

(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2005-12996

(P2005-12996A)

(43) 公開日 平成17年1月13日(2005.1.13)

(51) Int.C1.⁷

H02K 41/025

H01L 21/027

H02P 7/00

F 1

H02K 41/025

A

テーマコード(参考)

5 F 04 6

H02P 7/00

5 F 05 6

H01L 21/30

5 H 54 0

H01L 21/30

5 H 64 1

H01L 21/30

5 4 1 L

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2004-156996(P2004-156996)

(22) 出願日

平成16年5月27日(2004.5.27)

(31) 優先権主張番号

03076645.5

(32) 優先日

平成15年5月28日(2003.5.28)

(33) 優先権主張国

欧州特許庁(EP)

(71) 出願人

504151804

エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ

ーテン フエンノートシャップ

オランダ国 フェルトホーフェン、デル

ン 6501

(74) 代理人

100066692

弁理士 浅村皓

(74) 代理人

100072040

弁理士 浅村肇

(74) 代理人

100072822

弁理士 森徹

(74) 代理人

100080263

弁理士 岩本行夫

最終頁に続く

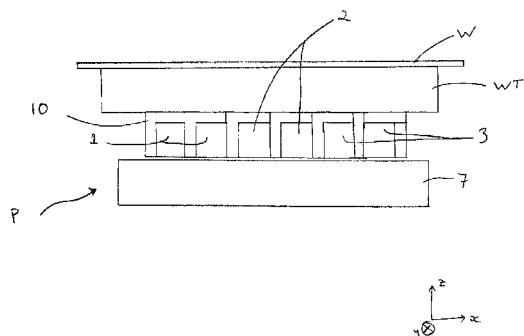
(54) 【発明の名称】リトグラフ装置、素子製造方法およびこの方法で製造される素子

(57) 【要約】

【課題】リトグラフ投影装置においてマスク・ホルダーを投影ビームに対して位置決めする、またウェーハ・テーブルを投影ビームに対して位置決めするように、第一および第二の部分を互いに対し高精度に移動制御でき、真空中でも使用できる安価な移動装置を提供する。

【解決手段】本発明の移動装置は、第一の部分である三相コイル装置1, 2, 3と、第二の部分であるプラテン7とを含む。第一および第二のコイル装置1, 2, 3は電流供給源8によって交流電流を供給される。プラテン7は、電流がコイル装置に供給されたときに誘導磁界が発生する領域内に配置される。コイル装置およびプラテンは、コイルに電流が流されたときにプラテンに生じる磁界がプラテンとコイルとの間に第一および第二の方向へ向かう移動を引き起こすように配列される。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに対し移動可能な第一の部分および第二の部分を含み、第一の部分は第一の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第一のコイル装置および第二の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第二のコイル装置を含み、前記第一および第二の方向は一平面内に位置し、使用時に前記第一および第二の複数の巻線にそれぞれ電流が流される移動装置であって、

前記第二の部分は、前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流によって誘導磁界が発生される領域にて前記第一の部分に隣接配置された導電性プラテンを含み、前記第一および第二のコイルを流れる電流によって前記プラテンに磁界を誘起すること、および

前記装置は複数位相の交流電流を前記第一および第二のコイル装置に供給するための交流電流供給源をさらに含み、前記第一の複数の巻線を流れる前記電流が前記プラテンに誘導磁界を発生し、前記第一および第二の複数の巻線の磁界と前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流により前記プラテンに誘起された磁界との間の位相差が、前記第一および第二の部分にそれぞれ第二および第一の方向、および第三の異なる方向へ向かう力を互いに作用させ、前記第三の方向は前記平面に対して角度をなすことを特徴とする移動装置。
。

【請求項 2】

前記第三の方向が前記平面に実質的に直角である請求項 1 に記載された移動装置。

【請求項 3】

前記プラテンが非磁性材料を含む請求項 1 または請求項 2 に記載された移動装置。

【請求項 4】

前記プラテンが銅、ステンレス鋼、チタンまたはアルミニウムを含む請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 5】

前記プラテン中実である請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 6】

前記第一、第二および第三の方向がそれぞれ x , y , z 方向であり、前記方向は互いに対し実質的に相互に直角に配列されている請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 7】

第一および第二の部分の互いに対する移動を制御するために移動制御手段をさらに含み、前記制御手段は前記第一および第二のコイル装置に供給される交流電流を制御する請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 8】

前記制御手段が所定の移動を与えるために交流電流の周波数を制御する請求項 7 に記載された移動装置。

【請求項 9】

前記制御手段が所定の移動を与えるために交流電流の強さを制御する請求項 7 または請求項 8 に記載された移動装置。

【請求項 10】

前記制御手段が所定の移動を与えるために交流電流の位相を制御する請求項 7 から請求項 9 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 11】

前記プラテンが前記第一および第二の方向へ実質的に延在する請求項 1 から請求項 10 までのいずれか一項に記載された移動装置。

【請求項 12】

第一の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第一のコイル装置を形成する段階と、第二の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第二のコイル

10

20

30

40

50

装置を形成する段階とを含み、前記第一および第二の方向は一平面内に位置し、使用時に前記複数の巻線にそれぞれ電流が流されるような、第二の部分に対して第一の部分を移動させる方法であって、

前記第二の部分に、前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流によって誘導磁界が発生される領域にて前記第一の部分に隣接配置される導電性プラテンを設け、前記第一および第二のコイルを流れる電流に前記プラテンに磁界を誘起させる段階、および

複数位相の交流電流を前記第一および第二のコイル装置に供給するための交流電流供給源を設け、前記第一の複数の巻線を流れる前記電流が前記プラテンに誘導磁界を発生し、前記第一および第二の複数の巻線の磁界と前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流により前記プラテンに誘起された磁界との間の位相差が、前記第一および第二の部分にそれぞれ第二および第一の方向、および前記平面に対して角度をなす第三の異なる方向へ向かう力を互いに作用させるようになす段階とを含むことを特徴とする移動方法。
10

【請求項 1 3】

放射投影ビームを形成する放射系と、

放射投影ビームを所望のパターンに応じてパターン化するように作用するパターン形成手段を保持する支持構造と、

基板を保持する基板テーブルと、

パターン形成されたビームを基板のターゲット箇所に投影するための投影系と、

前記基板および前記パターン形成されたビームを互いに対して移動させるための移動装置であって、互いに対して移動可能な第一の部分および第二の部分を含み、第一の部分は第一の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第一のコイル装置および第二の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第二のコイル装置を含み、前記第一および第二の方向は一平面内に位置し、使用時に前記第一および第二の複数の巻線にそれぞれ電流が流されるようになっている移動装置とを含むリトグラフ投影装置であって、
20

前記第二の部分は、前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流によって誘導磁界が発生される領域にて前記第一の部分に隣接配置された導電性プラテンを含み、前記第一および第二のコイルを流れる電流によって前記プラテンに磁界を誘起すること、および

