

(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2005-244227

(P2005-244227A)

(43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 21/265

H01J 37/317

F I

H01L 21/265 G03D

H01J 37/317 B

テーマコード (参考)

5C034

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-45898 (P2005-45898)
 (22) 出願日 平成17年2月22日 (2005.2.22)
 (31) 優先権主張番号 10/786660
 (32) 優先日 平成16年2月25日 (2004.2.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500266634
 アクセリス テクノロジーズ インコーポ
 レーテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
 9 1 5 ペバリー チェリー ヒル ドラ
 イブ 1 0 8
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 粂 経夫
 (74) 代理人 100104145
 弁理士 宮崎 嘉夫
 (74) 代理人 100080908
 弁理士 館石 光雄
 (74) 代理人 100109690
 弁理士 小野塚 薫

最終頁に続く

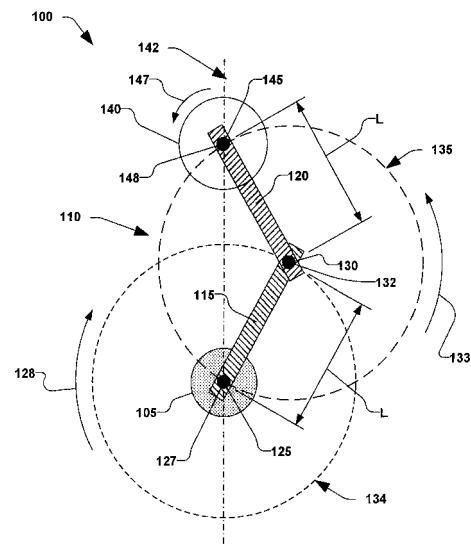
(54) 【発明の名称】 ウエハの二次元スキャン機構

(57) 【要約】

【課題】 基板へイオン注入するため、イオンビームをスキャンする際、基板がイオンビームに関して、一様に移動し及び/あるいは回転される装置及び方法の提供。

【解決手段】 スキャニング機構 100 に設けられる回転サブシステム 110 は、基部 105 に連結される第1リンク 115 および第2リンク 120 を含み、第1リンク 115 は、第1ジョイント 125 を経由して基部 105 に回転可能に連結され、第1回転方向 128 で、第1軸 127 の周囲で回転する。第2リンク 120 は、第2ジョイント 130 を経由して第1リンク 115 に回転可能に連結され、第1ジョイント 125 から所定距離 L 離れ、第2回転方向 133 に、第2軸 132 の周囲で回転する。エンドエフェクタ 140 の作動により、第1リンク 115 及び第2リンク 120 に所定の移動をさせ、基部 105 に関して (図示されない) 基板の直線移動をしながら、イオン注入がなされる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を処理するためのスキャニング装置であって、基部と、回転サブシステムを含み、前記回転サブシステムは、

基部に回転可能に連結されている第 1 ジョイントを含む第 1 リンクと、前記第 1 リンクと互いに所定距離離れており、前記第 1 リンクに回転可能に連結される第 2 ジョイントを含む第 2 リンクと、所定距離上記第 2 ジョイントから離れていて、基部があり、前記第 2 リンクに作動可能に連結され、前記第 2 リンクに含まれるエンドエフェクタと、

第 1 回転方向において、前記第 1 ジョイントの周囲で前記第 1 リンクを連続的に回転させるように作動可能な第 1 アクチュエータと、

第 2 回転方向において、前記第 2 ジョイントの周囲で前記第 2 リンクを連続的に回転させるように作動可能な第 2 アクチュエータと、を含み、

前記エンドエフェクタは前記第 1 及び第 2 アクチュエータの回転に際して、第 1 スキャンパスに沿って前期基部に関して線形往復運動するように作動可能であるスキャニング装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 回転方向は、前記第 2 回転方向と反対側である請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 3】

前記基部は、移動機構に回転可能に連結されており、前記移動機構はそれ自体に関して、1 以上の方向に基部を移動させるように作動可能である請求項 1 記載のスキャニング装置。

20

【請求項 4】

前記移動機構は、第 2 スキャンパスに沿って基部を移動するように作動可能であり、前記第 2 スキャンパスは、通常、第 1 スキャンパスに垂直である請求項 3 記載のスキャニング装置。

【請求項 5】

前記移動機構は、線形駆動システムを含み、前記線形駆動システムは前記エンドエフェクタの線形往復運動に関して、通常、垂直である方向に、前記回転サブシステムを線形移動させるように作動可能である請求項 3 記載のスキャニング装置。

30

【請求項 6】

前記エンドエフェクタは、第 3 ジョイントによって前記第 2 リンクに作動可能に連結されており、前記エンドエフェクタは、さらに前記第 2 リンクに関して、1 以上の方向に移動するように作動可能である請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 7】

前記第 3 ジョイントは、2 以上の自由度で前記エンドエフェクタを規定する請求項 6 記載のスキャニング装置。

【請求項 8】

前記第 3 ジョイントは、第 2 リンクに関して前記エンドエフェクタの回転及び傾きを規定するように作動可能である請求項 7 記載のスキャニング装置。

40

【請求項 9】

前記エンドエフェクタは、静電チャックからなる請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 10】

前記第 1 アクチュエータは、基部に固着されるサーボモータからなる請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 11】

前記第 2 アクチュエータは、前記第 1 リンクに固着されたサーボモータからなる請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 12】

前記第 1 アクチュエータの第 1 回転速度は、前記エンドエフェクタの位置に関して変わ

50

るように作動可能である請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 アクチュエータの第 2 回転速度は、前記エンドエフェクタの位置に関して変わるように作動可能である請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 1 4】

前記基部はさらに直進ジョイントを含み、前記基部は前記回転サブシステムを 1 以上の方向に移動させるように作動可能である請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 1 5】

前記第 1 リンク及び第 2 リンクは、通常、単一平面に平行である請求項 1 記載のスキャニング装置。

10

【請求項 1 6】

前記エンドエフェクタは、さらに単一平面に平行して回転するように作動可能である請求項 1 5 記載のスキャニング装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 及び第 2 アクチュエータそれぞれに備えられた出力量を制御することによって、第 1 及び第 2 リンクそれぞれの回転速度を制御するように作動可能である制御器を、さらに含む

請求項 1 記載のスキャニング装置。

【請求項 1 8】

第 1 及び第 2 アクチュエータと関連する 1 以上の感知要素を含み、前記 1 以上の感知要素は前記第 1 及び第 2 リンクそれぞれの回転速度を感知し、上記制御器へ上記感知した速度をフィードバックするように作動可能である請求項 1 7 記載のスキャニング装置。

20

【請求項 1 9】

1 以上の感知要素は、1 以上のエンコーダを含む請求項 1 8 記載のスキャニング装置。

【請求項 2 0】

上記エンドエフェクタの線形往復運動は、通常、上記エンドエフェクタの所定スキャニング範囲内で一定であるように、上記制御器がそれぞれの回転速度を維持するように作動可能である請求項 1 7 記載のスキャニング装置。

