

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7369306号
(P7369306)

(45)発行日 令和5年10月25日(2023.10.25)

(24)登録日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(51)国際特許分類

G 0 3 F 9/00 (2006.01)

F I G 0 3 F 9/00 H

請求項の数 19 (全18頁)

(21)出願番号	特願2022-560881(P2022-560881)	(73)特許権者	500049141
(86)(22)出願日	令和2年6月25日(2020.6.25)		ケーエルエー コーポレーション
(65)公表番号	特表2023-522847(P2023-522847 A)		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
(43)公表日	令和5年6月1日(2023.6.1)	(74)代理人	110001210
(86)国際出願番号	PCT/US2020/039475		弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/211154	(72)発明者	ボルコヴィッチ ロイエ
(87)国際公開日	令和3年10月21日(2021.10.21)		イスラエル ハデラ シュデロット アレクサンダー 1 0 / 1 0
審査請求日	令和5年6月9日(2023.6.9)	(72)発明者	エルシャルミ リラン
(31)優先権主張番号	63/010,096		イスラエル ジクロン ヤコブ インパール 4 3
(32)優先日	令和2年4月15日(2020.4.15)	(72)発明者	ヨハナン ラビブ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		イスラエル キリヤット モツキン タマリ 7 ストリート
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体デバイスの位置ずれを計測する際役立つデバイス規模フィーチャを有する位置ずれターゲット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ウェハ上に形成された少なくとも第1層及び第2層の間の位置ずれの計測のため、前記ウェハ上における機能的半導体デバイスの製造に際し用いられるターゲットであり、前記機能的半導体デバイスが機能的デバイス構造（F D S T）を有するターゲットであって、複数個の計測構造（M S T）を備え、前記複数個のM S Tが前記第1層及び前記第2層の一部であり、

複数個のデバイス様構造（D L S T）を備え、前記複数個のD L S Tが前記第1層及び前記第2層のうち少なくとも一方の一部であり、

前記D L S Tが少なくとも1個の特徴を前記F D S Tと共有し、

前記M S Tが前記少なくとも1個の特徴を前記F D S Tと共有しないターゲットであり、前記ウェハのダイ内に形成され、前記ダイに前記機能的半導体デバイスが備わる、ターゲット。

【請求項2】

請求項1に記載のターゲットであって、前記少なくとも1個の特徴が、

典型的最小寸法の大きさの程度、

形状、並びに

パッキング密度の大きさの程度、

のうち少なくとも一つを含むターゲット。

【請求項3】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 D L S T が前記第 1 層及び前記第 2 層の双方の上に形成されているターゲット。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 D L S T が前記 M S T 間に形成されているターゲット。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 D L S T のパッキング密度が 0.5 超であるターゲット。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記特徴が、典型的最小寸法の大きさの程度であり、

前記 F D S T の典型的最小寸法に対する前記 M S T の典型的最小寸法の比が少なくとも 1.7 であり、

前記 F D S T の前記典型的最小寸法に対する前記 D L S T の典型的最小寸法の比が 0.5 ～ 1.5 であるターゲット。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記特徴がパッキング密度の大きさの程度であり、前記 M S T が、それらの間に形成される計測スペース (M S P) を規定し、前記 F D S T が、それらの間に形成される機能的デバイススペース (F D S P) を規定し、前記 D L S T が、それらの間のデバイス様スペース (D L S P) を規定しており、

前記 F D S P の典型的最小寸法に対する前記 M S P の典型的最小寸法の比が少なくとも 1.7 であり、

前記 F D S P の前記典型的最小寸法に対する前記 D L S P の典型的最小寸法の比が 0.5 ～ 1.5 であるターゲット。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 D L S T が、前記第 1 層により定義される平面に対し概ね平行な平面内で前記 M S T に対し回動されたものであるターゲット。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 M S T それぞれが、
複数個のセグメントと、
複数個の対応するセグメントスペースと、
を備えるターゲット。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のターゲットであって、前記 D L S T の典型的最小寸法に対する前記セグメントの典型的最小寸法の比が少なくとも 1.1 であるターゲット。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のターゲットであって、前記 D L S T 間のスペースの典型的最小寸法に対する前記セグメント間のスペースの典型的最小寸法の比が少なくとも 1.1 であるターゲット。

【請求項 12】

請求項 9 に記載のターゲットであって、前記 D L S T が、前記第 1 層により定義される平面に対し概ね平行な平面内で前記セグメントに対し回動されたものであるターゲット。

【請求項 13】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記ウェハのスクライブライン内に形成されたターゲット。

【請求項 14】

請求項 1 に記載のターゲットであって、前記 M S T が、
先進イメージング計量インダイ (A I M i d) ターゲット、
先進イメージング計量 (A I M) ターゲット、
ボックスインボックス (B i B) ターゲット、

10

20

30

40

50

ブロッサムターゲット、
モアレターゲット、
スキヤタロメトリターゲット、
電子ビームターゲット、
ハイブリッドスキヤタロメトリ電子ビームターゲット、
ハイブリッドイメージング電子ビームターゲット、並びに
前記ウェハ上に形成された３個以上の層の間の位置ずれの計測に役立つターゲット、
のうち少なくとも一つの一部として形成されているターゲット。

【請求項１５】

機能的半導体デバイスの製造に際しウェハ上に形成された少なくとも１個の第１層と少なくとも１個の第２層との間の位置ずれを計測する方法であり、前記機能的半導体デバイスが機能的デバイス構造（ＦＤＳＴ）を有する方法であって、

前記ウェハでありその上にターゲットが形成されているものを準備し、前記ターゲットは前記ウェハのダイ内に形成され、前記ダイに前記機能的半導体デバイスが備わり、そのターゲットを、

複数個の計測構造（ＭＳＴ）を備え、前記複数個のＭＳＴが前記第１層及び前記第２層の一部分であり、

複数個のデバイス様構造（ＤＬＳＴ）を備え、前記複数個のＤＬＳＴが前記第１層及び前記第２層のうち少なくとも一方の一部分であり、前記ＤＬＳＴが少なくとも１個の特徴を前記ＦＤＳＴと共有しており、前記ＭＳＴが前記特徴を前記ＦＤＳＴと共有していない、

ものとし、

前記ターゲットを位置ずれ計測ツールで以て計測することによって出力信号を生成し、
且つ

前記出力信号を分析することによって前記ターゲットの前記層の間の位置ずれ値を生成する方法。

【請求項１６】

請求項１５に記載の方法であって、前記ＭＳＴが前記位置ずれ計測ツールにより分解可能なものである方法。

【請求項１７】

請求項１５に記載の方法であって、前記ＭＳＴ間のスペースが前記位置ずれ計測ツールにより分解可能なものである方法。

【請求項１８】

請求項１５に記載の方法であって、前記ＤＬＳＴが前記位置ずれ計測ツールにより分解不能なものである方法。

【請求項１９】

請求項１５に記載の方法であって、前記ＤＬＳＴ間のスペースが前記位置ずれ計測ツールにより分解不能なものである方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、総じて半導体デバイスの製造に際する位置ずれの計測に関する。

