントラストを提供する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2013/0330904号 20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、オーバーレイターゲット及びその他の光学的ターゲットのプロセスロバスタの改善を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のある局面は、識別された連続領域に所与のターゲットデザインで導入された特定の充填要素を備えた計測ターゲットを提供し、導入された充填要素のパラメータが、コントラスト要件とその識別された連続領域に製造を介して関連付けされている不正確さ要件との間のトレードオフによって決定される。 30

【0007】

本発明のこれらの、追加の、及び/又は、その他の局面及び/又は効果は、以下の詳細な記述に提示される。それらは、恐らく詳細な記述から推察可能であり、及び/又は、本発明の実行によって学ぶことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本発明の実施形態のより良い理解のために、且つそれがどのようにして有効になり得るのかを示すために、純粹に例示のために、添付の図面が参照される。これらの図面では、同様の参照番号は、全体を通して対応する要素又は部分を示す。 40

【0009】

【図 1 A】ターゲット要素の間に空白の背景領域を残すという従来技術の慣習の結果として生じるへこみ効果を描いている図である。

【図 1 B】ターゲット要素の間に空白の背景領域を残すという従来技術の慣習の結果として生じる回転項効果を描いている図である。

【図 2 A】本発明のいくつかの実施形態に従った識別された空白の背景領域に導入された充填要素を有する計測ターゲットの高レベルな模式的描写である。

【図 2 B】本発明のいくつかの実施形態に従った図 2 A に描かれたような A I M ターゲットのイメージの描写的な例である。

【図 2 C】本発明のいくつかの実施形態に従ったコントラスト及び不正確さ要件の間のト 50

レードオフについての高レベルな模式的な例である。

【図 2 D】本発明のいくつかの実施形態に従った識別された空白の背景領域に導入された充填要素を有する計測ターゲットの高レベルな模式的描写である。

【図 2 E】本発明のいくつかの実施形態に従った異なるターゲット要素のセグメント化を有し且つ充填要素の密度及び頻度が可変のターゲットの例示的な模式的描写である。

【図 3 A】本発明のいくつかの実施形態に従ったターゲット及び充填要素の製造方法の例示的な模式的描写である。

【図 3 B】本発明のいくつかの実施形態に従ったターゲット及び充填要素の製造方法の例示的な模式的描写である。

【図 4 - 1】本発明のいくつかの実施形態に従ったある方法を描いた高レベルな模式的流れ図である。

【図 4 - 2】本発明のいくつかの実施形態に従ったある方法を描いた高レベルな模式的流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

関連技術の背景を提示する前に、以下で使用されるいくつかの用語の定義を提示することが役に立ち得る。

【 0 0 1 1 】

本願においてここに使用される「計測ターゲット」又は「ターゲット」という用語は、ウエハ上にデザイン又は製造された計測的な目的で使用される任意の構造として定義される。計測ターゲットに対する非制約的な例は、ボックス・イン・ボックス (B i B) ターゲットのようなイメージングターゲット、及び周期的構造 (例えばグレーティング) のような散乱計測ターゲットである。本願においてここに使用される「計測ターゲット」又は「ターゲット」という用語は、任意の他のターゲットデザイン、例えば A I M (先進画像計測)、その改変及びその代替、A I M i d、ブラッサムターゲット、その改変及びそれらの代替、S C O L (散乱計測オーバーレイ) ターゲット及びその代替、D B O (回折型オーバーレイ) ターゲット及びその改変、などを指し得る。本願においてここに使用される「計測ターゲット」又は「ターゲット」という用語は、1 又は 2 次元ターゲット、あるいは 1 又は 2 次元ターゲット要素を指し得る。ターゲットはターゲット要素を備えるとして参照され、各「ターゲット要素」は、その背景から区別されるべきターゲットの形状特徴であり、「背景」は、同じ又は異なる層 (ターゲット要素の上方又は下方) におけるターゲット要素に近接したウエハエリアである。本願においてここに使用される「ターゲット要素」という用語は、個別のターゲットエリア又はボックス、グレーティングバーなどのような、計測ターゲットの中のある形状特徴として定義される。ターゲット要素はセグメント化され得て、すなわち、複数のより小さな形状特徴を備え得る。本願においてここに使用される「周期的構造」という用語は、少なくとも一つの層にデザイン又は製造された任意の種類の構造を指し、これはいくらかの周期性を示す。周期性は、そのピッチ、すなわちその空間周波数によって特徴付けられる。例えば、ターゲット要素としてのバーは、間隔を空けて平行なラインのグループとして製造され得て、それによって、要素の最小の形状特徴サイズを低減し且つターゲット内の単調領域を避ける。「ターゲット部分」という用語は、その図面内に描かれたターゲットの一部を指すために使用され、開示されたターゲットデザインの原則の範囲を制限するものではない。本願においてここに使用される「先の層」及び「現在の層」という用語は、計測ターゲットの連続的に製造された任意の 2 つの層を指し、先の層の上に現在の層がある。例えば、先の層が酸化層で現在の層がポリシリコン層、あるいはその逆であり得る。先の層が外側のターゲット要素を備え得て、現在の層が内側のターゲット要素を備え得て、あるいはその逆であってもよい。