【請求項 2 1】

上記エンドエフェクタの所定範囲内の移動は、少なくとも基板の直径の 2 倍である請求項 2 0 記載のスキャニング装置。

30

【請求項 2 2】

前記第 1 リンク及び第 2 リンク完全に延長される時、上記エンドエフェクタの最大スキャン距離は、通常、上記エンドエフェクタの最大位置間に決められ、上記最大スキャン距離は前記エンドエフェクタの所定スキャニング範囲より大きい請求項 2 0 記載のスキャニング装置。

【請求項 2 3】

スキャニング方法であって、

回転サブシステムは基部に第 1 ジョイントによって回転可能に連結された第 1 リンクを含み、前記回転サブシステムは、さらに第 2 ジョイントによって第 1 リンクへ回転可能に連結される第 2 リンクを含み、そして、第 1 ジョイントと第 2 ジョイント間の距離は、通常、第 2 ジョイントと上記エンドエフェクタ間の距離に等しい、2 - リンクの前記回転サブシステムと関連するエンドエフェクタ上に基板を備え、

40

第 1 回転方向及び第 2 回転方向それぞれにおいて、上記第 1 リンク及び第 2 リンクを回転し、

上記エンドエフェクタは通常、一直線上で線形移動するように、第 1 リンク及び第 2 リンクのそれぞれの回転速度を制御し、上記第 1 回転方向及び第 2 回転方向は一定であることを含む基板のスキャニング方法。

【請求項 2 4】

上記エンドエフェクタに基板を静電クランプすることを、さらに含む請求項 2 3 の方法

50

。

【請求項 2 5】

上記回転サブシステムは基部に回転可能に連結され、通常、基板の往復移動に垂直な方向に基部を線形移動させることを、さらに含む請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 6】

上記基部の線形移動は、上記エンドエフェクタの線形往復移動より遅い請求項 2 5 の方法。

【請求項 2 7】

上記基部は、上記エンドエフェクタの各半往復移動に対して 1 単位、移動される請求項 2 6 の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般的に半導体の処理システムに関するものであり、特に、イオン注入の間、基板の質の高い、正確な移動のための装置及び方法に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体産業において、基板（例 半導体基板）上にいろいろな処理を達成するために、種々の製造工程が定型的に基板上に実行される。例えば、イオン注入のような工程は、特殊なタイプのイオンを注入することによって、基板上に誘電体層の拡散率を制限するように、基板の内外に粒子の特性を得るために実行される。従来、イオン注入は、バッチ処理（多数の基板が同時に処理される）、あるいは連続処理（基板が 1 枚ずつ個別に処理される）のどちらかで実行される。例えば、従来の高エネルギーあるいは高電流バッチイオン注入機は、ショートイオンビームをなし得るように操作され、そこでは、多くのウエハが回転盤あるいはディスク上に配置されており、また、回転盤は回転され、同時にイオンビーム中に径方向に移動され、その処理中、全ての基板の表面領域を何回もビームに曝すことになる。しかし、このような基板のバッチ処理は、次第にイオン注入機のサイズを実質的に大きくしている。

【0 0 0 3】

他方、典型的な連続処理では、イオンビームを静止したウエハを横断するように単一のビームでスキャンするか、あるいはウエハが、扇形にあるいはスキャンされるビーム中を一方方向に移動される。しかし、一様なイオンビームをスキャンするあるいは形成する工程は、概して、複雑な及び／あるいは長いビームラインが要求され、概して低エネルギーでは望ましくない。さらに、一様な移動及び／あるいはイオンビームあるいはウエハの回転は、概して、イオン注入が一様にウエハを横断するように行われることを要求する。しかし、そのような一様な移動及び／あるいは回転は、従来の装置の移動及び工程中のスキャン機構と関連して、少なくとも部分的に、実質的な初期力（inertial force）により得ることは困難である。

それ故、基板を横断するイオンビームをスキャンするための装置、そして、基板がイオンビームに関して、一様に移動し及び／あるいは回転されるものが、必要とされている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明は、従来技術の上記限界を克服するものである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

したがって、以下に本発明のいくつかの観点の基本的な理解をするために、本発明の要約を述べる。この要約は、本発明の広範囲の全体像ではない。本発明の鍵あるいは重大な要素を認識するものでもないし、あるいは発明の概略を詳細に述べるものでもない。その目的は、前置きとして単純な形式で、本発明のある概念を示すことにあり、詳細は後述さ

10

20

30

40

50

れる。

本発明は、概して基板を処理するためのスキヤニング機構に関するものであり、さらにスキヤニング機構は2 リンク回転サブシステムを含む。本発明の一実施形態によれば、基部が備えられ、第1リンクが第1ジョイントによって基部に回転自在に結合され、そして、第1リンクは第1ジョイントと協働する第1軸の周囲に、第1の回転方向に回転するように作動可能である。さらに、第2リンクは、第1ジョイントから所定距離、間隔をおく第2ジョイントによって、第1リンクに回転自在に結合され、さらに第2リンクは第2ジョイントと協働する第2軸の周囲に、第2の回転方向に回転するように作動可能である。さらに、第2リンクはエンドエフェクタを含み、エンドエフェクタはさらに、第2ジョイントから所定距離、間隔がある。

10

【0006】

本発明の他の実施形態によれば、第1及び第2アクチュエータが備えられ、そこで第1及び第2アクチュエータは、それぞれ第1軸及び第2軸の周囲で第1リンクおよび第2リンクをそれぞれ回転させるように作動可能である。例えば、第1アクチュエータは、第1の回転方向に第1リンクを連続的に回転するように作動可能であり、第2アクチュエータは、第2の回転方向に第2リンクを連続的に回転するように作動可能である。一実施形態によれば、第1の回転方向と第2の回転方向は、互いに反対方向であり、そこでエンドエフェクタは、通常、直線の第1スキャンパスにおいて往復するように作動可能である。他の実施形態によれば、上記エンドエフェクタは、さらに第3ジョイントを経由して第2リンクに結合され、そこで上記エンドエフェクタは第2リンクに関して、回転及び/又は傾くように作動可能である。

20

【0007】

本発明のさらに他の実施形態によれば、第1リンク及び第2リンクは、略等しい長さであり、そこで第1スキャンパスに沿う連続的往復運動(移動)が通常、可能とされ、また、第1及び第2ジョイントは、それぞれ1方向で回転する。本発明のさらに他の実施形態によれば、エンドエフェクタの通常の一定速度は、第1スキャンパスに沿う所定の運動範囲内で維持することができ、そこで第1リンク及び第2リンクのそれぞれの回転速度は制御され、また、回転速度はエンドエフェクタの移動中、非ゼロ値(non-zero values)で維持される。

【0008】

さらに他の実施形態によれば、移動機構がさらに備えられ、そこで、基部と関係する回転サブシステムは、通常、スロースキャン軸と言われる第2スキャンパスに沿ってさらに作動可能であり、そこで第2スキャンパスは、通常、第1スキャンパスに対して垂直である。