前記装置は複数位相の交流電流を前記第一および第二のコイル装置に供給するための交流電流供給源をさらに含み、前記第一の複数の巻線を流れる前記電流が前記プラテンに誘導磁界を発生し、前記第一および第二の複数の巻線の磁界と前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流により前記プラテンに誘起された磁界との間の位相差が、前記第一および第二の部分にそれぞれ第二および第一の方向、および第三の異なる方向へ向かう力を互いに作用させ、前記第三の方向は前記平面に対して角度をなすことを特徴とするリトグラフ投影装置。
30

【請求項 1 4】

放射光感応材料の層で少なくとも部分的に覆われた基板を準備する段階、

放射系を使用して放射投影ビームを形成する段階、

投影ビームの横断面にパターンを形成するためにパターン形成手段を使用する段階、

放射光感応材料の層のターゲット箇所に放射投影ビームを投影する段階、
40

前記パターン化されたビームに対して前記基板を移動させるために請求項 1 記載された移動装置を準備する段階と、

前記移動装置を前記基板に連結する連結手段を準備する段階とを含む素子製造方法。

【請求項 1 5】

放射線投影ビームを形成する放射系と、

投影ビームを所望のパターンに応じてパターン化するように作用するパターン形成手段を支持する支持構造と、

請求項 1 に記載された移動装置とを含み、前記移動装置は連結手段によって前記支持構造に連結され、前記支持構造を前記投影ビームに対して移動させるようになされたリトグラフ投影装置。
50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、

放射投影ビームを供給する放射系と、

所望パターンに従って投影ビームをパターン化するように作用するパターン形成手段を支持する支持構造と、

基板を保持する基板テーブルと、

パターン化したビームを基板のターゲット箇所へ投影する投影系と、

互いに対し移動可能な第一の部分および第二の部分を含む移動装置であって、第一の部分は第一の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第一のコイル装置および第二の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第二のコイル装置を含み、第一および第二の方向は一平面内に位置され、使用時に第一および第二の複数の巻線にそれぞれ電流が流される移動装置とを含むリトグラフ投影装置に関する。 10

【0002】

しかしながら本発明はリトグラフ装置および方法に限定されず、さらに六つの自由度で互いに対して移動可能な第一および第二の部分を含む移動装置に関する。

【0003】

本明細書で使用する「パターン形成手段」なる用語は、基板のターゲット箇所に形成すべきパターンに応じてパターン形成された横断面を、入射する放射ビームに付与するために使用できる手段を示すものと広く解釈しなければならない。「光弁」なる用語もこれに関連して使用することができる。一般に前記パターンは、ターゲット箇所に形成されるべき素子、例えば集積回路その他の素子（以下を参照のこと）の特定の機能層に対応する。例えば、そのようなパターン形成手段の例として以下のものが含まれる。 20

【0004】

マスク。マスクの概念はリトグラフにおいて良く知られており、それには二値形式、交番位相変位形式および減衰位相変位形式のマスク、ならびに各種形式のハイブリッド・マスクが含まれる。放射ビーム内にこれらのマスクを配置すると、マスクのパターンに応じてマスクに当たる放射光の選択的な透過（透過式マスクの場合）または反射（反射式マスクの場合）を生じる。マスクの場合、支持構造は一般にマスク・テーブルとされ、入射する放射ビーム内の所望位置にマスクを保持できること、および望まれるならばそのビームに対して移動できることを保証する。 30

【0005】

プログラム可能なミラー配列。この装置の一例は粘弾性制御層と反射面とを有するマトリックス・アドレス指定可能面である。そのような装置の基本的原理は、（例えば）反射面のアドレス指定された面積部分が入射光を回折光として反射する一方、アドレス指定されない面積部分は入射光を非回折光として反射することである。適当なフィルタを使用することで、前記非回折光をそのフィルタにより反射ビームから除外して回折光のみを残すことができる。このようにして、ビームはマトリックス・アドレス指定可能面のパターンをアドレス指定することでパターン化されることになる。プログラム可能なミラー配列の他の実施例は、複数の小さなミラーのマトリックス配列を使用するもので、各々のミラーは適当な局所電界を付与することで、または圧電作動手段を使用することで軸線のまわりに個別に傾動させることができる。再び述べるが、ミラーはマトリックス・アドレス指定することが可能であり、アドレス指定されたミラーは入射する放射ビームをアドレス指定されないミラーへ向かう以外の方向へ反射する。これにより反射ビームはマトリックス・アドレス指定可能なミラーのアドレス指定パターンに応じてパターン化することができる。要求されるマトリックスのアドレス指定は適当な電子手段を使用して実行できる。上述したいずれの場合においても、パターン形成手段は一つ以上のプログラム可能なミラー配列を含むことができる。本明細書で言及するミラー配列に関するさらなる情報は、例えば米国特許第5296891号および同第5523193号、およびPCT特許出願WO9 40

8 / 3 8 5 9 7 および W O 9 8 / 3 3 0 9 6 から得ることができ、本明細書にその記載内容全体が援用される。プログラム可能なミラー配列の場合には、前記支持構造は例えばフレームまたはテーブルとして具現することができ、それらは要求に応じて固定されるか、移動可能とすることができる。

【 0 0 0 6 】

プログラム可能な L C D 配列。この構造の例は米国特許第 5 2 2 9 8 7 2 号に与えられており、本明細書にその記載内容全体が援用される。上述したように、この場合の支持構造は例えばフレームまたはテーブルとして具現でき、それらは要求に応じて固定されたり、移動可能とすることができる。

【 0 0 0 7 】

簡明化のために以降の説明は、幾つかの部分で特にマスクおよびマスク・テーブルを備えた例に向けられる。しかしながらそれらの例で説明される一般的な基本は、上述したようなパターン形成手段の広い範囲で理解されねばならない。

【 0 0 0 8 】

リトグラフ投影装置は例えば集積回路 (I C) の製造に使用できる。この場合、パターン形成手段は I C の個々の層に対応する回路パターンを形成し、このパターンが放射光感応材料 (レジスト) の層を被覆されている基板 (シリコン・ウェーハ) 上のターゲット箇所 (例えば一つ以上のダイを含む) 上に結像することができる。一般に、一つのウェーハは投影系によって一度に一つずつ連続して照射される隣接したターゲット箇所のネットワーク全体を含む。マスク・テーブル上のマスクによってパターン化する現在の装置において、二つの異なる形式の機械に区別できる。一方の形式のリトグラフ投影装置では、一回の行程でターゲット箇所にマスク・パターン全体を露光することで各ターゲット箇所が照射される。このような装置は一般にウェーハ・ステッパまたはステップ繰返し装置と称される。一般にステップ - 走査装置と称される他方の装置では、与えられた基準方向 (「走査」方向) に投影ビームでマスク・パターンを順次走査することで各ターゲット箇所が照射され、この間、基板テーブルが同期してその方向と平行または非平行に走査される。一般に投影系は倍率係数 M (一般に 1 よりも小さい) を有するので、基板テーブルが走査される速度 V はマスク・テーブルが走査される速度の M 倍になる。本明細書に記載するリトグラフ投影装置に関するさらなる情報は、例えば米国特許第 6 0 4 6 7 9 2 号から得ることができ、本明細書にその記載内容全体が援用される。

