

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4828811号  
(P4828811)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl. F I  
**HO 1 L 21/027 (2006.01)** HO 1 L 21/30 5 4 1 N  
**GO 3 F 1/08 (2006.01)** GO 3 F 1/08 S

請求項の数 5 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-278082 (P2004-278082)</p> <p>(22) 出願日 平成16年9月24日(2004.9.24)</p> <p>(65) 公開番号 特開2006-93455 (P2006-93455A)</p> <p>(43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)</p> <p>審査請求日 平成17年9月9日(2005.9.9)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号</p> <p>(74) 代理人 100109900 弁理士 堀口 浩</p> <p>(72) 発明者 真田 恭 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内</p> <p>審査官 渡戸 正義</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン検査装置及びパターン描画システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に形成された回路パターンを光学的に検出して得られるパターン測定データと該回路パターンに対応するパターン設計データとを比較して、基板上的回路パターンの欠陥の有無を検査する手段と、

前記基板上に形成された回路パターンに対し、描画装置に設けられた測定計から得られる描画時の装置情報を含む描画結果データを基に前記描画装置で作成された欠陥予報データを取り込む手段と、

前記検査手段による検査を行った後に、前記欠陥予報データに基づいて欠陥予報があるにも拘わらず欠陥が検出されなかった箇所に対して、繰り返し検査又は検出感度を高め

て再検査する手段と、  
を具備してなることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項2】

前記欠陥予報データは、前記描画装置に与える指令値と実際の描画時に測定された実際の値との差分に基づいて作成されるものであることを特徴とする請求項1に記載のパターン検査装置。

【請求項3】

パターン設計データを基に線源からの線束を基板表面上で走査して該基板上に所望の回路パターンを描画するパターン描画装置と、基板上に形成された回路パターンを光学的に検出して得られるパターン測定データとパターン設計データとを比較して欠陥の有無を検

査するパターン検査装置と、を接続してなるパターン描画システムであって、

前記パターン描画装置は、前記線束の走査により前記基板から放出される電子、X線、又は光を検出して該装置に設けられた測定計から得られる描画時の装置情報を含む描画結果データを得る描画結果検出手段と、前記描画結果検出手段で得られた描画結果データを基に欠陥パターンを描画した可能性を示す欠陥予報データを作成する手段と、前記欠陥予報データを出力する手段とを有し、

前記パターン検査装置は、前記パターン描画装置から出力された欠陥予報データを取り込む手段と、前記欠陥の有無の検査を行った後に、前記欠陥予報データに基づいて欠陥予報があるにも拘わらず欠陥が検出されなかった箇所に対して、繰り返し検査又は検出感度を高めて再検査する手段とを有することを特徴とするパターン描画システム。

10

#### 【請求項4】

パターン設計データを基に線源からの線束を基板表面上で走査して該基板上に所望の回路パターンを描画するパターン描画装置と、基板上に形成された回路パターンを光学的に検出して得られるパターン測定データとパターン設計データとを比較して欠陥の有無を検査するパターン検査装置と、を接続してなるパターン描画システムであって、

前記パターン描画装置は、前記線束の走査により前記基板から放出される電子、X線、又は光を検出して該装置に設けられた測定計から得られる描画時の装置情報を含む描画結果データを得る描画結果検出手段と、前記描画結果検出手段で得られた描画結果データを基に欠陥パターンを描画した可能性を示す欠陥予報データを作成する手段と、前記欠陥予報データを出力する手段とを有し、

20

前記パターン検査装置は、前記パターン描画装置から出力された欠陥予報データを取り込む手段と、前記欠陥予報データに基づいて検査の優先順位、検出感度、又は繰り返し回数を決定する手段とを有し、

前記パターン検査装置は、前記欠陥予報データを基に欠陥検査を行った後に、予報的中率データを作成し、この予報的中率データを前記パターン描画装置にフィードバックし、前記パターン描画装置は、前記予報的中率データを基に描画条件を補正することを特徴とするパターン描画システム。

#### 【請求項5】

前記欠陥予報データを作成する手段は、前記描画装置に与える指令値と実際の描画時に測定された実際の値との差分に基づいて欠陥予報データを作成するものであることを特徴とする請求項3又は4に記載のパターン描画システム。

30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、マスク（レチクル）やウェハ等の基板上に半導体素子のパターンを描画するパターン描画装置によって作製されたマスクやウェハ等の欠陥有無を検査するパターン検査装置に関する。さらに、パターン描画装置とパターン検査装置を有機的に接続して構成されるパターン描画システムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

近年、LSIの高精度化・大容量化に伴い、半導体素子に要求される回路線幅は益々狭くなってきている。これらの半導体素子の製造には、ステッパと呼ばれる縮小投影露光装置が用いられ、マスクに形成された回路パターンがウェハ上に転写される。マスクを作製するための描画装置としては、電子ビーム描画装置やレーザービーム描画装置などが開発されている。