30

【0009】

本発明の他の実施形態によれば、スキヤニングシステムが備えられ、そこでコントローラが第1リンク及び第2リンクのそれぞれの回転速度を制御するように作動可能であり、その結果、所定範囲での基板の移動が、実質的に一定値で維持される。また、基板のスキヤニング提供され、その方法は所定範囲内で第1リンクおよび第2リンクを回転させることを含み、また、基板は、通常、一定速度で第1スキャンパスに沿って、所定範囲内で移動される。さらに、上記方法は、第1リンクおよび第2リンクのそれぞれの回転速度を維持することを含み、その結果、回転速度はゼロとなることはない。

40

【0010】

前記及び関連する目的を達成するために、本発明は以下に記載され、特に特許請求の範囲に示された特徴からなる。以下の記述及び添付の図面は、本発明の実施形態を正確に述べている。しかし、これらの実施形態は、本発明の原理が実施される多くの方法のいくつかを示しているにすぎない。本発明の他の目的、利点、新しい特徴は、図面とともに考慮されれば、本発明の以下の詳細な記述から明らかになるであろう

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

50

本発明は、概してビームに関して基板を移動するスキャニング機構に関するものである。

特に、スキャニング機構は、基板によって見られる初期力の量を制限し、そこで、スキャニング機構の移動は、2リンク回転サブシステムを経由して往復する。そこで、図面を参照して説明すれば、全体として参照番号が、要素を指示するために使用される。これら観点の記述は単に例示的なものであって、本義を制限するものではない。以下の説明で、説明の目的としての、多くの特殊な詳細は、本発明の完全な理解のために示されたものである。しかしながら、本発明はこれら特殊な詳細がなくても実施できることは、当業者に明らかである。

【0012】

図を参照すると、図1は、本発明の一実施形態による、例示的なスキャニング機構100を説明するものである。例えばスキャニング機構100は、後述されるように、イオン注入工程に使用される(図示されない)イオンビームと関連して設けられるものである。本発明は多くの半導体処理システムと結合して使用され、全てのそのようなシステムは、本発明の範囲内に含まれるものと企図されていることに注意されるべきである。スキャニング機構100は、例えば、回転サブシステム110に、作動可能に結合される基部105を含んでいる。基部105は、例えば、ビーム(図示されない)に関して静止していてもよく、あるいはさらに後述のように、ビームに関して移動するように作動可能であってもよい。これらと関連して、回転サブシステム110は、第1リンク115および第2リンク120を含んでおり、例えば、回転サブシステムは、第1リンク及び第2リンクの所定の移動を経由して、基部105に関して(図示されない)基板の直線移動を可能にする。

【0013】

一実施形態によれば、第1リンク115は、第1ジョイント125を経由して基部105に回転可能に連結される。上記第1リンクは第1回転方向128で、第1軸127の周囲に連続的に回転するように作動可能である(上記第1リンクは、上記第1ジョイントに関して、時計方向あるいは反時計方向に回転するように作動可能である)。第2リンク120は、さらに、第2ジョイント130を経由して第1リンク115に回転可能に連結され、上記第2ジョイントは第1ジョイント125から所定距離L離れている。上記第2リンクは、さらに第2回転方向133で、第2軸132の周囲に連続的に回転するように作動可能である(上記第2リンクは、上記第2ジョイントに関して、時計方向あるいは反時計方向に回転するように作動可能である)。第1リンク115および第2リンク120は、例えば、さらに独立して、第1及び第2の平面(図示されない)に平行して回転するようにそれぞれ作動可能であり、上記第1及び第2の平面は、第1軸127および第2軸132に関して、通常、垂直である。さらに、第1リンク115および第2リンク120は、それぞれ第1ジョイント125、第2ジョイント130の周囲で、それぞれ第1回転パス134、第2回転パス135に関して、連続的に360度回転するように作動可能である。

【0014】

本発明の一実施形態によれば、第1の回転方向128は、第2の回転方向133と、通常、反対であり、そして、第2リンク120と関連するエンドエフェクタ140は、第1リンク115及び第2リンクの所定の移動と関連する第1スキャンパス142に沿って、直線移動するように作動可能である。例えば、エンドエフェクタ140は、上記第2リンクと関連する第3ジョイント145を経由して、第2リンク120に回転可能に連結され、そして、上記第3ジョイントは第2ジョイント130から所定距離L離れている。例えば、第3ジョイント145は、第3軸148の周囲でエンドエフェクタ140が回転147をするように作動可能である。さらに、他の実施形態によれば、第3ジョイント145は、エンドエフェクタ140を傾かせる(図示されない)ように作動可能であり、そして、一例では、上記エンドエフェクタは、(図示されない)第2平面に通常、平行である1以上の軸(図示されない)の周囲に、傾くように作動可能である。

【0015】

例えば、エンドエフェクタ１４０は、さらに（図示されない）基板を固定することが可能であり、そして、通常、上記エンドエフェクタの移動は、上記基板の移動を規定する。例えば、エンドエフェクタ１４０は、静電チャック（ＥＳＣ）を含んでもよく、上記ＥＳＣは上記エンドエフェクタに関して実質的に基板をつかみ、あるいは基板の位置を維持するように作動可能である。ＥＳＣは上記エンドエフェクタ１４０の一例として記載され、上記エンドエフェクタは有効搭載量（例えば、基板）のグリップを維持する種々の他の装置を含んでもよく、そして、そのような全ての装置が本発明の範囲に含まれることが企図されることが、注意されるべきである。

【００１６】

例えば、第１リンク１１５及び第２リンク１２０の所定の移動は、第１スキャンパス１４２に沿ってエンドエフェクタ１４０を直線状に往復（線形往復運動）させるために、さらに制御され得る。そして、（図示されない）基板は、イオンビーム（例えば、第１軸１２７と一致するイオンビーム）に関して所定の方法で移動できる。例えば、第３ジョイント１４５の回転は、さらに制御可能であり、そして、エンドエフェクタ１４０は、第１スキャンパス１４２と一定の回転関係を維持することが可能である。上記第２ジョイント及び第３ジョイント１４５間ばかりでなく、第１ジョイント１２５及び第２ジョイント１３０間の所定距離Ｌは、各ジョイント間で測定される時、リンク長が、通常、一致するように、注意されるべきである。例えば、第１リンク１１５と第２リンク１２０の長さの一致は、通常、後述されるような種々の運動学的（kinematic）利点がある。

【００１７】

図２Ａ乃至２Ｌは、本発明の他の実施形態による、回転サブシステムの種々の連続する位置を説明するものである。第１回転方向１２８及び第２回転方向１３３は、通常、一定であり、第１リンク１１５および第２リンク１２０の所定移動中、逆転しない。例えば、図２Ａにおいて、エンドエフェクタ１４０は、第１スキャンパス１４２に沿って第１位置１５０にあり、第３ジョイント１４５は第１ジョイント１２５から所定距離Ｌの約２倍離れていて、エンドエフェクタの最大位置１５５を決めている。図２Ｂ乃至２Ｌのように、第１回転方向１２８及び第２回転方向１３３それぞれで、第１及び第２ジョイント１２５、１３０それぞれの周囲で、第１リンク１１５および第２リンク１２０が回転すると、エンドエフェクタ１４０は、第１スキャンパス１４２に沿って一直線状に移動できる。

