

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-135194

(P2013-135194A)

(43) 公開日 平成25年7月8日(2013.7.8)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
 G03F 7/20 (2006.01)
 H01J 37/305 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 541W
 G03F 7/20 521
 H01J 37/305 B

テーマコード(参考)

5C034
5F056

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2011-286620 (P2011-286620)

(22) 出願日

平成23年12月27日 (2011.12.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(74) 代理人 100130409

弁理士 下山 治

(74) 代理人 100134175

弁理士 永川 行光

最終頁に続く

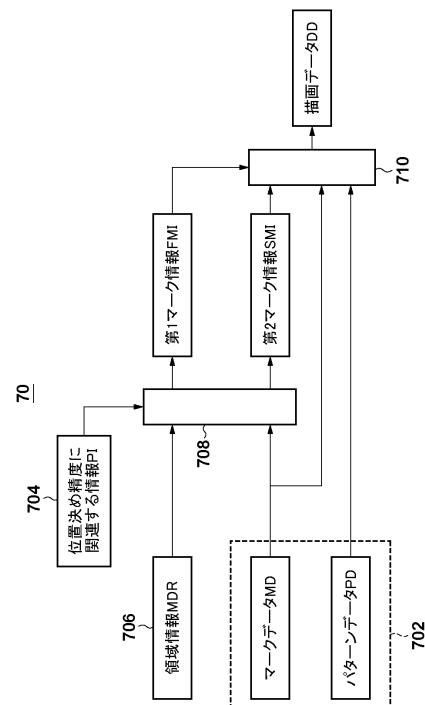
(54) 【発明の名称】描画装置及び物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】描画装置におけるマークの描画に有利な技術を提供する。

【解決手段】基板に描画すべき回路パターンを表すパターンデータと、前記基板に描画すべきマークを表すマークデータとから生成された描画データに基づいて荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、前記基板に対する前記荷電粒子線の位置決め精度に関連する情報を取得する取得部と、前記取得部で取得された情報に基づいて、前記マークの描画領域を決定する決定部と、前記決定部で決定された描画領域に前記マークが描画されるよう、前記パターンデータと前記マークデータとを合成して前記描画データを生成する生成部と、を有することを特徴とする描画装置を提供する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板に描画すべき回路パターンを表すパターンデータと、前記基板に描画すべきマークを表すマークデータとから生成された描画データに基づいて荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、

前記基板に対する前記荷電粒子線の位置決め精度に関連する情報を取得する取得部と、前記取得部で取得された情報に基づいて、前記マークの描画領域を決定する決定部と、前記決定部で決定された描画領域に前記マークが描画されるように、前記パターンデータと前記マークデータとを合成して前記描画データを生成する生成部と、
を有することを特徴とする描画装置。

10

【請求項 2】

前記基板において前記マークを描画可能な領域を表す領域情報を保持する保持部を更に有し、

前記決定部は、前記保持部に保持された領域情報が表す領域の中から前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 3】

前記取得部は、前記位置決め精度に関連する情報として、前記基板の平面度を表す平面度情報を取得し、

前記決定部は、前記平面度情報に基づいて、前記平面度が許容範囲内にある領域から前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の描画装置。

20

【請求項 4】

前記決定部は、前記平面度が許容範囲内にある領域に前記マークが描画されるように、前記マークの形状及び寸法を決定する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の描画装置。

【請求項 5】

前記取得部は、前記位置決め精度に関連する情報として、前記描画装置のキャリブレーションの実行時刻を表す時刻情報を取得し、

前記決定部は、前記時刻情報に基づいて、前記キャリブレーションの実行時刻後の予め定められた期間内に前記マークが描画されるように、前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の描画装置。

【請求項 6】

前記取得部は、前記位置決め精度に関連する情報として、前記描画装置の環境を表す環境情報を取得し、

前記決定部は、前記環境情報に基づいて、前記環境が許容範囲内にあるタイミングで前記マークが描画されるように、前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の描画装置。

30

【請求項 7】

前記取得部は、前記位置決め精度に関連する情報として、前記回路パターンを構成するパターン要素の密度を表す密度情報を取得し、

前記決定部は、前記密度情報に基づいて、前記密度が予め定められた値以上となるパターン要素群の描画と並行して前記マークが描画されるように、前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の描画装置。

40

【請求項 8】

前記パターンデータから前記回路パターンを構成するパターン要素を選択する選択部を更に有し、

前記決定部は、前記選択部で選択されたパターン要素を描画と並行して前記マークが描画されるように、前記マークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の描画装置。

【請求項 9】

前記基板の上に形成された層のそれぞれについて、マークの描画領域を表すマーク領域情報を記憶する記憶部を更に有し、

50

前記決定部は、前記マーク領域情報に基づいて、既に形成されたマークの描画領域と重ならないように、新たなマークの描画領域を決定する、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の描画装置。

【請求項10】

請求項1乃至9のうちいずれか1項に記載の描画装置を用いて基板に描画を行うステップと、

前記ステップで描画を行われた前記基板を現像するステップと、
を有することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、描画装置及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスなどの製造に用いられるリソグラフィ装置の1つとして、荷電粒子線（電子線）によって基板にパターンを描画（転写）する荷電粒子線描画装置が知られている。荷電粒子線描画装置は、1つの荷電粒子線で描画を行うシングルビーム型の描画装置と、複数の荷電粒子線で描画を行うマルチビーム型の描画装置とに大別される。マルチビーム型の描画装置は、シングルビーム型の描画装置と比較して、スループットの向上を見込めるため、量産に利用可能な装置として注目されている。

20

【0003】

荷電粒子線描画装置は、基板上に設定される設計上の座標に沿って荷電粒子線を偏向（走査）すると共に、荷電粒子線の基板への照射及び非照射（ブランкиング）を制御することで、基板にパターンを描画する。荷電粒子線描画装置では、シングルビーム型及びマルチビーム型に関わらず、基板に描画すべきパターン（回路パターン）を表す設計データを描画データに変換し、かかる描画データに基づいて、荷電粒子線の基板への照射及び非照射を制御している。ここで、設計データは、CADデータやベクトルデータであり、描画データは、ビットマップデータである。CADデータやベクトルデータ（設計データ）をビットマップデータ（描画データ）に変換する技術は、従来から提案されている（特許文献1参照）。