40

#### 【0003】

一方、パターン描画装置で作製されたマスクのパターンには、その製作過程で様々な欠陥が発生することが知られている。このような欠陥は製作された半導体素子の動作を不可能にするだけでなく、製造の歩留まりに大きく影響する。従って、欠陥を無くする努力、即ち欠陥を検出して修正や再製作工程にまわす検査修正工程等が半導体製造では重要な技

50

術となっている。こういった背景において、パターン欠陥を検出できる装置として、現在、光学式パターン検査装置が多く使用されている（例えば、特許文献1及び非特許文献2参照）。

【0004】

従来、パターン描画装置はパターン設計データであるCADデータを基にパターンを描画している。益々微細化するマスクのパターンを描画する場合、パターン寸法の縮小率の自乗倍で描画時間が延長し（例えばパターン寸法が1/2になると、検査時間は4倍になる）、スループットは益々低下することになる。現に、パターン描画の所要時間としてマスク1枚当たり4～5時間は優にかかり、10時間以上かかるようなものも最近は多くなっている。

10

【0005】

一方、従来のパターン検査装置は、パターン描画装置以降の多くの製造プロセスを経て引き継がれたマスクを、端から端まで正しく機械的にくまなく走査し欠陥の有無を探索している。これにより、やはりパターン描画と同様に、益々微細化するマスクを検査する場合、パターン寸法の縮小率の自乗倍で検査時間が延長し（例えばパターン寸法が1/2になると、検査時間は4倍になる）、スループットは益々低下することになる。現に、検査の所要時間としてマスク1枚当たり4～5時間は優にかかり、10時間以上かかるようなものも最近は多くなっている。

【0006】

従って、パターン描画装置において描画中に致命的な欠陥が発生しても、パターン描画時間、マスク製造プロセス時間（少なくとも、現像、エッチングなどの処理があり、それらの前後処理なども含めると時間単位から日単位になることもある）、そして検査時間の総和時間が経過した後に初めて発覚し、そこから改めて再製作することになる。近年の半導体デバイスのコストダウンの要請に対し、上記のマスク製造時間におけるデッドタイムは半導体デバイス製造全体から見ても極めて顕著なボトルネックになっている。

20

【特許文献1】欧州特許0532927A2明細書

【非特許文献1】“Mask defect inspection method by database comparison with 0.25-0.35um sensitivity”, Jpn.J.Appl.Phys., Vol.33(1994)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

このように従来、マスクの欠陥を検査するには、マスクの全面にわたって測定データと設計データとを比較する必要があり、検査に多大な時間がかかり、これがスループットの低下を招く要因となっている。例えば、検査開始から長時間にわたって欠陥は発見されず、検査の終了近くになって欠陥が発見されたら、それまでの時間は無駄時間となる。早期の欠陥発見が可能であれば、そこで検査を終了し、無駄時間を解消できることになるが、早期の欠陥発見を行うような方法はなかった。

【0008】

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、回路パターンが描画された基板に対して早期の欠陥発見を可能とし、スループットの向上に寄与し得るパターン描画システムを提供することにある。

40

【0009】

また、本発明の別の目的は、上記のシステムに用いることのできるパターン検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【0012】

即ち、本発明の一態様に係わるパターン検査装置は、基板上に形成された回路パターンを光学的に検出して得られるパターン測定データと該回路パターンに対応するパターン設

50

計データとを比較して、基板上の回路パターンの欠陥の有無を検査する手段と、前記基板上に形成された回路パターンに対し、描画装置に設けられた測定計から得られる描画時の装置情報を含む描画結果データを基に前記描画装置で作成された欠陥予報データを取り込む手段と、前記欠陥予報データに基づいて前記検査手段による検査の優先順位，検出感度，又は繰り返し回数を決定する手段と、前記欠陥予報データに対応する箇所が実際に欠陥として判定されたか否かを基に予報的中率データを作成し、この予報的中率データを保持又は出力する手段と、を具備してなることを特徴とする。