【００１８】

例えば図２Ｇにおいて、エンドエフェクタ１４０は、第１スキャンパス１４２に沿って他の最大位置にあり、第３ジョイント１４５は、再び第１ジョイント１２５から所定距離Ｌの約２倍の距離離れている。例えば図２Ｈにおいて、第１回転方向１２８及び第２回転方向１３３が不変であるので、エンドエフェクタ１４０は、第１位置１５０の方へ戻りつつあるということに注意すべきである。一定の回転方向１２８及び１３３を維持している間、図２Ｌに示す位置にしたがって、回転サブシステム１１０は図２Ａの最初の位置１５０へ戻るように作動可能であり、直線状往復を続けることができる。

【００１９】

第１リンク１１５、第２リンク１２０それぞれの回転方向１２８、１３３を一定に維持することは、通常、直線状の第１スキャンパス１４２に沿うエンドエフェクタ１４０の移動と関連して、多くの機械的及び運動学的利点を生ずる。例えば、エンドエフェクタ１４０の往復中、エンドエフェクタ１４０の実質的に一定の速度は、概してその運動の所定範囲内で望ましいことである。

【００２０】

図３は図２Ａ－２Ｌの種々の位置において、回転サブシステム１１０を説明しており、基板１６５（像として示されている）は、エンドエフェクタ１４０上にある。回転サブシステム１１０は、正しい縮尺で描かれておらず、エンドエフェクタ１４０は明らかな目的で基板より実質的に小さく描かれていることに注意されるべきである。具体的にエンドエフェクタ１４０は、略、基板１６５の大きさとするのが可能であり、適切な基板の支持体が設けられる。しかし、エンドエフェクタ１４０及び描かれた他の特徴は、いろいろな

10

20

30

40

50

形状や大きさとすることが可能であり、そのような形状や大きさは、本発明の範囲に含まれることが理解されねばならない。

【0021】

図3に示すように、スキヤニングシステム100は、エンドエフェクタ140の最大位置155と160の間で、第1スキャンパス142に沿って基板165を直線状に往復させるように作動可能である。それ故、基板165の反対端167まで移動する最大スキヤン距離166は、スキャンパス142に沿って、通常、決めることができ(例 第1スキャンパスに沿う基板の周辺の反対端)、そして最大スキヤン距離は、エンドエフェクタ140の最大位置155、160と関連している。本発明の一実施形態によれば、最大スキヤン距離166は、基板165の径Dの2倍より大きい。最大スキヤン距離166は径Dの2倍より大きいという量は、オーバーシュート167として限界を定められる。例えば、図2Fと2Hの間の位置にある図2Gに説明される位置のように、第1スキャンパス142に沿う基板165の往復で方向を変える時、オーバーシュート167は、有利に使用される。

10

【0022】

回転方向128、133が一定(例 不変)である間、エンドエフェクタ140及び基板165の移動は第1スキャンパス142に沿って往復し、最大位置155、160で方向を変えるということに注意されるべきである。そのようなエンドエフェクタ140(よって、基板165)の方向の変化は、エンドエフェクタ及び基板の、速度及び加速度の変化と関連する。イオン注入工程において、例えば、第1軸127と一致するような(図示されない)イオンビーム中を、基板165が通過する時、エンドエフェクタ140が第1スキャンパス142に沿って実質的に一定速度を維持することが通常、望まれる。そのような一定速度は、基板165がイオンビーム中を移動する際に、イオンビームに均一に曝されることになる。

20

しかしながら、第3ジョイント145(例 上記エフェクタ及び基板165と関連する)は、直線移動で最大位置155、160に近づく時のように、エンドエフェクタ140の往復移動により、エンドエフェクタの加速及び減速は避けられない。そのような最大位置155、160(例 スキャンパスの折り返し)近くでの加速度及び減速度は、初期力(イナーシャルフォース)及び関連するスキヤニング機構100の基部105に伝達される反力を最小にするために、適切なレベルに維持されねばならない。基板165をイオンビームにさらしている間、エンドエフェクタ140の速度の変化により、例えば、基板を横切る一様でないイオン注入を導くことができる。

30

【0023】

それ故、通常、イオンビーム中で基板を所定範囲で移動させるのに、一定速度が望ましい。例えば、エンドエフェクタの加速度及び減速度は、オーバーシュート167内に適応させることができるように、所定範囲168は、基板の物理的大きさ(例 基板の径の2倍)と関係する。したがって、一度、基板165がイオンビーム中を完全に通過すると、エンドエフェクタ140の加速度及び減速度は、実質的にイオン注入工程に影響しないか、あるいは、基板を横断して一様に照射しない。

【0024】

40

図4は、本発明の他の実施形態を示し、スキヤニング機構100の基部105は、さらに1以上の方向に移動するように作動可能である。例えば基部105は、移動機構170に作動可能に連結されており、そして、上記移動機構は第2スキャンパスに沿って、基部及び回転サブシステムを移動させるように作動可能であり、上記第2スキャンパスは実質的に第1スキャンパス142に垂直である。本発明の一実施形態によれば、第1スキャンパス142は、基板165の急速(fast)スキヤンと関連しており、第2スキャンパス175は、上記基板のスロー(slow)スキヤンと関係する。そして、基板は、上記第1スキャンパスに沿う最大位置155と160の間の、基板の各移動に対して、第2スキャンパスに沿って1単位量がインデックスされる。

それ故、第1スキャンパス142に沿う基板165の全往復(例 図2A - 2Lのよう

50

に) に対して、移動機構 170 は、第 2 スキャンパスに沿って 2 単位量、基板を移動させる。基部の全移動 176 は、例えば、略基板 165 の直径 D である。例えば、図 4 の移動機構 170 は、さらに、直進ジョイントを含んでよい。移動機構 170 は、さらにボールスねじシステム (図示されていない) を含んでよく、そこで基部 105 は、第 2 スキャンパス 175 に沿って円滑に移動できる。例えば、そのような移動機構 170 は、上記エンドエフェクタの往復中、単位量毎にイオンビーム中、基板を通過させることによって、エンドエフェクタ 140 上にある基板 165 に「塗装 (paint) する」ように作動でき、それによって基板を完全に横断して一様にイオンを注入する。

【0025】

図 5 は、ブロックダイアグラム形式による本発明の他の実施形態を示すものであり、スキャニングシステム 200 は、図 1 のスキャニング機構 100 を含んでいる。図 5 において、例えば、第 1 回転アクチュエータ 205 は、第 1 ジョイント 125 と関係し、第 2 回転アクチュエータ 210 は、第 2 ジョイント 130 と関係し、そして、上記第 1 アクチュエータ及び第 2 アクチュエータは、第 1 及び第 2 リンク 115、120 それぞれに、回転力を供給するように作動可能である。例えば、第 1 及び第 2 回転アクチュエータ 205、210 は、図 1 の第 1 回転方向 128 及び第 2 回転方向それぞれにおいて、それぞれの第 1 リンク 115 及び第 2 リンク 120 を回転作動させる 1 以上のサーボモータあるいは回転装置を含んでいる。