【 0 0 1 2 】

本願においてここに使用される「連続領域」「空白領域」又は「フルバー」という用語は、典型的なデバイス形状特徴に対して大きい寸法を有する連続したターゲット要素として規定され、これにより、以下に述べるような製造上の不正確さを伴う。記載の大部分が

10

20

30

40

50

空白領域をターゲットデザイン内の連続領域として言及するが、同様のデザイン原則が連続領域としてのフルバーにも適用可能であり、各々のターゲットは開示された本発明の同様の一部であることが、明示的に示される。本願においてここに使用される「充填要素」又は「ギャップ要素」という用語は、それぞれ空白領域及びフルバーよりも小さい要素として規定され、以下に詳細に説明及び図示されるように、それぞれ空白領域及びフルバーの連続性を破るために使用される。特に、「充填要素」という用語は、任意の連続領域、すなわち、空白領域を埋める要素及びフルバーにおけるギャップとしての充填要素の両方を指す。記載の大部分が空白領域における充填要素を指すが、同様のデザイン原則がフルバーを充填するギャップ要素にも適用可能であり、それぞれにデザインされたターゲットが、開示された本発明の同様の一部であることが、明示的に示される。

10

【 0 0 1 3 】

本願においてここに使用される「計測測定」又は「測定」という用語は、計測ターゲットから情報を抽出するために使用される任意の計測測定手順を指す。例えば、計測測定は、ターゲットのイメージング又はターゲットの散乱計測測定であり得る。計測測定に関する非制約的な例は、オーバーレイ測定(イメージング又は散乱計測)、重要寸法(CD)測定、フォーカス及びドーズ測定などを含む。本願においてここに使用される「散乱計測オーバーレイ(SCOL)」という用語は、グレーティングのように周期的構造を含むターゲットで反射する回折次数(例えば+1次及び-1次の回折)の位相から計測情報を導出するための計測方法を指す。

【 0 0 1 4 】

20

ここで図面を具体的に詳細に参照すると、示されている特定の内容は、例として且つ本発明の好適な実施形態の描写的な議論の目的だけのものであり、本発明の原理及び概念的な側面についての最も役に立ち且つ容易に理解される記述であると信じられるものを提供する目的で提示される。この点に関して、本発明の構造上の詳細を、本発明の基本的な理解のために必要である以上に詳細に示そうとすることはなく、図面と共に記述を読めば、本発明の幾つかの形態が如何にして實際上に具現化され得るかが当業者には明白になる。

【 0 0 1 5 】

本発明の少なくとも一つの実施形態が詳細に説明される前に、本発明が、その適用に当たって、以下の記述に提示された又は図面に描写された構成要素の構成及び配置の詳細に限られないことが理解されるべきである。本発明は他の実施形態に適用可能であり、あるいは、様々な方法で実用化されるか又は実行される。また、ここで使用されている言い回し及び用語が記述を目的としたものであり、限定するものと取られるべきではないことが、理解されるべきである。

30

【 0 0 1 6 】

本発明者は、ターゲット要素を空白の背景領域で分離するというありふれた慣習が、異なる種類の計測エラーをもたらす結果になることを見出した。本発明者はさらに、これらの計測エラーが、以下に提示される異なった且つ有益なターゲットデザイン及びデザイン原則によって、少なくとも部分的に克服され得ることを発見した。開示されたアイデアが主に、空白の背景領域によって分離されるセグメント化されたターゲット要素について具現化されるが、それらが、元々はセグメント化されていないターゲット要素のような任意の大きな形状特徴のない領域、ウエハの異なる層の領域に対しても、同様に具現化可能であることに留意されたい。「空白の」及び「セグメント化された」という用語がそれぞれのスケールに依存するように、以下に言及される寸法が層及びターゲットデザインの並びに製造プロセスの特定の特性に従って調節され得て、任意のデザイン及び製造技法に対して適合され得ることに、さらに留意されたい。

40

【 0 0 1 7 】

図1A及び図1Bは、ターゲット要素の間に空白の背景領域を残すという従来技術の慣習の結果として生じるへこみ効果及び回転項効果をそれぞれ描いている。図1Aは従来技術のターゲット90を模式的に描いており、これは、空白の背景領域90Bによって分けられたセグメント化されたターゲット要素90Aを備えている。図1Aの左側の描写は、

50

異なる方向におけるターゲット要素である。描かれたターゲットの部分に対する典型的且つ非制約的な寸法は、マイクロメータスケールであり、例えば、ターゲット要素 90 A 及び空白の背景領域 90 B の幅は $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ (より短い寸法で) の範囲内であり得、それぞれのターゲットピッチは $1 \sim 2 \mu\text{m}$ の範囲内であり得る。図 1 A の右側の描写は「へこみ効果」であり、これは空白の背景領域 90 B から、すなわち、エッチング、堆積、又は研磨のようなプロセスステップの特性により空白の背景領域 90 B の上方に形成される不均一な又は非平面の領域 85 から生じる。描かれている例では、堆積された層 83 に対するシミュレーション結果が提示され (層の高さ h 対変位 y のおおよそのスケールが与えられる)、へこみ深さに依存した顕著な精度の問題を示している (右上 - へこみ無、右中 - 5 mm のへこみ、右下 - 15 mm のへこみ)。オーバーレイ (OVL) 値は、シミュレーションにおいて誘導される OVL 値は 0 であったので、この OVL エラーのみを表す。へこみが深いほど、測定の不正確さ OVL が、より顕著になる。