【0013】

また、本発明のさらに別の態様は、パターン設計データを基に線源からの線束を基板表面上で走査して該基板上に所望の回路パターンを描画するパターン描画装置と、基板上に形成された回路パターンを光学的に検出して得られるパターン測定データとパターン設計データとを比較して欠陥の有無を検査するパターン検査装置と、を接続してなるパターン描画システムであって、前記パターン描画装置は、前記線束の走査により前記基板から放出される電子，X線，又は光を検出して該装置に設けられた測定計から得られる描画時の装置情報を含む描画結果データを得る描画結果検出手段と、前記描画結果検出手段で得られた描画結果データを基に欠陥パターンを描画した可能性を示す欠陥予報データを作成する手段と、前記欠陥予報データを出力する手段とを有し、前記パターン検査装置は、前記パターン描画装置から出力された欠陥予報データを取り込む手段と、前記欠陥予報データに基づいて検査の優先順位，検出感度，又は繰り返し回数を決定する手段とを有し、前記パターン検査装置は、前記欠陥予報データを基に欠陥検査を行った後に、予報的中率データを作成し、この予報的中率データを前記パターン描画装置にフィードバックし、前記パターン描画装置は、前記予報的中率データを基に描画条件を補正することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によるパターン検査装置は、欠陥予報データを基に検査の優先順位，検出感度，又は繰り返し回数を決定することにより、基板上の回路パターンに欠陥がある場合はこの欠陥を検査初期の段階で検出することができる。従って、無駄な検査時間を極力少なくすることができる。スループットの向上をはかることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

実施形態を説明する前に、本発明の基本原理について説明しておく。

【0017】

現在のマスク製造におけるスループットは、製造プロセス上の各装置毎での高速化に依存偏重している。仮に、パターン描画装置とパターン検査装置各々が10%スループット短縮したとしても、全工程の最初と最後の2工程だけが短縮するだけなので、大幅な効果が得がたいのは明らかである。しかし、基板検査開始直後(数分から数十分後)に致命的な欠陥があることが判明すれば、検査時間5時間としても90%以上を削減できる(描画5時間、描画後プロセス10時間、検査5時間としても、30分で致命的な欠陥を発見できれば全工程で22.5%の短縮に繋がる)。また、描画中に致命的な描画ミス=致命的な欠陥があったことを検知できれば、全工程にわたっても大幅な無駄時間短縮が可能となってくる(描画5時間、描画後プロセス10時間、検査5時間としても、最悪描画にかかる5時間の費消で済み全工程で75%の短縮に繋がる)。

【0018】

例えば、修正不能と判定されるような欠陥が存在するのなら、検査の直後に検出できれば無駄な時間を低減できる。そこで、パターン描画装置から大きな欠陥を描いてしまったかもしれないという予報があれば、検査はそこから優先的に開始し、問題が無ければ全面的にくまなく検査を行うし、実際に欠陥があれば即座に検査を終了し、無駄時間を一気に解消することができるようになる。

【0019】

また、実際にマスク検査をした結果、パターン描画装置の予報的中していれば、この

10

20

30

40

50

結果をパターン描画装置にレポートすることにより、パターン描画装置自身で予報ではなく欠陥発生を確度良く判定できるようになり、致命的な欠陥が発生した（描画してしまっ）と判定した瞬間に現在のマスク描画プロセスを中止することもできるようになる。さらに、実際の欠陥発生と描画装置の予報との相関から、マスク製造上の欠陥発生の原因が描画起因なのか、描画装置以降のプロセス起因なのかを分析できるようにもなり、歩留まり解析に有益である。

#### 【 0 0 2 0 】

従来方法においては、マスク製造プロセスの上流・下流の関係にあるパターン描画装置とパターン検査装置との間では、設計図面であるCADデータと製品であるマスクが引き継がれるだけであり、マスク製造プロセスを見渡した歩留まり向上の手法がなかった。そこで本発明では、マスク製造プロセスの上流・下流の関係にあるパターン描画装置とパターン検査装置との間で欠陥発生予報とその予報的中率データを共有化することにより、早期の欠陥発見を行えるようにしたことを特徴とする。

10

#### 【 0 0 2 1 】

（実施形態）

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

#### 【 0 0 2 2 】

図1は、本発明の一実施形態に係わるパターン描画システムを示す概略構成図である。このシステムは、パターン描画装置100とパターン検査装置200、及びこれらの装置100, 200を接続するためのLAN300の構成を示している。

20

#### 【 0 0 2 3 】

パターン描画装置100は、CPU160から与えられるパターン設計データ（指令値）に基づき、電子銃110からの電子線111を偏向器112により走査（ $y$ ）（紙面に垂直方向）すると共に、ステージ140によりマスク130（回路パターン形成前の基板）を走査（ $x$ 、紙面に左右方向）することにより、マスク130上に回路パターンを描画するようになっている。なお、電子銃110は線源であれば良く、例えばレーザー光源でも良く、この場合はミラーによりレーザー光束を走査すればよい。

#### 【 0 0 2 4 】

ステージ140は紙面に垂直方向（ $y$ ）にも位置決め可能になっている。そして、マスク130上に照射される電子線111の位置は、CADデータを基にCPU160が指令する描画座標（ $x$ ,  $y$ ）となる。ここで、 $x$ ,  $y$ にはステージ140を用いて位置決めし、 $y$ には偏向器112を用いて位置決めする。 $x$ ,  $y$ 位置決めの際にはレーザー光151を用いたヘテロダイン干渉式のステージ位置測定器150から得られる座標情報 $r_x$ ,  $r_y$ を、 $y$ 位置決めには偏向器112から得られる座標情報 $r_y$ を、それぞれ位置フィードバック制御量を得るのに用いている。

