

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5586580号  
(P5586580)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014.8.1)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 21/68 (2006.01) HO 1 L 21/68 F  
 HO 1 L 21/683 (2006.01) HO 1 L 21/68 N

請求項の数 36 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-503157 (P2011-503157)	(73) 特許権者	312002635
(86) (22) 出願日	平成21年4月2日 (2009.4.2)		ス ス マイクロテ ク リソグラフィ ー, ゲ
(65) 公表番号	特表2011-517094 (P2011-517094A)		ーエムペ ーハー
(43) 公表日	平成23年5月26日 (2011.5.26)		ドイツ, 8 5 7 4 8 ガルヒン グ, 9 0
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/039238		シュライ スハイイマ ー エステ ーエル
(87) 国際公開番号	W02009/146091	(74) 代理人	100088904
(87) 国際公開日	平成21年12月3日 (2009.12.3)		弁理士 庄司 隆
審査請求日	平成24年3月14日 (2012.3.14)	(72) 発明者	ジョー ジ, グレゴリ ー
(31) 優先権主張番号	61/041, 629		アメリカ合衆 国, ブイティ ー 0 5 6 7 7
(32) 優先日	平成20年4月2日 (2008.4.2)		, ウォ ーターバ リー センター, 2 2 8
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ズー ス ドライブ, シ ー/オー ズー ス
(31) 優先権主張番号	12/416, 779		マイクロテ ク, アイエヌシ ー.
(32) 優先日	平成21年4月1日 (2009.4.1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)	審査官	柿崎 拓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェーハアライメントのための装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体ウェーハアライメント装置(100)であって、

第1の半導体ウェーハ(80)の第1の表面を第2の半導体ウェーハ(90)の第1の表面の真正面に位置決めするための機器と、

前記第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面上にある第2の構造と位置合わせするための機器とを備え、該位置合わせするための機器は、位置合わせ中に動かされると共に、前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面と前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面との間に挿入されるように構成される少なくとも1つの可動アライメントデバイスを含み、該可動アライメントデバイスは光学顕微鏡アセンブリを備え、左側垂直支柱(101)、右側垂直支柱(102)、及び左端及び右端を含む第二の水平ビーム(120)とを備える、逆U字形フレーム(104)を含み、そして、該位置合わせするための機器は、さらに顕微鏡校正基準ユニットを備え、該顕微鏡校正基準ユニットは、逆U字形フレーム(104)の左側垂直支柱及び右側垂直支柱のうちの1つに取り付けられる、

半導体ウェーハアライメント装置(100)。

【請求項 2】

前記位置決めするための機器は、前記位置合わせするための機器から振動的及び機械的に分離される、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記逆U字形フレーム(104)が、防振支持体(102)の上面に支持される、請求項2に記載の装置。

【請求項4】

前記逆U字形フレーム(104)は、

左側垂直支柱(101)及び右側垂直支柱(103)と、

左側垂直支柱(101)及び右側垂直支柱(103)の各頂部(113, 114)上に支持される第一の水平ビーム(105)(なお、第一の水平ビームはフレームビームともいう)と、

左端及び右端を含む第二の水平ビーム(120)を備え、

前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部(113, 114)は、それぞれ前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面から前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の中心に向かって延在する2つの平行な垂直スロット(111, 112)を含み、前記2つの垂直スロットは中央ブロック(122)によって分離され、前記中央ブロックは前記スロットの底部から前記支柱の頂部に向かって延在し、前記垂直スロットの高さよりも低い高さを有し、それにより、前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面の近くにおいて前記2つの垂直スロット間に間隙を形成し、

第二の水平ビーム(120)の左端及び右端はそれぞれ、前記左側垂直支柱及び前記右側垂直支柱の前記中央ブロック(122)上に支持され、該第二の水平ビーム(120)はウェハ支持ブロック(180)を支持する、請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記可動アライメントデバイスを支持するXYZステージをさらに備え、前記XYZステージは、前記第一の水平ビーム(105)に沿ってスライドすると共に、前記第一の水平ビームによって支持されるように構成される、請求項4に記載の装置。

【請求項6】

前記光学顕微鏡アセンブリは、

細長い管と、

第1の軸(217a, 217b)に沿って前記細長い管内に同軸に配置される第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡とを備え、

前記第1の光学顕微鏡及び前記第2の光学顕微鏡はそれぞれ、前記第1の構造の第1の画像及び前記第2の構造の第2の画像を入手するように構成され、

前記第1の構造の前記第1の画像及び前記第2の構造の前記第2の画像を用いて、前記顕微鏡校正基準ユニットに設けられた固定上側基準マーク(K, K')及び固定下側基準マーク(L, L')に対する前記第1の構造及び前記第2の構造の座標を求めると共に、前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面及び前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面を互いに平行に位置合わせするために前記位置決めするための機器を誘導する、請求項1に記載の装置。

【請求項7】

前記顕微鏡校正基準ユニットが、左側顕微鏡校正基準ユニットおよび右側顕微鏡校正基準ユニットのそれぞれに設けられる固定上側基準マーク(K, K')及び固定下側基準マーク(L, L')を含む請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記光学顕微鏡アセンブリは鏡面(236a, 236b)をさらに備え、該鏡面は、前記第1の軸(217a, 217b)が該鏡面に対して平行になるように配置され、鏡面(236a, 236b)の角度位置は、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークを基準にして求められ、ウェーハアライメント工程のための基準として用いられる請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記第1の構造の前記第1の画像及び前記第2の構造の前記第2の画像を解析すると共に、前記固定上側基準マーク及び前記固定下側基準マークに対する前記構造の座標を求めるために用いられるパターン認識ソフトウェアをさらに含む、請求項8に記載の装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

前記位置決めするための機器は、

前記第 1 の半導体ウェーハを支持する下側ウェーハプレートを用意する下側支持ブロックと、

前記第 2 の半導体ウェーハを支持する上側ウェーハプレート、及び該上側ウェーハプレートを水平にするためのプレートレベリングシステムを用意する上側支持ブロックとを用意する、請求項 9 に記載の装置。

## 【請求項 11】

前記プレートレベリングシステムは、前記上側ウェーハプレートを、並進させることなく、前記第 2 の半導体ウェーハの中心に対応する中心点を中心にして回転及び/又は傾斜させる球形ウエッジエラー補償機構を含む、請求項 10 に記載の装置。

10

## 【請求項 12】

前記下側支持ブロックは、コアース X - Y - T ステージと、該コアース X - Y - T ステージによって支持される空気ベアリング Z ステージと、該 Z ステージの上に支持されるファイン X - Y - T ステージとを用意し、該ファイン X - Y - T ステージは前記下側ウェーハプレートを支持する、請求項 11 に記載の装置。

## 【請求項 13】

前記コアース X - Y - T ステージは、前記コアース X - Y - T ステージと前記ファイン X - Y - T ステージとの間の X - Y - T 距離を測定するための 1 つ又は複数の位置センサーをさらに備える、請求項 12 に記載の装置。

20

## 【請求項 14】

前記位置センサーはキャパシタンスゲージを含む、請求項 13 に記載の装置。

## 【請求項 15】

前記上側ウェーハプレート及び前記下側ウェーハプレートは、前記半導体ウェーハの CTE と一致する CTE を有する材料を含む、請求項 14 に記載の装置。

## 【請求項 16】

前記第 1 の半導体ウェーハ及び前記第 2 の半導体ウェーハを移送するための固定具をさらに備え、該固定具は、下側ウェーハキャリアチャックを支持する外側リングと、該外側リングの周辺に配置される 3 つ以上のクランプ/スペーサアセンブリとを用意する、請求項 1 に記載の装置。

30

## 【請求項 17】

前記クランプ/スペーサアセンブリはそれぞれクランプ及びスペーサを備え、前記クランプ及び前記スペーサは、互いから、及び他のアセンブリのクランプ又はスペーサの機械的可動から独立して機械的可動可能に構成され、前記機械的可動は、室温及び高温の両方において正確であると共に再現可能である、請求項 16 に記載の装置。

## 【請求項 18】

前記固定具は、前記第 1 の半導体ウェーハ及び前記第 2 の半導体ウェーハの中心を一緒にピン止めするための中心ピンをさらに備える、請求項 17 に記載の装置。

## 【請求項 19】

前記第 1 の半導体ウェーハは前記下側ウェーハキャリアチャック上に配置され、前記スペーサは前記第 1 の半導体ウェーハのエッジの上に挿入され、その後、前記第 2 の半導体ウェーハが前記スペーサの上に配置され、その後、前記第 1 の半導体ウェーハ及び前記第 2 の半導体ウェーハが前記クランプによって一緒にクランプされる、請求項 18 に記載の装置。

40

## 【請求項 20】

半導体ウェーハを位置合わせするための方法であって、

第 1 の半導体ウェーハの第 1 の表面を、第 2 の半導体ウェーハの第 1 の表面の真正面に、位置決めするための機器によって、位置決めすること、

左側垂直支柱 (101)、右側垂直支柱 (102)、及び左端及び右端を含む第二の水平ビーム (120) とを用意する、逆 U 字形フレーム (104) を設けること、

50

少なくとも1つの可動アセンブリデバイスを含む位置合わせするための機器を設けること、及び

前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面と前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面との間に前記可動アライメントデバイスを挿入することによって、前記第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を、前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面上にある第2の構造と位置合わせすることを含み、該可動アライメントデバイスは光学顕微鏡アセンブリを備え、そして、該位置合わせするための機器は、さらに顕微鏡校正基準ユニットを備え、該顕微鏡校正基準ユニットは、逆U字形フレーム(104)の左側垂直支柱及び右側垂直支柱のうちの1つに取り付けられる、半導体ウェーハを位置合わせするための方法。

10

【請求項21】

前記位置決めするステップは、前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面と前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面との間に前記可動アライメントデバイスを前記挿入することから振動的及び機械的に分離される、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記光学顕微鏡アセンブリは、

細長い管と、

第1の軸(217a, 217b)に沿って前記細長い管内に同軸に配置される第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡とを備え、

前記第1の光学顕微鏡及び前記第2の光学顕微鏡はそれぞれ、前記第1の構造の第1の画像及び前記第2の構造の第2の画像を入手するように構成され、

20

前記第1の構造の前記第1の画像及び前記第2の構造の前記第2の画像を用いて、前記顕微鏡校正基準ユニットに設けられた固定上側基準マーク(K, K')及び固定下側基準マーク(L, L')に対する前記第1の構造及び前記第2の構造の座標を求めると共に、前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面及び前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面を互いに平行に位置合わせするために前記位置決めするための機器を誘導する、請求項21に記載の方法。

【請求項23】

前記顕微鏡校正基準ユニットが、左側顕微鏡校正基準ユニットおよび右側顕微鏡校正基準ユニットのそれぞれに設けられる固定上側基準マーク(K, K')及び固定下側基準マーク(L, L')を含む請求項22に記載の装置。