【背景技術】

【０００２】

【関連出願への参照】

本願では、「正確性及びデバイス相関に資するインダイオーバーレイターゲット」(INDIE OVERLAY TARGETS FOR ACCURACY AND DEVICE CORRELATION)と題する２０２０年４月１５日付米国仮特許出願第６３／０１００９６号を参照し、参照によりその開示内容を本願に繰り入れると共にそれに基づき優先権を主張する。

【０００３】

10

20

30

40

50

本願の主題と関係があり本願出願人による以下の特許及び特許出願、即ち

「オーバレイ判別装置及び方法並びにその使用」(APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY AND USES OF SAME)と題する特許文献 1、

「オーバレイ計量及び制御方法」(OVERLAY METROLOGY AND CONTROL METHOD)と題する特許文献 2、

「多層オーバレイ計量ターゲット及びコンプリメンタリオーバレイ計量計測システム」(MULTI-LAYER OVERLAY METROLOGY TARGET AND COMPLIMENTARY OVERLAY METROLOGY MEASUREMENT SYSTEMS)と題する特許文献 3、

「複合的イメージング計量ターゲット」(COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS)と題する特許文献 4、

「スキヤタロメトリを用いオーバレイ誤差を検出する装置及び方法」(APPARATUS AND METHODS FOR DETECTING OVERLAY ERRORS USING SCATTEROMETRY)と題する特許文献 5、

「半導体デバイスの位置ずれ計測におけるモアレターゲット及びその使用方法」(MOIRÉ TARGET AND METHOD FOR USING THE SAME IN MEASURING MISREGISTRATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES)と題する 2019 年 4 月 10 日付 PCT 特許出願第 PCT/US2019/026686 号、並びに

「光学及び電子ビームが結合されたテクノロジーを用いる位置ずれ計測」(MISREGISTRATION MEASUREMENTS USING COMBINED OPTICAL AND ELECTRON BEAM TECHNOLOGY)と題する 2019 年 6 月 4 日付 PCT 出願第 PCT/US2019/035282 号、

も参照し、参照によりそれらの開示内容を本願に繰り入れる。

【0004】

半導体デバイスの製造に際する位置ずれの計測用に様々な方法及びシステムが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】米国特許第 7608468 号明細書

米国特許第 7804994 号明細書

米国特許第 9927718 号明細書

米国特許第 10527951 号明細書

欧州特許第 1570232 号明細書

【非特許文献】

【0006】

【文献】C. P. Ausschnitt, J. Morningstar, W. Muth, J. Schneider, R. J. Yerdon, L. A. Binns, N. P. Smith, "Multilayer overlay metrology," Proc. SPIE 6152, Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XX, 615210 (24 March 2006)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の狙いは、半導体デバイスの製造に際する位置ずれの計測用に、改善された方法及びシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

ここに、本発明のある好適実施形態によれば、ウェハ上に形成された少なくとも第 1 層及び第 2 層間の位置ずれの計測のため、そのウェハ上における機能的半導体デバイスの製造に際し用いられるターゲットであり、それら機能的半導体デバイスが機能的デバイス構造(FDST)を有するターゲットであって、第 1 層及び第 2 層の一部分たる複数個の計

10

20

30

40

50

測構造（MST）と、第1層及び第2層のうち少なくとも一方の一部分たる複数のデバイス様構造（DLST）と、を有し、それらDLSTが少なくとも1個の特徴をそれらFDSTと共有し、それらMSTがその少なくとも1個の特徴をそれらFDSTと共有しないターゲットが提供される。

【0009】

本発明のある好適実施形態によれば、その少なくとも1個の特徴が、典型的最小寸法の大きさの程度、形状、並びにパッキング密度の大きさの程度、のうち少なくとも一つを含むものとされる。

【0010】

本発明のある実施形態ではDLSTが第1層、第2層双方の上に形成される。好ましくはDLSTがMST間に形成される。本発明のある好適実施形態ではDLSTのパッキング密度が0.5超とされる。

10

【0011】

本発明のある好適実施形態によれば、その特徴が典型的最小寸法の大きさの程度とされ、FDSTの典型的最小寸法に対するMSTの典型的最小寸法の比が少なくとも1.7とされ、FDSTの典型的最小寸法に対するDLSTの典型的最小寸法の比が0.5～1.5とされる。

【0012】

本発明のある好適実施形態によれば、その特徴がパッキング密度の大きさの程度とされ、MSTが、それらの間に形成される計測スペース（MSP）を規定し、FDSTが、それらの間に形成される機能的デバイススペース（FDSP）を規定し、DLSTが、それらの間のデバイス様スペース（DLSP）を規定し、FDSPの典型的最小寸法に対するMSPの典型的最小寸法の比が少なくとも1.7とされ、FDSPの典型的最小寸法に対するDLSPの典型的最小寸法の比が0.5～1.5とされる。

20

【0013】

本発明のある実施形態では、DLSTが、第1層により定義される平面に対し概ね平行な平面内でMSTに対し回動されたものとされる。

【0014】

本発明のある実施形態では、各MSTが、複数のセグメントと、複数の対応するセグメントスペースと、を有する。好ましくは、DLSTの典型的最小寸法に対するそれらセグメントの典型的最小寸法の比を少なくとも1.1とし、DLSP間スペースの典型的最小寸法に対するセグメント間スペースの典型的最小寸法の比を少なくとも1.1とする。本発明のある好適実施形態では、DLSTが、第1層により定義される平面に対し概ね平行な平面内でそれらセグメントに対し回動されたものとされる。

30

【0015】

本発明のある好適実施形態によれば、ターゲットがウェハのダイ内に形成され、そのダイ内に機能的半導体デバイスが設けられる。また、本発明のある好適実施形態によれば、ターゲットがウェハのスクライブライン内、即ち機能的半導体デバイスが概ね存在しないスクライブライン内に形成される。

【0016】

40

本発明のある好適実施形態では、MSTが、先進イメージング計量インダイ（AIMid）ターゲット、先進イメージング計量（AIM）ターゲット、ボックスインボックス（BiB）ターゲット、ブロッサムターゲット、モアレターゲット、スキヤタロメトリ（散乱計測法）ターゲット、電子ビームターゲット、ハイブリッドスキヤタロメトリ電子ビームターゲット、ハイブリッドイメージング電子ビームターゲット、並びにウェハ上に形成された3個以上の層の間の位置ずれの計測に役立つターゲット、のうち少なくとも一つの一部として形成される。

【0017】

また、本発明の別の好適実施形態によれば、機能的半導体デバイスの製造に際しウェハ上に形成された少なくとも1個の第1層と少なくとも1個の第2層との間の位置ずれを計

50

測する方法であり、それら機能的半導体デバイスが機能的デバイス構造（F D S T）を有する方法であって、その上にターゲットが形成されているウェハを準備し、但しそのターゲットを、第1層及び第2層の一部分たる複数個の計測構造（M S T）と、第1層及び第2層のうち少なくとも一方の一部分たる複数個のデバイス様構造（D L S T）と、を有してそれらD L S Tが少なくとも1個の特徴をそれらF D S Tと共有し且つそれらM S Tがその特徴をそれらF D S Tと共有していないものとし、そのターゲットを位置ずれ計測ツールで以て計測することによって出力信号を生成し、且つその出力信号を分析することによってそのターゲットの諸層間の位置ずれ値を生成する方法が提供される。