【0026】

図 5 のスキャニングシステム 200 は、例えば、第 1 及び第 2 アクチュエータ 205、210 それぞれと関連する第 1 感知要素 215 及び第 2 感知要素 220 をさらに含んでおり、上記第 1 及び第 2 の感知要素は、さらに、位置あるいは第 1 及び第 2 リンクそれぞれの速度あるいは加速度のような他の運動学的パラメータを、感知するように作動可能である。さらに、本発明の他の実施形態によれば、制御器 225 (例 多軸運動制御器) は、第 1 及び第 2 アクチュエータ 205、210 と第 1 及び第 2 感知要素 215、220 の図示されないドライバー及び/あるいは増幅器に作動可能に接続される。そして制御器 225 は、関連する制御デューティサイクル (例 図 4 に示す最大位置 155 と 160 の間の、エンドエフェクタ 140 の移動) に対して上記第 1 及び第 2 回転アクチュエータそれぞれに供給される出力 230、235 (例 駆動信号) の量を制御するように作動可能である。エンコーダあるいはレゾルバのような、図 5 の第 1 及び第 2 感知要素 215、220 は、さらに、制御器 225 へそれぞれフィードバック信号 240、245 を供給するように作動可能であり、そして、上記アクチュエータ 205、210 それぞれへの駆動信号 230 及び 235 は、例えば、リアルタイムで計算される。そのような駆動信号 230 及び 235 のリアルタイムの計算により、所定の時間間隔で上記回転アクチュエータ 205、210 それぞれへの出力の正確な調整を可能にする。

【0027】

本発明の運動 (移動) 制御の一般的考え方は、エンドエフェクタの円滑な移動を行わせるものであり、それと関連して速度エラーを最小にすることができる。他の実施形態によれば、制御器 225 は、さらに図示されない逆運動学的モデルを含み、エンドエフェクタ 140 の関節運動は、各ジョイント 125、130 それぞれのデューティサイクルから得られる。例えば、制御器 225 は、さらに、各制御デューティサイクル中、前進送り量、各ジョイント 125、130 に対してモデルに基づくコンプリメンタリトルクを計算することによって、各アクチュエータ 205、210 を制御するように作動可能である。

【0028】

上記実施形態で説明したように、第 1 及び第 2 回転アクチュエータ 205、210 それぞれへ供給される上記出力 230、235 の量は、少なくとも部分的には、第 1 及び第 2 感知要素 215、220 それぞれによって感知された位置に基づくものである。したがって、スキャニング機構 100 のエンドエフェクタ 140 の位置は、第 1 及び第 2 アクチュエータ 205、210 に供給される出力量によって制御でき、その出力量は、さらに図 1 の第 1 スキャンパスに沿うエンドエフェクタの速度と加速度に関連している。例えば、図

10

20

30

40

50

5の制御器225は、図4の移動機構170を制御するように作動可能であり、第2スキャンパス175に沿う基部105の移動は、さらに制御可能である。一実施形態によれば、移動機構170の各単位の移動(例「スロースキャン」移動)は、第1スキャンパス142に沿うエンドエフェクタの移動(例「急速スキャン」移動)と同期しており、その結果、上記移動機構は、イオンビーム中を基板165の各通過後(例急速スキャンパスに沿うウエハの方向転換中)、単位量で移動される。

【0029】

本発明の他の実施形態によれば、図3の第1および第2リンク115、120の回転速度プロファイルおよび加速度プロファイルは、予め定められており、速度及び加速度と関連する初期力は所定範囲168内で最小である。例えば、最大スキャン距離166は、イオンビームの利用と関連して回転サブシステム110の作業空間を定める。そして、第1及び第2リンク115、120は、往復移動の始点で最大長である(例図2Aの第1位置150)。進歩した軌道及びパスの設計技術が、関節空間ばかりでなく操作空間で、移動プロファイルを設計するために使用されてよく、関節加速度と関連する大きな初期力は実質的に最小になる。また、これらの技術は、図5の関節アクチュエータ205、210と関連して、大きさや要求される出力を減少できる。例えば、図6A、6B及び6Cは、図3のエンドエフェクタ140の各時間での、加速度、速度、および位置を示す順運動学的グラフの例を説明するものである。この例で、時間は第1スキャンパスに沿うエンドエフェクタの位置と関連しており、一定速度が所定の範囲168内で望ましい。速度変換中(すなわち、エンドエフェクタ140の加速及び減速中)、基板はオーバーシュート167の領域にあることが望ましい。

10

20

【0030】

本発明の他の実施形態によれば、図3の第1及び第2リンク115、120が最大長155、160に近づくか、達した時、あるいはそれらが互いに折畳まれる時(例図2Aと2Gは最大長を示し、図2Dと2Jは折畳まれた第1及び第2リンク115、120を示す)、適当な逆運動学的技術が特異性を克服するために使用することができる。例えば、モデル予測制御技術が第1スキャンパス142に沿って基板165を円滑に移動するために使用できる。図7A、7B、及び7Cに説明されるように、逆運動は、所定範囲168内の基板165を一定速度とするために、図3の第1ジョイント125および第2ジョイント130それぞれの、回転加速度プロファイル305、310、速度プロファイル315、320、及び位置プロファイル325、330を決めることができる。

30

【0031】

本発明は、第1及び第2ジョイント125、130の回転速度を維持し、その結果、関節回転速度は、図7Bで示すように、第1及び第2リンク115、120の360度回転中、ゼロでクロス交わらない。速度ゼロで交差しない回転速度(したがって、回転方向)を維持することは、関節の加速度及び減速度と関連して大きな初期力を最小にする。それ故、大きな利点は、従来技術以上のものであり、第1及び第2アクチュエータは、同じ回転方向に連続的に回転する。図8は、逆運動を使用する図3の第1ジョイント125および第2ジョイント130それぞれに対するトルクプロファイル335、340の例を示す。さらに、従来のウエハスキャン機構と比較して、第1ジョイント125および第2ジョイント130と関連する上記トルクは、本発明によれば意義のある減少をしている、ということに注意されなければならない。

40

【0032】

本発明のさらに他の実施形態によれば、図9は、図1のスキヤニング機構の例の、調整(integration)と操作を説明する例示的方法400の概要ブロックダイアグラムである。例示的方法は、一連の行動あるいは事項として説明されかつ記載されているが、本発明によれば、いくつかの工程は異なった順序及び/あるいは他の工程と同時に起るので、本発明はこのような行動あるいは事項の説明される順序によって制限されない、ということが理解されるであろう。加えて、図示されない全ての工程が、本発明による方法を実行することを要求されてよい。さらに、上記方法は、図示されない他のシステムと関連するば