【 0 0 0 9 】

リトグラフ投影装置を使用した製造工程において、パターン (例えばマスクの) が放射光感応材料 (レジスト) の層を少なくとも部分的に被覆されている基板に結像される。この結像段階に先立ち、基板は各種の処理、例えばプライミング処理、レジスト被覆および軽い焼成が行われ得る。露光後に基板は他の処理、例えば露光後焼成 (P E B) 、現像、強い焼成および結像状態の測定 / 検査を行われる。この処理の並びは素子例えば I C の個々の層をパターン形成するための基本として使用される。このようにしてパターン形成された層はその後に各種の工程、例えばエッチング、イオン移入 (ドーピング) 、金属化処理、酸化処理、化学機械研磨などを行われる。これらの処理の全ては個々の層の仕上げを目的として行われる。幾つかの層が必要とされるならば、各々の新たな層に対してこの工程の全てまたはその変形工程が繰返して行われなければならない。最終的に、素子の配列が基板 (ウェーハ) に与えられる。これらの素子はその後ダイシングまたはソーリングのような技法で互いに分離され、そこから個々の素子はキャリヤに対して取付けられたり、ピンに対して連結されるなどが行える。このような工程に関するさらなる情報は、例えば「マイクロチップの製造：半導体処理のための実際的なガイド」第三版、ピーター・ファン・ツアント、マグロー・ヒル出版社、1997年、I S B N 0 - 0 7 - 0 6 7 2 5 0 - 4 の書物から得ることができ、本明細書にその記載内容全体が援用される。

【 0 0 1 0 】

簡明化のためにこの投影系は以下に「レンズ」と称される。しかしながら、この用語はさまざまな形式の投影系を包含するものと広く解釈されるべきであり、そのような投影系

10

20

30

40

50

には例えば屈折光学装置、反射光学装置、カタディオプトリック（反射屈折）系が含まれる。放射系は放射投影ビームの方向決め、成形、または制御を行うためのいずれかの設計に応じて作動される部材も含む。それらの部材も以下に集合体として、または単独で「レンズ」と称されることもある。さらに、リトグラフ装置は二つ以上の基板テーブル（および（または）二つ以上のマスク・テーブル）を有する形式のものとすることができます。そのような「多段」装置では、付加テーブルは平行的に使用されることができ、または準備段階が一つ以上のテーブルで実行される間に他の一つ以上のテーブルが露光に使用されるようになる。二段リトグラフ装置は、例えば米国特許第5969441号およびWO98/40791に記載されており、本明細書にその記載内容全体が援用される。

【背景技術】

10

【0011】

第一、第二および第三の異なる方向、および各方向と同じ方向の回転の六つの自由度で互いに対し移動可能な第一および第二の部分を含む移動装置は周知である。そのような装置はWO01/18944に記載されており、なかんずく集積回路を製造するウェーハ・ステッパーに使用できる。この装置は第一および第二の部分を含む。第一の部分はx-y面内を延在し、その面上に永久磁石が特定の配列で固定される。第二の部分は電気コイル装置を含み、それらの電気コイルは実質的にx-y面内を延在するように特に配列される。第二の部分は第一の部分からz方向へ変位され、x-y面内の第一の部分に対して特定の関係に配置される。コイルに電流が流されると、プラテン上に配置されている永久磁石の磁界に対してコイルを流れる電流で発生された磁界の相互作用によって、第一の部分および第二の部分の間に力が発生する。この発生する力はコイルを流れる電流の大きさまたは量と、コイルの形状と、永久磁石の強さ、種類および形状と、コイルに対するそれらの磁石の空間的な配列とに応じて決まる。第二の部分はx-yステージに連結されており、x-yステージはリトグラフ装置のウェーハ・ステージとすることができます。このようにして、ウェーハ・ステージは投影ビームを受けるために所定位置に移動することができる。

20

【0012】

WO01/18944に記載された装置はこの分野では同期平面モーターと称される。この装置は、その動きがステージを予め定められた位置へ駆動することから、モーターと称することができる。コイルによって発生される磁界は永久磁石の磁界と同期するように配列されるので、「同期」である。「平面」は、装置が二方向に、すなわち平面内を移動するので、それらの装置を説明するのに使用される。製造工程の或る段階は一方向への移動を要求する。例えば、リトグラフ装置では、焦点板のステージはy方向と実質的に平行な方向へ移動する。他のステージは二座標軸方向へ実質的に移動する。例えば、リトグラフ装置では、ウェーハ・ステージはxおよびy方向に実質的に移動する。線形モーターを使用した従来の解決策は、平面内での移動を行うために、HまたはT形構造に配列された線形モーターのスタックを必要としている。空気軸受と組合わされた線形モーターのスタックを使用することによる問題点は、極紫外光（EUV）または電子束による結像に必要な真空状態においてそのスタックを使用できないことである。さらに、平面モーターは一般にH構造よりも軽い。移動質量が小さいので、力に対して一層大きな加速度を得ることができる。

30

【0013】

WO01/18944に記載された装置および他の従来の同期平面モーターは非常に高価である。第二の部分に必要とされる磁石の価格は非常に高い。

40

【0014】

さらに、磁石配列は、要求される精度での移動を行うために、注意深い且つまた費用のかかる整合を必要とする。このために、ホール・センサーが使用され、正確な位置測定が常に要求される。

【0015】

さらに、従来の平面モーターでは、シータZ（theta Z）方向の回転は制限される

50

。何故なら、磁石プレートを有するモーターは、磁石プレートの磁石をコイルに整合させることを要求するからである。

【0016】

さらに、位置決め装置は、粗い位置決めを行う長いストロークのモーターと、精度の高い位置決めを行う短いストロークのモーターとをしばしば含む。リトグラフ装置の位置決め装置では、長いストロークのモーターは±1マイクロメーターの精度で位置決めするのに対して、短いストロークのモーターは±1ナノメーターでの精度で整合を行う。従来技術の上述した同期平面モーターは長いストロークのモーターとして従来使用されている。

【0017】

本発明の発明者は、WO01/18944に記載された装置および他の従来装置は、長いストロークのモーターの磁石が長いストロークのモーターから短いストロークのモーターへ望ましくない干渉が生じる問題の影響を受けることを見出した。10

【0018】

従来のモーターの他の問題点は、従来のモーターの全てが同時代のリトグラフ装置に使用するのに適当とはいえないことである。集積回路は基板の小さな面積部分に備えられている非常に多数の要素を含む。できるだけ多数の要素を基板に取付けるために、小さな造作寸法である要求が高まっている。投影ビームで描かれた造作の最小寸法は、投影ビームの波長によって決定される。したがって、深紫外光も含む同時代の投影ビームは、極紫外光(EUV)、電子ビーム、およびイオン・ビームによる投影も含むことができる。他の投影ビームに比較して、EUV、電子ビームおよびイオン・ビームによる投影は真空中で行われねばならない。本発明の発明者は、幾つかの従来のウェーハ位置決め装置が真空中での使用に不適当であることを見出した。例えば、空気軸受やボール軸受を有するモーターは特別な事前準備を行わないと真空中で使用するには不適でなく、それらは例えば差動空気軸受を構成することが必要とされる。20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明の目的は、第一および第二の部分を互いに対し六つの自由度で移動でき、また従来装置に関して上述した欠点の少なくとも一つに対処できる移動装置を提供することである。30