【0018】

好ましくは、M S Tを、その位置ずれ計測ツールにより分解可能なものとし、それらM S T間のスペースを、その位置ずれ計測ツールにより分解可能なものとする。本発明のある実施形態では、D L S Tを、その位置ずれ計測ツールにより分解不能なものとし、それらD L S T間のスペースを、その位置ずれ計測ツールにより分解不能なものとする。

10

【0019】

本発明については、以下の図面と併せ後掲の詳細記述から、より漏れなく理解できよう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明のターゲットを有するウェハの簡略化概略上面図である。

【図2A】本発明のターゲットのある実施形態の簡略化概略上面図である。

【図2B】本発明のターゲットのある実施形態の簡略化概略上面拡大図であり、図2A中で円Bにより指し示されているエリアに相当する図である。

20

【図3】本発明のターゲットの付加的な実施形態の簡略化概略上面図である。

【図4】本発明のターゲットの別の実施形態の簡略化概略上面図である。

【図5】本発明のターゲットの更なる実施形態の簡略化概略上面図である。

【図6】本発明のターゲットのなおも付加的な実施形態の簡略化概略上面図である。

【図7】本発明のターゲットのなおも別の実施形態の簡略化概略上面図である。

【図8】本発明のターゲットの更なる実施形態の簡略化概略上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明のターゲットであり、図1～図8を参照して後述されるそれは、好ましくも、ウェハ上に形成された半導体デバイスの諸層間位置ずれを計測するシステム及び方法にて用いられ、典型的には半導体デバイス製造プロセスの一部分を形成するものである。図1～図8を参照して後述されるシステム及び方法により計測された位置ずれを用い、半導体デバイス製造プロセスの諸部分、例えばリソグラフィを調整することで、製造中の半導体デバイスの諸層間位置ずれを改善することができる。

30

【0022】

図1～図8を参照して後述されるターゲットは、ウェハの少なくとも2個の層で以て形成された計測構造、好ましくはそのウェハ上における半導体デバイスの形成中に形成されたそれを有している。そのターゲットを形成する諸層は、必須ではないが互いに隣り合う層とすることができ、且つ50nmから10μm超に及ぶ高さで以て隔てられたものとすることができる。好適な位置ずれツール輻射源とそれらの層それぞれとの間にある物質は全て、その輻射源により生成される輻射に対し少なくとも部分的に透明なものとする。

40

【0023】

典型的には、図1～図8を参照して後述されるターゲットが位置ずれ計量ツールにより計測され、その被計測ターゲットに係る位置ずれ値が返される。その被計測ターゲットに係る位置ずれ値は、その上に諸ターゲットが形成されているウェハ上に形成された半導体デバイスの位置ずれと、ほぼ同一であると考えられる。即ち、そのターゲットに係る位置ずれ値を用い、ターゲット、半導体デバイス双方の形成に用いられる製造ツールを調整することで、それらの層をより密な位置揃い状態に持ち込むことができる。

【0024】

50

ここで、本発明のターゲットを有するウェハの簡略化概略上面図たる図1を参照する。図1に示されている概ね平坦な面は $x y$ 平面を規定しており、図1を参照して後述される寸法は皆、その $x y$ 平面に対し概ね平行な平面における寸法である。図1は均一縮尺で描かれていない。本発明のある好適実施形態によれば、図示されているフィーチャ（外形特徴）のうち少なくとも幾つかは、同じくそのウェハ上に形成されている別の構造により覆われうるものであり、また通常は覆われることとなる。

【0025】

図1に具体的に示されている通り、ウェハ100は、スクライブライン120により分離された複数のダイ110に区画されている。通常、ダイ110内には機能的半導体デバイス130の全体又は一部分、なかでもトランジスタ、トレースライン、ダイオード及び微細電気機械システム（MEMS）デバイス等のそれが形成される。機能的半導体デバイス130は機能的デバイス構造（FDST）132で形成される。FDST132の特徴の一つは典型的な最小FDST寸法 D_{FDST} であり、これは典型的には $2\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ 、より典型的には $5\text{ nm} \sim 80\text{ nm}$ とされる。FDST132は、必須ではないが周期的なものとすることができる。更に、FDST132はある典型的FDST形状、なかでも長方形、円、三角形、十字形、正方形、或いは様々な角度にてつなげられた複数の本のバー等といったそれを有する。

【0026】

FDST132により、好ましくも、複数の対応する機能的デバイススペース（FDSP）134が規定される。FDSP134の特徴の一つは典型的な最小FDSP寸法 D_{FDSP} であり、これは典型的には $2\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$ 、より典型的には $5\text{ nm} \sim 80\text{ nm}$ とされる。

【0027】

ターゲット150は、図2A～図8を参照して後に詳述される通り、機能的半導体デバイス130が入っているダイ110、並びに機能的半導体デバイス130が概ね存在していないスクライブライン120、のうち一方又は双方の内部に形成することができる。

【0028】

次に、ターゲット150の様々な実施形態の簡略化概略上面図たる図2A～図8を参照する。図2A～図8に示されている概ね平坦な面はそれぞれ $x y$ 平面を規定しており、図2A～図8を参照して後述される寸法は皆、その $x y$ 平面に対し概ね平行な平面における寸法である。図2A～図8は均一縮尺で描かれていない。本発明のある好適実施形態によれば、図示されているフィーチャのうち少なくとも幾つかは、同じくそのウェハ上に形成されている別の構造により覆われうるものであり、また通常は覆われることとなる。

【0029】

各ターゲット150の典型的な面積は $2500\text{ }\mu\text{ m}^2 \sim 10000\text{ }\mu\text{ m}^2$ である。図2A～図8に示されている通り、各ターゲット150は好ましくも複数の計測構造（MST）202を有している。MST202により、好ましくも、複数の対応する計測スペース（MSP）204が規定される。

【0030】

MST202には、ウェハ100上に形成された第1層212の一部として形成される複数の第1MST210と、ウェハ100上に形成された第2層222の一部として形成される複数の第2MST220がある。第1層212は、図2A～図8に示す $x y$ 平面に対し概ね平行な平面を規定する。各MST202はある典型的な最小MST寸法 D_{MST} を有する。好ましくは典型的な最小MST寸法 D_{MST} を $10\text{ nm} \sim 1800\text{ nm}$ とする。典型的な最小MST寸法 D_{MST} の値を、全てのMST202で同じとしてもよいし、MST202毎に違えてもよい。好ましくは、複数の第1MST210全てを、同じ典型的な最小MST寸法 D_{MST} 値を有するものとし、複数の第2MST220全てを、同じ典型的な最小MST寸法 D_{MST} 値を有するものとする。典型的な最小MST寸法 D_{MST} が全MST202で同じでない場合、理解し得るように、他の諸寸法例えば D_{FDST} との比較に際し参照されるところの典型的な最小MST寸法 D_{MST} の値は、典型的な最小MST寸法 D_{MST} の

平均値をさしている。

【0031】

本発明のある実施形態では、MST202及びFDST132の特徴の一つが、構造の典型的最小寸法のサイズスケールを特徴付けるところの、典型的最小寸法の大きさの程度の違いとされる。そうした実施形態では、典型的最小FDST寸法 D_{FDST} に対する典型的最小MST寸法 D_{MST} の比が好ましくは1.7~5、より好ましくは2~4.5、より好ましくは2.5~4、更に好ましくは3~3.5とされる。