50

かりでなく、ここに説明され、記載されているシステムと関連して実行されることが理解されるであろう。

【0033】

図9に示されるように、行為405において2-リンク回転機構を備えることにより開始され、ジョイント間の距離は、略等しい。リンクの回転速度は行為410で制御され、エンドエフェクタは二つの最大位置間を往復し、エンドエフェクタの速度は所定範囲内で、通常、一定に維持される。例えば、所定範囲内でイオンビームは基板に衝突し、基板はその移動中、イオンビームに一樣に曝される。所定の制御計画が使用され、その結果、関節アクチュエータのリンクによってもたらされる初期の、コリオリの力及び/あるいは求心力が補償される。

10

【0034】

本発明のスキャニング機構100(例 関節腕)は、十分な機敏さを提供し、その結果、スキャニング機構が材料を取り扱う業務に容易に使用できる。そのような材料取扱作業は、例えば、他の移動機構に処理したウエハを置き、あるいは輸送することを含む。逆に、未処理のウエハのローディングあるいはピックアップは、他の移動装置と協働することによって達成される。

【0035】

本発明の他の実施形態によれば、スキャニング機構100は図示されない高真空状態にあって、潤滑されたベアリングやアクチュエータのような機械的要素が、環境に直接、曝されていない処理室で使用できる。そのような目的を達成するために、例えば、上記機構100のジョイントは、磁性流体(Ferro-fluidic)シールのような真空シールを備える。工程のクリーン度を完全にするための、いかなる可動真空シールも、本発明の範囲内に含まれることが理解されるべきである。それ故、本発明は、さらに、クリーンな真空の環境内で、移動し、ウエハスキャンを行うように作動可能である。

20

【0036】

本発明は、ある好ましい実施形態に関して記載されているが、等しい変更や変形が、この明細書や添付の図面を読み、理解すれば、他の技術分野で生じることが明らかである。特に、上述した要素(アッセンブリ、装置、回路等)によって達成される多くの機能をみれば、そのような要素を記述するのに使用された上記用語(手段を含む)は、たとえ本発明のここに説明された例示的な実施形態の機能を達成する開示の構造に、構造的に等しくなくとも、上述の要素(例 機能的に等しいもの)の特殊な機能を達成する要素のいずれかに、他に示されていなくとも、相当するものと解釈される。加えて、本発明の他の特徴は、いくつかの実施形態の一つのみについて開示されたものではなく、そのような特徴は、与えられたあるいは特殊な応用のために有効かつ望ましいものとして、他の実施形態の特徴と結合される。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の一実施形態によるスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図2A】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

40

【図2B】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図2C】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図2D】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図2E】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図2F】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図1のスキャニング装置の例を示す平面図である。

50

【図 2 G】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図 2 H】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図 2 I】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図 2 J】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図 2 K】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

10

【図 2 L】本発明の他の実施形態による種々の位置での、図 1 のスキャニング装置の例を示す平面図である。

【図 3】本発明の一実施形態によるスキャニング装置の所定範囲の移動を説明する、スキャニング装置の平面図である。

【図 4】本発明の他の実施形態によるスキャニング装置の他の移動範囲を説明する、スキャニング装置の平面図である。

【図 5】本発明の他の実施形態による例のスキャニングシステムの、システム - レベルブロックダイアグラムである。

【図 6 A】本発明の一実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の加速度の前進の運動学的グラフである。

20

【図 6 B】本発明の一実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の速度の前進の運動学的グラフである。

【図 6 C】本発明の一実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の位置の前進の運動学的グラフである。

【図 7 A】本発明の他の実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の加速度の後進の運動学的グラフである。

【図 7 B】本発明の他の実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の速度の後進の運動学的グラフである。