30

【0004】

近年では、荷電粒子線描画装置に要求されるパターン寸法精度、即ち、パターンの最小線幅が小さくなっているため、1つのチップに相当する領域の描画に必要とされる描画データのサイズ（データ容量）が膨大になっている。一方、荷電粒子線描画装置を量産に利用するためには、スループットの向上が必要であるため、このような描画データを含む大量のデータを高速に処理しなければならない。但し、データのサイズの問題から、設計データ（CADデータ、ベクトルデータ）を予めビットマップに展開した状態、即ち、描画データ（ビットマップデータ）で保持することは難しい。従って、荷電粒子線描画装置では、装置内において、パターンを表すデータを設計データとして記憶部に記憶し、記憶部に記憶した設計データをパターンの描画時に描画順に読み出して描画データに対してビットマップ展開（変換）を行っている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表平8-505003号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来技術では、基板に描画すべきパターンだけではなく、アライメントマークや検査マークなどのマークも設計データに含まれているため、パターンの描画直前に、マークの描

50

画位置や描画タイミングを変更することができない。しかしながら、近年要求されているような微細なパターンを描画するためには、基板の状態や荷電粒子線描画装置の状態に応じて、マークの描画位置や描画タイミングを変更するのが好ましい。

【0007】

例えば、基板の表面又は裏面にゴミなどが付着して基板の平面度が損なわれている領域にアライメントマーク（検査マーク）を描画する場合を考える。この場合、かかるアライメントマークを用いて荷電粒子線と基板との位置合わせ（アライメント）を行うと、アライメント誤差が増加しうる。また、荷電粒子線描画装置は、露光装置と比較して、パターンの描画に時間がかかる。従って、重要パターン（クリティカルパターン）の描画タイミングとアライメントマークの描画タイミングとのずれによって、その後の描画（露光）における重要パターンに対するアライメント誤差が増加しうる。

10

【0008】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされ、例えば、描画装置におけるマークの描画に有利な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての描画装置は、基板に描画すべき回路パターンを表すパターンデータと、前記基板に描画すべきマークを表すマークデータとから生成された描画データに基づいて荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、前記基板に対する前記荷電粒子線の位置決め精度に関連する情報を取得する取得部と、前記取得部で取得された情報に基づいて、前記マークの描画領域を決定する決定部と、前記決定部で決定された描画領域に前記マークが描画されるように、前記パターンデータと前記マークデータとを合成して前記描画データを生成する生成部と、を有することを特徴とする。

20

【0010】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、例えば、描画装置におけるマークの描画に有利な技術を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一側面としての描画装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示す描画装置の描画データ生成部の基本的な構成を示す図である。

【図3】第1の実施形態における描画データ生成部の構成を示す図である。

【図4】第2の実施形態における描画データ生成部の構成を示す図である。

【図5】第3の実施形態における描画データ生成部の構成を示す図である。

【図6】第4の実施形態における描画データ生成部の構成を示す図である。

【図7】第5の実施形態における描画データ生成部の構成を示す図である。

40

【図8】マーク領域情報が更新される際の決定部の処理を説明するためのフローチャートである。

【図9】管理部で管理されるマーク領域情報の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0014】

図1は、本発明の一側面としての描画装置1の構成を示す図である。描画装置1は、荷電粒子線（電子線）を用いて基板にパターンを描画するリソグラフィ装置である。描画装

50

置1は、本実施形態では、マルチビーム型の描画装置として構成されているが、シングルビーム型の描画装置として構成されていてもよい。

【0015】

描画装置1は、複数の電子源10a、10b及び10cと、荷電粒子光学系20と、偏向器30と、ダイナミックフォーカスコイル40と、ダイナミックスティグコイル50と、基板ステージ60と、描画データ生成部70と、制御部80とを有する。

【0016】

電子源10a、10b及び10cのそれぞれは、例えば、電子銃を含み、荷電粒子線(電子線)の照射(ON)及び非照射(OFF)が個別に制御される。荷電粒子光学系20は、電子源10a、10b及び10cのそれぞれからの荷電粒子線を基板STに導く光学系である。偏向器30は、荷電粒子光学系20によって基板STに導かれる荷電粒子線を偏向(走査)する。ダイナミックフォーカスコイル40は、偏向器30を動作させた際に、荷電粒子光学系20を通過する荷電粒子線に発生する偏向収差に応じて、荷電粒子線のフォーカス位置を補正する。ダイナミックスティグコイル50は、荷電粒子光学系20を通過する荷電粒子線に発生する偏向収差に応じて、荷電粒子線の非点収差を補正する。基板ステージ60は、基板STを保持して移動する。

10

【0017】

描画装置1において、電子源10a、10b及び10c、荷電粒子光学系20、偏向器30、ダイナミックフォーカスコイル40、ダイナミックスティグコイル50及び基板ステージ60は、描画処理部を構成する。かかる描画処理部は、制御部80の制御下で、描画処理を行う。

20

【0018】

描画データ生成部70は、CADデータやベクトルデータをビットマップデータに変換する機能などを有し、基板STに描画すべきパターンに対応する描画データを生成する。描画データ生成部70については、後で詳細に説明する。

【0019】

制御部80は、CPUやメモリなどを含み、描画装置1の全体(動作)を制御する。例えば、制御部80は、描画データ生成部70で生成された描画データに基づいて描画処理部(を構成する各部)を制御して、荷電粒子線を基板STの上で走査することで基板STにパターンを描画させる。

30

【0020】

ここで、図2を参照して、描画データ生成部70による描画データの生成の概要について説明する。図2は、描画データ生成部70の基本的な構成を示す図である。描画データ生成部70は、記憶部702と、取得部704と、保持部706と、決定部708と、生成部710とを含む。

【0021】

記憶部702は、CADデータやベクトルデータである設計データを記憶する。上述したように、従来技術では、設計データは、基板に描画すべき回路パターンを表すパターンデータ及び基板を計測又は検査するために基板に描画すべきマーク(アライメントマークや検査マーク)を表すマークデータを含んでいる。換言すれば、従来技術では、回路パターンとマークデータとを区別することなく、1つの設計データとして記憶していた。一方、本実施形態では、記憶部702は、基板STに描画すべき回路パターンを表すパターンデータPDと、基板STに描画すべきマークを表すマークデータMDとをそれぞれ別のデータとして記憶する。但し、マークデータMDのうち、描画位置精度に厳しくなく、装置状況に応じて柔軟に描画領域(描画位置)を変更する必要がないマークや描画領域を固定したいマークを表すマークデータは、パターンデータPDの一部としてもよい。

40

【0022】

取得部704は、基板STに対する荷電粒子線の位置決め精度に関連する情報PIを取得する。ここで、情報PIは、例えば、基板STの各位置での平面度を表す面形状情報(平面度情報)SI、描画装置1のキャリブレーションの実行時刻を表す時刻情報TI、描