【0032】

更に、MST202はある典型的MST形状、なかでも長方形、円、三角形、十字形又は正方形等といったそれを有する。本発明のある実施形態では、典型的MST形状と典型的FDST形状とが異なるものとされる。

【0033】

同様に、MSP204には、ウェハ100上に形成された第1層212の一部を形成する複数の第1MSP224と、ウェハ100上に形成された第2層222の一部を形成する複数の第2MSP226とがある。各MSP204はある典型的最小MSP寸法 D_{MSP} を有する。好ましくは D_{MSP} を10nm~1800nmとする。典型的最小MSP寸法 D_{MSP} の値を、全てのMSP204で同じとしてもよいし、MST204毎に違えてもよい。好ましくは、複数の第1MSP224全てを、同じ典型的最小MSP寸法 D_{MSP} 値を有するものとし、複数の第2MSP226全てを、同じ典型的最小MSP寸法 D_{MSP} 値を有するものとする。典型的最小MSP寸法 D_{MSP} が全MSP204で同じでない場合、他の諸寸法例えば D_{FDSP} との比較に際し参照されるところの典型的最小MSP寸法 D_{MSP} の値は、典型的最小MSP寸法 D_{MSP} の平均値をさしている。

【0034】

典型的最小MST寸法 D_{MST} 及び典型的最小MSP寸法 D_{MSP} は相俟ってMST202のパッキング密度を定めるものであり、所与エリア内に何個のMST202が形成されるかがそのパッキング密度により特徴的に規定される。同様に、典型的最小FDST寸法 D_{FDST} 及び典型的最小FDSP寸法 D_{FDSP} は相俟ってFDST132のパッキング密度を定めるものであり、所与エリア内に何個のFDST132が形成されるかがそのパッキング密度により特徴的に規定される。同様に、パッキング密度の大きさの程度により、所与エリア内に形成される構造の個数のサイズスケールが特徴的に規定される。

【0035】

本発明のある実施形態では、MST202及びFDST132の特徴の一つが、パッキング密度の大きさの程度の違いとされる。そうした実施形態では、典型的最小FDSP寸法 D_{FDSP} に対する典型的最小MSP寸法 D_{MSP} の比が好ましくは1.7~5、より好ましくは2~4.5、より好ましくは2.5~4、更に好ましくは3~3.5とされる。

【0036】

本発明の格別な特徴の一つは、MSP204内に好ましくも複数のデバイス様構造(DLST)230が形成されることである。本発明のある実施形態では、とりわけ図4及び図6に示されている通り、DLST230が専ら第1MSP224内に形成される。本発明の別の実施形態では、とりわけ図3に示されている通り、DLST230が専ら第2MSP226内に形成される。本発明の更に別の実施形態では、とりわけ図2A、図5、図7及び図8に示されている通り、DLST230が第1MSP224、第2MSP226双方に形成される。DLST230が複数のMSP224及び226のうちある特定の一方又は双方に形成される態で、ターゲット150の具体的諸実施形態を本願中に図示及び記述したが、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、専らMSP224内、専らMSP226内、或いはMSP224、226双方にDLST230が形成された態で形成することができる。DLST230は、必須ではないが周期的なものとすることができる。これも察せられる通り、MSP224内に形成されているDLST230とMSP226内に形成されているDLST230とが、そっくりである必要はない。

【0037】

各DLST230はある典型的最小DLST寸法 D_{DLST} を有する。好ましくは典型的最小DLST寸法 D_{DLST} を2nm~200nmとし、より典型的には5nm~80nmとする。典型的最小DLST寸法 D_{DLST} の値を、全てのDLST230で同じとしてもよいし、DLST230毎に違えてもよい。典型的最小DLST寸法 D_{DLST} が全DLST230で同じでない場合、他の諸寸法例えば D_{FDST} との比較に際し参照されるところの典型的最小DLST寸法 D_{DLST} の値は、典型的最小DLST寸法 D_{DLST} の平均値をさしている。

【0038】

本発明のある好適実施形態では、DLST230及びFDST132の特徴の一つが、構造の典型的最小寸法のサイズスケールを特徴付けるところの、典型的最小寸法の大きさの程度が同じであることとされる。そうした実施形態では、典型的最小FDST寸法 D_{FDST} に対する典型的最小DLST寸法 D_{DLST} の比が好ましくは0.5~1.5、より好ましくは0.6~1.4、より好ましくは0.7~1.3、より好ましくは0.8~1.2、更に好ましくは0.9~1.1とされる。

【0039】

更に、DLST230はある典型的DLST形状、なかでも長方形、円、三角形、十字形又は正方形等といったそれを有する。本発明のある好適実施形態では、典型的DLST形状が典型的FDST形状とよく似たものとされる。即ち、例えば仮にFDST132が概ね円形なFDST形状を有しているのであれば、本発明のある好適実施形態では、DLST230が、概ね円形なDLST形状を有するものとされる。同様に、例えば仮にFDST132が文字Eに似たFDST形状を有しているのであれば、本発明のある好適実施形態では、DLST230が、文字Eに似たFDST形状を有するものとされる。

【0040】

本発明のある好適実施形態では、とりわけ図4及び図7に示されている通り、DLST230が、第1層212により定義される平面に対し概ね平行な平面内でMST202に対し回動されたものとされる。即ち、そうした実施形態では、DLST230が、図2A~図8に示されているxy平面内でMST202に対し回動されたものとされる。そのxy平面に対し概ね平行な平面内でMST202に対しDLST230が回動された態で、専ら、図4及び図7に示したターゲット150の諸実施形態を本願中に図示及び記述したが、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、そのxy平面に対し概ね平行な平面内でMST202に対し回動されたDLST230を有する態で形成することができる。同様に、図4及び図7に示されている実施形態を含め、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、そのxy平面に対し概ね平行な平面内でMST202に対し回動されていないDLST230を有する態で形成することができる。

【0041】

DLST230により、好ましくも複数個の対応するデバイス様スペース(DLSP)240が規定される。各DLSP240はある典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} を有する。好ましくは典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} を2nm~200nmとし、より典型的には5nm~80nmとする。典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} の値を、全てのDLSP240で同じとしてもよいし、DLSP240毎に違えてもよい。典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} が全DLSP240で同じでない場合、他の諸寸法例えば D_{FDSP} との比較に際し参照されるところの典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} の値は、典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} の平均値をさしている。

【0042】

典型的最小DLST寸法 D_{DLST} 及び典型的最小DLSP寸法 D_{DLSP} は相俟ってDLST230のパッキング密度を定めるものであり、所与エリア内に何個のDLST230が形成されるかがそのパッキング密度により特徴的に規定される。好ましくは、DLST230のパッキング密度を0.5超とする。

【0043】

本発明のある好適実施形態では、DLST230及びFDST132の特徴の一つが、

パッキング密度の大きさの程度が同じであることとされる。そうした実施形態では、典型的な最小F D S P寸法 $D_{FDS P}$ に対する典型的な最小D L S P寸法 $D_{DLS P}$ の比が好ましくは0.5~1.5、より好ましくは0.6~1.4、より好ましくは0.7~1.3、より好ましくは0.8~1.2、更に好ましくは0.9~1.1とされる。即ち、D L S T 230のパッキング密度の大きさの程度が、F D S T 132のパッキング密度の大きさの程度と、概ね同じとされる。