【図 7 C】本発明の他の実施形態によるスキャニング装置と関連する基板の位置の後進の運動学的グラフである。

30

【図 8】本発明の他の実施形態によるスキャニング装置と関連するトルクの後進の運動学的グラフである。

【図 9】本発明の他の実施形態による基板を処理する方法のブロックダイアグラムである。

【符号の説明】

【0038】

100 スキャニング機構

105 基部

110 回転サブシステム

115 第 1 リンク

40

120 第 2 リンク

125 第 1 ジョイント 125

127 第 1 軸

128 第 1 回転方向

130 第 2 ジョイント

133 第 2 回転方向

132 第 2 軸

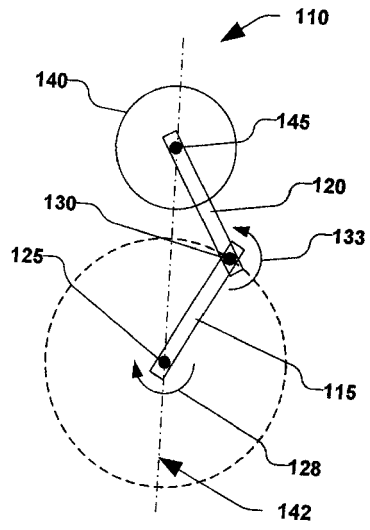
134 第 1 回転パス

135 第 2 回転パス

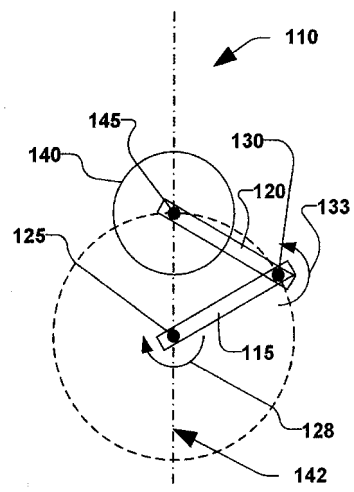
140 エンドエフェクタ

50

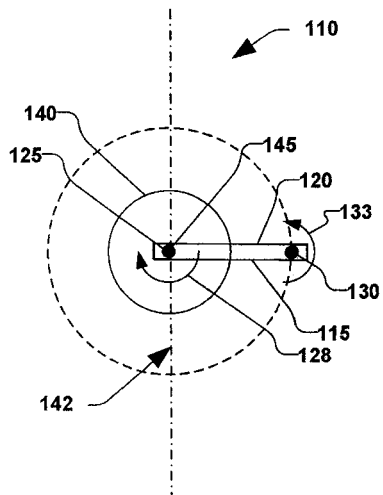
【図 2 B】



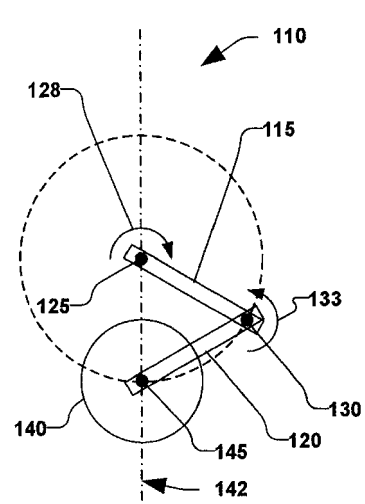
【図 2 C】



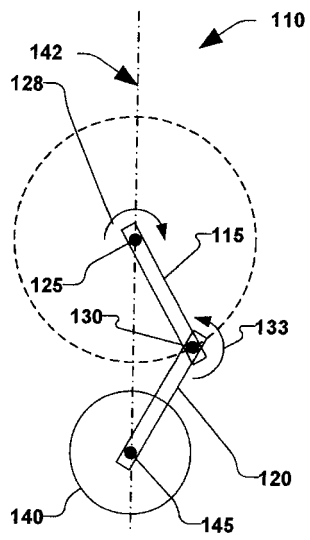
【図 2 D】



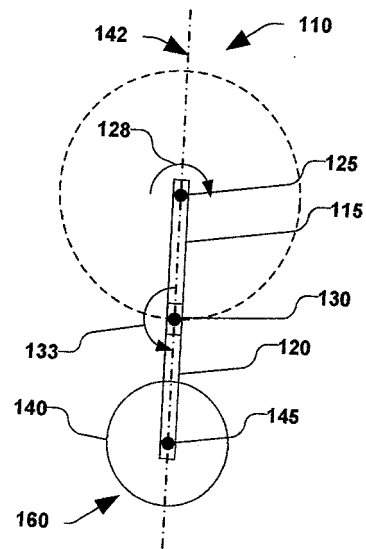
【図 2 E】



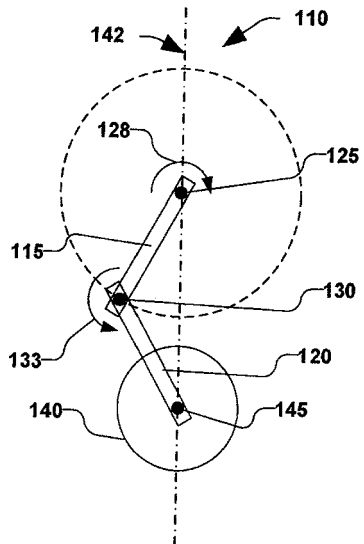
【図 2 F】



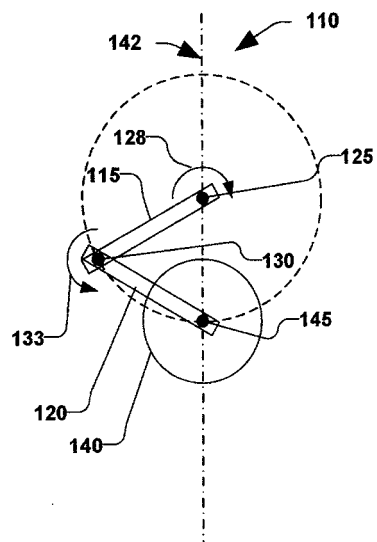
【図 2 G】



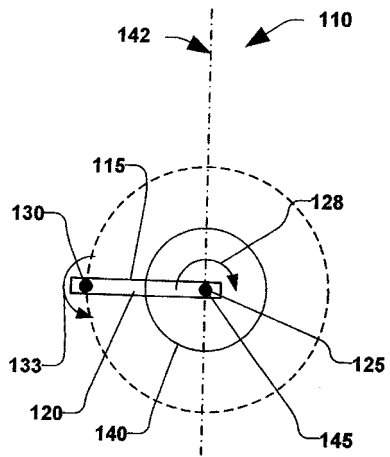
【図 2 H】



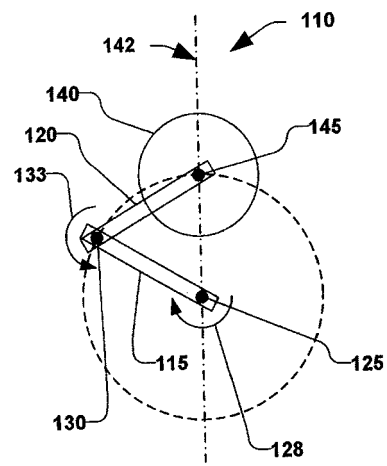
【図 2 I】



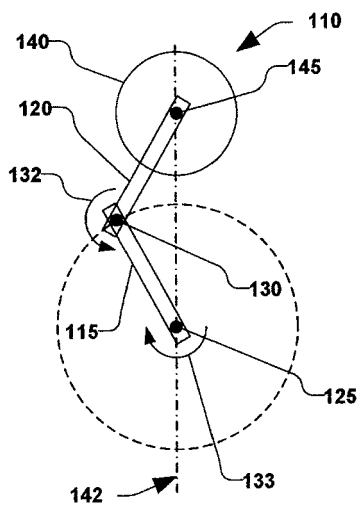
【 図 2 J 】



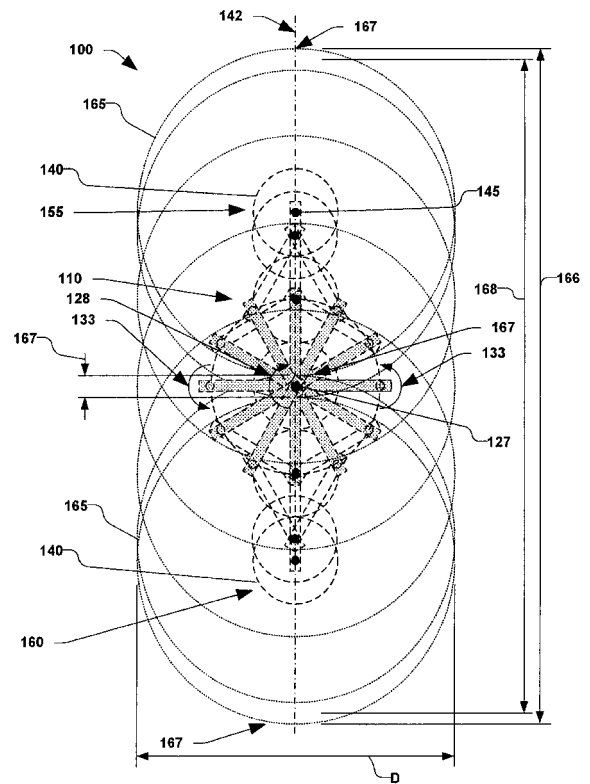
【 図 2 K 】