10

【0018】

図 1 B に描かれた他の効果は、そのような不均一な層の領域 85 の大きなスケールのグローバル効果をもたらす結果となる。例えば、化学的機械的研磨 / 平坦化 (CMP) プロセスの間に、ターゲット形状特徴 90 A の間の空白領域 90 B はいくらか凹状になって、これらのターゲット領域 90 B の境界となるターゲット要素 90 A の非対称な研磨を導入し得る。非対称な研磨は測定エラーをもたらす結果となり、これは少なくとも部分的に不正確さの「回転項」によって定量化され、これは空白領域 90 B の境界を形成するターゲット領域 90 A の非対称研磨の累積効果を反映し、研磨パッドの回転運動に関係する。図 1 B は、ターゲット 90 における空白領域の非対称研磨から生じる回転項を描いている。図示された場合には、ターゲット 90 はボックス・イン・ボックスターゲット (図 1 B の左) であり、これは中央の空白領域 (並びに周辺の空白領域) を有していて、ここでへこみ効果が生じる。イメージ 95 はウエハの概観であり、個別のターゲット 90 に関係したオーバーレイが矢印 87 によってマークされている。回転項はオーバーレイ 87 の全体的な環状パターンにおいて明白であって、ウエハの中心からのターゲット 90 の距離が増すと、より大きなオーバーレイ 87 を有する。回転項は、ターゲット 90 の空白領域 90 B の非対称研磨から来ている。図 1 B に描かれた例では、回転項 (回転オーバーレイとウエハの中心からの距離との比として測定された) は約 0.02 ppm である。

20

【0019】

B i B、A I M、A I M i d、S C O L、又は D B O のような一般に使用されるイメージング及び散乱測定計測ターゲットは、光学的測定のためのコントラストを提供する任意のパターンを有さない比較的大きなエリア 90 B を有し得る。これらの空白領域は、典型的には長さ $4 \sim 20 \mu\text{m}$ 、幅 $300 \text{ nm} \sim 2 \mu\text{m}$ である。そのような寸法は、一般的にへこみ効果を生じさせ、上記で描いた回転項をもたらす。

30

【0020】

本発明は、オーバーレイターゲット及びその他の光学的ターゲットのプロセスロバスタの改善を目的としている。小さな形状特徴 (充填要素 110) でオープンスペース (空白領域 90 B) をチョッピングし、測定方法及びアルゴリズムを変えことなく CMP (化学的機械的研磨) プロセスのためのロバスタを改善することによって実行される。これは、コントラストに対する最小限のインパクトで実行され、ハードウェア又はアルゴリズムへの変更は必要ない。

40

【0021】

ここに開示されるターゲットデザイン 100 は、セグメント化されたターゲット要素 90 A 及び背景領域 90 B を備える。背景領域 90 B は空白のままには残されず、充填要素 110 を備えており、CMP プロセスがセグメント化されたターゲット要素 90 A を非対称に研磨することを防ぎ、又は少なくとも、非対称研磨の程度を低減する。同様のデザインは、比較的大きな空白スペースによって製造ステップで導入されるバイアスから生じる他の不正確さ、例えばエッチング又は堆積ステップから生じるようなものを、低減するか又は除去するために使用され得る。充填要素 110 は、適切に調整されたパラメータと

50

もに、異なる及び／又は複数の層で空白スペースに導入され得る。

【 0 0 2 2 】

計測ターゲット 1 0 0 は、識別された空白領域 9 0 B に所与のターゲットデザインで導入された充填要素 1 1 0 を備えており（例えば、領域 9 0 B は少なくとも 3 0 0 nm の幅を有し、領域 9 0 B 内部に形状特徴を欠いている）、導入された充填要素 1 1 0 のパラメータが、コントラスト要件と、製造を介して識別された空白領域 9 0 B に関連付けられた不正確さ要件との間のトレードオフによって決定される。コントラスト要件又は不正確さ要件の一方又は両方は複数の要件を含み、これらはコントラスト及び／又は不正確さの異なる局面に関係し、並びに、ターゲット製造及び計測測定のための局面にも、可能性として関係している。このトレードオフは、それぞれのパラメータのいずれかを伴い得て、且つ、製造及び測定の間又は両方に関係した所与の仕様に従って規定され得る。このトレードオフは、理論的に又は実験的に決定され得て、トレーニング又は実験段階で受領されたフィードバックを伴い得る。トレードオフは、シミュレーション及び／又は実際の計測測定の結果に従って調整され得る。