50

画装置 1 の環境を表す環境情報 E I などの少なくとも 1 つを含む。

【 0 0 2 3 】

保持部 7 0 6 は、基板 S T においてマーク（アライメントマークや検査マークなど）を描画可能な領域を表す領域情報 M D R を保持する。ここで、マークを描画可能な領域とは、その領域内であれば自由にマークを描画することが可能である領域である。また、領域情報 M D R は、ユーザが任意に設定してもよいし、描画装置 1 が基板 S T に描画すべき回路パターン（パターンデータ P D ）から自動的に設定してもよい。

【 0 0 2 4 】

決定部 7 0 8 は、取得部 7 0 4 で取得された情報 P I に基づいて、保持部 7 0 6 で保持した領域情報 M D R が表す領域の中から、基板 S T に描画される回路パターンに対するマークの描画領域を決定する。換言すれば、決定部 7 0 8 は、情報 P I 及び領域情報 M D R を解析することで、基板 S T におけるマークの最適な描画領域（描画タイミング）やマークの形状及び寸法を決定する。また、決定部 7 0 8 は、決定したマークの描画領域を表す第 1 マーク情報 F M I と、決定したマークの形状及び寸法を表す第 2 マーク情報 S M I とを生成して生成部 7 1 0 に入力する。なお、決定部 7 0 8 は、取得部 7 0 4 で取得された情報 P I に基づいて、保持部 7 0 6 で保持した領域情報 M D R に関わらず、マークの描画領域を任意に決定することも可能である。

10

【 0 0 2 5 】

生成部 7 1 0 は、決定部 7 0 8 で決定した描画領域にマークが描画されるように、記憶部 7 0 2 に記憶したパターンデータ P D とマークデータ M D とを合成して描画データ D D を生成する。具体的には、生成部 7 1 0 は、第 1 マーク情報 F M I 及び第 2 マーク情報 S M I に基づいて、パターンデータ P D とマークデータ M D とを合成した合成データを生成し、かかる合成データをビットマップデータに変換することで描画データ D D を生成する。

20

【 0 0 2 6 】

描画装置 1 において、描画領域（描画位置）と描画タイミングとは一体的なものであって、描画領域が決定されれば描画タイミングも決定され、描画タイミングが決定されれば描画領域も決定される。従って、描画領域の要請から描画タイミングが決定される場合と、描画タイミングの要請から描画領域が決定される場合とがある。

30

【 0 0 2 7 】

また、描画装置 1 では、描画を開始する前にある程度の量（例えば、1 チップ分）のパターンデータとマークデータとを合成して描画データを生成する場合と、描画順にパターンデータとマークデータとを合成して描画データを順次生成する場合とがある。以下で説明する各実施形態は、どちらの場合にも対応可能であるが、第 2 の実施形態（描画タイミングの要請から描画領域が決定される場合）では、描画順にパターンデータとマークデータとを合成して描画データを順次生成する場合を想定している。但し、第 2 の実施形態であっても、条件次第では、描画を開始する前にある程度の量のパターンデータとマークデータとを合成して描画データを生成することも可能である。

【 0 0 2 8 】

以下、各実施形態において、描画データ生成部 7 0 について具体的に説明する。

40

【 0 0 2 9 】

< 第 1 の実施形態 >

図 3 は、第 1 の実施形態における描画データ生成部 7 0 の構成を示す図である。基板 S T の上の領域のうち、ゴミが付着している領域や面形状が荒れている領域にアライメントマークや検査マークなどのマークを描画することは、アライメント精度や検査精度を低下させる要因となる。従って、このような領域にマークを描画することを回避する必要がある。

【 0 0 3 0 】

そこで、本実施形態では、取得部 7 0 4 は、基板 S T に対する荷電粒子線の位置決め精度に関連する情報 P I として、基板 S T の各位置での平面度を表す面形状情報 S I を取得

50

する。基板 S T の上のゴミが付着している領域や面形状が荒れている領域などは、基板面内のフォーカス偏差を検査する工程において、フォーカス位置がその他の領域と大きく異なる。従って、面形状情報 S I は、基板面内のフォーカス偏差から取得することが可能である。

【0031】

決定部 708 は、面形状情報 S I に基づいて、保持部 706 で保持した領域情報 M D R が表す領域のうち、平面度が許容範囲内にある領域（必要な平面度を満たす領域）、例えば、ゴミが付着していない領域からマークの描画領域を決定する。但し、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が十分に存在していない場合には、決定部 708 は、マークの形状及び寸法を変更することが可能である。換言すれば、決定部 708 は、必要な平面度を満たす領域にマークが描画されるように、マークの形状及び寸法を決定することが可能である。一般的に、マークの形状と寸法とは一体的に決定されるものであり、マークの寸法を変更すれば、それに伴ってマークの形状も変更される。

10

【0032】

領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 708 は、その旨を通知するためのエラー（又は警告）メッセージを描画装置 1 の表示部（不図示）に表示したり、制御部 80 のメモリなどにエラーログを記録したりする。また、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 708 は、領域情報 M D R や面形状情報 S I に関わらず、デフォルトで指定されている描画領域をマークの描画領域として決定してもよい。

20

【0033】

本実施形態によれば、基板 S T の平面度に応じて、アライメントマークや検査マークなどのマークを描画する描画領域を決定（変更）することができるため、アライメント精度や検査精度の低下を低減（防止）することが可能となる。また、本実施形態では、マルチビーム型の描画装置であってもシングルビーム型の描画装置であっても、マークの描画領域が決定されれば、マークの描画位置に応じて描画タイミングは一意に決定される。

【0034】

<第2の実施形態>

図 4 は、第 2 の実施形態における描画データ生成部 70 の構成を示す図である。本実施形態では、描画装置 1 の状態をリアルタイムで監視し、かかる描画装置 1 の状態に応じて割り込みをかけてアライメントマークや検査マークなどのマークを描画する。従って、パターンデータ P D は描画順に読み出され、或いは、微小領域に分割され、割り込みがかった際に、パターンデータ P D とマークデータ M D とを合成して描画データ D D を生成する。

30

【0035】

そこで、本実施形態では、取得部 704 は、描画装置 1 のキャリブレーションの実行時刻を表す時刻情報 T I や描画装置 1 の環境を表す環境情報 E I を取得する。決定部 708 は、取得部 704 で取得した時刻情報 T I や環境情報 E I に基づいて、マークを描画する描画条件を満たすときに、マーク描画フラグをたててマークの描画領域を決定する。ここで、環境情報 E I は、例えば、基板 S T の温度を表す温度情報を含む。