【0044】

本発明のある実施形態では、とりわけ図6、図7及び図8に示されている通り、各M S T 202が概ねユニタリ（単体的）な要素とされる。本発明の別の実施形態では、とりわけ図2B、図3及び図5に示されている通り、各M S T 202が複数のセグメント252で形成される。セグメント252により、好ましくも複数の対応するセグメントスペース254が規定される。更に、とりわけ図4に示されている通り、幾つかのM S T 202を概ねユニタリなものとする一方、その他のM S T 202をセグメント252で形成することができる。ユニタリなM S T 202を有する態でターゲット150の具体的諸実施形態が本願中に図示及び記述され、セグメント252を有する態でターゲット150の具体的諸実施形態が本願中に図示及び記述され、またユニタリなM S T 202とセグメント252とを共に有する態でターゲット150の具体的実施形態が示されているが、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、ユニタリなM S T 202を有する態、セグメント252を有する態、或いはユニタリなM S T 202とセグメント252との組合せを有する態で形成することができる。

【0045】

本発明のある種の実施形態では、とりわけ図3に示されている通り、D L S T 230がセグメントスペース254内に形成される。

【0046】

各セグメント252はある典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} を有する。好ましくは、典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} を10nm~300nmとし、より典型的には50nm~100nmとする。典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} の値を、全てのセグメント252で同じとしてもよいし、セグメント252毎に違ってよい。典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} が全セグメント252で同じでない場合、他の諸寸法例えば $D_{DLS T}$ との比較に際し参照されるところの典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} の値は、典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} の平均値をさしている。好ましくは、典型的な最小D L S T寸法 $D_{DLS T}$ に対する典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} の比を少なくとも1.1、より好ましくは少なくとも2とする。

【0047】

更に、セグメント252はある典型的なセグメント形状、なかでも長方形、円、三角形、十字形又は正方形等といったそれを有する。本発明のある好適実施形態では、その典型的なセグメント形状が、典型的なD L S T形状とは大きく異なるものとされる。より具体的には、本発明のそうした好適実施形態では、好適な位置ずれツールを用いターゲット150を計測することで、典型的なD L S T形状と典型的なセグメント形状とを、即座に見分けることができる。その好適な位置ずれ計測ツールは、例えば、米国カリフォルニア州ミルピタス所在のK L A Corporationから何れも商業的に入手可能なArcher（商標）750、A T L（商標）100又はe D R 7380（商標）として具体化することができる。

【0048】

即ち、例えば仮にD L S T 230が概ね円形なD L S T形状を有しているのであれば、本発明のある好適実施形態では、セグメント252が、好ましくも円以外のセグメント形状、例えば図3に示されている通り正方形とされる。同様に、例えば仮にD L S T 230が概ね長方形なD L S T形状を有しているのであれば、本発明のある好適実施形態では、セグメント252が長方形でないセグメント形状を有するものとされるのであり、例えばセグメント252が概ね三角形なセグメント形状を有するものとされよう。

【0049】

本発明のある好適実施形態では、とりわけ図4に示されている通り、DLST230が、第1層212により定義される平面に対し概ね平行な平面内でセグメント252に対し回転されたものとされる。即ち、DLST230が、図2A～図8に示されているxy平面に対し概ね平行な平面内でセグメント252に対し回転されたものとされる。察せられる通り、そのxy平面に対し概ね平行な平面内でセグメント252に対しDLST230が回転された態で、専ら、図4に示したターゲット150の実施形態を本願中に図示及び記述したが、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、そのxy平面に対し概ね平行な平面内でセグメント252に対し回転されたDLST230を有する態で形成することができる。同様に、図4に示されている実施形態を含め、本願記載のターゲット150の何れの実施形態も、そのxy平面に対し概ね平行な平面内でセグメント252に対し回転されていないDLST230を有する態で形成することができる。

10

【0050】

好ましくは、各セグメントスペース254を、ある典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPを有するものとする。好ましくは、典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPを10nm～300nmとし、より典型的には50nm～100nmとする。典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPの値を、全てのセグメントスペース254で同じとしてもよいし、セグメントスペース254毎に違えてもよい。典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPが全セグメントスペース254で同じでない場合、他の諸寸法例えばDDLSPとの比較に際し参照されるところの典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPの値は、典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPの平均値をさしている。好ましくは、典型的最小DDLSP寸法DDLSPに対する典型的最小セグメントスペース寸法DSEGSPの比を少なくとも1.1、より好ましくは少なくとも2とする。

20

【0051】

本発明のある好適実施形態では、MST202及びMSP204が好適な位置ずれ計測ツールにより分解可能なものとされる一方、DLST230、DLSP240、セグメント252及びセグメントスペース254がその好適な位置ずれ計測ツールでは分解不能なものとなる。その好適な位置ずれ計測ツールは、例えば米国カリフォルニア州ミルピタス所在のKLA Corporationから何れも商業的に入手可能なArcher（商標）750、ATL（商標）100又はeDR7380（商標）として具体化することができる。

30

【0052】

ターゲット150は、その好適な位置ずれ計測ツールを用い計測されうるよう、ひいては出力信号が生じるよう設計されており、その出力信号を分析することで、好適にも、ターゲット150の層212・214間位置ずれ値が生成される。ターゲット150の層212・214間位置ずれ値は、好適にも、機能的半導体デバイス130のうち少なくとも幾つかの対応層212・214間の位置ずれ値として用いられるものであり、好適にも、それを用い、機能的半導体デバイス130に係る製造プロセスの諸部分例えばリソグラフィを調整して層212・214間位置ずれを改善することができる。

【0053】

40

好ましくも、従来型ターゲットとは対照的に、ターゲット150にはDLST230が組み込まれているので、ターゲット150を形成している諸層間の物理的位置ずれと、機能的半導体デバイス130を形成している対応諸層間の物理的位置ずれと、の相似性が改善される。更に、ターゲット150にDLST230が組み込まれているので、好適にも、その計測を踏まえ出力される位置ずれ値の正確性が従来型ターゲットに比し改善される。即ち、ターゲット150の第1層212・第2層214間で計測された位置ずれ値は、機能的半導体デバイス130の対応諸層間の位置ずれ値としての使用及びその調整向けに、とりわけ良く適している。

【0054】

より具体的には、それによりDLST230が形成される製造工程は、それによりFD

50

ST132が形成される製造工程と、本質的に同一である。そうした製造工程のなかには、就中、エッチング、堆積及び平坦化プロセスが含まれよう。ターゲット150及び機能的半導体デバイス130は、それに内在するあらゆる処理エラーを含め、本質的に同一の製造工程に供されるので、ターゲット150を形成している諸層間の位置ずれが、機能的半導体デバイス130を形成している対応諸層間の位置ずれと、よく似たものとなる。即ち、ターゲット150の第1層212・第2層214間で計測された位置ずれ値は、機能的半導体デバイス130の対応諸層間の位置ずれ値としての使用及びその調整向けに、とりわけ良く適している。