10

【 0 0 2 3 】

例えば、少なくとも一つのセグメント化されたターゲット要素 9 0 A と、少なくとも一つのセグメント化されたターゲット要素 9 0 A の少なくとも一つの背景エリアとを有する計測ターゲット 1 0 0 において、特定の充填要素 1 1 0 が、少なくとも一つの背景エリアにおける識別された空白領域 9 0 B に導入され得て、コントラスト要件は、ターゲット要素の背景エリアに対するコントラストに関係し得る。すなわち、充填要素 1 1 0 は、通常の光学測定を使用してコントラストを維持するように選択される。しかし、ある実施形態では、光学測定は、充填要素 1 1 0 をターゲット要素 9 0 A から区別するために、様々な技法（例えば偏光の測定）を使用して適合され得る。計測ターゲット 1 0 0 は、ウエハレベルで使用されるときには、回転項を特定の閾値、例えば 0 . 0 2 ppm より顕著に低く抑えるように、構成され得る。

20

【 0 0 2 4 】

ある実施形態では、特定の充填要素 1 1 0 は、第 1 の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第 1 の周期的構造を備え得て、ターゲット要素 9 0 A は、第 2 の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第 2 の周期的構造を備え得る。第 1 の特定のパラメータは、コントラスト要件を満たして計測測定が充填要素 1 1 0 を有する背景領域 9 0 B からターゲット要素 9 0 A を区別することを可能にする程度に、第 2 の特定のパラメータから異なるように、選択され得る。第 1 及び第 2 の特定のパラメータの間の相違は、それぞれの周期的構造に関して、以下のパラメータのいずれかを備え得る：第 1 及び第 2 の周期的構造のピッチ、それらの方向、それらのパターン、第 1 及び第 2 の周期的構造におけるセグメントの寸法、第 1 及び第 2 の周期的構造のセグメントのアスペクト比及びトポグラフィ。これらのいずれかが、必要とされるコントラストを特定の閾値以上に維持するように選択され得る。

30

【 0 0 2 5 】

ターゲット 1 1 0 は、特定のデザインルールと互換性があるように構成され得る。

【 0 0 2 6 】

図 2 A は、本発明のいくつかの実施形態にしたがって、識別された空白の背景領域 1 1 5 に導入された充填要素 1 1 0 を有する計測ターゲット 1 0 0 の高レベル模式図である。背景領域 1 1 5 は空白の背景領域 9 0 B を表し、これらは識別されて、充填要素 1 1 0 を含むように再デザインされた。図 2 A は、現在の内側の層 1 2 0（例えば酸化層）にあるターゲット要素 9 0 A と、先の外側の層 1 2 1（例えばポリシリコン層）にあるターゲット要素 9 2 とを備えた AIM ターゲット 1 0 0 を描いている。図では、ターゲット要素 9 0 A 並びにターゲット要素 9 0 B は、先の層 1 2 1 の背景 1 0 5 のように、セグメント化されている。

40

【 0 0 2 7 】

充填要素 1 1 0 が、従来技術のターゲット 9 0 では空白のまま残されていた背景領域 1

50

15に導入される(例えば図1Aと比較すること)。充填要素110は、ターゲット要素90Aとそれらの背景115との間のコントラストを顕著に低減することなく、望まれない研磨バイアスを低減するように構成されている。例えば、充填要素110の密度及び寸法は、へこみ効果は防ぐが、依然として空白領域90Bの比較的小さい部分が充填され、これによってコントラストを僅かのみ低減するように選択され得る。充填要素110は、密度及び/又はパターンに導入され得て、これは、ターゲット要素90Aとそれらの各々の背景領域115との間の光学的コントラストを保存して、改変されていない測定器具の使用を許容する。

【0028】

背景領域115が好ましくは、ターゲット要素のセグメント化と同様の密度のセグメント化されたパターンでは充填されない。なぜなら、その場合には、測定のためのターゲット要素110を背景領域115から差別化することが、測定器具のそれぞれの適合化、例えば偏光子を使用して、異なる方向にセグメント化された領域(例えば90A、115)の間を区別することを、必要とし得る。しかし、ある実施形態は、光学的測定方法及び器具の適合を含み得る。充填要素110は、製造及び測定を考慮して、様々なパターン及び方向で導入され得る。

【0029】

例えば、背景領域115における充填要素110の密度は、ターゲット要素のセグメント化の密度の半分~1/10であり得る。ある実施形態では、背景領域115における充填要素110とターゲット要素90Aとの間の密度比は1:4~1:100又はそれ以上であり得る。充填要素110が低密度であると、領域115が領域90Bと同程度なほど空白ではないという事実から、精度の損失が低減される。ある実施形態では、図2Aに非制約的な方法で描かれているように、背景領域115における充填要素110とターゲット要素のセグメント化との間の密度比が1:4~1:6であり得て、空間周波数に関しては密度比は約1:8であり、全幅に関しては約1:4である(充填要素110は背景領域115の面積の約1/4を充填し、各充填要素110はターゲット要素90Aのセグメントの約2倍の幅を有する)。本発明者は、充填要素110の導入が、図1Bに描かれた場合には0.02ppmの回転項(1/数百万ラジアン)を除去することを見出した。充填要素110の密度は、ターゲット100に対するコントラスト要件及び使用されている測定器具に従って調整され得る。