40

【0036】

取得部 704 が環境情報 E I を取得する場合、決定部 708 は、基板 S T の温度が所定の温度に到達したタイミングでマークが描画されるように、マークの描画領域（描画タイミング）を決定する。換言すれば、決定部 708 は、環境情報 E I に基づいて、描画装置 1 の環境が許容範囲内にあるタイミングでマークが描画されるように、保持部 706 で保持した領域情報 M D R が表す領域からマークの描画領域を決定する。これにより、基板 S T の温度変化に影響されることなく、基板 S T に描画することが可能となる。

【0037】

また、取得部 704 が時刻情報 T I を取得する場合、決定部 708 は、描画装置 1 のキャリブレーションが行われた直後のタイミングでマークが描画されるように、マークの描

50

画領域（描画タイミング）を決定する。換言すれば、決定部 708 は、時刻情報 T I に基づいて、描画装置 1 のキャリブレーションの実行時刻後の予め定められた期間内にマークが描画されるように、保持部 706 で保持した領域情報 M D R が表す領域からマークの描画領域を決定する。

【 0 0 3 8 】

描画装置 1 においては、実際には、回路パターンやマークを描画する描画タイミングは予め検知することが可能であり、回路パターンやマークを描画する前に十分な余裕をもって描画データを生成することが可能な場合もある。例えば、描画装置 1 のキャリブレーションのスケジュールが決まっている場合などには、1 チップ分のパターンデータ P D とマークデータ M D とを合成して描画データ D D を生成してから描画を開始することも可能である。

10

【 0 0 3 9 】

また、本実施形態では、環境情報 E I や時刻情報 T I に応じてマークの描画タイミングが一意に決定されているが、マークの描画ごとやマークの種類ごとに描画タイミングを変更してもよい。

【 0 0 4 0 】

マルチビーム型の描画装置の場合、描画範囲が大画角であるため、回路パターンとマークとを同時に描画することが可能である。従って、回路パターンを描画するタイミングと同じタイミングでマークが描画されるように、マークの描画領域（描画タイミング）を決定することができる。具体的には、マーク描画フラグをたてたとき又はそれにできるだけ近いときに、マークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。

20

【 0 0 4 1 】

一方、シングルビーム型の描画装置の場合、回路パターンとマークとを同時に描画することが不可能である。従って、マーク描画フラグをたててからできるだけ近いときに、マークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。但し、シングルビーム型の描画装置の場合、マークを描画する際に基板ステージ 60 を移動させなければならないこともあるため、マルチビーム型の描画装置と比較して、マークの描画精度が低下する可能性がある。

30

【 0 0 4 2 】

また、取得部 704 は、環境情報 E I や時刻情報 T I に加えて、面形状情報 S I を取得することも可能である。この場合、マークの描画領域を決定する前に、面形状情報 S I に基づいて、保持部 706 で保持した領域情報 M D R が表す領域から平面度が許容範囲外である領域を除外しておいてもよい。このように、保持部 706 で保持した領域情報 M D R を更新することによって、環境情報 E I や時刻情報 T I に基づいたマークの描画領域の決定を効率的に行うことができる。

40

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の実施形態と同様に、保持部 706 で保持した領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が十分に存在していない場合には、決定部 708 は、マークの形状及び寸法を変更することが可能である。

40

【 0 0 4 4 】

更に、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 708 は、その旨を通知するためのエラー（又は警告）メッセージを描画装置 1 の表示部（不図示）に表示したり、制御部 80 のメモリなどにエラーログを記録したりする。また、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 708 は、環境情報 E I 、時刻情報 T I に関わらず、デフォルトで指定されている描画領域をマークの描画領域として決定してもよい。

【 0 0 4 5 】

本実施形態によれば、描画装置 1 の装置状態に応じて、アライメントマークや検査マークなどのマークを描画する描画領域を決定（変更）することができるため、アライメント

50

精度や検査精度の低下を低減（防止）することが可能となる。

【0046】

<第3の実施形態>

図5は、第3の実施形態における描画データ生成部70の構成を示す図である。荷電粒子線で基板STに描画を行う描画装置1は、露光装置と比較して、パターンの描画に時間がかかるため、パターンの描画中にアライメント精度が低下することがある。従って、本実施形態では、重要な回路パターン（クリティカルパターン）の描画タイミングとアライメントマークなどのマークの描画タイミングとを合わせることで、描画タイミングのずれに起因するアライメント精度の低下を低減（防止）する。

【0047】

そこで、本実施形態では、描画データ生成部70は、記憶部702に記憶したパターンデータPDを解析して、回路パターンを構成するパターン要素の密度（集積度）を表す密度情報DIを算出する算出部712を含む。換言すれば、算出部712は、密度情報DIを取得する取得部として機能する。また、決定部708は、算出部712で算出された密度情報DIに基づいて、密度が予め定められた値以上となるパターン要素（パターン要素群）、即ち、クリティカルパターンを特定する。そして、決定部708は、特定したクリティカルパターンの描画と並行してマークが描画されるように、保持部706で保持した領域情報MDRが表す領域からマークの描画領域を決定する。

【0048】

このように、本実施形態では、クリティカルパターンの描画タイミングに応じてマークの描画領域（描画タイミング）を決定する。但し、基板STの上の複数のチップ領域（シヨット領域）の全てに同じ回路パターンが描画される場合には、チップ領域の全てに対してマークを描画する必要はない。また、基板STのチップ領域ごとに、マークの描画領域（描画タイミング）を変更してもよい。

【0049】

マルチビーム型の描画装置の場合、上述したように、描画範囲が大画角であるため、回路パターンとマークとを同時に描画することが可能である。従って、クリティカルパターンの描画と並行してマークが描画されるように、マークの描画領域（描画タイミング）を決定することができる。具体的には、クリティカルパターンを描画するタイミング又はそれにできるだけ近いタイミングでマークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。

【0050】

一方、シングルビーム型の描画装置の場合、回路パターンとマークとを同時に描画することが不可能である。従って、クリティカルパターンを描画するタイミングからできるだけ近いタイミングでマークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。但し、シングルビーム型の描画装置の場合、マークを描画する際に基板ステージ60を移動させなければならないこともあるため、マルチビーム型の描画装置と比較して、マークの描画精度が低下する可能性がある。

【0051】

また、取得部704が面形状情報SIを取得している場合には、マークの描画領域を決定する前に、面形状情報SIに基づいて、保持部706で保持した領域情報MDRが表す領域から平面度が許容範囲外である領域を除外しておいてもよい。このように、保持部706で保持した領域情報MDRを更新することによって、密度情報DIに基づいたマークの描画領域の決定を効率的に行うことができる。

【0052】

また、第1の実施形態と同様に、保持部706で保持した領域情報MDRが表す領域に必要な平面度を満たす領域が十分に存在していない場合には、決定部708は、マークの形状及び寸法を変更することが可能である。