30

【請求項24】

前記光学顕微鏡アセンブリは鏡面(236a, 236b)をさらに含み、該鏡面は、前記第1の軸(217a, 217b)が前記鏡面に対して平行になるように配置され、鏡面(236a, 236b)の角度位置は、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークを基準にして求められ、ウェーハアライメント工程のための基準として用いられる請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記第1の構造の前記第1の画像及び前記第2の構造の前記第2の画像を解析すると共に、前記固定上側基準マーク及び前記固定下側基準マークに対する前記構造の座標を求めるためのパターン認識ソフトウェアを設けることをさらに含む、請求項24に記載の方法。

40

【請求項26】

前記位置決めするステップは、

下側ウェーハプレートを用意する下側支持ブロックを設けると共に、該下側ウェーハプレート上に前記第1の半導体ウェーハを配置すること、並びに

前記第2の半導体ウェーハを支持するための上側ウェーハプレート、及び該上側ウェーハプレートを水平にするためのプレートレベリングシステムを用意する上側支持ブロックを設けることを含む、請求項25に記載の方法。

【請求項27】

50

前記プレートレベリングシステムは、前記上側ウェーハプレートを、並進させることなく、前記第2の半導体ウェーハの中心に対応する中心点を中心にして回転及び/又は傾斜させる球形ウエッジエラー補償機構を含む、請求項26に記載の方法。

【請求項28】

前記下側支持ブロックは、コアースX-Y-Tステージと、該コアースX-Y-Tステージによって支持される空気ベアリングZステージと、該Zステージの上に支持されるファインX-Y-Tステージとを備え、該ファインX-Y-Tステージは前記下側ウェーハプレートを支持する、請求項27に記載の方法。

【請求項29】

前記コアースX-Y-Tステージは、前記コアースX-Y-Tステージと前記ファインX-Y-Tステージとの間のX-Y-T距離を測定するための1つ又は複数の位置センサーをさらに備える、請求項28に記載の方法。

10

【請求項30】

前記第1の半導体ウェーハ及び前記第2の半導体ウェーハを移送するための固定具を設けることをさらに含み、該固定具は、下側ウェーハキャリアチャックを支持する外側リングと、該外側リングの周辺に配置される3つ以上のクランプ/スパーサアセンブリと、上側ウェーハキャリアチャックとを備える、請求項28に記載の方法。

【請求項31】

前記クランプ/スパーサアセンブリはそれぞれクランプ及びスパーサを備え、前記クランプ及び前記スパーサは、互いから、及び他のアセンブリのクランプ又はスパーサの機械的可動から独立して機械的可動可能に構成され、前記機械的可動は、室温及び高温の両方において正確であると共に再現可能である、請求項30に記載の方法。

20

【請求項32】

前記第1の構造を前記第2の構造と前記位置合わせすることは、

前記第1の半導体ウェーハを、該第1の半導体ウェーハの第1の表面を上向きにして前記下側支持ブロック上に配置すること、

前記第2の半導体ウェーハを、該第2の半導体ウェーハの第1の表面を下向きにして前記上側ウェーハプレートによって支持すること、

前記光学顕微鏡アセンブリを前記顕微鏡構成基準ユニット(140a, 140b)に設置すると共に、前記第1の光学顕微鏡及び前記第2の光学顕微鏡をそれぞれ前記固定下側基準マーク及び前記固定上側基準マーク上に合焦すること、

30

前記固定上側基準マーク及び前記固定下側基準マークの位置及び距離、並びに前記鏡面の角度位置(T)を求めるために、前記パターン認識ソフトウェアを用いること、なお鏡面(236a, 236b)の角度位置は、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークを基準にして求められ、ウェーハアライメント工程のための基準として用いられる、

前記光学顕微鏡アセンブリを前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面と前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面との間に設置すると共に、前記第2の光学顕微鏡を前記第2の半導体ウェーハの前記第2の構造上に合焦し、その後、前記光学顕微鏡アセンブリの位置をロックすること、

前記第1の顕微鏡を前記第1の半導体ウェーハの前記第1の構造上に合焦するように前記コアースX-Y-Tステージ及び前記Zステージを動かすと共に、前記コアースX-Y-Tステージ及び前記Zステージをロックすること、

40

前記第1の構造及び前記第2の構造の位置座標を求めると共に前記構造のオフセットを求めるために、前記パターン認識ソフトウェアを用いること、及び

前記第1の構造及び前記第2の構造を互いに位置合わせするために、前記ファインX-Y-Tステージを、前記求められたオフセットの量、及び較正法(測定器の読みと、入力または測定の対象となる値との関係を比較する作業であり、測定機械などを標準試料を用いて正しい結果を示すように調整することを意味する)によって求められた量だけ動かすことを含む、請求項31に記載の方法。

【請求項33】

50

前記第 1 の構造及び前記第 2 の構造を前記位置合わせした後に、  
 前記第 1 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面と前記第 2 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面との間から前記光学顕微鏡アセンブリを取り出すこと、  
 前記位置センサーからのフィードバックを用いて前記ファイン X - Y - T ステージのアライメントを保持しながら前記 Z ステージを上方に動かすこと、  
 前記第 1 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面を前記第 2 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面と接触させること、  
 前記第 1 の半導体ウェーハ及び前記第 2 の半導体ウェーハと一緒にクランプすること、並びに  
 前記位置合わせされた前記第 1 の半導体ウェーハ及び前記第 2 の半導体ウェーハを取り外すことをさらに含む、請求項 3 2 に記載の方法。

10

【請求項 3 4】

前記上側ウェーハプレートによって前記第 2 の半導体ウェーハを支持した後に、前記第 1 の半導体ウェーハ ( 8 0 ) の第 1 の表面上にある前記スペーサ ( 3 2 1 a , 3 2 1 b ) を前記第 2 の半導体ウェーハ ( 9 0 ) の第 1 の表面と接触させるために、前記 Z ステージを上方に動かす、フォースフィードバック制御下で前記第 2 の半導体ウェーハのウエッジエラー補償を実行する、そして、前記ウエッジ位置をロックし、前記スペーサ ( 3 2 1 a , 3 2 1 b ) を取り出すことをさらに含む、請求項 3 2 に記載の方法。

【請求項 3 5】

半導体ウェーハを位置合わせするための装置であって、  
 第 1 の半導体ウェーハの第 1 の表面を第 2 の半導体ウェーハの第 1 の表面の真正面に位置決めするための機器と、

20

前記第 1 の半導体ウェーハ上にある第 1 の構造を前記第 2 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面上にある第 2 の構造と位置合わせするための機器とを備え、該位置合わせするための機器は、位置合わせ中に動かされると共に、前記第 1 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面と前記第 2 の半導体ウェーハの前記第 1 の表面との間に挿入されるように構成される少なくとも 1 つの可動アライメントデバイスを含み、

逆 U 字形フレームと防振支持体とをさらに備え、前記逆 U 字形フレームは、前記防振支持体の上面に支持され、該逆 U 字形フレームは、左側垂直支柱及び右側垂直支柱と、左端及び右端を含む水平ビームとを備え、

30

水平ビームは、第一の水平ビーム ( 1 0 5 ) は、該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部に支持され、そして該可動アライメントデバイスを支持するように配置され、第二の水平ビーム ( 1 2 0 ) は、該第一の水平ビームに平行にアレンジされ、ウェーハ支持ブロック ( 1 8 0 ) を支持し、

該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部はそれぞれ、該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面から該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の中心に向かって延在する 2 つの平行な垂直スロットを含み、前記 2 つの垂直スロットは中央ブロック ( 1 2 2 ) によって分離され、前記中央ブロック ( 1 2 2 ) は前記スロットの底部から前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部に向かって延在し、前記垂直スロットの高さよりも低い高さを有し、それにより、前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面の近くにおいて前記 2 つの垂直スロット間に

40

間隙を形成し、  
 前記第二の水平ビーム ( 1 2 0 ) の前記左端及び前記右端はそれぞれ、前記左側垂直支柱及び前記右側垂直支柱の前記中央ブロック ( 1 2 2 ) 上に支持される、  
 半導体ウェーハを位置合わせするための装置。

【請求項 3 6】

半導体ウェーハを位置合わせするための方法であって、  
 半導体ウェーハを位置合わせするための装置を提供し、  
 該装置内で、第 1 の半導体ウェーハの第 1 の表面を第 2 の半導体ウェーハの第 1 の表面の真正面に位置決めすること、

少なくとも 1 つの可動アライメントデバイスを含む位置合わせするための機器を設ける

50

こと、及び

前記第1の半導体ウェーハの前記第1の表面と前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面との間に前記可動アライメントデバイスを挿入することによって、前記第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を、前記第2の半導体ウェーハの前記第1の表面上にある第2の構造と位置合わせすることを含み、

該装置が、逆U字形フレームと防振支持体とをさらに備え、前記逆U字形フレームは、前記防振支持体の上面上に支持され、該逆U字形フレームは、左側垂直支柱及び右側垂直支柱と、左端及び右端を含む水平ビームとを備え、

水平ビームは、第一の水平ビーム(105)は、該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部に支持され、そして該可動アライメントデバイスを支持するように配置され、第二の水平ビーム(120)は、該第一の水平ビーム(105)に平行にアレンジされ、ウェーハ支持ブロック(180)を支持し、

10

該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部はそれぞれ、該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面から該左側垂直支柱及び右側垂直支柱の中心に向かって延在する2つの平行な垂直スロットを含み、前記2つの垂直スロットは中央ブロック(122)によって分離され、前記中央ブロック(122)は前記スロットの底部から前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の頂部に向かって延在し、前記垂直スロットの高さよりも低い高さを有し、それにより、前記左側垂直支柱及び右側垂直支柱の上面の近くにおいて前記2つの垂直スロット間に間隙を形成し、

前記第二の水平ビーム(120)の前記左端及び前記右端はそれぞれ、前記左側垂直支柱及び前記右側垂直支柱の前記中央ブロック(122)上に支持される、半導体ウェーハを位置合わせするための方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体アライメントのための装置及び方法に関し、より詳細には、ナノメートル範囲のアライメント精度を提供するウェーハ間アライメントに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体ウェーハのアライメントは通常、機械的又は光学的なフィデューシャルマーク、中でも、ウェーハのエッジにある切欠き、ピン、電子ビームエッチング、又はホログラフィ画像等を利用することによって達成される。機械的なアライメントマークはミリメートル範囲のアライメント精度を提供するのに対して、光学的なマークはミクロンないしサブミクロンのアライメント精度を提供する。