【0030】

図2Bは、本発明のいくつかの実施形態に従った、図2Aに描かれているAIMターゲット100のイメージの描写的な例である。ターゲットイメージ100は、現在の層120及び先の層121に対してそれぞれ2レベルのコントラストを示している。すなわち、外側要素におけるターゲット要素92とそれらの背景105との間の高いコントラストと、内側要素におけるターゲット要素90Aとそれらの背景115との間の中程度のコントラストと、である。充填要素110を背景領域115に追加すると、隣接するターゲット要素90Aに対してそれらのコントラストを低減し、充填要素110の密度(及び一般的にはそれらのサイズ、及び幅、長さ、高さ、方向パターン、及びその他のパラメータのようなパラメータ)の制御は、コントラストの損失を許容可能に維持するか、又はコントラストの損失を避けることさえ可能にする。

【0031】

図2Cは、コントラスト及び不正確さ要件の間のトレードオフに対する高レベルな模式的且つ描写的な例である(製造を介して識別された空白領域に関連付けられた不正確さに関してあり、非制約的な方法で図2CにおけるCMPの不正確さを参照する)。図2Cは、現象の準定量的な表現を提示しており、これは本発明者によって識別され、本発明の目的のために使用された。図2Cは、非制約的な方法で、充填要素110が付加されて空白領域90Bを増加したパーセントで満たすにつれて、コントラストが低減することを描いている。描かれた例では、コントラストはグレー単位で0(コントラスト無)から100(最大コントラスト)までの範囲で測定される。図2Bは、領域121における高コント

ラストレベル及び領域 120 における中コントラストレベルの視覚表現を提供する。空白領域の低い充填レベルがコントラストのマイルドな低減をもたらし、約 50% の充填パーセントがコントラストを実質的に零まで低減させることに留意されたい。図 2C はまた、充填要素 110 が付加されて空白領域 90B の増加したパーセントを満たすにつれて（上述されたプロセス局面により）精度が増加することも描いている。不正確さは、非制約的な方法で回転項として表現され、必要であれば、関連する製造プロセスに関して、任意の他のパラメータによって表現され得る。コントラストが低減する様子とは対照的に、精度の増加の大部分は、比較的少量の空白領域に充填要素 110 を導入することによって、既に達成される。例えば、描かれているグラフで、充填率 25%（1:4）では、不正確さはほぼゼロまで下がる一方で、コントラストはわずかな値のみしか低減されない。特定の充填率並びに充填要素 110 の他の特性及びパラメータの決定は、これより、特定の使用の場合のためにシミュレーション、計算、又は測定される各々のグラフに表現される精度対コントラストのトレードオフに従って決定され得る。

10

【0032】

図 2D は、本発明のいくつかの実施形態に従って、充填要素 110 が識別された空白の背景領域 115 に導入された計測ターゲット 100 の高レベル模式図である。図 2D において、付加的なターゲット要素 91 は、例えば最上位層として（例えばコンタクト層）又は任意の他の層として、ターゲットの一部である。ターゲット要素 91 は、セグメント化されていていなくてもよく、且つその背景としてセグメント化された背景 105 を有し得る。ターゲット 100 はこれより、一つの層が一つの方向に、他の層が他の方向に整列した 3 層ターゲットであり、多層ターゲットのより一般的な使用の場合の例である。任意のタイプのターゲットの任意の部分及び任意の層の背景領域は、充填要素 110 によって占拠され得る。さらに、充填要素 110 のタイプ、方向、パターン、又は密度は、ターゲット 100 の異なる部分又は層の間で変わり得る。

20

【0033】

図 2E は、本発明のいくつかの実施形態に従った、異なるターゲット要素のセグメント化並びに可変の密度及び頻度を有するターゲット 100A、100B の例示的な模式図である。異なるターゲット及び異なるターゲット層におけるターゲット要素 90A、92 は、異なるようにセグメント化され得て、それらの隣接した背景領域 115、105（それぞれ）に対するそれらのコントラスト要件は、ターゲット上の位置の間で及び層の間で、異なり得る。充填要素 110 の特性は、特定の状況ごとのコントラスト要件のいずれかに合致するように、デザインされ得る（例えば、ターゲット、層、測定条件、など）。

30

【0034】

図 3A 及び図 3B は、本発明のいくつかの実施形態に従った、ターゲット 100 の及び充填要素 110 の製造方法の例示的な模式図である。充填要素 110 はカッティングマスク 130（図 3B）、及び、例えばセグメント化された背景領域 105 に又はその一部に適用されたカッティングプロセスによって、製造され得る。例えば、図 3A に描かれているように、ターゲット 100 の空白の又はブランクの領域は、例えばターゲット要素 110、92 又はセグメント化された背景領域 105 と同様の方法でセグメント化され得て、それから、特定のサイズ、パターン及び密度の充填要素 100 のみが残されるようにセグメント及びセグメントの一部が除去され得る。カッティングマスクにおけるスペース 135 は、特定の充填要素 110 を製造するようにデザインされ得る。背景のセグメント化 105 は、可変の空間周波数、ピッチ、及び / 又はセグメント幅を有するようにデザインされ且つ製造され得て、充填要素 110 もまた、それらのパラメータが変わり得る。