【課題を解決するための手段】

【0020】

この目的および他の目的は、冒頭に記載したリトグラフ装置において、第二の部分は第一および第二の複数の巻線を流れる電流により誘導磁界が生じる領域内で第一の部分に隣接して配置された導電性プラテンを含み、第一および第二のコイルを流れる電流が前記プラテンに磁界を誘起させること、および

この装置が複数位相の交流電流を第一および第二のコイル装置に供給するための交流電流供給源さらに含み、第一の複数の巻線を流れる電流がプラテンに誘導磁界を発生し、第一および第二の複数の巻線の磁界と、第一および第二の複数の巻線を流れる電流によりプラテンに誘起された磁界との間の位相差が第一および第二の部分にそれぞれ第二および第一の方向、および第三の異なる方向へ向かう力を互いに作用させ、第三の方向は前記平面に対して角度をなすことを特徴とする本発明によって達成される。40

【0021】

この装置は、従来装置で必要とされた高価且つ重量の大きな磁石配列を排除できる利点を与える。この代わりに、導電性プラテンが使用される。第二の部分の電気コイル装置に適当な電流を供給することで、導電性プラテンに磁界が誘起される。これらの磁界は電気コイル装置を流れる電流と相互作用して、移動装置の第一および第二の部分の間に力を与える。電気コイル装置を流れる電流の強さ、周波数、位相またはその組合せの少なくとも一つを制御することで、六つの自由度での移動制御が達成される。本発明の装置は従来技術の装置に優るさらなる利点を有し、それは長いストロークおよび短いストロークのモー50

タードラシの磁気干渉が抑制されることである。この装置は真空中で機能できる。本発明は、磁石プレートに対するコイルの整合を必要としないので、従来のモーターに比べてシータZ方向が制限されるというさらなる利点を与える。さらに改良された制御には相対速度または位置の情報が必要であるということが言える。

【0022】

好みの実施例では、プラテンは銅、ステンレス鋼、アルミニウムまたはチタンを含む。これらの材料は磁界を誘起できる最適環境を与え、正確な移動を行えることが見い出されている。

【0023】

他の好みの実施例では、制御手段は第一および第二の部分の互いに対する移動制御を行い、前記制御手段は第一および第二のコイル装置に供給される交流電流を制御する。第一および第二のコイル装置に供給される交流電流の制御は、ベクトル制御によって移動装置の正確な制御を可能にすることが見い出されている。

【0024】

さらに他の好みの実施例では、コイル装置に供給される電流の周波数、強さまたは位相はそれぞれ制御される。これらのパラメータは特に要求される力の正確な発生を達成できることが見い出されている。

【0025】

本発明の他の概念によれば、

放射光感応材料の層で少なくとも部分的に覆われた基板を準備する段階と、

放射系を使用して放射投影ビームを形成する段階と、

投影ビームの横断面にパターンを形成するためにパターン形成手段を使用する段階と、

放射光感応材料の層のターゲット箇所に放射投影ビームを投影する段階と、

前記パターン化したビームに対して前記基板を移動させるために請求項1による移動装置を準備する段階と、

前記移動装置を前記基板に連結する連結手段を準備する段階とを含む素子製造方法が提供される。

【0026】

本発明のさらに他の概念によれば、互いに対して移動可能な第一の部分および第二の部分を含み、第一の部分は第一の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第一のコイル装置と第二の方向へ延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む第二のコイル装置とを含み、前記第一および第二の方向は一平面内に位置されており、使用時に第一および第二の複数の巻線にそれぞれ電流が流される移動装置であって、

前記第二の部分は前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流により誘導磁界が生じる領域内で前記第一の部分に隣接して配置された導電性プラテンを含み、前記第一および第二のコイルを流れる電流が前記プラテンに磁界を誘起させること、および

前記装置が複数位相の交流電流を前記第一および第二のコイル装置に供給するための交流電流供給源さらに含み、前記第一の複数の巻線を流れる前記電流が前記プラテンに誘導磁界を発生し、前記第一および第二の複数の巻線の磁界と、前記第一および第二の複数の巻線を流れる電流により前記プラテンに誘起された磁界との間の位相差が前記第一および第二の部分にそれぞれ前記第二および第一の方向、および第三の異なる方向へ向かう力を互いに作用させ、前記第三の方向は前記平面に対して角度をなすことを特徴とする移動装置が提供される。

【0027】

本明細書ではICの製造に本発明による装置を使用することを特別に引用するが、そのような装置は他の多くの可能な応用例があることを明確に理解しなければならない。例えば、一体型光学系、磁気定義域メモリのガイダンスおよび検出パターン、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッドなどの製造に使用できる。当業者は、そのような他の応用例に関して本明細書での「焦点板」、「ウェーハ」または「ダイ」という用語のどのような使用も、それより一般的な用語「マスク」、「基板」および「ターゲット箇所」で置き換えられ

10

20

30

40

50

ると考えねばならない。

【0028】

本明細書では、「放射光」および「ビーム」という用語は、紫外(UV)線(例えば、365, 248, 193, 157または126nmの波長を有する)および極紫外(EUV)線(例えば、5~20nmの範囲の波長を有する)を含むあらゆる種類の電磁放射線、ならびにイオン・ビームや電子ビームのような粒子ビームを包含するように使用される。

【0029】

本発明の実施例が添付図面を参照して単に例として以下に説明される。図面において同じ符号は同じ部分を示している

【実施例1】

【0030】

図1は本発明の特定の実施例によるリトグラフ投影装置1を模式的に示している。この装置は、

放射光(例えば、193nmの範囲の波長を有する深紫外放射線、極紫外(EUV)放射線、電子ビーム放射線またはイオン・ビーム放射線)の投影ビームPBを供給する放射系であって、この特別な例では放射源LAも含む放射系EX, ILと、

マスクMA(例えば、焦点板)を保持するためのマスク・ホルダーを備え、部材PLに対してマスクを正確に位置決めするための第一の位置決め手段PMに連結された第一の物品用テーブルMT(マスク・テーブル)と、

基板W(例えば、レジストを被覆したシリコン・ウェーハ)を保持するための基板ホルダーを備え、部材PLに対して基板を正確に位置決めするための第二の位置決め手段PWに連結された第二の物品用テーブルWT(基板テーブル)と、

マスクMAの照射された部分を基板Wのターゲット箇所C(例えば、一つ以上のダイを含む)に結像させるための投影系(「レンズ」)PL(例えば、光学レンズ系)とを含む。

【0031】

本発明の移動装置(図1に示されていない)は、図1に示した実施例では、第一の位置決め手段PMおよび(または)第二の位置決め手段PWに組込むことができる。図1に示した実施例では、移動装置D(図1に示されていない)は部材PLに対してマスクおよび(または)ウェーハを正確に位置決めするために使用できる。