30

【0003】

いくつかの半導体工程、中でも、3-D集積、ボンディング及びマスクアライメントでは、サブミクロンないしナノメートルのアライメント精度が望ましい。

【発明の概要】

【0004】

本発明によるウェーハ間アライメント装置及び方法は、互いに平行に位置合わせされるべき2つのウェーハ間に挿入される顕微鏡を利用する。この「ウェーハ間」アライメント法は、透明、不透明のいずれのタイプのウェーハ材料に対しても用いることができ、可視光を使用し、ウェーハの背面においてフィデューシャルマークを必要としない。そのアライメント精度は概ね数百ナノメートル程度である。

40

【0005】

通例、一態様において、本発明は、半導体ウェーハを位置合わせするための装置であって、第1の半導体ウェーハの第1の表面を第2の半導体ウェーハの第1の表面の真正面に位置決めするための機器と、第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を第2の半導体ウェーハの第1の表面上にある第2の構造と位置合わせするための機器とを備える、装置を特徴とする。位置合わせする機器は、位置合わせ中に動かされると共に、第1の半導体ウ

50

エー八の第1の表面と第2の半導体ウェーハの第1の表面との間に挿入されるように構成される少なくとも1つの可動アライメントデバイスを含む。

【0006】

本発明のこの態様の実施態様は、以下の特徴のうちの1つ又は複数を含むことができる。位置決めする機器は、アライメント機器から振動的及び機械的に分離される。装置は、逆U字形フレームと防振支持体とをさらに備えることができる。逆U字形フレームは支持体の上面上に支持される。逆U字形フレームは、左側垂直支柱及び右側垂直支柱と、左端及び右端を含む水平ビームとを備える。支柱の頂部はそれぞれ、支柱の上面から支柱の中心に向かって延在する2つの平行な垂直スロットを含み、2つの垂直スロットは中央ブロックによって分離される。中央ブロックはスロットの底部から支柱の頂部に向かって延在し、垂直スロットの高さよりも低い高さを有し、それにより、支柱の上面の近くにおいて2つの垂直スロット間に間隙を形成する。水平ビームの左端及び右端はそれぞれ、左側垂直支柱及び右側垂直支柱の中央ブロック上に支持される。装置は、可動アライメントデバイスを支持するXYZステージをさらに備えることができ、XYZステージは、水平ビームに沿ってスライドすると共に、水平ビームによって支持されるように構成される。可動アライメントデバイスは光学顕微鏡アセンブリを備え、アセンブリは、細長い管と、第1の軸に沿って細長い管内に同軸に配置される第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡とを備える。第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡はそれぞれ、第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を入手するように構成される。第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を用いて、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークに対する第1の構造及び第2の構造の座標を求めると共に、第1の半導体ウェーハの第1の表面及び第2の半導体ウェーハの第1の表面を互いに平行に位置合わせするために位置決めする機器を誘導する。本装置は、顕微鏡較正基準ユニットをさらに備え、該較正基準ユニットは、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークを含む。該較正基準ユニットは、垂直支柱のうちの1つに取り付けることができる。光学顕微鏡アセンブリは鏡面をさらに備えることができ、該鏡面は、第1の軸が該鏡面に対して平行になるように配置される。本装置は、第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を解析すると共に、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークに対する構造の座標を求めするために用いられるパターン認識ソフトウェアをさらに含むことができる。位置決めする機器は、下側支持ブロックと、上側支持ブロックとを備える。下側指示ブロックは、第1の半導体ウェーハを支持する下側ウェーハプレートと、上側指示ブロックは、第2の半導体ウェーハを支持する上側ウェーハプレート、及び該上側プレートを水平にするためのプレートレベリングシステムを備える。プレートレベリングシステムは、上側ウェーハプレートを、並進させることなく、第2の半導体ウェーハの中心に対応する中心点を中心にして回転及び/又は傾斜させる球形ウエッジエラー補償機構を含む。下側支持ブロックは、コアースX-Y-Tステージと、該コアースX-Y-Tステージによって支持される空気ベアリングZステージと、該Zステージの上に支持されるファインX-Y-Tステージとを備え、該ファインX-Y-Tステージは下側ウェーハプレートを支持する。コアースX-Y-Tステージは、コアースX-Y-TステージとファインX-Y-Tステージとの間のX-Y-T距離を測定するための1つ又は複数の位置センサーをさらに備える。位置センサーはキャパシタンスゲージを含むことができる。上側ウェーハプレート及び下側ウェーハプレートは、半導体ウェーハのCTEと一致するCTEを有する材料を含む。本装置は、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハを移送するための固定具をさらに備えることができる。該固定具は、下側ウェーハキャリアチャックを支持する外側リングと、該外側リングの周辺に配置される3つ以上のクランプ/スペーサアセンブリとを備える。クランプ/スペーサアセンブリはそれぞれクランプ及びスペーサを備える。クランプ及びスペーサは、互いから、及び他のアセンブリのクランプ又はスペーサの動きから独立して動かされるように構成され、動きは、室温及び高温の両方において正確であると共に再現可能である。固定具は、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハの中心を一緒にピン止めするための中心ピンをさらに備えることができる。第1の半導体ウェーハは下側ウェーハキャリアチャック

10

20

30

40

50

ク上に配置され、スペーサは第1の半導体ウェーハのエッジの上に挿入され、その後、第2の半導体ウェーハがスペーサの上に配置され、その後、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハがクランプによって一緒にクランプされる。

【0007】

通例、別の態様では、本発明は、半導体ウェーハを位置合わせするための装置であって、第1の半導体ウェーハの第1の表面を第2の半導体ウェーハの第1の表面の真正面に位置決めするための機器と、第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を第2の半導体ウェーハの第1の表面上にある第2の構造と位置合わせするための機器とを備える、装置を特徴とする。位置合わせするための機器は、位置合わせ中に動かされるように構成される少なくとも1つの可動アライメントデバイスを含む。位置決めする機器は、アライメントデバイスの動きから振動的及び機械的に分離される。

10

【0008】

通例、別の態様では、本発明は、半導体ウェーハを位置合わせするための方法であって、第1の半導体ウェーハの第1の表面を第2の半導体ウェーハの第1の表面の真正面に位置決めすること、少なくとも1つの可動アセンブリデバイスを含むアライメント機器を設けること、及び、その後、第1の半導体ウェーハの第1の表面と第2の半導体ウェーハの第1の表面との間に可動アライメントデバイスを挿入することによって、第1の半導体ウェーハ上にある第1の構造を、第2の半導体ウェーハの第1の表面上にある第2の構造と位置合わせすることを含む、方法を特徴とする。

【0009】

本発明のこの態様の実施態様は、以下の特徴のうちの1つ又は複数を含むことができる。位置決めするステップは、第1の半導体ウェーハ（下側半導体ウェーハとも記載）の第1の表面と第2の半導体ウェーハ（上側半導体ウェーハとも記載）の第1の表面との間に可動アライメントデバイスを挿入することから振動的及び機械的に分離される。可動アライメントデバイスは光学顕微鏡アセンブリを含み、該アセンブリは、細長い管と、第1の軸に沿って細長い管内に同軸に配置される第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡とを備える。第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡はそれぞれ、第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を入手するように構成される。第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を用いて、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークに対する第1の構造及び第2の構造の座標を求めると共に、第1の半導体ウェーハの第1の表面及び第2の半導体ウェーハの第1の表面を互いに平行に位置合わせするために位置決めするための機器を誘導する。本装置は、顕微鏡較正基準ユニットをさらに備え、該較正基準ユニットは固定上側基準マーク及び下側基準マークを含む。該構成基準ユニットは、垂直支柱のうちの1つに取り付けることができる。光学顕微鏡アセンブリは鏡面をさらに含むことができ、該鏡面は、第1の軸が鏡面に対して平行になるように配置される。本方法は、第1の構造の第1の画像及び第2の構造の第2の画像を解析すると共に、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークに対する構造の座標を求めるためのパターン認識ソフトウェアを設けることをさらに含むことができる。位置決めするステップは、下側ウェーハプレートを備える下側支持ブロックを設けると共に、該下側ウェーハプレート上に第1の半導体ウェーハを配置すること、並びに、その後、第2の半導体ウェーハを支持するための上側ウェーハプレート、及び該上側ウェーハプレートを水平にするためのプレートレベリングシステムを備える上側支持ブロックを設けることを含むことができる。プレートレベリングシステムは、上側ウェーハプレートを、並進させることなく、第2の半導体ウェーハの中心に対応する中心点を中心にして回転及び/又は傾斜させる球形ウエッジエラー補償機構を含むことができる。下側支持ブロックは、コアースX-Y-Tステージと、該コアースX-Y-Tステージによって支持される空気ベアリングZステージと、該Zステージの上に支持されるファインX-Y-Tステージとを備え、該ファインX-Y-Tステージは下側ウェーハプレートを支持する。コアースX-Y-Tステージは、コアースX-Y-TステージとファインX-Y-Tステージとの間のX-Y-T距離を測定するための1つ又は複数の位置センサーをさらに備える。本装置は、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウ

20

30

40

50

ー八を移送するための固定具をさらに備える。その固定具は、下側ウェーハキャリアチャックを支持する外側リングと、その外側リングの周辺に配置される3つ以上のクランプ/スペーサアセンブリとを備える。各クランプ/スペーサアセンブリはクランプ及びスペーサを備える。クランプ及びスペーサは、互いから、及び他のアセンブリのクランプ又はスペーサの動きから独立して動かされるように構成され、その動きは、室温及び高温の両方において正確であると共に再現可能である。固定具は、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハの中心を一緒にピン止めするための中心ピンをさらに備える場合がある。第1の構造物と第2の構造物との位置合わせは、以下のステップを含む。まず、第1の半導体ウェーハを、該第1の半導体ウェーハの第1の表面を上向きにして下側支持ブロック上に配置する。次に、第2の半導体ウェーハを、該第2の半導体ウェーハの第1の表面を下向きにして上側ウェーハプレートによって支持する。次に、光学顕微鏡アセンブリを固定基準ユニットに設置し、第1の光学顕微鏡及び第2の光学顕微鏡をそれぞれ固定下側基準マーク及び固定上側基準マーク上に合焦する。次に、パターン認識ソフトウェアを用いて、固定上側基準マーク及び固定下側基準マークの位置及び距離、並びに鏡面角度位置を求める。次に、光学顕微鏡アセンブリを第1の半導体ウェーハの第1の表面と第2の半導体ウェーハの第1の表面との間に設置し、第2の光学顕微鏡を第2の半導体ウェーハの第2の構造上に合焦し、その後、光学顕微鏡アセンブリの位置を固定する。次に、第1の顕微鏡を第1の半導体ウェーハの第1の構造上に合焦するようにコアースX-Y-Tステージ及びZステージを動かし、コアースX-Y-Tステージ及びZステージをロックする。次に、パターン認識ソフトウェアを用いて、第1の構造及び第2の構造の位置座標を求めると共に、構造のオフセットを求める。最後に、ファインX-Y-Tステージを、求められたオフセットの量、及び全体較正法によって求められた量だけ動かし、それにより、第1の構造及び第2の構造を互いに位置合わせする。第1の構造及び第2の構造の位置合わせは以下をさらに含むことができる。第1の半導体ウェーハの第1の表面と第2の半導体ウェーハの第1の表面との間から光学顕微鏡アセンブリを取り出し、その後、位置センサーからのフィードバックを用いてファインX-Y-Tステージのアライメントを保持しながらZステージを上方に動かす。次に、第1の半導体ウェーハの第1の表面を第2の半導体ウェーハの第1の表面と接触させ、その後、第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハと一緒にクランプし、その後、位置合わせされた第1の半導体ウェーハ及び第2の半導体ウェーハを取り出す。上側ウェーハプレートによって第2の半導体ウェーハを支持した後に、本方法は第1の半導体ウェーハのZステージを上方に動かして、第1の半導体ウェーハの第1の表面上にあるスペーサを第2の半導体の第1の表面と接触させることをさらに含むことができる。次に、フォースフィードバック制御下で第2の半導体ウェーハのウエッジエラー補償を実行し、該ウエッジ位置をロックし、その後、第1の半導体ウェーハを下方に動かして、スペーサを取り出す。