【0055】

本発明のある好適実施形態では、複数のターゲット150がウェハ100上に形成される。本発明のある実施形態では、ウェハ上のターゲット150のうち幾つか、典型的には実験計画法(DOE)ウェハ上のそれが、そのDOEウェハ上の他のターゲット150を作成するのに用いられた製造ツールのパラメタからパラメタを意図的に変化させた製造ツールを用い、作成される。例えば、そのDOE上のターゲット150のうち幾つかを、典型的な最小MST寸法 D_{MST} 、典型的な最小MSP寸法 D_{MSP} 、典型的な最小DLST寸法 D_{DLST} 、典型的な最小DLSPT寸法 D_{DLSPT} 、典型的な最小セグメント寸法 D_{SEG} 、典型的な最小セグメントスペース寸法 D_{SEGSP} 、典型的なMST形状、典型的なDLST形状、典型的なセグメント形状、xy平面に対し概ね平行な平面におけるMSTの向き、そのxy平面に対し概ね平行な平面におけるDLSTの向き、並びにそのxy平面に対し概ね平行な平面におけるセグメントの向きのうち、少なくとも一つが互いに異なるものとする。即ち、そのDOEウェハ上の様々なターゲット150の第1層212・第2層214間位置ずれの好適な計測により、製造プロセス変動に関連するデータがもたらされるので、そのDOEウェハを形成するのに用いられる製造ツールのパラメタをユーザがより好適に調整することが可能となる。

【0056】

加えて、ターゲット150にDLST230が組み込まれているため、その好適な位置ずれ計測ツールにより用いられる計測パラメタ例えば入射輻射の波長の関数として有意要領で変化しうる、位置ずれデータ出力が発生する。即ち、ターゲット150の第1層212・第2層214間位置ずれを計測することでもたらされる位置ずれ値は、従来型ターゲットの諸層間位置ずれを計測することでもたらされる位置ずれ値に比しかなりロバストであるので、機能的半導体デバイス130の対応諸層間実位置ずれ値としての使用及びその調整向けに、とりわけ良く適している。

【0057】

加えて、ターゲット150にDLST230が組み込まれているため、好適にも、ウェハ100上に形成された機能的半導体デバイス130、ターゲット150双方の製造歩留まりが、従来型ターゲットと併せ形成された機能的半導体デバイス130の製造歩留まりに比し高まる。より具体的には、ターゲット150にDLST230が組み込まれているため、ターゲット150に係る寸法及びピッチと、機能的半導体デバイス130に係るそれらと、の間のミスマッチが低減される。この寸法及びピッチミスマッチの低減により、複雑な製造設計例えば光近接効果補正(OPC)が改善される。即ち、ウェハ100上に形成された機能的半導体デバイス130及びターゲット150が、好適にも共に、従来型ターゲットと併せ形成された機能的半導体デバイス130の製造歩留まりに比し改善された製造歩留まりを呈することとなる。

【0058】

とりわけ図2A及び図2Bに示されている通り、ターゲット150を、「複合的イメージング計量ターゲット」(COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS)と題する特許文献4記載のターゲットに似た先進イメージング計量(AIM)ターゲットとして、具体化することができる。ターゲット150をAIMターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ202の協働でAIMターゲットを形成すると共に、その種の従来型AIMターゲットに通常は存在しているスペース214及び224内に、デバイス様フィ

10

20

30

40

50

ーチャ 230 を形成する。

【0059】

とりわけ図 3 に示されている通り、ターゲット 150 を、「複合的イメージング計量ターゲット」(COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS)と題する特許文献 4 記載のターゲットに似た AIM インダイ (AIM id) ターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 を AIM id ターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働で AIM id ターゲットを形成すると共に、その種の従来型 AIM id ターゲットに通常は存在しているスペース 214 及び 224 内に、デバイス様フィーチャ 230 を形成する。

【0060】

とりわけ図 4 に示されている通り、ターゲット 150 を、「オーバーレイ計量及び制御方法」(OVERLAY METROLOGY AND CONTROL METHOD)と題する特許文献 2 記載のターゲットに似たボックスインボックス (B i B) ターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 を B i B ターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働で B i B ターゲットを形成すると共に、その種の従来型 B i B ターゲットに通常は存在しているスペース 214 及び 224 内に、デバイス様フィーチャ 230 を形成する。

【0061】

とりわけ図 5 に示されている通り、ターゲット 150 を、非特許文献 1 記載のターゲットに似たブロッサム又はマイクロブロッサムターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 をブロッサム又はマイクロブロッサムターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働でブロッサム又はマイクロブロッサムターゲットを形成すると共に、その種の従来型ブロッサム又はマイクロブロッサムターゲットに通常は存在しているスペース 214 及び 224 内に、デバイス様フィーチャ 230 を形成する。

【0062】

とりわけ図 6 に示されている通り、ターゲット 150 を、「半導体デバイスの位置ずれ計測におけるモアレターゲット及びその使用方法」(MOIRE' TARGET AND METHOD FOR USING THE SAME IN MEASURING MISREGISTRATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES)と題する 2019 年 4 月 10 日付 PCT 特許出願第 PCT/US2019/026686 号に記載のターゲットに似たモアレターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 をモアレターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働でモアレターゲットを形成すると共に、その種の従来型モアレターゲットに通常は存在しているスペース 214 及び 224 内に、デバイス様フィーチャ 230 を形成する。

【0063】

とりわけ図 7 に示されている通り、ターゲット 150 を、「スキヤタロメトリを用いオーバーレイ誤差を検出する装置及び方法」(APPARATUS AND METHODS FOR DETECTING OVERLAY ERRORS USING SCATTEROMETRY)と題する特許文献 5 記載のターゲットに似たスキヤタロメトリターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 をスキヤタロメトリターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働でスキヤタロメトリターゲットを形成すると共に、その種の従来型スキヤタロメトリターゲットに通常は存在しているスペース 214 及び 224 内に、デバイス様フィーチャ 230 を形成する。

【0064】

とりわけ図 8 に示されている通り、ターゲット 150 を、「オーバーレイ判別装置及び方法並びにその使用」(APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY AND USES OF SAME)と題する特許文献 1 記載のターゲットに似た電子ビームターゲットとして、具体化することができる。ターゲット 150 を電子ビームターゲットとして具体化する際には、ターゲットフィーチャ 202 の協働で電子ビームターゲットを形成すると共

10

20

30

40

50

に、その種の従来型電子ビームターゲットに通常は存在しているスペース 2 1 4 及び 2 2 4 内に、デバイス様フィーチャ 2 3 0 を形成する。

【0065】

ターゲット 1 5 0 を、図 2 A ～ 図 8 に示したそれら以外のターゲットとして付加的に具体化することもできる。その場合、ターゲットフィーチャ 2 0 2 の協働でその付加的実施形態のターゲットを形成すると共に、その付加的実施形態にて用いられる類の従来型ターゲットに通常は存在しているスペース 2 1 4 及び 2 2 4 内に、デバイス様フィーチャ 2 3 0 を形成する。そうしたターゲットのなかには、就中、ハイブリッドイメージング電子ビームターゲット及びハイブリッドスキタロメトリ電子ビームターゲット、例えば「光学及び電子ビームが結合されたテクノロジーを用いる位置ずれ計測」(MISREGISTRATION MEASUREMENTS USING COMBINED OPTICAL AND ELECTRON BEAM TECHNOLOGY)と題する 2 0 1 9 年 6 月 4 日付 P C T 出願第 P C T / U S 2 0 1 9 / 0 3 5 2 8 2 号に記載のターゲットに似ているそれや、ウェハ 1 0 0 上に形成されている 3 個以上の層間の位置ずれの計測に役立つターゲット、例えば「多層オーバーレイ計量ターゲット及びコンプリメンタリオーバーレイ計量計測システム」(MULTI-LAYER OVERLAY METROLOGY TARGET AND COMPLIMENTARY OVERLAY METROLOGY MEASUREMENT SYSTEMS)と題する特許文献 3 に記載のターゲットに似ているそれが含まれよう。