【0053】

更に、領域情報MDRが表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、

10

20

30

40

50

決定部 708 は、その旨を通知するためのエラー（又は警告）メッセージを描画装置 1 の表示部（不図示）に表示したり、制御部 80 のメモリなどにエラーログを記録したりする。また、領域情報 MDR が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 708 は、密度情報 DI に関わらず、デフォルトで指定されている描画領域をマークの描画領域として決定してもよい。

【0054】

本実施形態によれば、基板 ST に描画する回路パターンを構成するパターン要素（例えば、クリティカルパターン）に応じて、アライメントマークなどのマークを描画する描画領域を決定（変更）することができる。従って、クリティカルパターンの描画タイミングとアライメントマークなどのマークの描画タイミングとを合わせることが可能となり、描画タイミングのずれに起因するアライメント精度の低下を低減（防止）することができる。

10

【0055】

<第4の実施形態>

図 6 は、第4の実施形態における描画データ生成部 70 の構成を示す図である。第3の実施形態では、算出部 712 で算出された密度情報 DI に基づいて、決定部 708 がクリティカルパターンを自動的に特定している。本実施形態では、回路パターンを構成するパターン要素のうち、着目するパターン要素（例えば、クリティカルパターン）をユーザが任意に指定できるようにする。

20

【0056】

そこで、本実施形態では、描画データ生成部 70 は、記憶部 702 に記憶したパターンデータ PD から回路パターンを構成するパターン要素を選択する選択部 714 を含む。選択部 714 は、ユーザの指定に応じて、回路パターンを構成するパターン要素から着目するパターン要素を選択する。そして、決定部 708 は、選択部 714 で選択されたパターン要素の描画と並行してマークが描画されるように、保持部 706 で保持した領域情報 MDR が表す領域からマークの描画領域を決定する。なお、描画データ生成部 70 が算出部 712 を含む場合には、算出部 712 で算出された密度情報 DI をユーザに提供し、ユーザは密度情報 DI を参照しながら着目するパターン要素を指定することも可能である。

【0057】

このように、本実施形態では、選択部 714 で選択されたパターン要素の描画タイミングに応じてマークの描画領域（描画タイミング）を決定する。但し、基板 ST の上の複数のチップ領域（ショット領域）の全てに同じ回路パターンが描画される場合には、チップ領域の全てに対してマークを描画する必要はない。また、基板 ST のチップ領域ごとに、マークの描画領域（描画タイミング）を変更してもよい。

30

【0058】

マルチビーム型の描画装置の場合、上述したように、描画範囲が大画角であるため、回路パターンとマークとを同時に描画することが可能である。従って、選択部 714 で選択されたパターン要素の描画と並行してマークが描画されるように、マークの描画領域（描画タイミング）を決定することができる。具体的には、選択部 714 で選択されたパターン要素を描画するタイミング又はそれにできるだけ近いタイミングでマークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。

40

【0059】

一方、シングルビーム型の描画装置の場合、回路パターンとマークとを同時に描画することが不可能である。従って、選択部 714 で選択されたパターン要素を描画するタイミングからできるだけ近いタイミングでマークが描画されるように、マークを描画可能な領域からマークの描画領域を決定する。但し、シングルビーム型の描画装置の場合、マークを描画する際に基板ステージ 60 を移動させなければならないこともあるため、マルチビーム型の描画装置と比較して、マークの描画精度が低下する可能性がある。

【0060】

また、取得部 704 が面形状情報 SI を取得している場合には、マークの描画領域を決

50

定する前に、面形状情報 S I に基づいて、保持部 7 0 6 で保持した領域情報 M D R が表す領域から平面度が許容範囲外である領域を除外しておいてもよい。このように、保持部 7 0 6 で保持した領域情報 M D R を更新することによって、選択部 7 1 4 で選択されたパターン要素の描画タイミングに基づいたマークの描画領域の決定を効率的に行うことができる。

【 0 0 6 1 】

また、第 1 の実施形態と同様に、保持部 7 0 6 で保持した領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が十分に存在していない場合には、決定部 7 0 8 は、マークの形状及び寸法を変更することが可能である。

【 0 0 6 2 】

更に、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 7 0 8 は、その旨を通知するためのエラー（又は警告）メッセージを描画装置 1 の表示部（不図示）に表示したり、制御部 8 0 のメモリなどにエラーログを記録したりする。また、領域情報 M D R が表す領域に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合には、決定部 7 0 8 は、選択部 7 1 4 で選択されたパターン要素の描画タイミングに関わらず、デフォルトで指定されている描画領域をマークの描画領域として決定してもよい。

【 0 0 6 3 】

本実施形態によれば、基板 S T に描画する回路パターンを構成するパターン要素から選択されたパターン要素（例えば、クリティカルパターン）に応じて、アライメントマークなどのマークを描画する描画領域を決定（変更）することができる。従って、選択されたパターン要素の描画タイミングとアライメントマークなどのマークの描画タイミングとを合わせることが可能となり、描画タイミングのずれに起因するアライメント精度の低下を低減（防止）することができる。

【 0 0 6 4 】

< 第 5 の実施形態 >

図 7 は、第 5 の実施形態における描画データ生成部 7 0 の構成を示す図である。本実施形態では、面形状情報 S I 、環境情報 E I 及び時刻情報 T I に加えて、基板 S T に形成されている各層に描画されたマークの描画領域を表すマーク領域情報 M M I に基づいて、その上に形成されるターゲット層のマークの描画領域を決定する。

【 0 0 6 5 】

そこで、本実施形態では、描画データ生成部 7 0 は、基板 S T の上に形成された層のそれぞれについて、マークの描画領域を表すマーク領域情報 M M I を管理する管理部 7 1 6 を含む。そして、決定部 7 0 8 は、ターゲット層について、管理部 7 1 6 で管理されたマーク領域情報 M M I に基づいて、領域情報 M D R が表す領域のうちターゲット層の下の層に描画されたマークと重ならない領域をマークの描画領域として決定する。これにより、ターゲット層に描画されたマークとターゲット層の下の層に描画されたマークとが重なってしまうことを防止することが可能となる。また、管理部 7 1 6 は、基板 S T に形成される層にマークが描画されるたびに、かかるマークが描画された領域をマーク領域情報 M M I に反映させる。なお、管理部 7 1 6 は、基板 S T の上に形成されている層に描画されたマークの描画領域だけではなく、基板 S T の上にこれから形成される層に描画されるマークの描画領域もマーク領域情報 M M I として管理する。