30

#### 【 0 0 2 5 】

なお、実際に検知された座標値でもある実描画座標（ $r_x$ ,  $r_y + r_x$ ）はCPU160に出力できるよう接続されている。ここで必要なことは、CADデータの座標値に対応してマスク130上に描画を行うことである。また、実際に描画された位置がどこであったかという結果は、後述する位置決め誤差として用いられる。ちなみに、本実施形態では省略しているが、描画焦点を位置決めするためのオートフォーカス機構を設けることは、本実施形態の効果を高めることに他ならない。

40

#### 【 0 0 2 6 】

本実施形態のパターン描画装置100には、パターンを描画するために電子銃110からマスク130に照射される電子線111の露光量を制御するための電流値を規定する図示しないレギュレータを備えている。ここで求められることは、少なくとも露光量の制御指令値であり、CADデータを基にしたCPU160の指令値である。実際に射出される露光量である必要はない。

#### 【 0 0 2 7 】

なお、より精度を高めるために、CPU指令値に対して実射出された露光量が測定でき

50

ることは有益であり、線源 110 が電子線であれば電流密度や照射面積、更には照射の開き角など、レーザー光であれば光量 (W) や光量密度 ( $W/cm^2$ ) などを、線源 110 の露光量の指令値或いは実際の計測値からも用いられるようにした場合、さらに本実施形態の効果をも高めることになる。即ち、これらの測定計を CPU 160 に測定結果を出力できるように接続し、CPU 160 の指令値に対して実際にマスク 130 が被照射した露光量を測定ないしは推定するのに用いる情報量を豊富にすることになる。

#### 【0028】

本実施形態のパターン描画装置 100 は、マスク 130 の表面温度を測定できる非接触温度計 141、ステージ 140 の振動を測定するための 3 軸加速度計 142、パターン描画装置 100 自体への振動外乱を測定できる振動計 143、図示しない変位計、更に図示しないが装置外気の気圧、温度、湿度を測定するための気圧計、気温計、湿度計を装備している。これらの測定計は CPU 160 に測定結果を出力できるように接続されている。

10

#### 【0029】

ここで必要なことは、パターン描画装置 100 が制御管理し得ない外乱或いは現象を測定できることである。即ち、本実施形態での測定項目及び物理量に限らず、パターン描画装置 100 が制御管理し得ない外乱或いは現象をモニタできる測定項目及び物理量であれば本実施形態の効果を得られ、或いは高めることができる。その代表的なものとしては、現在の描画位置におけるマスク 130 やステージ 140 及び電子光学システム等の振動変位量や加速度、温度や線膨張、位置決め誤差、焦点位置、更にはマスク 130 の形状寸法誤差 (厚さ、たわみ量) といった項目も含まれる。

20

#### 【0030】

本実施形態のパターン描画装置 100 は、2 次電子測定器 120 を備えている。これは、電子線 111 が照射されたマスク 130 上の描画部位から発する 2 次電子 121 を測定して描画結果データを得るもので、例えばシンチレータと光電子増倍管の組み合わせによる測定器構成となっている。これらの測定計は CPU 160 に測定結果を出力できるように接続されている。

#### 【0031】

ここで必要なことは、CPU 160 の指令値に対して実際にマスク 130 が被照射した露光量を測定ないしは推定できることであり、2 次電子測定に限らず、本実施形態のような電子線使用のパターン描画装置であれば、反射電子、オージェ電子、特性 X 線、燐光などを測定する検出器を単一ないしは複数装備することによっても本実施形態による効果を得られる。また、レーザー光等を使用したパターン描画装置では反射光、回折光、散乱光、燐光などを測定できる検出器を装備することで同様の効果を得ることができるのは明らかである。

30

#### 【0032】

以上により、本実施形態のパターン描画装置 100 は、CPU 160 からの「指令値」と上記各測定計で得られた CPU 160 への出力、即ち「実際の値」を、上記描画座標 ( $x, y +$ ) 毎に取得できる。本実施形態では、取得した「実際の値」を「指令値」と比較し、その差分が予め決定されている基準値 (第 1 の基準値) を超えている場合に、その描画座標と「実際の値」を対にして「欠陥予報データ」として出力する。加えて、「指令値」の無い「実際の値」、即ちパターン描画装置 100 が制御管理し得ない外乱或いは現象の測定値が予め決定されている基準値を超えている場合に、その描画座標と「実際の値」を対にして欠陥予報データとして出力する。