【0032】

本明細書に記載するように、この装置は反射式(すなわち、反射マスクを有する)である。しかしながら一般に、例えば透過式(透過マスクを有する)としてもできる。これに代えてこの装置は、上述で引用した形式のプログラム可能なミラー配列のような別の形式のパターン形成手段を使用することもできる。

【0033】

放射源LA(例えば水銀ランプ、クリプトン・フルオライド励起レーザー、またはプラズマ源)が放射ビームを発生する。このビームは直接に、または例えばビーム拡張機EXのような調整手段を経た後に、照射系(照射装置)ILへ送られる。照射装置ILはビーム内の強度分配の外側および(または)内側の半径方向範囲(一般にそれぞれアウターおよびインナーと称される)を設定する調整手段AMを含むことができる。さらに、集積光学装置INおよびコンデンサCOのような他のさまざまな要素を一般に含む。このようにしてマスクMAに当たるビームPBは横断面において所望の均等性および強度分配を有する。

【0034】

図1について、放射源LAはリトグラフ投影装置のハウジングの内部に位置されるが(例えば、放射源LAが水銀ランプである場合にはしばしばこのようにされる)、リトグラフ投影装置から離れて位置されて、その放射ビームが装置内へ導かれるようになれる(例えば、適当な方向決めミラーによる)こともできることに留意しなければならない。後者の方法は、放射源LAが励起レーザーの場合にしばしば採用される。本発明および特許

請求の範囲はそれらの両方の方法を包含する。

【0035】

ビーム P B は実質的にマスク M A で遮断される。マスク M A はマスク・テーブル M T に保持されている。マスク M A を横断したビーム P B はレンズ P L を通る。このレンズ P L は基板 W のターゲット箇所 C にビーム P B の焦点を合わせる。本発明の移動装置を組込んだ第二の位置決め手段 P W (および干渉式測定手段 I F) によって、例えば、ビーム P B の経路内に別のターゲット箇所 C を位置決めするように基板テーブル W T を正確に移動することができる。同様に、例えば、マスク保管部からマスク M A を機械的に取出した後、または走査の間に、ビーム P B の経路に対してマスク M A を正確に位置決めするために、第一の位置決め手段 P M が使用できる。一般に物品用テーブル M T , W T の動きは長いストロークのモジュール（粗い位置決め）と、短いストロークのモジュール（微細な位置決め）とで実現されるのであり、それらは図 1 に明確には示されていない。しかしながらウェーハ・ステッパの場合には（ステップ走査装置とは逆に）、マスク・テーブル M T は短いストロークのアクチュエータに連結されるか、固定されることができる。マスク M A および基板 W はマスク整合マーク M 1 , M 2 および基板整合マーク P 1 , P 2 使用して整合することができる。10

【0036】

記載した装置は二つの異なる方法で使用することができる。

【0037】

1. ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T は基本的に静止され、マスク像の全体が一行程（すなわち一回の「フラッシュ」）でターゲット箇所 C に投影される。その後に基板テーブル W T は x 方向および（または）y 方向へ移動され、別のターゲット箇所 C がビーム P B で照射されるようになされる。20

【0038】

2. 走査モードでは、所定のターゲット箇所 C が一回の「フラッシュ」で露光されない以外は、基本的に同じ手順が適用される。これに代えてマスク・テーブル M T は、投影ビーム P B がマスク像を走査するように速度 v で所定の方向（いわゆる「走査方向」、例えば y 方向）へ移動されることがある。同時に、基板テーブル W T は速度 V = M v で同じ方向または反対方向へ移動される。ここで、M はレンズ P L の倍率（典型的に M = 1 / 4 または 1 / 5 ）である。このようにして比較的大きなターゲット箇所 C を解像度を落とさずに露出することができる。30

【0039】

論理的な裏付け

他の好ましい実施例が示唆に説明される前に、本発明の論理的な裏付けが図 2 を参照して与えられる。以下の説明において、「三相コイル装置」または「三相フォーサー（ force ）」という表現は、図 2 に示すように互いに同じ方向へ延在する長手方向軸線を有して互いに隣接して配置されることが好ましい三つの巻線の一次元配列を含むコイル装置 1 , 2 , 3 を指す。しかしながら、本発明はこれに限定されない。本発明は二個より多いまたは等しいあらゆる数のコイル装置による応用例を有する。巻線は或る程度重なることもある。二相装置が使用されるならば、位相差は三相装置の場合の 120° に代わって 90° となる。装置当たりの巻線の最小数は二である。コイル装置の最小数は三である。例えば、図 6 はフォーサーとも称される四つのコイル装置を示しており、各コイル装置は 3 つの巻線を含んでいる。しかしながら、図 7 に示されるように四つのフォーサーの代わりに三つのフォーサーが備えられた場合にも、本発明は機能する。40

【0040】

1. 誘導原理への導入

【0041】

図 2 に示されるように、三相コイル装置 1 , 2 , 3 を考える。三相交流電流は以下の式に記載されるように巻線に供給される。

$$i_1 = I \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

(数2)

$$i_2 = I \cdot \sin(\omega \cdot t + 2\pi/3)$$

(数3)

$$i_3 = I \cdot \sin(\omega \cdot t + 4\pi/3)$$

ここで i_1, i_2, i_3 はそれぞれ巻線 1, 2, 3 を流れる電流、 I は巻線を流れる電流の強さ、および ω は電流の角周波数である。

【0042】

この電流 i_1, i_2, i_3 の形状は、流れる電流波形としても説明できる。

(数4)

$$i(x, t) = I \cdot \sin(\omega \cdot t + 2\pi \cdot x/d)$$

ここで d は三相コイル装置の水平方向の寸法である。

【0043】

電流を流す巻線 1, 2, 3 に接近させて導電性材料で作られたプラテン 7 を配置すると、図 4 を参照して、流れる電流波形と組合って経時変化する磁界がプラテンに電界を誘起する。誘導電界はその材料に、巻線を流れる電流およびそれによる磁界に対して位相の変位を有する電流分布を生じる。さらに、コイル装置と導電性プラテンとの間に、誘導電流分布とコイル装置の磁界との相互干渉による力が発生される。三相装置であるのが好ましい複数のコイル装置は、プラテン 7 とコイル装置 1, 2, 3 との間に作用する力が時間に無関係となるようにするために使用される。さらに複数のコイル装置は、それらのコイル装置 1, 2, 3 における電流分布およびプラテン 7 に誘起される電流分布の間に空間的な移動を生じる。この結果、コイル装置 1, 2, 3 とプラテン 7 との間に作用する力は垂直方向の成分（反発力）と、水平方向の成分との両方を有する。両電流分布の間のこの空間的な移動はプラテンの材料特性およびコイル装置に供給された電流の周波数とに応じて決まる。したがって、コイル装置を流れる電流の周波数を変化させることで、水平方向の力成分に対する垂直方向の力成分の比率が変化する。さらに、コイル装置に供給する電流の強さを変化させることで、発生する力の強さを変化させることができる。さらに、ベクトル制御で立証されているように、位相角によってモーターの運動を制御することができる。