【 0 0 6 6 】

管理部 7 1 6 で管理されるマーク領域情報 M M I は、例えば、基板 S T の平面度の計測結果（面形状情報 S I ）をトリガーとして更新（変更）される。図 8 を参照して、管理部 7 1 6 で管理されるマーク領域情報 M M I が更新される際の決定部 7 0 8 の処理について説明する。図 8 では、面形状情報 S I をトリガーとしてマーク領域情報 M M I が更新される場合を例として説明する。但し、描画装置 1 の環境（例えば、温度）の変化やキャリブレーションによる荷電粒子線のビームシフトの発生をトリガーとしてマーク領域情報 M M I を更新してもよい。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

S 8 0 2において、取得部 7 0 4は、基板 S Tの各位置での平面度を表す面形状情報 S Iを取得する。S 8 0 4において、決定部 7 0 8は、管理部 7 1 6で管理されたマーク領域情報 M M Iを参照して、ターゲット層であるn番目の層に描画されるマークの描画領域を特定する。

【0 0 6 8】

S 8 0 6において、決定部 7 0 8は、取得部 7 0 4で取得された面形状情報 S I (S 8 0 2)に基づいて、S 8 0 4で特定されたマークの描画領域が必要な平面度を満たす領域であるかどうかを判定する。S 8 0 4で特定されたマークの描画領域が必要な平面度を満たす領域である場合には、管理部 7 1 6で管理されているマーク領域情報 M M Iを更新することなく、処理を終了する。一方、S 8 0 4で特定されたマークの描画領域が必要な平面度を満たす領域でない場合には、S 8 0 8に移行する。

10

【0 0 6 9】

S 8 0 8において、決定部 7 0 8は、取得部 7 0 4で取得された面形状情報 S I (S 8 0 2)に基づいて、保持部 7 0 6で保持した領域情報 M D Rが表す領域から必要な平面度を満たす領域を抽出する。S 8 1 0において、決定部 7 0 8は、S 8 0 8で抽出した領域を、n番目の層に描画されるマークの描画領域として仮決定する。S 8 1 2において、決定部 7 0 8は、S 8 1 0で仮決定されたマークの描画領域、即ち、n番目の層に描画されるマークの描画領域として仮決定された領域を管理部 7 1 6に通知する。

【0 0 7 0】

S 8 1 4において、決定部 7 0 8は、管理部 7 1 6で管理されたマーク領域情報 M M Iを参照して、n番目の層の下の層、即ち、1 ~ n - 1番目の層に描画されているマークの描画領域を抽出する。S 8 1 6において、決定部 7 0 8は、S 8 1 0で仮決定されたマークの描画領域から、S 8 1 4で抽出されたマークの描画領域を除外して、n番目の層に対してマークを描画可能な複数の領域（マーク描画可能領域群）を定義する。

20

【0 0 7 1】

S 8 1 8において、決定部 7 0 8は、S 8 1 6で定義されたマーク描画可能領域群から1つの領域（任意の領域）を選択し、n番目の層に描画されるマークの描画領域として決定する。S 8 2 0において、決定部 7 0 8は、S 8 1 8と同様に、n番目の層の上に形成されるn + 1 ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域を決定する。また、決定部 7 0 8は、S 8 1 8でn番目の層に描画されるマークの描画領域として決定された領域、及び、S 8 2 0でn + 1 ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域として決定された領域を管理部 7 1 6に通知する。そして、管理部 7 1 6は、決定部 7 0 8からの通知が反映されるように、マーク領域情報 M M Iを更新する。

30

【0 0 7 2】

S 8 2 0において、決定部 7 0 8は、管理部 7 1 6で管理されたマーク領域情報 M M Iを参照して、n + 1 ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域が互いに重なっていないかどうかを判定する。n + 1 ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域が互いに重なっていない場合には、処理を終了する。一方、n + 1 ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域が互いに重なっている場合には、S 8 1 8に移行し、マーク描画可能領域群から新たな領域を選択し、n番目の層に描画されるマークの描画領域として決定する。

40

【0 0 7 3】

なお、S 8 1 8及びS 8 2 0を繰り返してもn ~ m番目の層のそれぞれに描画されるマークの描画領域を決定できない場合や基板 S Tの上の各層に必要な平面度を満たす領域が存在しない場合もある。このような場合には、その旨を通知するためのエラー（又は警告）メッセージを描画装置 1の表示部（不図示）に表示したり、制御部 8 0のメモリなどにエラーログを記録したりする。また、このような場合には、デフォルトで指定されている描画領域をマークの描画領域として決定する。

【0 0 7 4】

また、本実施形態では、基板 S Tの上の下層（基板側の層）から上層の順序でマークの

50

描画領域を決定しているが、マークの描画領域を決定する層の順序を限定するものではない。例えば、マークの描画領域を優先して決定したい層があることも考えられるため、マークの描画領域を決定する優先順位を各層に設定し、かかる優先順位に応じてマークの描画領域を決定してもよい。

【0075】

図9は、管理部716で管理されるマーク領域情報MMIの一例を示す図である。マーク領域情報MMIは、基板STの上の各層のマーク情報を含み、それらのマーク情報は、互いに関連付けられている。従って、各層に描画されるマークの描画領域やマークの形状などが変更されても、マーク領域情報MMIを参照することで、後工程（例えば、アライメント工程や検査工程など）を問題なく行うことができる。なお、図9では、n番目の層のマーク情報とn+m番目の層のマーク情報とが示されている。10

【0076】

図9を参照するに、n番目の層のマーク情報には、アライメントマークの描画可能領域、検査マークの描画可能領域、n層の描画の際にアライメントに用いるアライメントマークの描画領域及び形状が含まれている。また、n番目の層のマーク情報には、n層の検査に用いる検査マークの描画領域及び形状、n層に描画されたアライメントマークの描画領域及び形状、n層に描画された検査マークの描画領域及び形状も含まれている。

【0077】

アライメントマークの描画領域は、アライメントマークの描画可能領域に含まれる領域から選択され、検査マークの描画領域は、検査マークの描画可能領域に含まれる領域から選択されている。また、n+m番目の層の位置合わせにn番目の層に描画されたアライメントマークを用いる場合には、n番目の層のマーク情報に含まれる、n番目の層に描画されたアライメントマークの描画領域及び形状を参照する。同様に、n+m番目の層の検査にn番目の層に描画された検査マークを用いる場合には、n番目の層のマーク情報に含まれる、n番目の層に描画された検査マークの描画領域及び形状を参照する。20

【0078】

本実施形態によれば、基板STの各層に描画されるアライメントマークや検査マークなどのマークが重ならないように（即ち、既に形成されたマークの描画領域と重ならないように）、新たなマークを描画する描画領域を決定（変更）することができる。