40

#### 【0033】

ここで必要なことは、描画しようとして予定していた値「指令値」に対してマスク上に実際に露光された「実際の値」との差異の有無及びその程度が、描画座標毎に抽出できることである。そして、その差異の程度が、実際に欠陥パターンを生じる虞があることを類推できるものだという事である。よって、「指令値」と「実際の値」の差分を用いることは勿論のこと、各測定計毎ないしは複数或いは全ての測定計を基に定義された「相関関数」を基に、指標値を算出して用いることも本発明の趣旨に合致する。そして、以上に示した

50

本実施形態で用いている指令値及び測定計の選定理由は、実際に欠陥パターンを生じる可能性のある現象及び外乱かどうかを基準としており、これに妥当する見解に基づいて選定された指令値及び測定計を用いることは、本発明の趣旨にも合致することになる。

#### 【0034】

本実施形態のパターン描画装置100は、取りまとめた「欠陥予報データ」を電子データとしてLAN300、電子メディア（大容量記憶媒体）等を介して出力できる。ここで必要なことは、「欠陥予報データを」パターン描画装置外部100へ利用可能に出力できることであり、この趣旨に合致する手段は本発明に基づくものと解釈できる。

#### 【0035】

本実施形態のパターン描画装置100は、後述するパターン検査装置200からの「予報的中率データ」を基に、パターン検査装置200へ出力する「欠陥予報データ」作成時の基準値を修正できる。即ち、パターン検査装置200において実際に欠陥判定された描画座標における上記「実際の値」を基に欠陥が発生する可能性を示唆する基準値を各量毎に修正・更新し、以降のパターン描画において「欠陥予報データ」の新基準として使用できるようになっている。この結果、描画に際しての欠陥発生に寄与するパラメータやそれらの程度量がプロセスをまたがったフィードバックによって明確にできるようになる。

#### 【0036】

また、本実施形態による「欠陥予報データ」は描画座標に添付する測定値の種類を随時変更することが可能である。即ち、上記フィードバックの繰り返しにより、パターン描画装置100の周辺環境における湿度影響が殆ど無いことが明確になったとすると、人的ないしは自動判断（この場合、基準値を設けておく必要があるが、本発明の趣旨のとおり、欠陥発生確率が0%などといった判断基準となることは明らかである）で、この湿度計測値を以降の「欠陥予報データ」には添付しないようにすることができる。こうすることで、データ量の削減が可能となる。また逆に、新規の評価基準を設けた場合も容易に「欠陥予報データ」に追加できることも明らかである。この結果、パターン描画装置100の性能分析、経過診断までもが実施可能となる。

#### 【0037】

次に、本実施形態のパターン検査装置200は、レーザ光源210からの光束211をマスク130（回路パターンが形成された基板）の上方の顕微鏡光学系220を介してマスク130上に照射し、ステージ240によるマスク130の走査（左右方向及び紙面に垂直方向）を利用して、マスク130上の全面を走査する。そして、マスク130上を走査しパターン情報を取得した光束211をマスク下方の顕微鏡光学系221を介してTDIセンサ222に結像し、パターン像を撮像することができる。即ち、マスク130上に形成された回路パターンの測定データ、即ちパターン測定データが得られる。

#### 【0038】

なお、本実施形態では簡易にクリティカル照明を基にした顕微鏡光学系としているが、ケラー照明による顕微鏡光学系を用いることもより高感度な欠陥検査が可能となり有益である。また、レーザ走査型の光学系や、反射光学系の採用も可能である。何れにしても、本発明の趣旨に沿うことには変わらない。勿論、光源210もレーザ光源に限定されるものではなく、撮像にはCCDカメラやフォトダイオード、電子増倍管等々を利用して本実施形態の効果を得ることができる。

#### 【0039】

マスク130上に照射される光束211の位置は、パターン描画装置100で使用したCADデータを基にCPU260が指令する描画座標（ $x$ 、 $y$ ）となる。ここで、 $x$ 、 $y$ にはステージ240を用いて位置決めする。 $x$ 、 $y$ 位置決めにはレーザ光251を用いたヘテロダイン干渉式のステージ位置測定器250から得られる座標情報 $kx$ 、 $ky$ を位置フィードバック制御量を得るのに用いている。なお、実際に検知された座標値でもある実描画座標（ $kx$ 、 $ky$ ）はCPU260に出力できるよう接続されている。ここで必要なことは、CADデータの座標値に対応してマスク130上を検査することである。ちなみに、本実施形態では省略しているが、光学焦点を位置決めするためのオートフォーカス機

10

20

30

40

50

構を設けることは、本実施形態の効果を高めることに他ならない。

【0040】

本実施形態のパターン検査装置200は、CADデータを基にしたパターンデータ(参照画像)と撮像されたパターン像(センサ画像)とを描画座標(x, y)と実描画座標(kx, ky)とが一致するように比較できるようになっている。取得した参照画像とセンサ画像を比較し、その差分量や微分量など欠陥有無の判定に有意な比較アルゴリズムを用い、予め決定されている基準値との差異を基に欠陥判定を行う。