【0066】

本件技術分野に習熟した者（いわゆる当業者）には理解できる通り、本発明は、具体的に図示及び上述されたものに限定されない。本発明の技術範囲には、上述した諸特徴及びそれらの変形物のコンビネーション及びサブコンビネーション双方のうち、従来技術でないもの全てが包含される。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

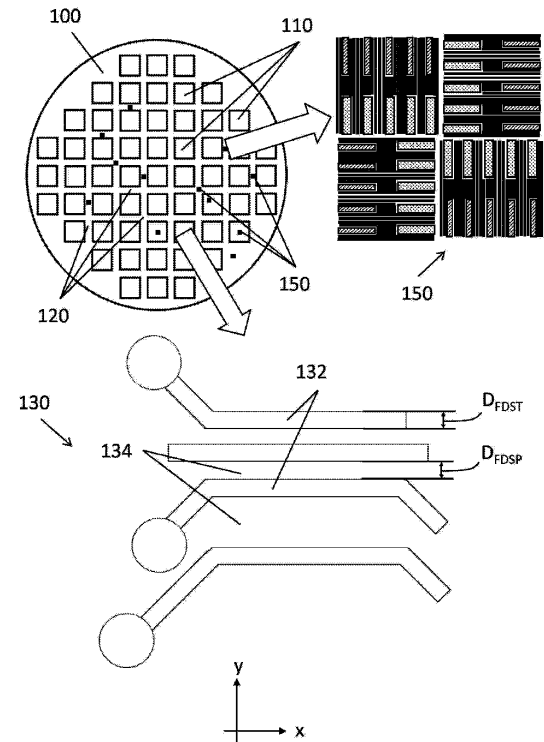


FIG. 1

【図 2 A】

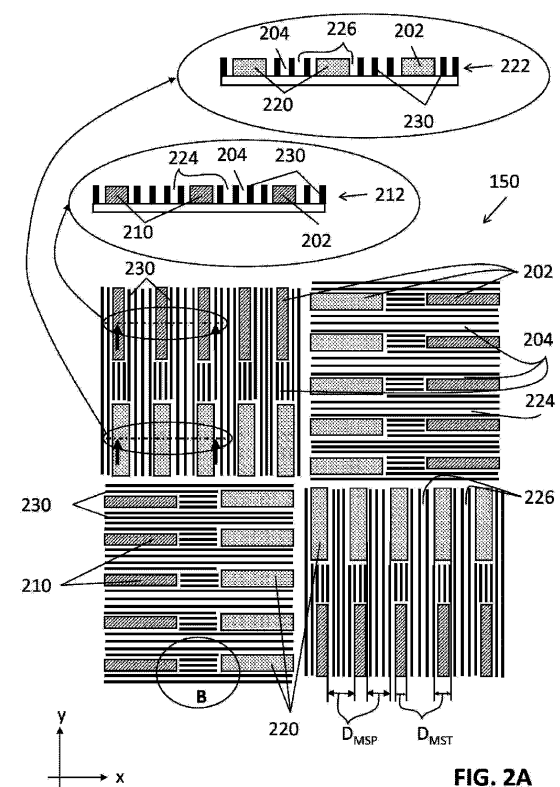
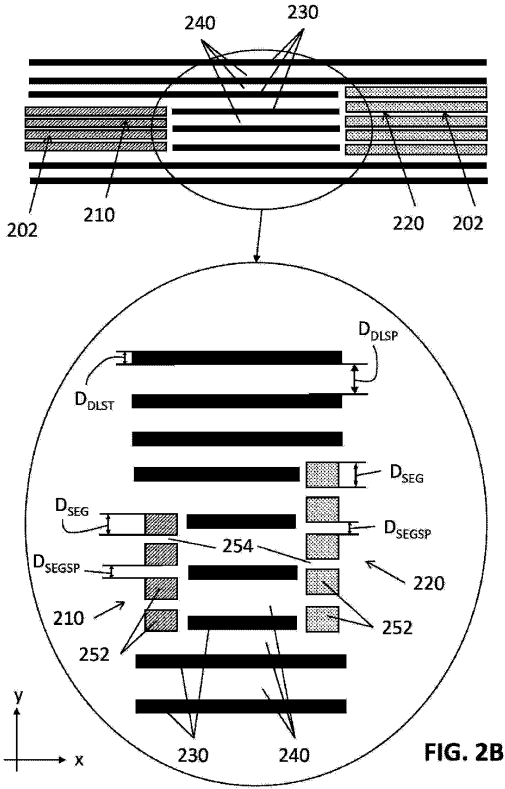
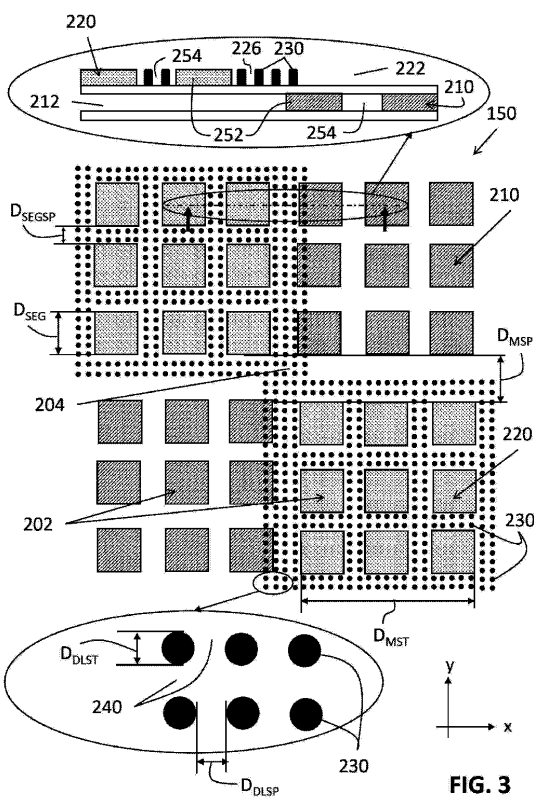