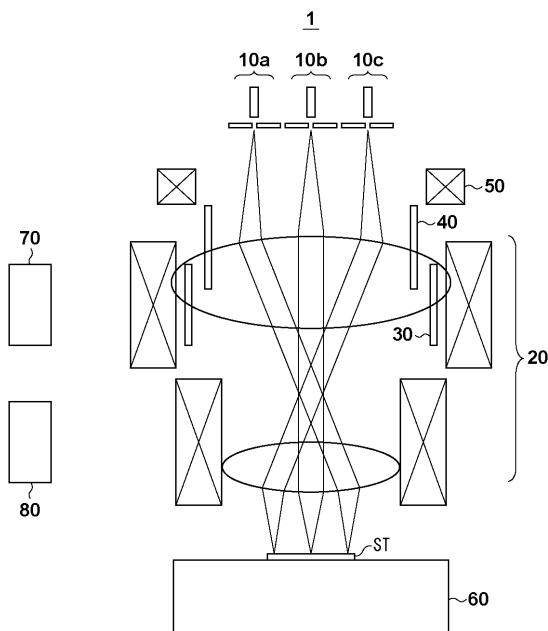
【0079】

各実施形態で説明したように、描画装置1は、アライメント精度や検査精度の低下を低減（防止）することが可能であり、荷電粒子線と基板STとの位置合わせを高精度に行うことができる。従って、描画装置1は、高いスループットで経済性よく高品位な物品（半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等）を提供することができる。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に描画装置1を用いて潜像パターンを形成する工程（基板に描画を行う工程）と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ポンディング、パッケージング等）を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。30

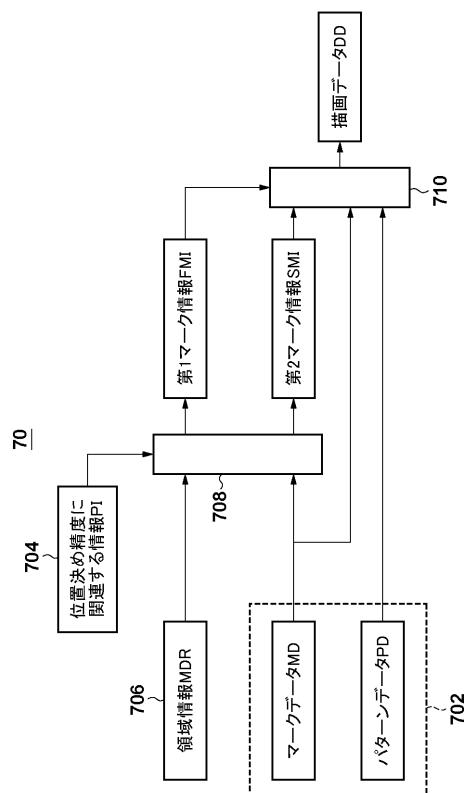
【0080】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されることはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、描画装置は、描画装置本体部、及び、かかる描画装置本体部とネットワークで接続するコンピュータシステムで構成されている。従って、描画装置本体部からの情報のフィードバックが不要である場合には、パターンデータとマークデータとを合成して描画データを生成する処理は、コンピュータシステムで行われてもよい。40