【0041】

本実施形態のパターン検査装置200は、上記パターン描画装置100からの「欠陥予報データ」をLAN300、電子メディア(大容量記憶媒体)等を介して入力できる。この、「欠陥予報データ」を基に、最優先で欠陥検査すべき座標を判定したり、その結果に基づいてマスク走査の軌道を決定・検査実行したりすることができる。また、後述する「予報的中率データ」と対比して欠陥発生する可能性判定を行うこともできる。さらに、パターン描画装置からの欠陥発生予測情報に基づいて実際の欠陥検出有無の結果と相互比較し、次のような欠陥検査手続きが行える。

10

【0042】

図2は、図1のシステムの動作を説明するためのフローチャートである。

【0043】

まず、パターン検査装置200はパターン描画装置100で作成された欠陥予報データを取得し(ステップS1)、このデータに基づいて検査の優先順位を決定する(ステップS2)。即ち、欠陥予報データから欠陥が生じていそうな箇所を先に検査するように定める。そして、この優先順位に従って欠陥の検査を実施し(ステップS3)、欠陥の有無を判定する(ステップS4)。

20

【0044】

S4にて欠陥有りとして判定された場合、それに対応する欠陥予報データが取得されていたか否かを判定し(ステップS5)、欠陥予報データが取得されていた場合は欠陥と判定する(ステップS6)。そして、パターン描画装置100にフィードバックすることにより、予報優先度の向上をはかる(ステップS7)。また、欠陥予報データが取得されていなかった場合は、所定の要件に基づいて検査回数、検査感度、又は検査する際の走査座標の位置ずらし量を決定する(ステップS8)。そして、当該座標の再検査を行い(ステップS9)、欠陥の有無を再検査する(ステップS10)。S10で欠陥が(所定回数比率以上)再発見されたら、真の欠陥として出力する(ステップS11)。また、S10で欠陥が発見されなければ、ノイズだった可能性があるから欠陥としては出力せず、疑似欠陥と判定し(ステップS12)、その判定結果を描画装置100にフィードバックする。さらに、パターン検査装置200の再調整を行う(ステップS13)。

30

【0045】

一方、S4で欠陥無しとして判定された場合、それに対応する欠陥予報データが取得されていたか否かを判定し(ステップS14)、欠陥予報データが取得されていなかった場合は欠陥無しとして判定する(ステップS15)。また、欠陥予報データが取得されていた場合は、所定の要件に基づいて検査回数、検査感度、又は検査する際の走査座標の位置ずらし量を決定する(ステップS16)。そして、当該座標の再検査を行い(ステップS17)、欠陥の有無を再検査する(ステップS18)。S18で欠陥が発見されなければ、その結果を描画装置100にフィードバックし、予報しきい値の変更等を行う(ステップS19)。また、S18で欠陥が(所定回数比率以上)再発見されたら、真の欠陥と判定し(ステップS20)、その結果を描画装置100にフィードバックする。さらに、パターン検査装置200の再調整を行う(ステップS13)。

40

【0046】

本実施形態において特徴的な動作は、S8~S13とS16~S21の二つの手続きである。

【0047】

50

## ( 手続き 1 )

欠陥予報データが無かった（或いは欠陥発生の確率が低かった）のに欠陥が検出された場合には、

- 1) 所定の要件に基づいて検査回数を決定しながら再検査したり、
- 2) 所定の要件に基づいて検査感度を変更しながら再検査したり、
- 3) 前回検査したときの走査座標を少しずれた位置から再検査したり、

するなどの手続きを選択的或いは組み合わせて実施可能となる。その結果、欠陥が（所定回数比率以上）再発見されたら、真の欠陥として出力したり、逆に発見されなければノイズだった可能性があるから欠陥としては出力せず、ノイズ発生した可能性がある旨報告したり、することができるようになる。

10

## 【 0 0 4 8 】

## ( 手続き 2 )

欠陥予報データが有ったのに欠陥検出できなかった場合には、

- 1) 所定の要件に基づいて検査回数を決定しながら再検査したり、
- 2) 所定の要件に基づいて検査感度を変更しながら再検査したり、
- 3) 前回検査したときの走査座標を少しずれた位置から再検査したり、

するなどの手続きを選択的或いは組み合わせて実施可能となる。その結果、欠陥が（所定回数比率以上）再発見されたら、真の欠陥として出力したり、逆に発見されなければ真に欠陥が無かったか、或いは、ノイズだった可能性があるから欠陥としては出力せず、ノイズ発生した可能性がある旨報告したり、することができるようになる。