【0010】

添付の図面及び以下の説明において、本発明の1つ又は複数の実施形態の詳細が説明される。本発明の他の特徴、目的及び利点は、以下の好ましい実施形態の説明、図面及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【0011】

図面を参照すると、いくつかの図にわたって、同じ数字が同じ部品を表す。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明によるアライナシステムの概略図である。

【図2】図1の領域Pの詳細な側面図である。

【図3】図1のアライナシステムの概略的な側面図である。

【図4】図1の顕微鏡システムの概略図である。

【図5】本発明によるアライナ装置の斜視図である。

【図6】図3のアライナ装置の側面斜視図である。

【図7】図3のアライナ装置の正面断面図である。

【図 8】図 3 の顕微鏡システムの平面斜視図である。

【図 9】図 8 の顕微鏡システムの側面斜視図である。

【図 10】図 8 の顕微鏡システムの側面断面図である。

【図 11】図 8 のアライナ内にある 2 つの顕微鏡システムの詳細図である。

【図 12】ウェーハ固定具の平面図である。

【図 13】上側プレート及び下側プレートを取り付けられたウェーハ固定具の平面図である。

【図 14】上側プレート及び下側プレートを取り付けられており、ウェーハがクランプ位置にあるウェーハ固定具の概略的な断面図である。

【図 15】全体較正デバイスの下側プレートの平面図である。

10

【図 16】全体較正デバイスの上側プレート及び下側プレートの側面図である。

【図 17】全体較正デバイスの上側プレート及び下側プレート並びに透明ウェーハの側面図である。

【図 18 A】アライメント工程の流れ図である。

【図 18 B】アライメント工程の流れ図である。

【図 19 A】図 18 B のアライメント工程のステップ 610 の概略図である。

【図 19 B】図 18 B のアライメント工程のステップ 611 の概略図である。

【図 19 C】図 18 B のアライメント工程のステップ 613 の概略図である。

【図 20 A】図 18 A 及び図 18 B のアライメント工程のステップ 608 及び 611 の概略図である。

20

【図 20 B】図 18 A 及び図 18 B のアライメント工程のステップ 608 及び 612 の概略図である。

【図 20 C】図 18 A 及び図 18 B のアライメント工程のステップ 608 及び 613 の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図 1 ~ 図 5 を参照すると、ウェーハアライメント装置 100 が、逆 U 字形フレーム 104 を支持する支持体 102 と、第 1 の顕微鏡セット 210 a 及び第 2 の顕微鏡セット 210 b と、下側ウェーハ 80 を支持する下側ウェーハ支持ブロック 150 と、上側ウェーハ 90 を保持する上側ウェーハ支持ブロック 180 とを備える。支持体 102 は、固体材料から形成され、4 つの防振脚部 108 a、108 b、108 c 及び 108 d を介して、テーブル 106 上に支持される。一例では、支持体 102 は、花崗岩材料から形成される長方形ブロックである。他の例では、支持体 102 は、金属又はセラミック材料から形成される場合があり、ハネカム構造を有する場合がある。逆 U 字形フレーム 104 は、左側垂直脚部 101 及び右側垂直脚部 103 と、該左側垂直脚部 101 及び右側垂直脚部 103 の頂部 113 及び 114 上に支持されるビーム 105 とを備える。脚部の各頂部 113 及び 114 は、図 2 に示されるように、脚部の上面 119 から脚部の中心に向かって延在する 2 つの垂直スロット 111、112 を含む。垂直スロット 111、112 は、同じく図 2 に示されるように、各脚部 101、103 の頂部を、それぞれ 3 つの個別ブロック延長部 121、122、123 に分割する。ビーム 105 の端部 105 a、105 b は、各脚部 101、103 の外側の 2 つのブロック延長部 121、123 にそれぞれ固定されるように取り付けられる。図 2 に示されるように、垂直スロット 111、112 は距離 115 a だけ離隔して配置され、それらのスロット間に間隙 115 が形成される。間隙 115 は、脚部の上面 119 から延在し、スロット 111 及び 112 の高さ 117 よりも低い高さ 116 と、スロット 111 と 112 との間の距離 115 a と同じ幅とを有する。間隙 115 は、図 7 に示されるように、左側脚部 101 の頂部 113 から、右側脚部 103 の頂部 114 まで延在する支持棒 120 を収容するような寸法に形成される。支持棒 120 の左端 120 a 及び右端 120 b はそれぞれ、左側脚部 101、右側脚部 103 の間隙 115 内に配置され、図 6 及び図 2 に示されるように、内側ブロック 122 に固定されるように取り付けられる。このタイプの構成では、フレームビーム 105 の端部 105 a、105

30

40

50

bと、支持棒120の端部120a、120bは接触しない。フレームビーム105は、2つの顕微鏡セット210a、210bの動きをそれぞれ制御する、2つの個別の顕微鏡X-Y-Zステージセット201a、201bを支持する。上側ウェーハ支持ブロック180は、支持棒120に固定されるように取り付けられる。フレームビーム105の端部105a、105bと、支持棒120の端部120a、120bとが接触しないことによって、フレームビーム105が支持棒120から分離され、上側ウェーハ支持ブロック180に、それゆえ、上側ウェーハ90に対して、顕微鏡ステージが動くことに起因する振動が伝達されるのを防ぐ。

#### 【0014】

図3及び図4を参照すると、各顕微鏡セット210a、210bは、細長い管202a、202b内にそれぞれ配置される2つの同軸に配列される顕微鏡224a、224b及び225a、225bを含む。各顕微鏡224a、224bは、光源211a、211bと、高性能対物レンズ212a、212bと、CCDカメラ213a、213bとを備える。光軸217に対して45度の角度に配置される両面鏡215も含まれる。光源211aから放射される光214aは、対物レンズ212aによって合焦され、鏡215を介して、下側ウェーハ表面81に向かって送られる。その後、下側ウェーハ表面81によって反射された光216aは鏡215によってCCDカメラ213aに送られ、CCDカメラ213a上に合焦される。同様に、光源211bから放射される光214bは、対物レンズ212bによって合焦され、鏡215を介して、上側ウェーハ表面91に向かって送られる。その後、上側ウェーハ表面91によって反射された光216bは鏡215によってCCDカメラ213bに送られ、CCDカメラ213b上に合焦される。その後、CCDカメラ213a、213bによって収集される下側ウェーハ表面81及び上側ウェーハ表面91の表面画像を用いて、ウェーハ表面81、91を互いに平行に位置合わせする。一例では、光源211a、211bは黄色発光ダイオード(LED)である。他の例では、他の可視光源又は赤外光源が用いられる。

#### 【0015】

細長い管202a、202bは逆U字形構造204a、204bに接続され、それらの構造は、フレームビーム105の周囲において顕微鏡XYZステージ201a、201bによってそれぞれ支持される。顕微鏡ステージ201a、201bは、顕微鏡の軸217a、217bをX、Y、Z方向に動かす。いくつかの実施形態において、ステージ201a、201bはX-Y-Z-Tステージであり、それらのステージに対して垂直な軸を中心にして角度(T)だけ顕微鏡軸を回転させることもできる。U字形構造204a、204bの脚部は、図8に示されるように、プレート232a、232b、234a、234bに固定されるように接続され、プレート232a、232b、234a、234bは3つのキネマティックカップリング233a、233b、233cを介して、細長い管202a、202bの端部に接続される。鏡235a、235bも、細長い管とは別に、それぞれプレート232a、232bに接続され、細長い管202a、202bの下に配置され、図11に示されるように、顕微鏡軸(第一の軸ともいう)217a、217bがそれぞれ、鏡面236a、236bに対して平行になるようにする。さらに、その装置は、図1及び図7に示される、左側フレーム脚部(左側垂直支柱ともいう)101及び右側フレーム脚部(右側垂直支柱ともいう)103にそれぞれ取り付けられる左側顕微鏡較正基準ユニット140a及び右側顕微鏡較正基準ユニット140bを備える。各基準ユニット140a、140bは、固定上側プレート141a、141b及び固定下側プレート142a、142b上にそれぞれ配置される固定上側基準マークK、K'及び固定下側基準マークL、L'を含む。後に説明されるように、図11に示される、2つの顕微鏡光軸217a、217bのX-Y-Z及びT座標、並びに鏡面236a、236bの角度位置は、これらの固定マークを基準にして求められ、ウェーハアライメント工程のための基準として用いられる。