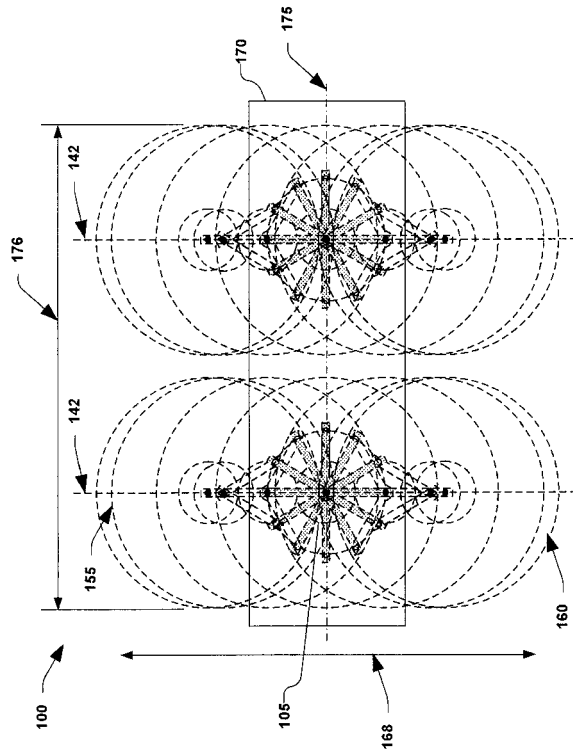
【 図 2 L 】



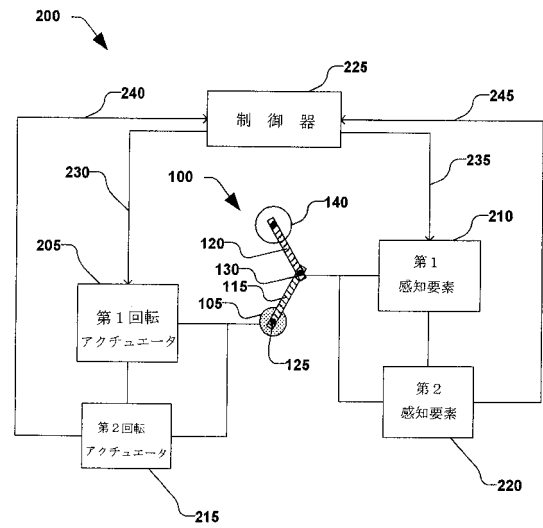
【 図 3 】



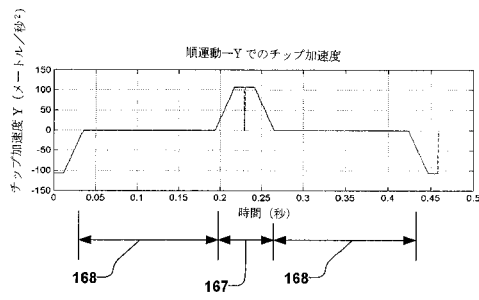
【図 4】



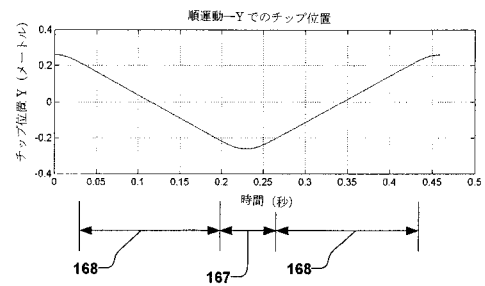
【図 5】



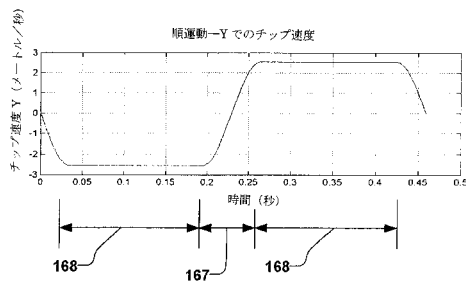
【図 6 A】



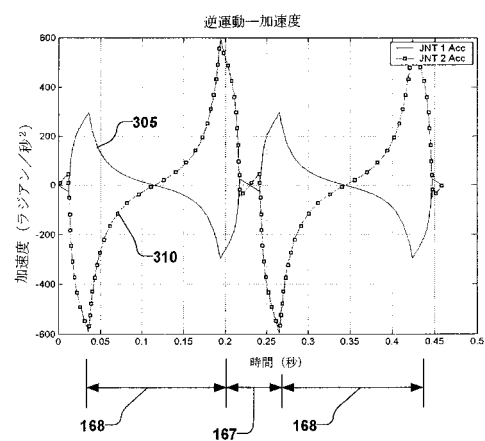
【図 6 C】



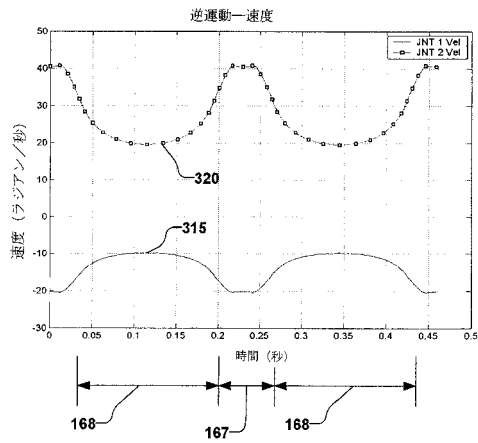
【図 6 B】



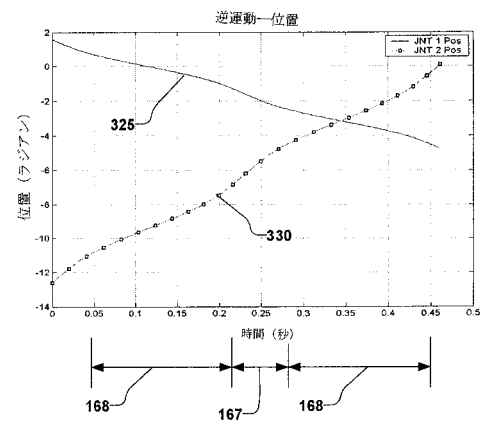
【図 7 A】



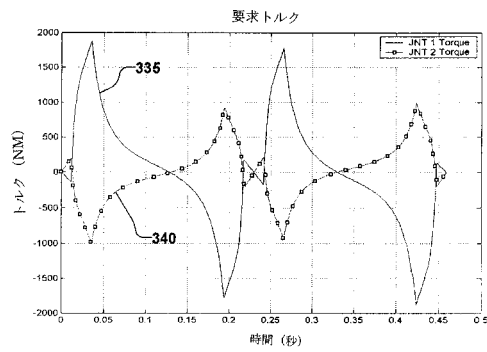
【図 7 B】



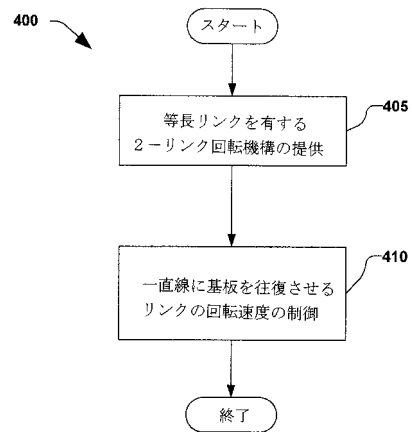
【図 7 C】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100135035
弁理士 田上 明夫
- (74)代理人 100131266
弁理士 高 昌宏
- (74)代理人 100093193
弁理士 中村 壽夫
- (74)代理人 100104385
弁理士 加藤 勉
- (74)代理人 100093414
弁理士 村越 祐輔
- (74)代理人 100131141
弁理士 小宮 知明
- (72)発明者 マイケル ローンヌー
アメリカ合衆国 マサチューセッツ アクトン ロングメドウ ウエイ 1
- (72)発明者 メラン アズディーガ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ シュルーズバリー パーチ ブラッシュ ロード 1
- (72)発明者 ジョセフ フェラーラ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ミドルトン スクール ストリート 16
- F ターム(参考) 5C034 CC10