20

## 【 0 0 4 9 】

ここで重要なのは、欠陥の予測による検査時間の短縮だけではなく、パターン検査装置 200 の性能状態（性能劣化の有無も含む）の検証が可能になり、得られた検査結果の信憑性までも高められるようになることである。さらに、前述のように、パターン描画装置 100 へのフィードバックをも可能とし、プロセスをまたがる複数の装置の性能向上と品質管理が可能となるのである。加えて、発生した欠陥が「パターン描画装置」起因なのか、それ以外のプロセス起因なのかを類推的に分離できるようになり、歩留まり向上のための改善箇所の絞り込みを早められるようになり、結果として歩留まり解析の一助とできる。

## 【 0 0 5 0 】

本実施形態のパターン検査装置 200 は、上記検査の結果を基に、実際に欠陥が発生した描画座標と、そこでの「欠陥予報データ」を対にして、「予報的中率データ」として出力する。そして、この「予報的中率データ」はパターン検査装置 200 の内部で保持できると共に（記憶容量に制限があるときはパターン検査装置 200 内部に保持する「予報的中率データ」のみ描画座標を除外して保持する）、電子データとして LAN 300、電子メディア（大容量記憶媒体）等を介して出力できる。

30

## 【 0 0 5 1 】

ここで必要なことは、「予報的中率データを」パターン検査装置 200 外部へ利用可能に出力できることであり、この趣旨に合致する手段は本発明に基づくものと解釈できる。また、パターン描画装置 100 内で描画予報情報を基に明らかに欠陥が生じることが予測できるようになり、描画プロセスの継続可否判断を行って自身による中断も可能となり、不良品作製にかかる時間の大幅削減が可能となる。

40

## 【 0 0 5 2 】

また、「予報的中率データは」パターン検査装置 200 にとっての「苦手」な欠陥種を特定できる。即ち、苦手な欠陥種が特定できることで、その欠陥種に特化した改善や調整が可能となる。よって、これらを自動的に運用して改善効率の向上に繋げることができ有効といえる。

## 【 0 0 5 3 】

このように、本実施形態によるパターン描画装置 100 は、パターン設計データである CAD データを基にパターンを描画する。そして、描画結果には書き損じも含まれるかもしれないので、その描画座標毎に逐次に描画結果データを保存し、設計データとマスクと

50

描画結果データをセットにしてパターン検査装置 200 へ承継する。

【0054】

本実施形態によるパターン検査装置 200 は、パターン描画装置 100 から引き継がれたマスクと CAD データとの相違を比較しながら検査することになるが、描画結果データを一瞥し、所定量以上の描画誤差や外乱影響を受けている座標部を認識し、これらを最優先に検査を行えるようになる。そして、修正不能な欠陥が実際に検出されれば即座に検査を終了しこれを報告し、修正可能な欠陥であったなら引き続き全面くまなく検査を行い欠陥情報を報告する従来方式の検査を行える。さらに、描画結果データから欠陥発生が予報されているにも拘わらず、欠陥が発見できなかった場合は、検査装置の性能変動に起因する可能性もあるため、同一箇所を所定回数繰り返して検査したり、検査感度を高めて再度検査したり、することにより、検査装置の性能限界近傍の極微細欠陥を検出したり、或いは誤検出であったことを確認することができるようになる。

10

【0055】

また、これらの検査結果をパターン描画装置 100 にフィードバックすることもできるようになり、パターン描画装置自身が描画中に致命的な描画ミスを生じたことも判定できるようになり、加えて、描画装置起因の欠陥なのか、それ以外の製造プロセス起因の欠陥なのかも識別できるようになる。そしてこれにより、致命的欠陥の早期検出によるスループットの大幅な削減ができると共に、パターン描画装置 100 及び検査装置 200 の性能も相互に補償できるようになり、各々の装置の性能を管理しやすくなると共に、高い性能を安定発揮できるようになる。そして、マスク製造プロセス全体の歩留まり及び信頼性向上に寄与できることになる。

20

【0056】

このように本実施形態のパターン描画システムは、パターン描画装置 100 とパターン検査装置 200 との間で、描画に起因した欠陥の発生を予報する欠陥予報データと予報に対する実際の予報的中率データとを生成・共有できるようにしたことにより、致命的なパターン欠陥の存在を基板検査開始初期に検知することができ、更に欠陥の発生をパターン描画中に検知することができ、これにより基板再製作に取り掛かるまでの時間短縮をはかることができる。

【0057】

(変形例)

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。パターン描画装置及びパターン検査装置の構成は、前記図 1 に何ら限定されるものではなく、仕様に応じて適宜変更可能である。パターン描画装置としては、通常の描画と同時に、線束の走査により基板から放出される電子、X 線乃至光を検出して描画結果データを得て、この描画結果データを基に欠陥予報データを作成し、この欠陥予報データを出力できるものであればよい。パターン検査装置としては、通常の欠陥検査機能に加え、欠陥予報データに基づいて検査の優先順位、検出感度、又は繰り返し回数等を変更できる機能を有するものであればよい。