#### 【0016】

図7を参照すると、上側ウェーハ90は真空吸引によって上側ウェーハブロック180

10

20

30

40

50

上に保持され、下側ウェーハ表面 8 1 に対して平行に位置合わせされるべき表面 9 1 が下向きにされるようにする。上側ウェーハブロック 1 8 0 は、ウェーハ 9 0 を支持する上側ウェーハプレート 1 8 2 と、上側ウェーハプレート 1 8 2 を水平にするためのプレートレベリングシステム 1 8 4 とを備える。プレートレベリングシステムは、ウェーハ 9 0 の中心に対応する中心点を中心にして、並進させることなく、上側ウェーハプレート 1 8 2 を回転及び/又は傾斜させる球形ウエッジエラー補償 (W E C) 機構を備える。下側ウェーハ 8 0 は真空吸引によって下側ウェーハブロック 1 5 0 上に保持され、上側ウェーハ表面 9 1 に対して平行に位置合わせされるべきその表面 8 1 が上向きにされるようにする。下側ウェーハブロック 1 5 0 は、空気ベアリング Z ステージ 1 5 4 を支持するコアース X - Y - T 空気ベアリングテーブル 1 5 2 と、Z ステージの上に支持されるファイン X - Y - T ステージ 1 5 5 とを備える。ファイン X - Y - T ステージ 1 5 5 は下側ウェーハプレート 1 5 6 を支持し、その上に、ウェーハ 8 0 を支持する固定具 3 0 0 が位置決めされる。一例では、コアース X - Y - T テーブル 1 5 2 は、 $\pm 3$  ミリメートル及び  $\pm 3$  度の位置範囲を有するのに対して、ファイン X - Y - T ステージは  $\pm 1 0 0$  マイクロメートル及び  $\pm 1$  ミリ度の位置範囲を有し、Z 軸範囲は 6 0 ミリメートルである。コアース X - Y - T ステージ 1 5 2 には 3 つの位置センサー 1 5 7 が接続され、それらの位置センサーは、コアースステージ 1 5 2 とファインステージ 1 5 5 との間の X - Y - T 距離を測定し、下側ウェーハ表面 8 1 の細かい X - Y - T 操作のためのフィードバックを提供する。一例では、位置センサー 1 5 7 はキャパシタンスゲージであり、直線的な変位を高精度に非接触測定するために用いられる。上側ウェーハプレート 1 8 2 及び下側ウェーハプレート 1 5 6 は、ウェーハの C T E と一致する C T E を有する材料から形成される。一例では、ウェーハ 8 0、9 0 はシリコンから形成され、プレート 1 8 2、1 5 6 は炭化シリコンから形成される。他の実施形態では、下側ウェーハプレート及び上側ウェーハプレートの両方に個別の位置センサーセットが配置される。

#### 【 0 0 1 7 】

図 1 2 を参照すると、上側ウェーハ 9 0 及び下側ウェーハ 8 0 をアライメント装置の外に移送すると共に、ウェーハのボンディング、又はさらなる堆積ステップ等のさらなる処理のために 2 つのウェーハのアライメントを保持するために固定具 3 0 0 が用いられる。固定具 3 0 0 は、下側ウェーハキャリアチャック 3 1 5 を支持する外側リング 3 1 0 と、リング 3 1 0 の周辺に配置される 3 つのクランプ/スペーサアセンブリ 3 2 0 a、3 2 0 b、3 2 0 c とを備える。各クランプ/スペーサアセンブリ 3 2 0 a は、スペーサ 3 2 1 a と、クランプ 3 2 2 a とを備える。クランプ/スペーサアセンブリの動きは、室温において、及び後続のウェーハ処理が行なわれる高温において、非常に正確で、且つ再現可能である。ウェーハ 8 0 が下側ウェーハキャリアチャック 3 1 5 の上に配置され、スペーサ 3 2 1 a、3 2 1 b、3 2 1 c がウェーハ表面 8 1 のエッジの上に挿入され、その後、上側ウェーハ 9 0 がスペーサ 3 2 1 a、3 2 1 b、3 2 1 c の上に配置され、その後、上側ウェーハキャリアチャック 3 1 6 が上側ウェーハ 9 0 の上に配置され、クランプ 3 2 2 a、3 2 2 b、3 2 2 c が上側ウェーハキャリアチャックに係合して、固定具上に 2 つのウェーハと一緒にクランプする。スペーサ 3 2 1 a、3 2 1 b、3 2 1 c は、互いから、及びクランプする動きとは独立して動かされ、ウェーハ表面 9 1、8 1 を接触させるか、又はそれらの表面間に間隙を設定することができる。図 1 4 に示されるように、2 つのクランプされたウェーハは、中心ピン 3 2 5 によって一緒にピン止めすることもできる。一例では、リング 3 1 0 はチタンから形成され、ウェーハキャリアチャック 3 1 5、3 1 6 は炭化シリコンから形成される。

#### 【 0 0 1 8 】

図 1 8 A ~ 図 2 0 C を参照すると、アライメント工程は以下のステップを含む。最初に、顕微鏡セット 2 1 0 a、2 1 0 b が基準ユニット 1 4 0 a、1 4 0 b 内で位置決めされ、顕微鏡 2 2 4 a、2 2 4 b 及び 2 2 5 a、2 2 5 b が、上側プレート 1 4 1 a、1 4 1 b 及び下側プレート 1 4 2 a、1 4 2 b 上にそれぞれ位置する固定上側基準マーク K、K' 及び下側基準マーク L、L' 上に合焦される。次に、パターン認識ソフトウェアを用い

10

20

30

40

50

て、固定基準マークK、K'、L、L'のX-Y座標及びその離隔距離、並びに基準マークに対する(顕微鏡軸217a、217bの位置を反射する)鏡面236a、236bの角度位置(T)を求める。基準マークK、L及び軸217aが、顕微鏡224a、224bのための基準面290a(図20Aに示される)を規定し、マークK'、L'及び軸217bが、顕微鏡225a、225bのための基準面290b(図示せず)を規定する。次に、顕微鏡セット210a、210bが下側ウェーハ80と上側ウェーハ90との間に挿入され、X-Y-Z顕微鏡ステージ201a、201bを動かして、図19Aに示されるように、上側ウェーハ表面91上にあるフィデューシャルマークA、Bの画像A'、B'が、上方に向けられた顕微鏡224b、225bの視野(FOV)280内に入り、顕微鏡224b、225bがそれぞれそれらの上に合焦されるようにする。顕微鏡ステージ201a、201bはロックされ、その後、下側ウェーハ80をX-Y-T及びZ方向に動かして、図19Bに示されるように、下側ウェーハフィデューシャルマークC、Dの画像C'、D'を、下方に向けられた顕微鏡224a、224bの視野(FOV)282内に動かし、顕微鏡224a、225aをその上に合焦する。次に、Cognex社(Natick Mass)から市販されるパターン認識ソフトウェアPatmax(登録商標)プログラムを用いて顕微鏡224b、225b、224a、225aの対応する視野280、282内の画像A'、B'、C'、D'を解析することによって、且つ基準面290a、290bに対する顕微鏡224b、225b、224a、225aの位置を考慮に入れることによって、フィデューシャルマークA、B、C、Dの位置が求められる。顕微鏡の位置に加えて、鏡角(及びその上で反射される光軸217a、217b)の任意の変化が考慮に入れられ、図20Bに示される、上側フィデューシャルマークA、Bと下側フィデューシャルマークC、Dとの間のX-Y-Tオフセットx、y、が求められる。次に、下側ウェーハ80(及びキャリア)を、求められたX-Y-Tオフセットx、y、の量だけX-Y-T方向に動かして、図19C及び図20Cに示されるように、下側ウェーハ80のフィデューシャルマークC、Dを、上側ウェーハ90のフィデューシャルマークA、Bと位置合わせされるように位置決めする。この結果として、ウェーハが距離294だけ離隔されたまま、下側ウェーハ80が上側ウェーハ90と位置合わせされる。次に、下側ウェーハ80がZ方向において上方に動かされ、その間、ウェーハステージ155のX-Y-T位置は、コアースステージ152上に固定される3つの共面位置センサー157を用いてコアースステージ152からのその距離を測定すると共に、ウェーハステージ155の位置を調整して、位置合わせされた下側ウェーハ80の位置が保持されるようにすることによって保持される。その表面81が上側ウェーハ90の表面91と接触するまで、下側ウェーハ80がZ方向において上方に動かされる。位置合わせされたウェーハ80、90の積重物はクランプ322a、322b、322cを用いて固定具300上にクランプされ、2つのウェーハのボンディング等の後続の処理のために、アライナから取り出される。他の実施形態では、その表面81が2つのウェーハ間に挿入されるスペーサ321a、321b、321cと接触するまで、ウェーハ80がZ方向において上方に動かされる。この構成において、ウェーハ80及び90は、スペーサ厚に対応する距離だけ離隔されたまま一緒にクランプされる。

#### 【0019】

図18A及び図18Bには、完全なアライメントシーケンス600が示されており、以下のステップを含む。初めに、顕微鏡が上側ブロック180と下側ブロック150との間の空間から外れており、X-Y-T-Zウェーハステージ152のZ軸は下にある(601)。次に、上側ウェーハチャック及び下側ウェーハチャックを有する固定具300をアライナ内に装填し、X-Y-T-Zウェーハステージ152上に配置する(602)。その後、X-Y-T-Zウェーハステージ152をZ軸方向において上方に動かし、上側チャックを上側ブロック180に渡す。その後、下側ウェーハチャックを有するX-Y-T-Zウェーハステージ152を下方に動かす(603)。次に、上側ウェーハ(以下第2の半導体ウェーハともいう)90をアライナ内に装填し、上側ウェーハチャックに移送する(604)。その後、下側ウェーハ(以下第1の半導体ウェーハともいう)をアライナ

10

20

30

40

50

内に装填し、下側ウェーハチャック上に移送し、下側ウェーハ（第1の半導体ウェーハ）表面上にスペーサを配置する（605）。下側ウェーハステージ152を、Z軸を上方に動かして、スペーサを上側ウェーハ（第2の半導体ウェーハ）90に接触させ、且つフォーカスフィールドバック制御下で、上側ウェーハプレート上でウエッジエラー補正（WEC）を実行する（606）。上側ウェーハプレート位置をロックし、下側ウェーハ（第1の半導体ウェーハ）を、Z軸を下方に動かすと共に、スペーサを取り出す（607）。次に、固定基準ユニット（以下顕微鏡構成基準ユニットともいう）内に顕微鏡を設置し、上側顕微鏡を固定上側マーク上に合焦し、下側顕微鏡を固定下側マーク上に合焦する（608）。固定マーク画像を画像パターン認識ソフトウェアを用いて解析し、それらの位置、互いからの距離及び鏡角度位置（すなわち、顕微鏡の軸）を求める（609）。これらの測定は、さらなる測定のための基準点（すなわち、座標系の中心）を規定する。次に、顕微鏡を上側ウェーハと下側ウェーハとの間に設置し、上向きの顕微鏡を上側ウェーハマーク上に合焦する。その後、その顕微鏡位置をロックする（610）。その後、下側X-Y-T-Zウェーハステージ152を動かして、下向きの顕微鏡を下側ウェーハマーク上に合焦し、ステージ位置をロックする（611）。上側マーク及び下側マークの画像を画像パターン認識ソフトウェアを用いて解析し、固定マーク位置に対するそれらの位置及びそれらの位置間のX-Y-Tオフセットを求め、鏡角度位置（すなわち、顕微鏡の軸）も求める（612）。その後、後に説明されるように、下側ウェーハファインステージを、X-Y-Tオフセット量だけ、及び全体較正によって求められた量だけ動かす（613）。次に、顕微鏡を、上側ウェーハと下側ウェーハとの間の空間から取り出し（614）、下側ウェーハをZ軸方向で上方に動かし、その間、ファインウェーハステージのX-Y-Tアライメントを、位置センサーを用いて保持する（615）。下側ウェーハ80を上側ウェーハ90と接触させて、その積重物を固定具300において一緒にクランプする（616）。最後に、位置合わせされたウェーハセット及び固定具をアライナから取り出し、ボンディング又は堆積等のさらなる処理のために、別の工程チャンバ内に配置する（617）。