【0044】

本発明の論理的な裏付けを説明したが、これにより構成された本発明の好ましい実施例が以下に説明される。図 3 は本発明による移動装置のためのコイル装置を含む第一の部分を示している。特に、この移動装置 D は第一の部分 1, 2, 3 および第二の部分 7 を含み、これらの部分は互いに対し第一および第二の方向へ移動でき、ここで第一の方向および第二の方向は一平面内に位置する。第一および第二の部分はさらにまた、その平面に対して角度をなす第三の別の方向へ移動することができる。第三の別の方向はその平面に実質的に直角に延在することが好ましい。第一、第二および第三の方向はそれぞれ y, x, z 方向で、互いに対し実質的に相互に直角に延在することが好ましい。しかしながら本発明は、適用される座標系に関して制限されない。第二の部分はプラテン 7 を含み、プラテンはリトグラフ装置のフレーム F に取付けられることが好ましい。第一の部分は第一および第二のコイル装置を含み、これらのコイル装置の各々はコイル・ブロック 1, 2, 3 を含む。コイル・ブロックは支持体上に配置された巻線を含む。第一のコイル装置は少なくとも第一の巻線を含み、この巻線は第一の方向に延在する長手方向軸線を有するように配置される。第二のコイル装置は少なくとも第一の巻線を含み、この巻線は第二の方向に延在する長手方向軸線を有するように配置される。コイル・ブロック 1, 2, 3 は、使用時にはその上に基板 W が配置される基板支持体 W T に連結される。移動装置 D は電流供給源 8 をさらに含み、この供給源はコイルに対する交流電流（AC）の供給源を形成する。電流供給源 8 で供給される電流を制御するために制御手段が備えられる。プラテン 7 は導電性材料、好ましくは銅、ステンレス鋼、アルミニウムまたはチタンのような金属であることが好ましい。プラテンは中実であることが好ましい。しかしながら、プラテンに関する

10

20

30

40

50

る唯一の要求は、導電性であるということであり、あらゆる金属および合金が使用できる。強磁性合金が使用される場合、反発力を実現することは困難となる。他の実施例では強磁性プレートが備えられ、このプレートは巻線から離れた導電性プレートの側で、導電性プレートの後方にてx-y面内に配置される。

【0045】

これに代えて、制御された吸引力が発生される。そのような実施例では、プラテンは第二の移動する部分の上方に配置される。図1で、移動装置Dは投影ビームに対してウェーハ支持体を位置決めするために使用されるとして示されているが、本発明はこれに制限されず、本発明の移動装置Dはさまざまな使用に好適である。例えば、投影ビームに対するマスク支持体の位置決めに使用できる。本発明は、一つの物品を第二の物品に対して正確に位置決めすることを要求されるいすれかの製造工程または包装工程に広く適用できる。

【0046】

例においてコイル装置はx-z面内に描かれている。特に、図3はコイル装置1, 2, 3が三つのコイルを含むことを示しており、各コイルは導電体を含む。コイル1, 2, 3は積層した鉄部材10に嵌め込まれることが好ましい。積層した鉄材にコイルを嵌め込むことは、第二の部分、すなわちプラテン7に誘起される電流に関してコイルの効率を向上させる。コイルは基板支持体WTに連結されている。図3に示すように、基板がウェーハWの場合は、その上に集積回路が形成される。基板テーブルWTは基板支持体を形成する。プラテン7はリトグラフ投影装置のフレームF上に取付けられることが好ましい。このようにして静止状態に保持される。しかしながら、本発明はこれに制限されることはない。第一または第二の部分を静止状態に保持することができる。位置決めを行われる基板は連結手段を使用して非静止部分に連結される。コイルはプラテン7のz方向にて上面に接近して配置される。特に、コイルはプラテン7のこの上面に接触せずにできるだけ近付けて配置される。プラテン7は、所定の電流がコイルに流されたときに最強の磁界が誘起されると予想される領域に配置される。プラテンはコイルの導電体が位置する平面に実質的に平行な平面内に位置されることが好ましい。プラテンは前記第一および第二の方向へ実質的に延在することが好ましい。第一の部分は前記第二の部分に対して静止されることが好ましい。第二の部分は前記第一の部分に対して移動可能であることが好ましい。さらに、第二の部分が可動部分である場合、第二の部分は前記第一の部分よりも狭い面積部分で前記第一および第二の方向へ延在することが好ましい。第一の部分が可動部分である場合、第二の部分よりも狭い面積部分で前記第一および第二の方向へ延在するのは第一の部分である。

【0047】

以下の表1に示されるようなコイル装置の作動特性を説明するために、コイル1, 2, 3を流れる電流密度は、数1, 数2, 数3にしたがって変化する。電流密度の強さは実質的に一定に保持され、周波数は1Hz ~ 10kHzの範囲で増大される。別のプラテン材料に関する移動装置の作動特性と比較するために、表1は銅プラテンおよびステンレス鋼プラテンの作動特性を含んでいる。

【0048】

説明した表1は上述したようなコイル装置およびプラテンによって立証された結果を表している。特に、本発明の移動装置によって発生された時間平均の力が与えられている。見られるように、図3のコイル装置はy方向に延在し、上述した電流密度と、xおよびz方向に力Fニュートンを生じた左欄の周波数とにおいて作動されるときにx-y面内に位置する導電体を含む。

10

20

30

40

【表1】

周波数 [Hz]	ステンレス鋼		銅	
	Fx	Fz	Fx	Fz
1	4	0	117	32
3	12	0	225	139
10	38	3	230	315
30	102	24	144	426
100	220	129	46	516
300	240	291	6	596
1000	150	421	0	658
3000	58	504	0	691
10000	7	592	-	-

【0049】

しかしながら適用された状態に応じて、六つの自由度の動きを与えるように力が発生できることが理解されるであろう。六つの自由度を締めて制御するために、さまざまなコイル装置の特定の配列が要求される。各コイル装置において、与えられた電流の強さ、周波数および位相は変数であると考えられる。三つのコイル装置を与えることで、六つの変数が得られる。コイル装置の磁界と誘導電流の磁界との間の位相差が第一、第二および第三の方向の間で方向決めされた力ベクトルを生じるということが見い出された。特に、三相コイル装置で得られた力は実質的に水平方向、すなわち第一および第二の方向によって形成された平面内に位置するか、この代わりに第一および第二の方向により形成された平面に対して角度を有して交差する方向となり得る。或る一つの特定の実施例において、力は実質的に垂直方向、すなわち第一および第二の方向により形成される平面に対して実質的に90°の角度の方向となり得る。

【0050】

さまざまな変数の間の従属を避けるために、三つのコイル装置を使用する場合に以下の制約、すなわち

各コイル装置はx - y面内で異なる配向を有していかなければならない、

コイル装置は移動装置の重心へ向かう力ベクトルを有することがあってはならない、
を満たさねばならない。

【0051】

同様に、四つ以上のコイル装置が使用される場合、同一平面内にコイルを適当に配列し、直角な二つの方向に長手方向に延在させることで、力および回転力は六つの自由度で発生できることが理解されるであろう。コイル装置と基板支持体との間を連結することにより、コイル装置に供給される電流の強さおよび周波数を変化させることで、移動装置は高精度で基板支持体の位置を決定できることが理解されるであろう。