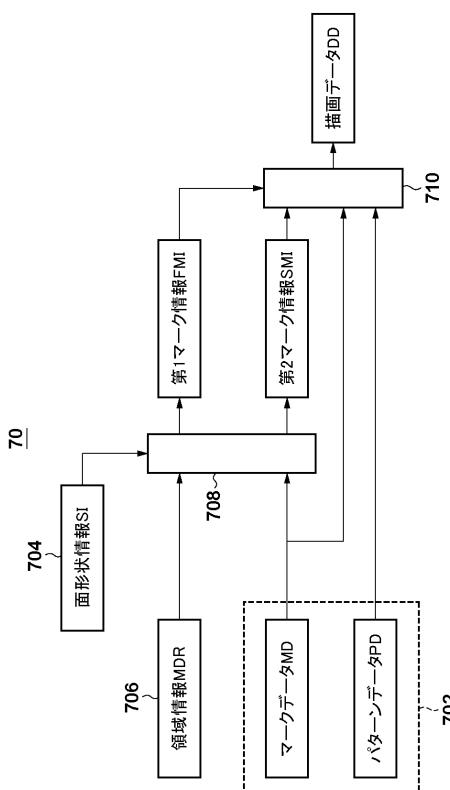
【図1】



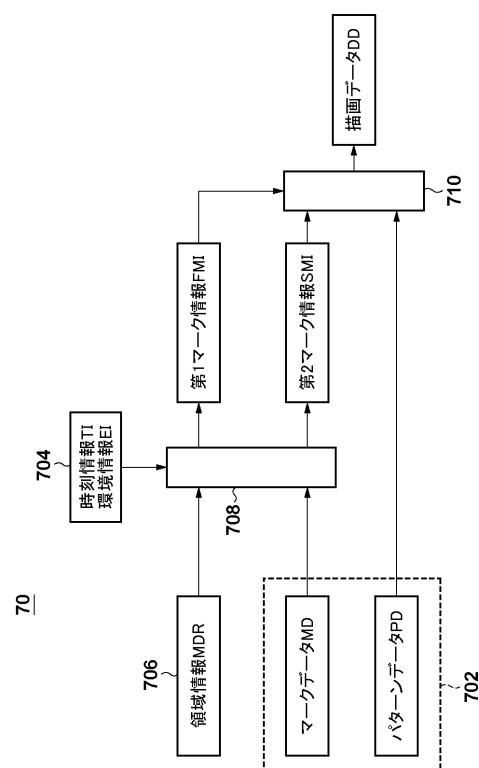
【図2】



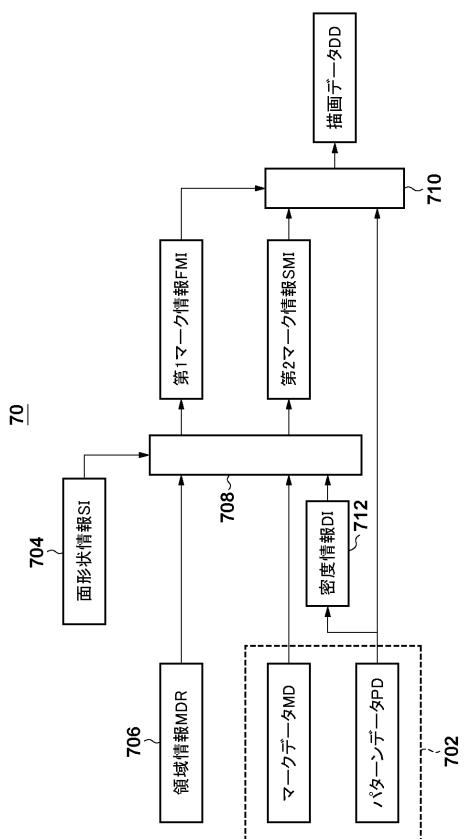
【図3】



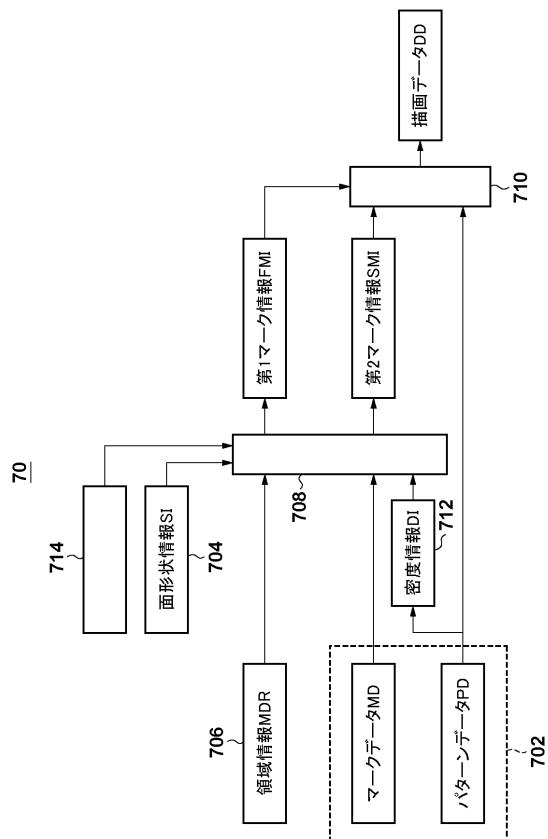
【図4】



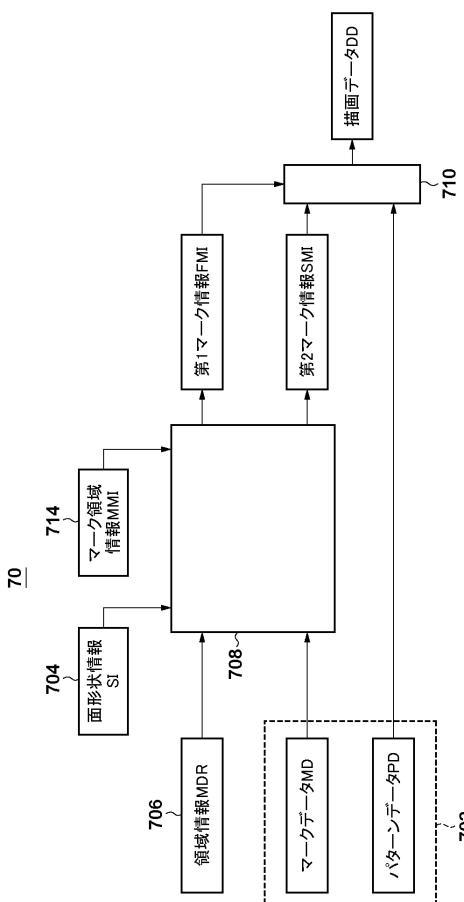
【図5】



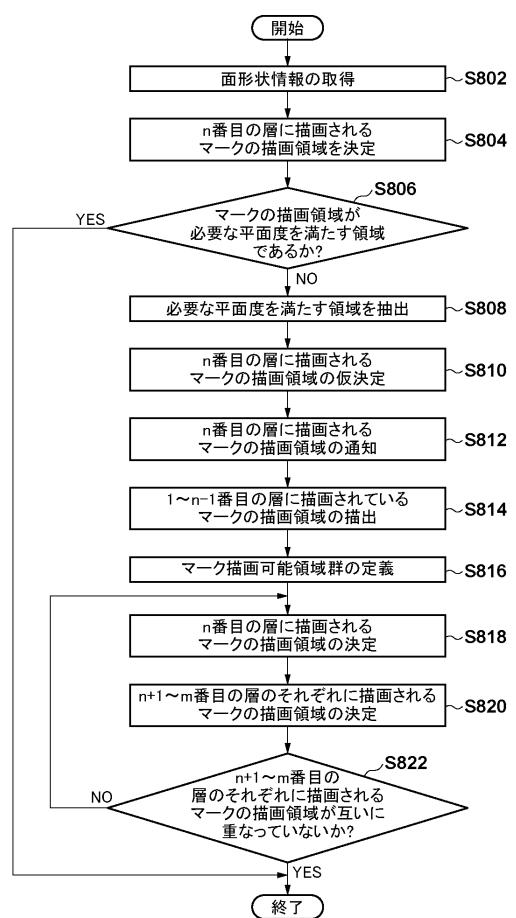
【図6】



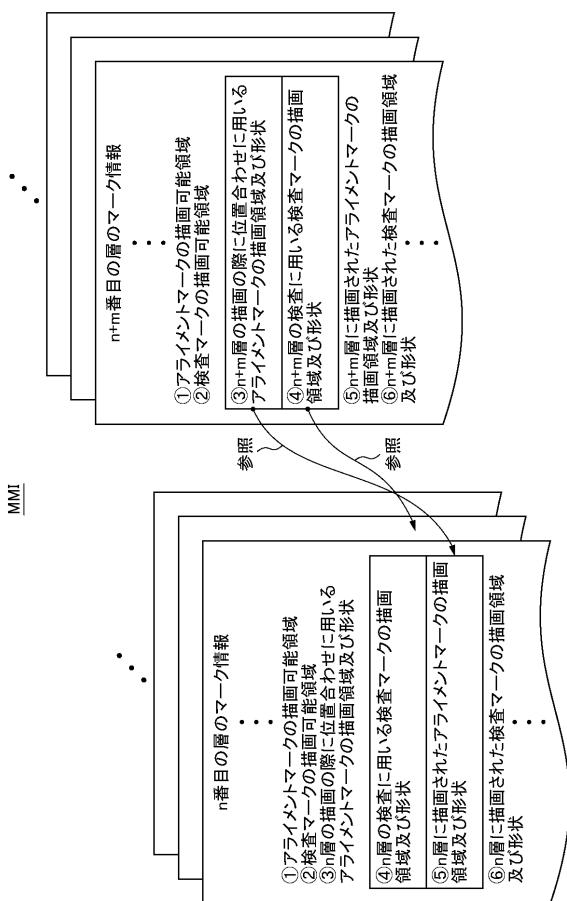
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 古徳 雅史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 萩庭 邦保
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 5C034 BB07 BB10
5F056 AA01 BD09 CA30 CD20