#### 【0020】

アライナシステム100は、図14～図17に示される全体較正デバイス400を用いて較正される。全体較正デバイス400は、下側プレート415と、上側プレート425と、それらの間に配置される曇りのない透明ウェーハ430（図17に示される）とを備える。下側プレート415は、同心真空溝418と、フィデューシャルマーク416a、416bとを含む。上側プレート425は真空溝419を含み、透明ウェーハ430は、フィデューシャルマーク432a、432bを含む。下側プレート415、透明ウェーハ430及び上側プレート425は固定具300内に配置され、さらにアライナ装置100内に配置される。上記のアライメント工程600を実行して、透明ウェーハ430のフィデューシャルマーク432a、432bを、下側プレート415のフィデューシャルマーク416a、416bと位置合わせする。次に、透明ウェーハ430を下側プレートと接触させて、下方に合焦している顕微鏡225a、224aを用いて、透明ウェーハマーク432a、432bと、下側プレートマーク416a、416bとの重なりを観測する。これらのマーク間の任意のX-Y-Tオフセット、及び鏡角度位置が測定され、全体較正補正のために用いられる。

#### 【0021】

いくつかの実施形態では、アライナ100全体が、図1に示されるように、雰囲気、温度及び圧力チャンバ70内に封入される場合がある。顕微鏡ステージ201a、201bはX-Y-Z-Tステージとすることができる。

#### 【0022】

本発明のいくつかの実施形態が説明されてきた。それにもかかわらず、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、種々の変更が加えられることは理解されよう。したがって、他の実施形態も添付の特許請求の範囲内にある。

#### 【符号の説明】

#### 【0023】

10

20

30

40

50

1 0 0	アライナ	
1 0 0	アライナシステム	
1 0 0	ウェーハアライメント装置	
1 0 1	左側フレーム脚部 ( <u>左側垂直支柱ともいう</u> )	
1 0 1	左側垂直脚部 ( <u>左側垂直支柱ともいう</u> )	
1 0 2	支持体	
1 0 3	右側フレーム脚部 (右側垂直支柱ともいう)	
1 0 3	右側垂直脚部 ( <u>右側垂直支柱ともいう</u> )	
1 0 4	逆U字形フレーム	
1 0 5	<u>第一の水平ビーム</u>	10
1 0 5 a、1 0 5 b	端部	
1 0 6	テーブル	
1 0 8 a、1 0 8 b、1 0 8 c 及び 1 0 8 d	防振脚部	
1 1 1、1 1 2	垂直スロット	
1 1 3	頂部	
1 1 3 及び 1 1 4	脚部の各頂部	
1 1 5	間隙	
1 1 5 a	距離	
1 1 6	高さ	
1 1 7	高さ	20
1 1 9	脚部の上面	
1 2 0	<u>支持棒 (第二の水平ビームともいう)</u>	
1 2 0 a	左端	
1 2 0 b	右端	
1 2 1、1 2 2、1 2 3	ブロック延長部	
1 4 0 a	左側顕微鏡校正基準ユニット	
1 4 0 a、1 4 0 b	基準ユニット	
1 4 0 b	右側顕微鏡校正基準ユニット	
1 4 1 a、1 4 1 b	固定上側プレート	
1 4 1 a、1 4 1 b	上側プレート	30
1 4 2 a、1 4 2 b	下側プレート	
1 4 2 a、1 4 2 b	固定下側プレート	
1 5 0	下側ウェーハブロック	
1 5 0	下側ウェーハ支持ブロック	
1 5 0	下側ブロック	
1 5 2	X - Y - T - Z ウェーハステージ	
1 5 2	コアース X - Y - T テーブル	
1 5 2	コアース X - Y - T 空気ベアリングテーブル	
1 5 2	コアースステージ	
1 5 2	下側ウェーハステージ	40
1 5 4	空気ベアリング Z ステージ	
1 5 5	Z ステージの上に支持されるファイン X - Y - T ステージ	
1 5 5	ウェーハステージ	
1 5 5	ファインステージ	
1 5 6	下側ウェーハプレート	
1 5 7	位置センサー	
1 5 7	共面位置センサー	
1 8 0	上側ウェーハブロック	
1 8 0	上側ウェーハ支持ブロック	
1 8 0	上側ブロック	50

1 8 2	上側ウェーハプレート	
1 8 2、1 5 6	プレート	
1 8 4	プレートレベリングシステム	
2 0 1 a、2 0 1	顕微鏡ステージ	
2 0 1 a、2 0 1 b	X - Y - Z 顕微鏡ステージ	
2 0 1 a、2 0 1 b	顕微鏡ステージ	
2 0 1 a、2 0 1 b	個別の顕微鏡 X - Y - Z ステージセット	
2 0 2 a、2 0 2 b	細長い管	
2 0 4 a、2 0 4 b	逆 U 字形構造	
2 1 0 a	第 1 の顕微鏡セット	10
2 1 0 a、2 1 0 b	顕微鏡セット	
2 1 0 b	第 2 の顕微鏡セット	
2 1 1 a、2 1 1 b	光源	
2 1 2 a、2 1 2 b	高性能対物レンズ	
2 1 3 a、2 1 3 b	C C D カメラ	
2 1 4 a	光	
2 1 4 b	光	
2 1 5	両面鏡	
2 1 6 a	光	
2 1 6 b	光	20
2 1 7 a	軸	
2 1 7 a、2 1 7 b	顕微鏡の軸	
2 1 7 a、2 1 7 b	顕微鏡光軸	
2 1 7 a、2 1 7 b	顕微鏡軸	
2 1 7 a、2 1 7 b	光軸	
2 1 7	光軸	
2 2 4 a、2 2 4 b 及び 2 2 5 a、2 2 5 b	顕微鏡	
2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 4 a、2 3 4 b	プレート	
2 3 3 a、2 3 3 b、2 3 3 c	キネマティックカップリング	
2 3 5 a、2 3 5 b	鏡	30
2 3 6 a、2 3 6 b	鏡面	
2 8 0	視野 ( F O V )	
2 8 2	視野 ( F O V )	
2 9 0 a、2 9 0 b	基準面	
2 9 0 b	基準面	
2 9 4	距離	
3 0 0	固定具	
3 1 0	リング	
3 1 0	外側リング	
3 1 5	下側ウェーハキャリアチャック	40
3 1 5、3 1 6	ウェーハキャリアチャック	
3 1 6	上側ウェーハキャリアチャック	
3 2 0 a、3 2 0 b、3 2 0 c	クランプ / スペーサアセンブリ	
3 2 1 a、3 2 1 b、3 2 1 c	スペーサ	
3 2 2 a、3 2 2 b、3 2 2 c	クランプ	
3 2 5	中心ピン	
4 0 0	全体較正デバイス	
4 1 5	下側プレート	
4 1 6 a、4 1 6 b	フィデューシャルマーク	
4 1 6 a、4 1 6 b	下側プレートマーク	50

- 4 1 8 同心真空溝
- 4 1 9 真空溝
- 4 2 5 上側プレート
- 4 3 0 透明ウェーハ
- 4 3 2 a、4 3 2 b フィデューシャルマーク
- 4 3 2 a、4 3 2 b 透明ウェーハマーク
- 6 0 0 アライメントシーケンス
- 8 0 下側ウェーハ (第 1 の半導体ウェーハともいう)
- 8 0、9 0 ウェーハ
- 8 1 ウェーハ表面 10
- 8 1 下側ウェーハ表面 (第 1 の半導体ウェーハ表面ともいう)
- 8 1 表面
- 9 0 上側ウェーハ (第 2 の半導体ウェーハともいう)
- 9 1 上側ウェーハ表面 (第 2 の半導体ウェーハ表面ともいう)
- 9 1 表面
- 9 1、8 1 ウェーハ表面
- A、B フィデューシャルマーク
- A'、B' 画像
- K、K' 固定上側基準マーク
- L、L' 固定下側基準マーク 20
- 6 0 1 顕微鏡が外れており、Z 軸が下にある
- 6 0 2 上側ウェーハチャック及び下側ウェーハチャックを有する固定具をアライナの X - Y - T - Z ステージに装填する
- 6 0 3 X - Y - T - Z ステージを Z 方向において上方に動かし、上側チャックを上側ブロックに移送し、その後、下側ウェーハチャックを有する X - Y - T - Z ステージを下方に動かす
- 6 0 4 アライナの中に上側ウェーハを装填し、該上側ウェーハを上側ウェーハチャックに移送する
- 6 0 5 下側ウェーハをアライナの中に装填し、該下側ウェーハを下側ウェーハチャック上に配置し、下側ウェーハ表面上にスペーサを挿入する 30
- 6 0 6 下側ウェーハの Z 軸を上方に動かし、スペーサを上側ウェーハと接触させて、フォースフィードバック制御下で、上側ウェーハにおいて W E C を実行する
- 6 0 7 W E C 位置をロックし、下側ウェーハの Z 軸を下方に動かし、スペーサを取り出す
- 6 0 8 顕微鏡を固定基準ユニットに設置し、上側顕微鏡及び下側顕微鏡をそれぞれ固定上側マーク及び固定下側マーク上に合焦する
- 6 0 9 パターン認識ソフトウェアを用いて、固定マークの位置及び距離、並びに鏡角度位置を測定する
- 6 1 0 上側ウェーハと下側ウェーハとの間に顕微鏡を挿入し、上側顕微鏡を上側ウェーハマーク上に合焦し、顕微鏡ステージをロックする 40
- 6 1 1 下側ウェーハコアースステージを X - Y - T - Z 方向において動かして、下側顕微鏡を下側ウェーハマーク上に合焦し、コアース X - Y - T - Z ステージをロックする
- 6 1 2 パターン認識ソフトウェアを用いて、上側マーク及び下側マークの位置を測定し、それらの X - Y - T オフセットを求め、鏡角度位置を測定する
- 6 1 3 下側ウェーハファインステージを求められたオフセットの量だけ、及び全体較正によって求められた量だけ動かす
- 6 1 4 顕微鏡をウェーハ間から取り出す
- 6 1 5 下側ウェーハステージを Z 方向において上方に動かし、その間、位置センサーを用いて、ファインウェーハステージの X - Y - T アライメントを保持する
- 6 1 6 下側ウェーハを上側ウェーハと接触させて、2 つのウェーハの積重物をクランプ 50