【0052】

図4は、100Hzの周波数で作動する図3に示したコイル装置により誘起された銅プラテンの電流分布を示している。大電流分布がコイル装置の下側の領域に誘起されることが分かる。上述し、表1に示した力を発生させるのはこのような電流分布である。

【0053】

図5は本発明の移動装置用のコイル装置を三次元で示している。特に図5は、プラテン7およびx - y面に位置しy方向へ長手方向に延在するコイル装置を示している。コイル装置1, 2, 3は前記プラテン7に接近させて配置される。電流供給源8が備えられており、この電流供給源は電流供給制御装置を含み、この制御装置は予め定めた位置状況に応じて電流供給を制御して、適当な周波数および強さの交流電流を形成する。同じコイル装置(フォーサー)のコイルの間の位相シフトは固定された数値である。一般に、N相の装置は相電流の間に360°/Nの位相シフトを有する。この例外は二相コイル装置であり、これは90°の位相シフトを有する。

【0054】

図6は四つのフォーサー10, 20, 30, 40を含む。各フォーサーはx-y面に三相コイル装置含む。図6に示されるコイル配列は第一の部分1, 2, 3に含まれている。同図は四つのコイル装置10, 20, 30, 40を示しており、各コイル装置は三相コイル装置1, 2, 3 / 21, 22, 23 / 31, 32, 33 / 41, 42, 43をそれぞれ含む。コイルはそれぞれが第一の方向または第二の方向に沿って延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含むように配列される。特に、コイル装置10, 40では巻線1, 2, 3 / 41, 42, 43は第一の方向に延在する長手方向軸線を有しているのに対し、コイル装置20, 30では巻線21, 22, 23 / 31, 32, 33は第二の方向に延在する長手方向軸線を有している。第一の方向は図中で好ましくはy方向として示され、第二の方向は好ましくはx方向として示されている。全ての巻線はx-y面に配置される。このようなコイル構造は「ムーバー」と称することができる。さらに、三相コイル装置を含むコイル装置は「フォーサー」と称することができる。

【0055】

図7は、三つのフォーサー50, 60, 70を含むムーバー80を示しており、フォーサーはそれぞれ三相コイル装置をx-y面に含んでいる。図7に示されたコイル配列は図6に示したコイル配列の代替例であり、第一の部分1, 2, 3に含まれる。同図はそれぞれ三相コイル装置を含む三つのコイル装置50, 60, 70を示す。コイル装置50, 60, 70は実質的に同一平面、すなわちx-y面に配置されているが、コイル装置の幾つかの重なりは許容される。コイル装置50, 60, 70は複数の巻線を含む。第一のコイル装置50は第一の方向、すなわちy方向に延在する長手方向軸線54を有する複数の巻線を含む。第二のコイル装置60はx-y面に実質的に位置する第二の方向64に延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む。第三のコイル装置はx-y面に実質的に位置する第三の方向74に延在する長手方向軸線を有する複数の巻線を含む。第一、第二および第三のコイル装置の長手方向軸線の間の角度は120°程度であることが好ましい。コイル装置の間の好ましい角度は約120°であるが、本発明はこれに制限されず、コイル装置の長手方向軸線の交差角度に関して変更が許容されることが認識されるであろう。

【0056】

これに加えて、この移動装置は第一の部分をリトグラフ投影装置の基板に連結する連結手段をさらに含み、移動装置によって与えられる移動を基板に伝える。さらに、第二の部分または第一の部分は互いに対して静止状態に保持されることが好ましく、他方の部分は静止状態に保持されない。連結手段は非静止部分に係合するように構成される。プラテン7は第一および第二の方向によって定められる平面と実質的に平行な平面内を延在することが好ましい。第二の部分は第一の部分よりも狭い面積部分を延在する。

【0057】

本発明の特定の実施例が上述で説明されたが、本発明は説明した以外に実現できることは認識されるであろう。この説明は本発明を制限することを意図していない。

【図面の簡単な説明】

【0058】

- 【図1】本発明の実施例によるリトグラフ投影装置を示す。
- 【図2】本発明の移動装置によるコイル装置を示す。
- 【図3】本発明による移動装置のためのコイル装置のx-y面における断面図を示す。
- 【図4】100Hzの周波数で作動する図3に照明されたコイル装置により誘起される銅プラテンの電流分布を示す。
- 【図5】本発明の移動装置のためのコイル装置を三次元で示す。
- 【図6】それぞれがx-y面の三相コイル装置を含む四つのフォーサーを含むムーバーを示す。
- 【図7】それぞれがx-y面の三相コイル装置を含む三つのフォーサーのを含むムーバーを示す。
- 【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

A M 調整手段
 C ターゲット箇所
 C O コンデンサ
 E X , I L 放射系
 H C 操作室
 I N 集積光学装置
 L A 放射源
 L L 装填装置
 M A マスク
 M T マスク・テーブル
 M 1 , M 2 マスク整合マーク
 P B 放射投影ビーム
 P C リトグラフ・パターン形成室
 P L 投影系
 P M 第一の位置決め手段
 P W 第二の位置決め手段
 P 1 , P 2 基板整合マーク
 W 基板
 W T 基板テーブル

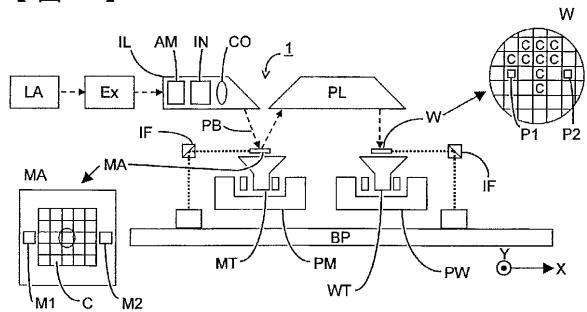
10

1 , 2 , 3 , 2 1 , 2 2 , 2 3 , 3 1 , 3 2 , 3 3 , 4 1 , 4 2 , 4 3 三相コイル装
 置、すなわち第一の部分

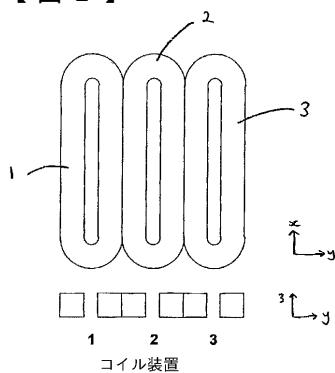
20

7 プラテン
 8 電流供給源
 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 , 6 0 , 7 0 コイル装置すなわちフォーサー
 8 0 ムーバー
 5 4 長手方向軸線
 6 4 第三の方向