30

【0058】

線源としては、電子ビーム、ランプ光、レーザ光、X 線のいずれかを用いることができる。描画結果検出器としては、反射電子、2 次電子、オージェ電子、特性 X 線、燐光、反射光、回折光、散乱光などを測定できる検出器であればよい。

40

【0059】

実施形態では欠陥予報データとして、描画指令データと描画結果データとの差異量を用いたが、描画結果データそのものを用いることも可能である。さらに、描画結果データが予め決定されている基準値(第 2 の基準値)を超えている場合に、その描画座標と「実際の値」を対にして「欠陥予報データ」として出力するようにしてもよい。

【0060】

実施形態では、欠陥予報データを単独で出力するようにしたが、これをパターン設計データに追加若しくは添付するようにしてもよい。ここで、追加とは、パターン設計データそのものに欠陥予報データを加えることであり、添付とは、パターン設計データに該デー

50

タに関連付けた添付ファイルとして加えることである。

【0061】

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の一実施形態におけるパターン描画装置及び検査装置を示す概観構成図。

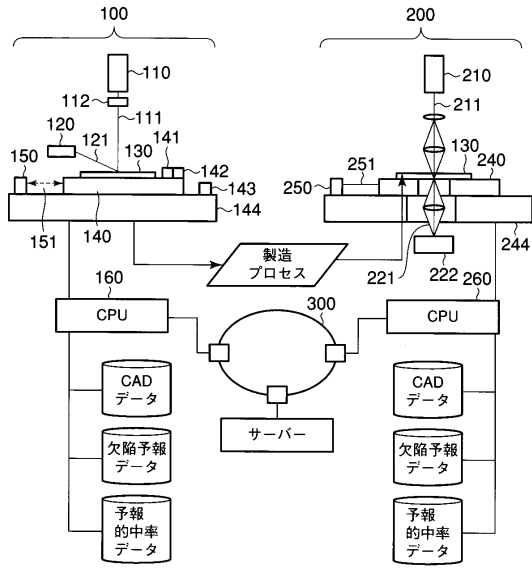
【図2】図1のシステムの動作を説明するためのフローチャート。

【符号の説明】

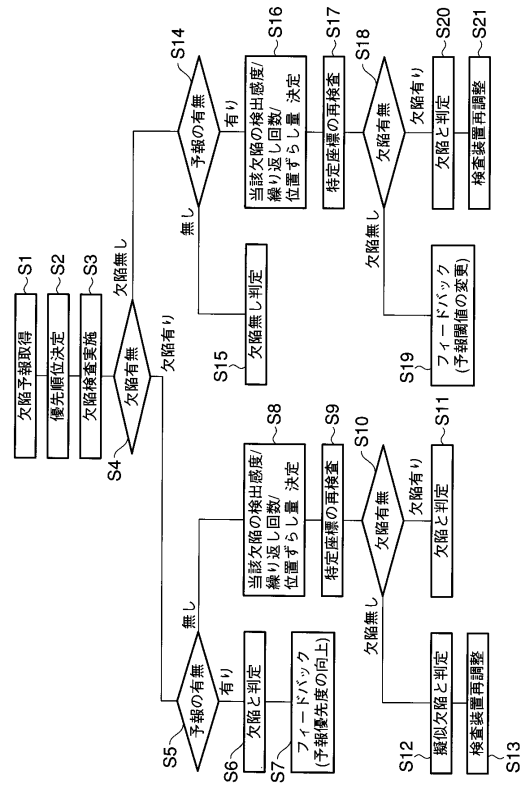
【0063】

100 ... パターン描画装置	10
110 ... 電子銃（線源）	
111 ... 電子線（線束）	
112 ... 偏向器	
130 ... マスク（基板）	
140 ... ステージ	
141 ... 温度計	
142 ... 加速度計	
143 ... 振動計	
150 ... ステージ位置測定器	
151 ... レーザ光	20
200 ... パターン検査装置	
210 ... レーザ光源	
211 ... 光束	
220 ... 顕微鏡光学系	
221 ... 顕微鏡光学系	
222 ... TDIセンサ	
240 ... ステージ	
251 ... レーザ光	
250 ... ステージ位置測定器	
300 ... LAN	30

【図1】



【図2】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-191297(JP,A)  
特開昭52-137984(JP,A)  
特開昭62-162328(JP,A)  
特開平10-012532(JP,A)  
特開昭64-069011(JP,A)  
特開2004-239728(JP,A)  
特開昭62-169040(JP,A)  
特開2002-141384(JP,A)  
特開2000-028539(JP,A)  
特開平10-038815(JP,A)  
特開平04-215419(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/027		
G03F	1/08	-	1/16
G03F	7/20	-	7/24
G01N	21/84	-	21/958