する

6 1 7 位置合わせされたウェーハ対を有する固定具を取り外す

【図 18 A】

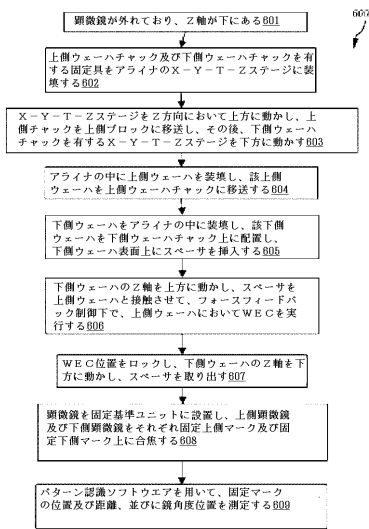
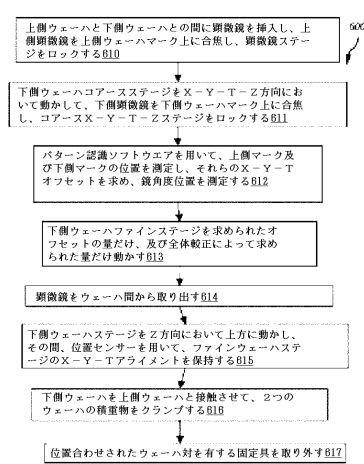
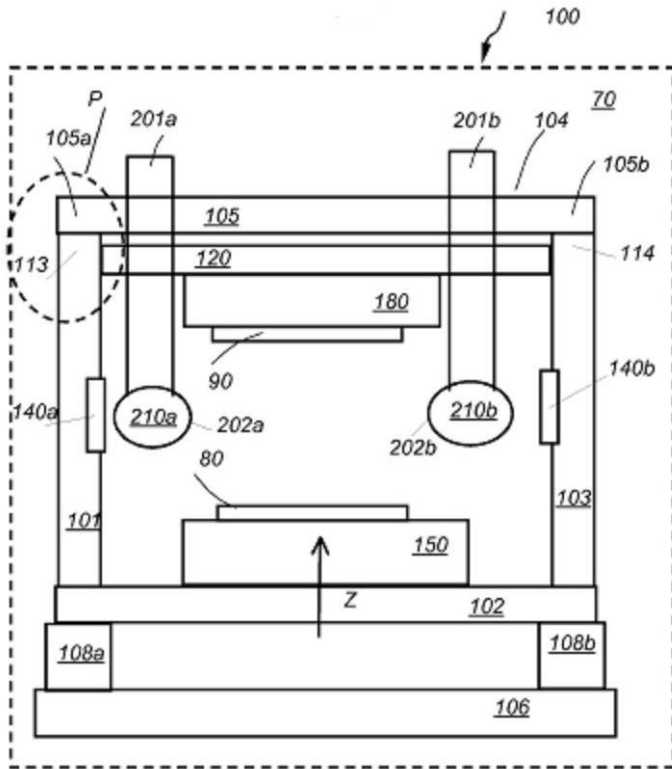