40

【0035】

ある実施形態では、空白領域 90B はフルバーであり得て、充填要素 110 はフルバー 90B 内のギャップ 110 であり得る。そのような充填ギャップ 110 は、フルバー 90B の製造の精度を向上し、且つ製造プロセスの間に導入され得るような不正確さを防ぎ得る。各々の計測ターゲットは、ターゲットデザインにおけるフルバー 90B を識別し、特定の充填ギャップ要素 110 を識別されたフルバー 90B に導入することによって、同様

50

の方法でデザインされ得る。導入されたギャップ要素 110 のパラメータは、コントラスト要件と不正確さ要件との間の同様のトレードオフによって決定され得て、後者は、製造を介して、識別しているフルバー 90B に関連付けられている。

【0036】

開示されたデザインは、ボックス・イン・ボックスターゲット、AIMターゲット、及びAIMidターゲットのような、空白の背景領域を含む任意のタイプのターゲットに対して適用され得る。

【0037】

本発明者は、開示されたターゲット及び方法が、従来技術のターゲット及び方法に対して、より効果的で且つ精度の増加を提供することを、実験的に見出した。

10

【0038】

開示された本発明のある実施形態は、開示された計測ターゲットのいずれかを測定するように構成された計測測定器具、並びに、開示された計測ターゲットのいずれかを製造するように構成された製造器具を備えている。

【0039】

図4は、本発明のいくつかの実施形態に従った方法200の高レベルの模式的流れ図である。この方法200は、計測ターゲットをデザインするステップと、以下のステージのいずれかを使用して、ターゲットデザインファイル及びターゲットをデザイン及び/又は製造するステップ(ステージ240)と、を包含する。

【0040】

20

方法200は、ターゲットデザインにおいて空白領域を識別するステップ(ステージ210)と、特定の充填要素を識別された空白領域に導入するステップ(ステージ220)と、を包含する。導入された充填要素のパラメータは、コントラスト要件と製造を介して識別している空白領域に関連付けられている不正確さ要件との間のトレードオフによって決定され得る(ステージ230)。識別ステップ210及び導入ステップ220の少なくとも一つは、少なくとも一つのコンピュータプロセッサによって実行される。

【0041】

空白領域210の識別は、ターゲット要素の少なくとも一つの背景エリアにて実行され得て(ステージ212)、コントラスト要件は、背景エリアに対するターゲット要素のコントラストに関係し得て、これは特定の閾値より上に維持され得る(ステージ232)。

30

【0042】

不正確さ要件は、回転項であるように設定され得る(ステージ238、例えば図1Bを参照のこと)。

【0043】

周期的構造(単数又は複数)は、特定の充填要素の少なくとも一部として使用され得る(ステージ222)。特定の充填要素の第1の周期的構造(単数又は複数)は第1の特定のパラメータを有し得て、ターゲット要素は、第2の特定のパラメータを有する少なくとも一つの第2の周期的構造を有し得る。第1の特定のパラメータは、コントラスト要件を満たし(ステージ234)、且つターゲット要素と充填要素を有する背景との間のコントラストを特定の閾値より上に維持する程度まで、第2の特定のパラメータから異なるように選択され得る。例えば、方法200は、ターゲット要素及び充填要素の周期的構造を、それらのピッチ、方向、パターン、セグメント寸法、アスペクト比、及び/又はトポグラフィの少なくとも一つが異なるように選択するステップを包含し得る(ステージ236)。第1及び第2の周期的構造のピッチ、それらの方向、それらのパターン、第1及び第2の周期的構造のセグメントの寸法、セグメントのアスペクト比、及び第1及び第2の周期的構造のトポグラフィのいずれかが、要求されるコントラストを特定の閾値より上に維持するように選択され得る。

40

【0044】

特定の充填要素220の導入は、デザインルールに適合性があるターゲットを製造するために特定のデザインルールにしたがって実行され得る(ステージ224)。充填要素の

50

製造は、例えばセグメント化された領域に適用されたカッティングマスクを使用して実行され得る（ステージ 226）。

【0045】

方法 200 はさらに、少なくとも一つのコンピュータプロセッサによってステージのいずれかを実行するステップ（ステージ 242）を包含し得て、及びさらに、方法 200 のステージのいずれかに従ってデザイン及び／又は製造されたターゲットデザインファイル及び計測ターゲットが開示される。さらに、コンピュータ読み取り可能なプログラムが埋め込まれたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を備えるコンピュータプログラム製品が開示され、コンピュータ読み取り可能なプログラムは、方法 200 のステージのいずれかを実行するように構成されている。

10

【0046】

効果的なことに、開示されたターゲット及び方法は、可能であれば同じ測定及び計算技法（計測光学ツール、方法、及び測定アルゴリズム）を使用しながら、研磨及び／又はエッチングプロセスのロバストさを提示し、不正確さを低減し、不正確な回転項を除去する。

【0047】

上記の記載において実施形態は本発明の例又は具現化である。「一つの実施形態」「実施形態」「ある実施形態」又は「いくつかの実施形態」などの様々な表記は、必ずしも全て、同じ実施形態を指しているものではない。