FIG. 2A

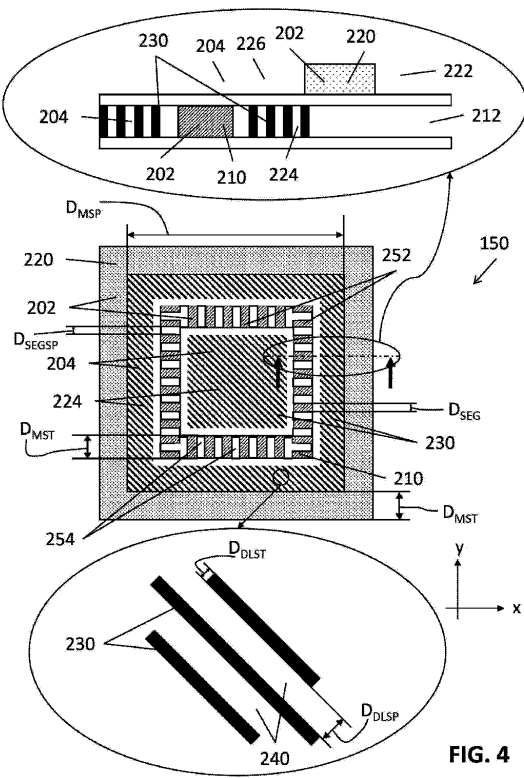
【図 2 B】



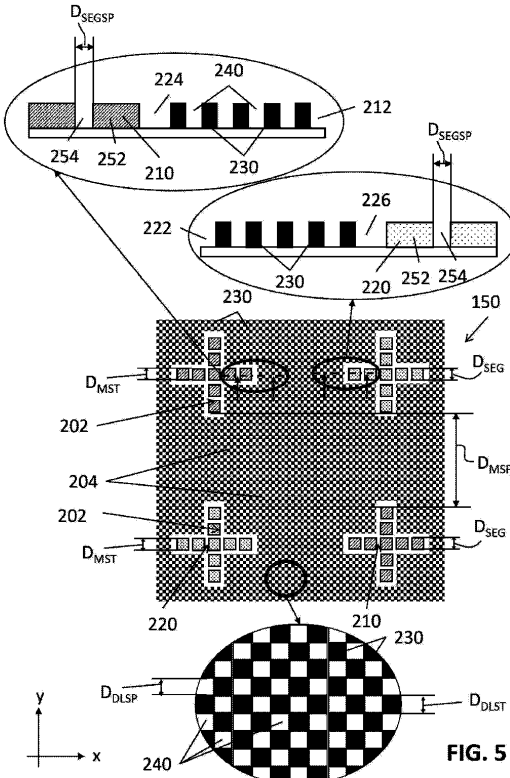
【図 3】



【図 4】



【図 5】



10

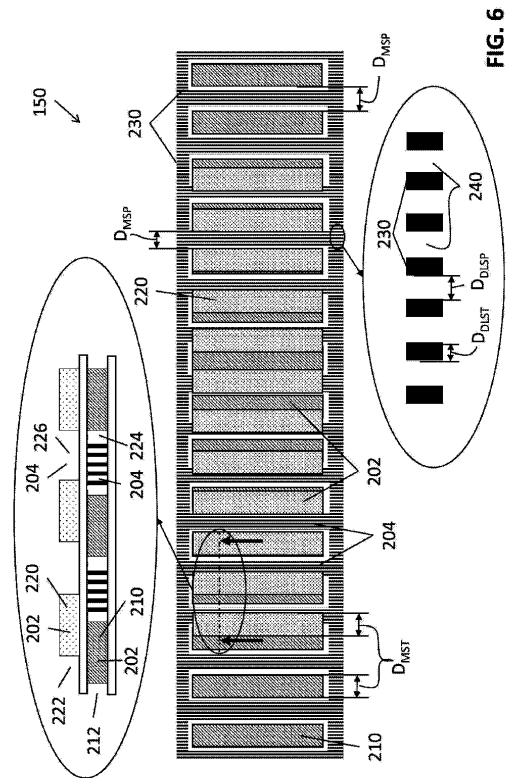
20

30

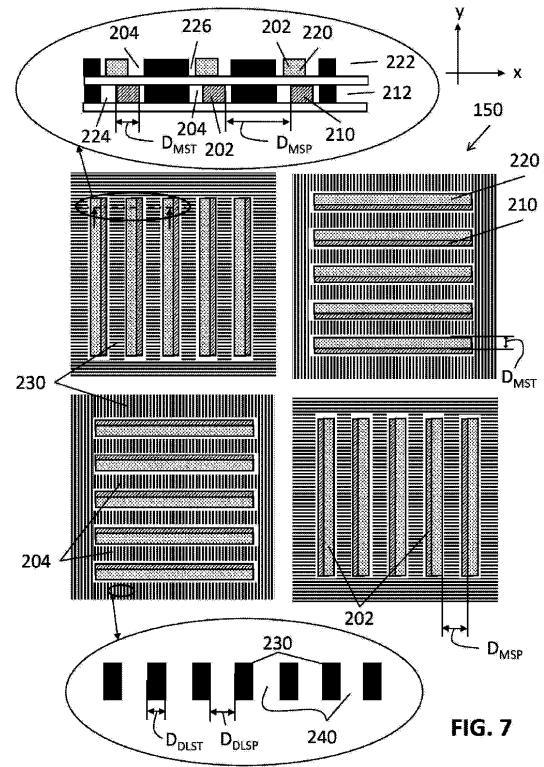
40

50

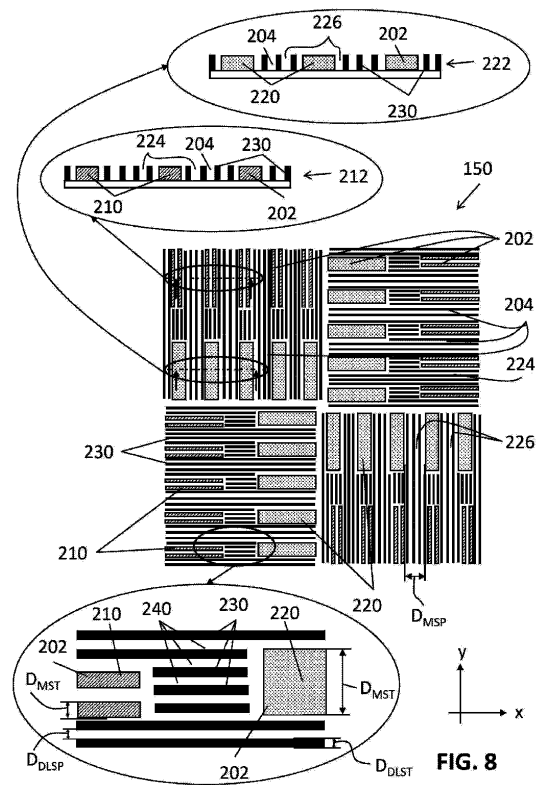
【図 6】



【圖 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 ギノフケル マーク
 イスラエル ヨクネアム イリット ハットサヤリム ストリート 69 アパートメント 2

審査官 三好 貴大

(56)参考文献 特表2015-528922 (JP, A)
 米国特許出願公開第2019/0179231 (US, A1)
 米国特許出願公開第2018/0188663 (US, A1)
 米国特許出願公開第2016/0266505 (US, A1)
 特開2007-324371 (JP, A)
 特表2009-532862 (JP, A)
 特表2021-515232 (JP, A)
 特表2021-511532 (JP, A)
 特表2013-534314 (JP, A)
 米国特許出願公開第2012/0038021 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G03F 7/00-7/24
 9/00-9/02