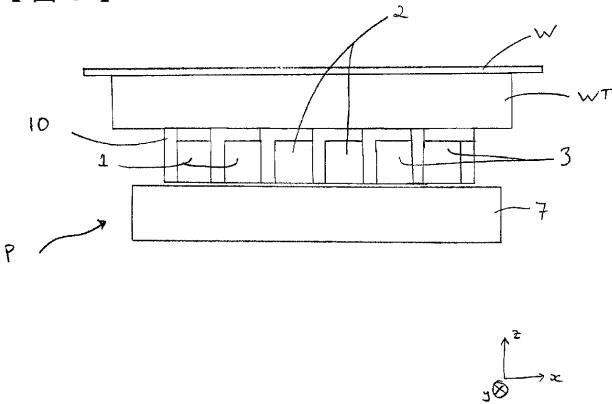
【図1】



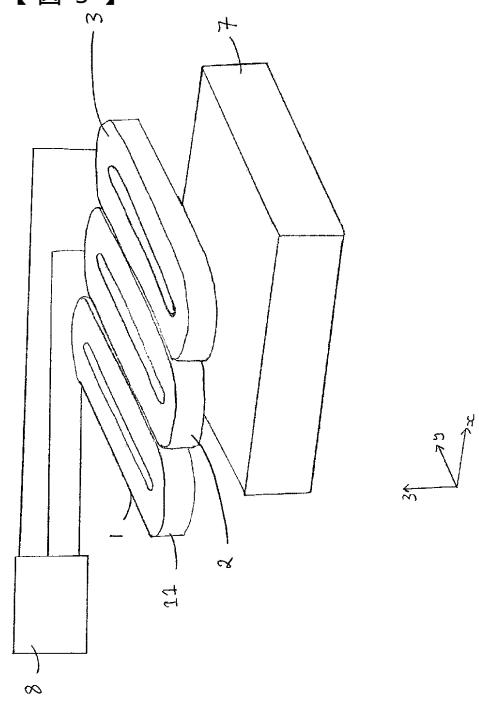
【図2】



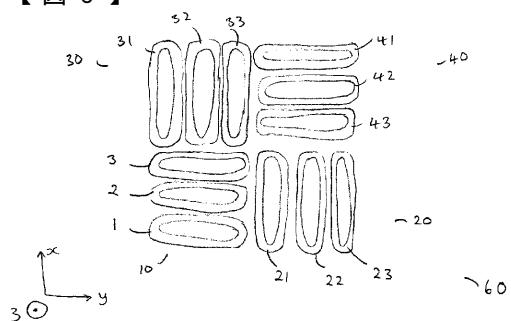
【図3】



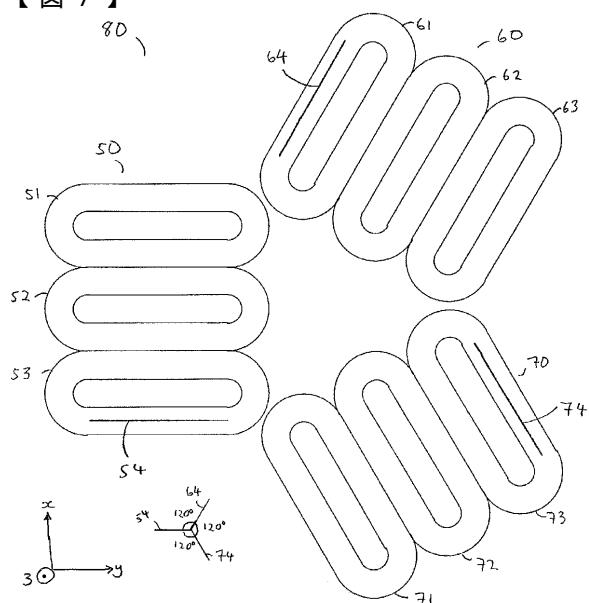
【図5】



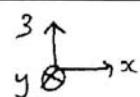
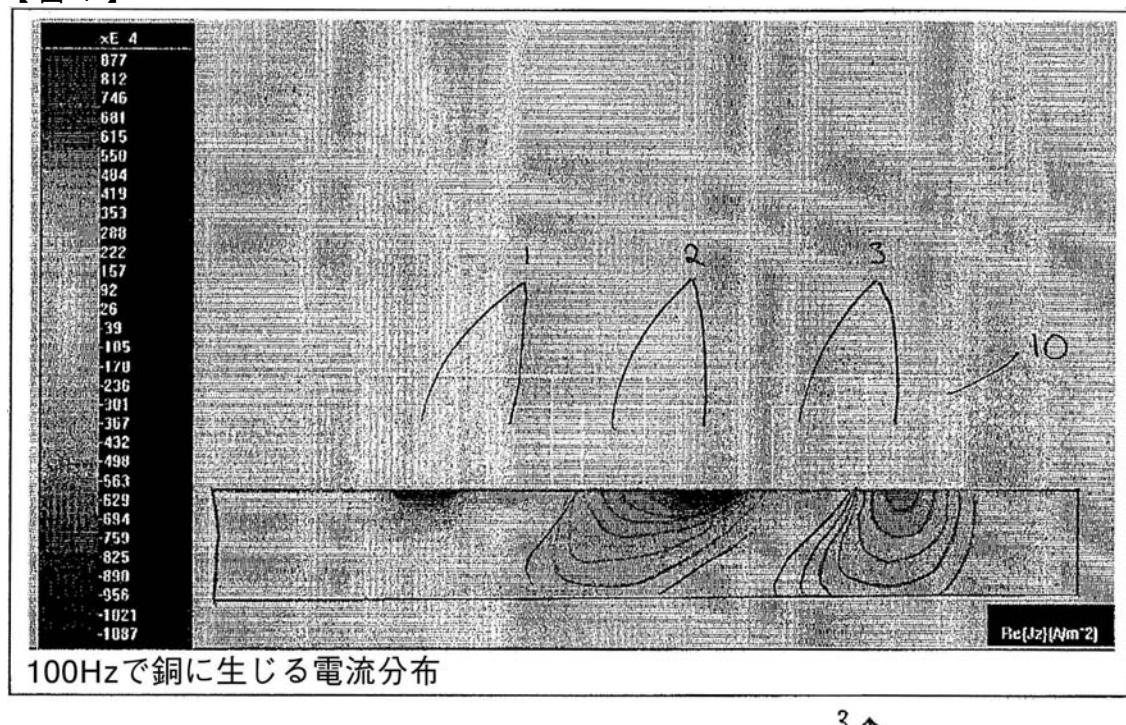
【図6】



【図7】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 スフェン アントイン ヨハン ホル
オランダ国、アントホーフェン、モントゴメリーラーン 771

(72)発明者 ヨハン コルネリス コムブテル
オランダ国、アントホーフェン、フェルベークラーン 2

(72)発明者 エリク 口エロフ ロープシュトラ
オランダ国、ヘーツェ、ホディバルデュスラーン 15

(72)発明者 パトリシア フロイクデヴァテル
オランダ国、アントホーフェン、ツアントフィス 40

F ターム(参考) 5F046 CC01 CC02 CC17 GA11 GA12

5F056 EA14

5H540 AA10 BA02 BB03 BB07 BB09

5H641 BB07 GG02 GG07 GG16 GG20

【外國語明細書】

2005012996000001.pdf