【0048】

本発明の様々な特徴が単一の実施形態の文脈の中で記述され得るが、それらの特徴はまた、別個に又は任意の適切な組み合わせで、提供され得る。逆に、本発明がここでは、明瞭化のために別個の実施形態の文脈の中で記述され得るが、本発明はまた、単一の実施形態に具現化され得る。

20

【0049】

本発明のある実施形態は、上記で開示された異なる実施形態からの特徴を含み得て、ある実施形態は、上記で開示された他の実施形態から要素を組み込み得る。特定の実施形態の文脈における本発明の要素の開示は、特定の実施形態のみでそれらが使用されると限定するように解釈されるべきではない。

【0050】

さらに、本発明が様々な様式で実行又は実施されることができ、且つ本発明が上記の記載に概説されたもの以外のある実施形態で具現化されることができ、理解されたい。

30

【0051】

本発明は、それらの図又は対応する記載に限定されない。例えば、流れは個々の描かれたボックス又は状態を通して進む必要はなく、あるいは、描写され記述されたものと正確に同じ順に進む必要はない。

【0052】

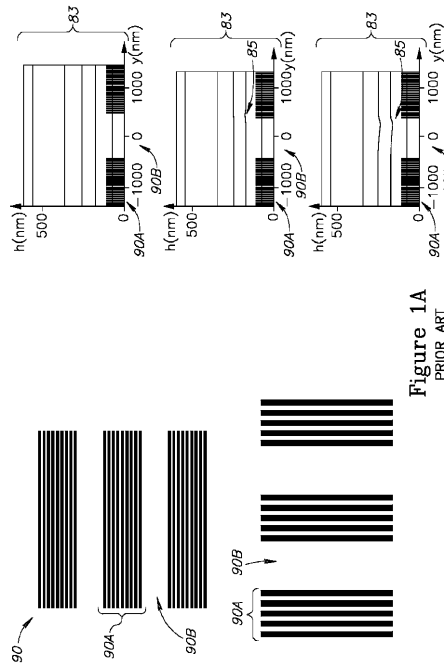
ここで使用されている技術的及び科学的な用語の意味は、異なる方法で規定されていないければ、本発明が属する分野の当業者によって共通して理解されるべきものである。

40

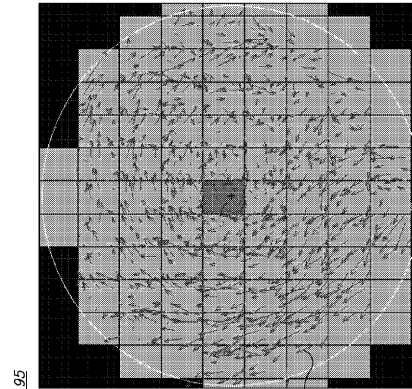
【0053】

本発明が限られた数の実施形態に関して記述されてきたが、これらは、本発明の範囲に対する制約とみなされるべきではなく、むしろ好適な実施形態のいくつかの例示とみなされるべきである。他の可能な変動、改変、及び適用がまた、本発明の範囲内にある。したがって、本発明の範囲は、これまでに記載されてきたことによってではなく、添付の特許請求項及びそれらの法的な等価物によって制約される。

【図 1 A】

Figure 1A
PRIOR ART

【図 1 B】

Figure 1B
PRIOR ART

【図 2 A】

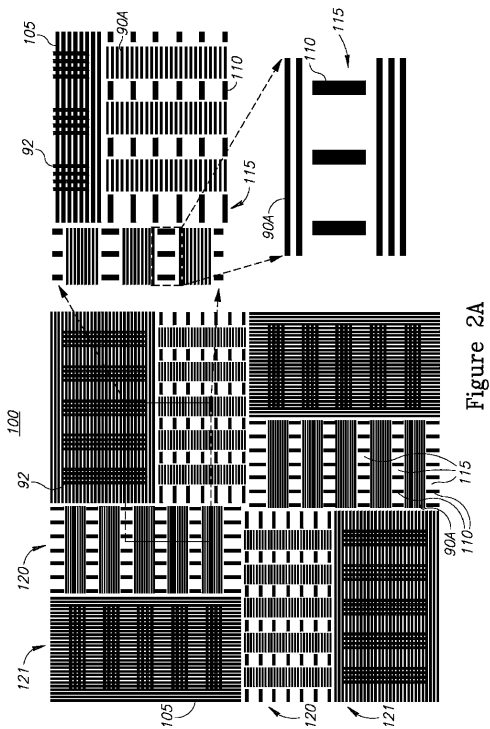


Figure 2A

【図 2 B】

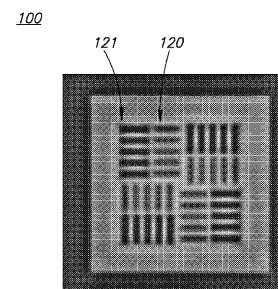
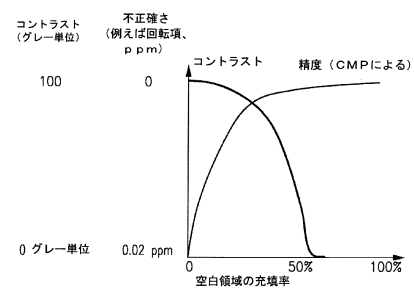


Figure 2B

【図 2 C】



【図 2 D】

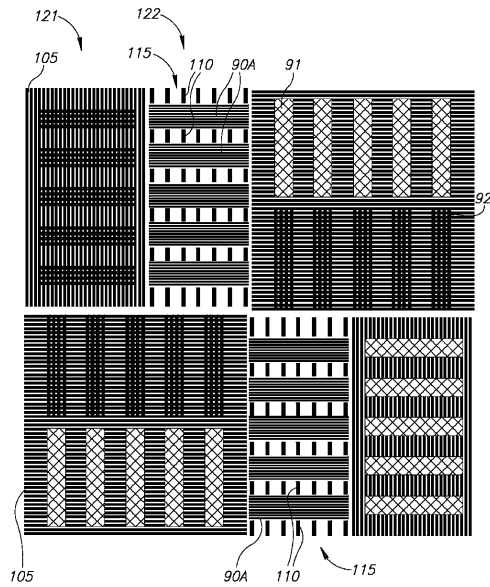


Figure 2D

【図 2 E】

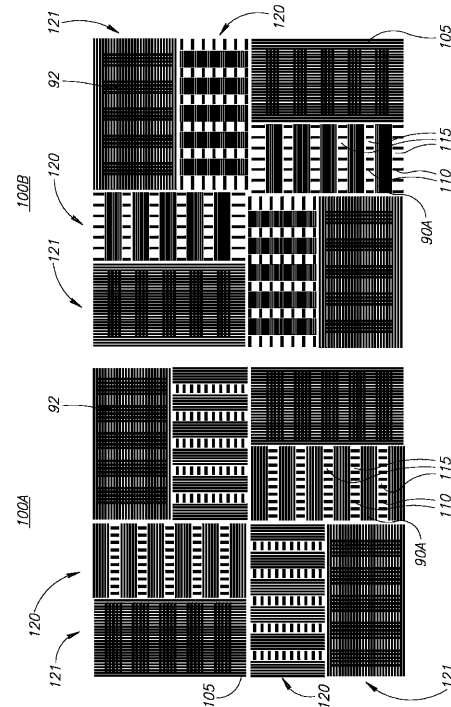


Figure 2E

【図 3 A】

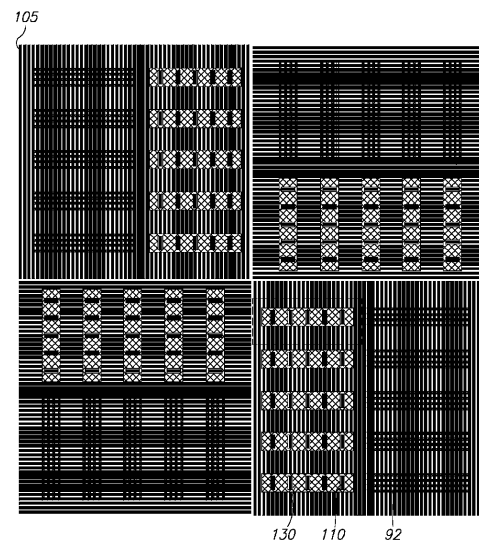


Figure 3A

【図 3 B】

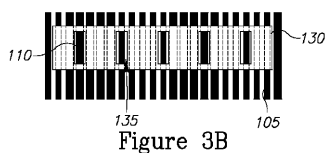
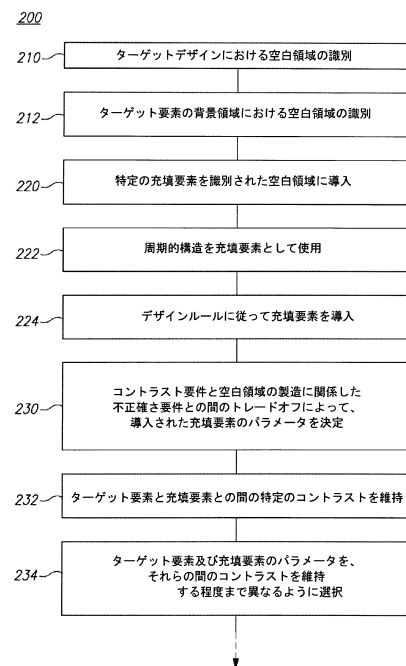
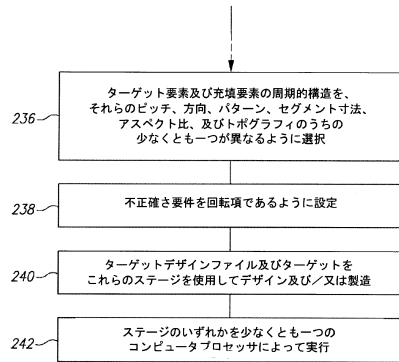


Figure 3B

【図 4 - 1】



【図 4 - 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0330904 (US, A1)

特開2012-033923 (JP, A)

特表2005-518107 (JP, A)

特開2007-73970 (JP, A)

特開2013-120872 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00

G01B 11/02