図 18 B へ

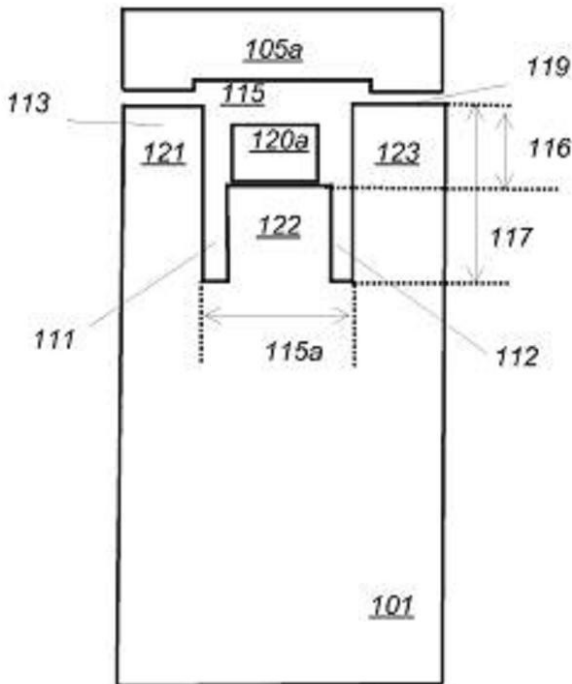
【図 18 B】



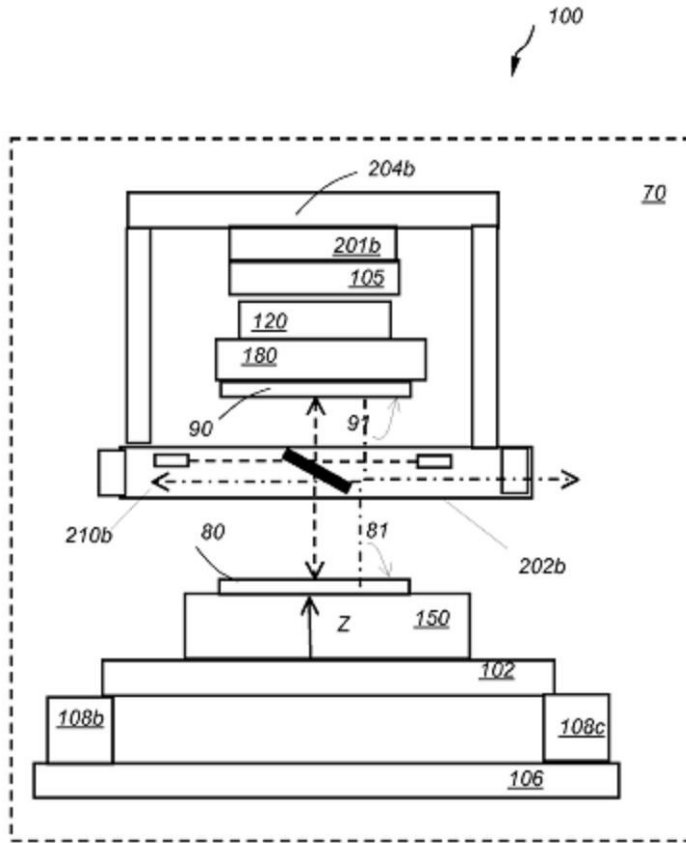
【 図 1 】



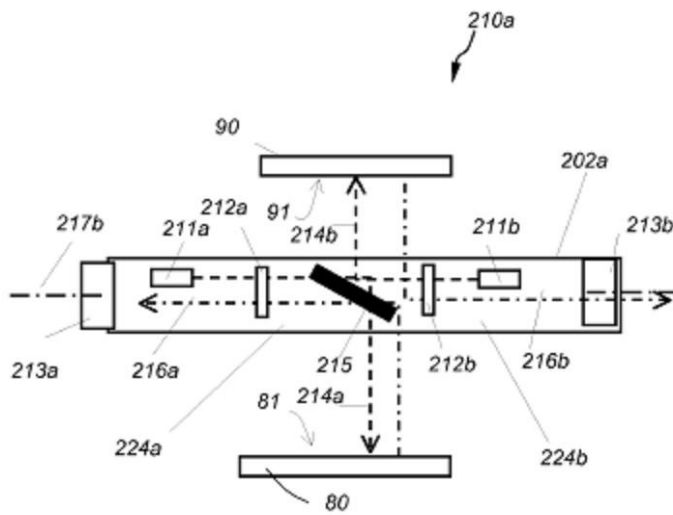
【 図 2 】



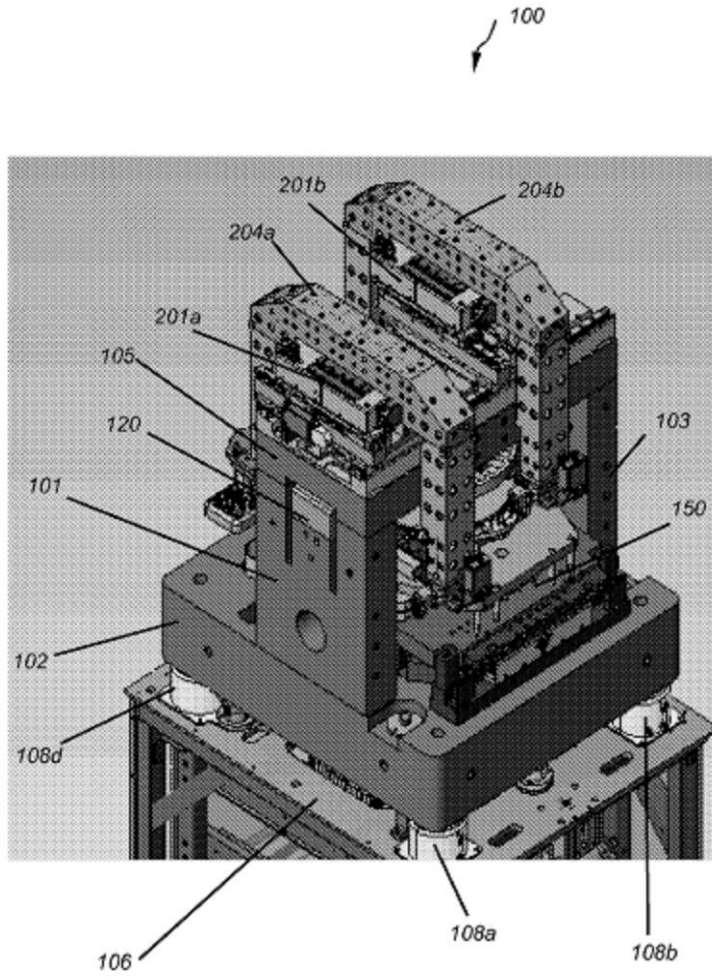
【 図 3 】



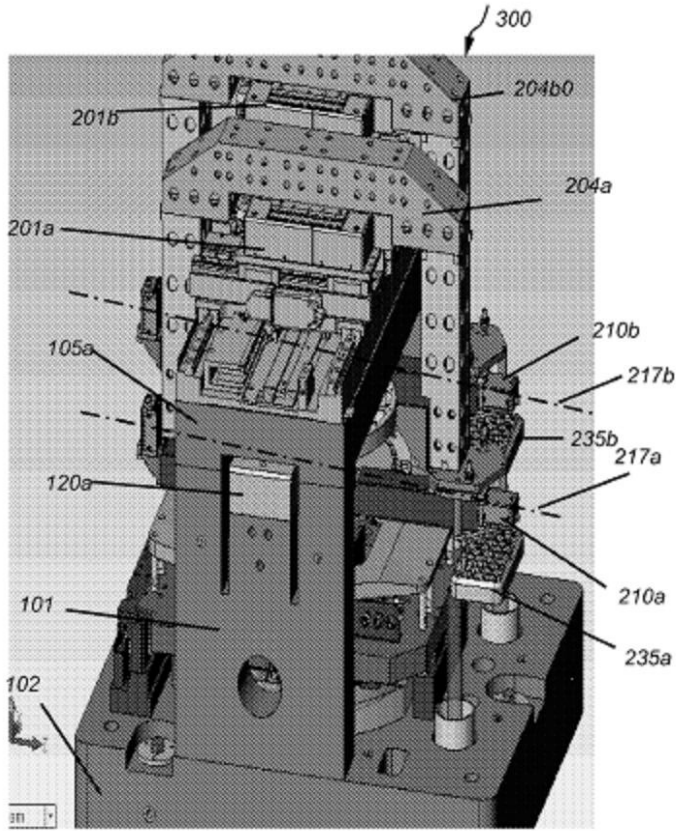
【 図 4 】



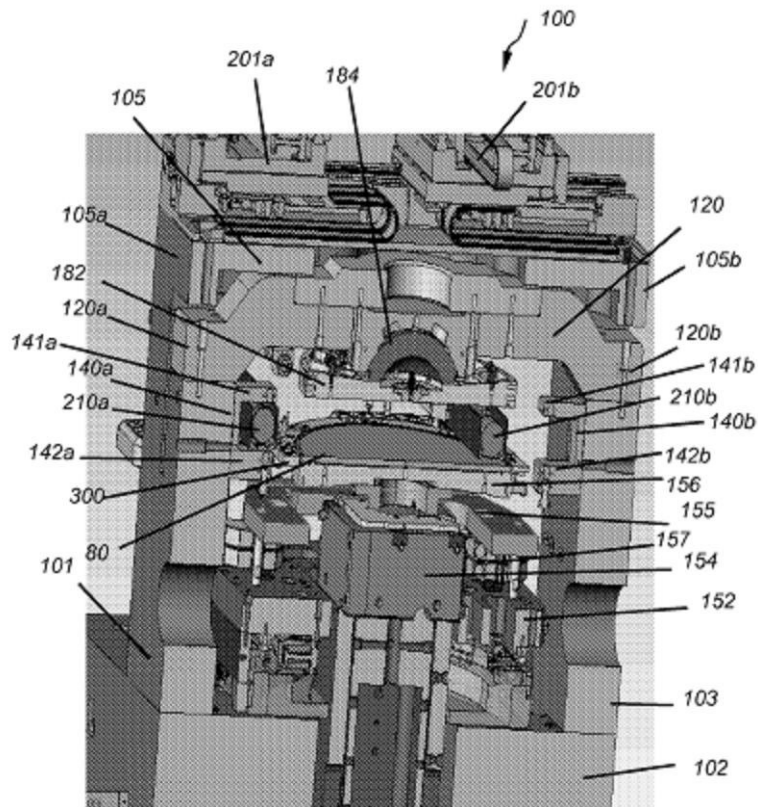
【 図 5 】



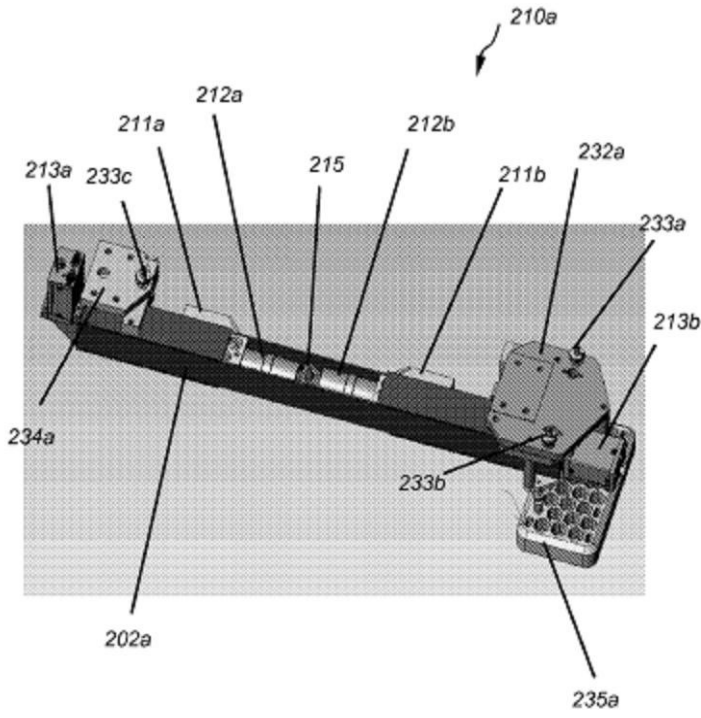
【 図 6 】



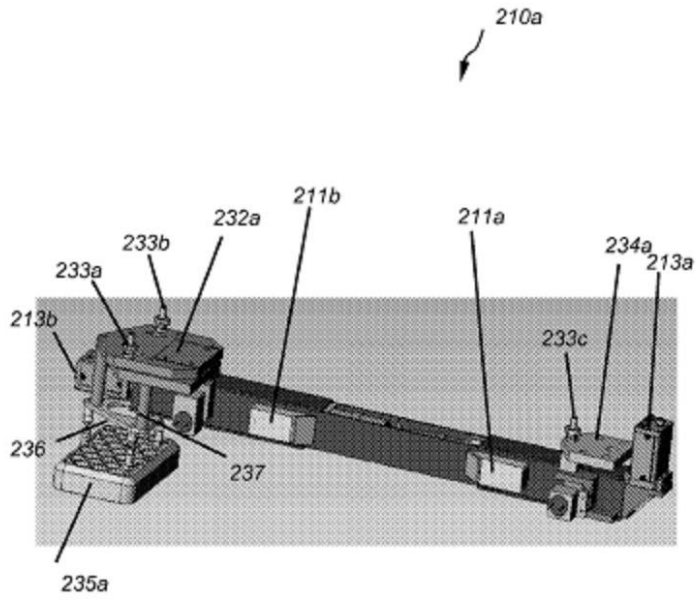
【 図 7 】



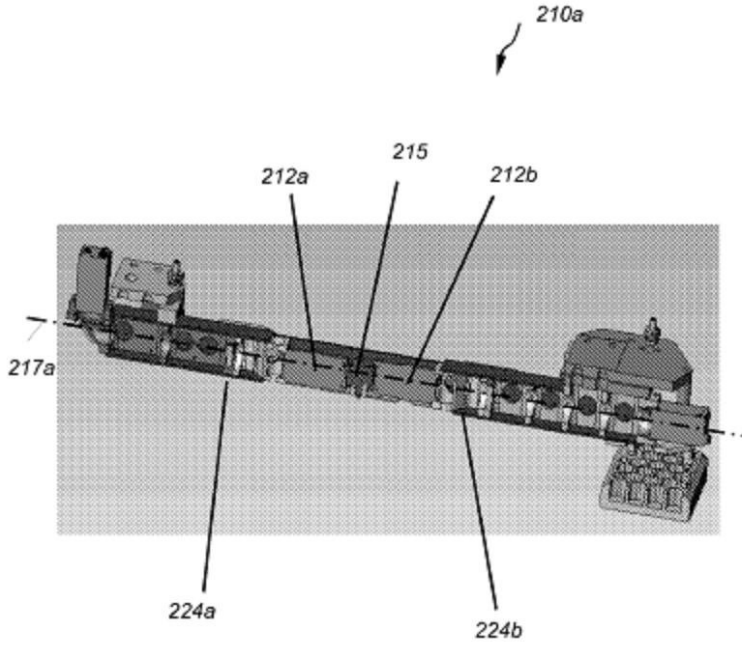
【 図 8 】



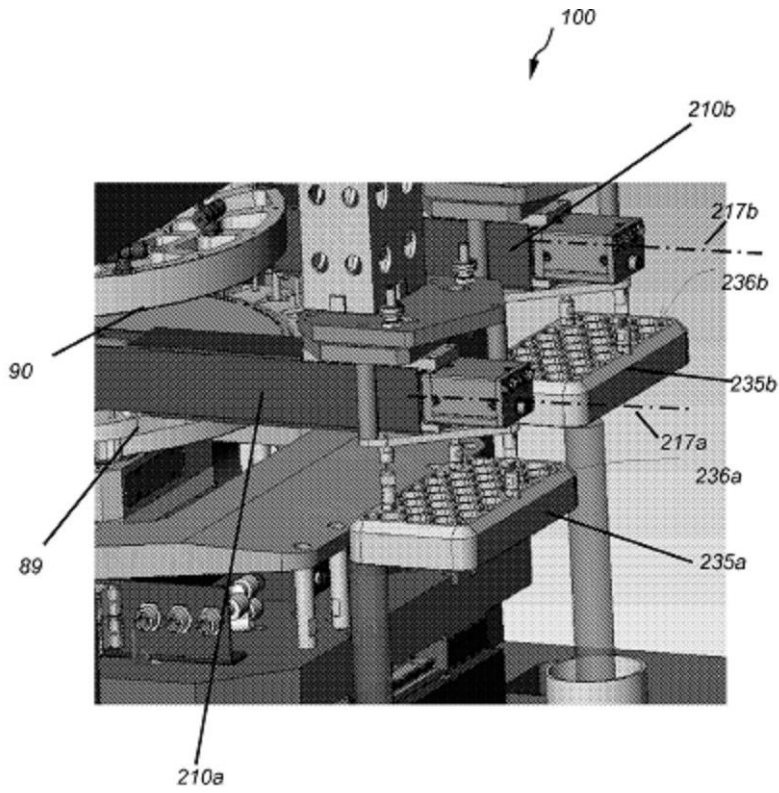
【 図 9 】



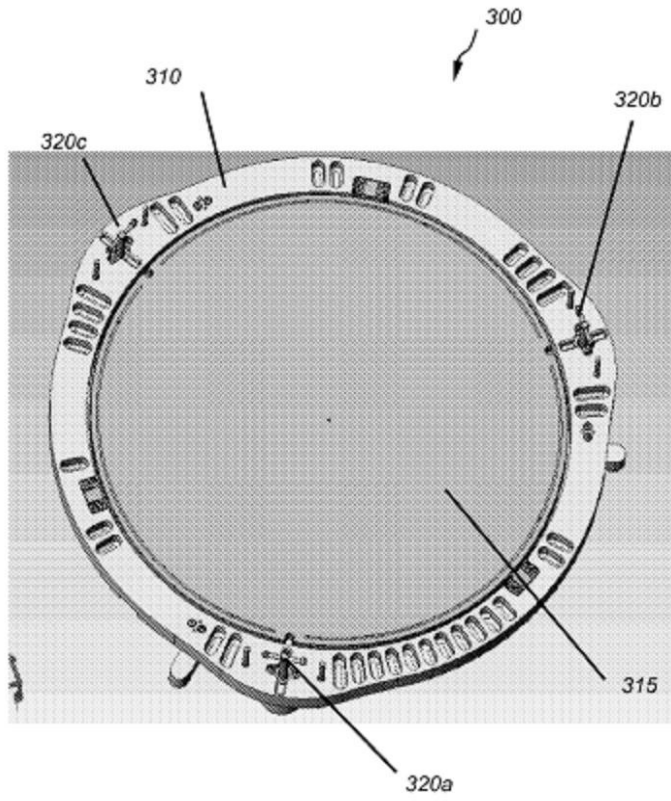
【図10】



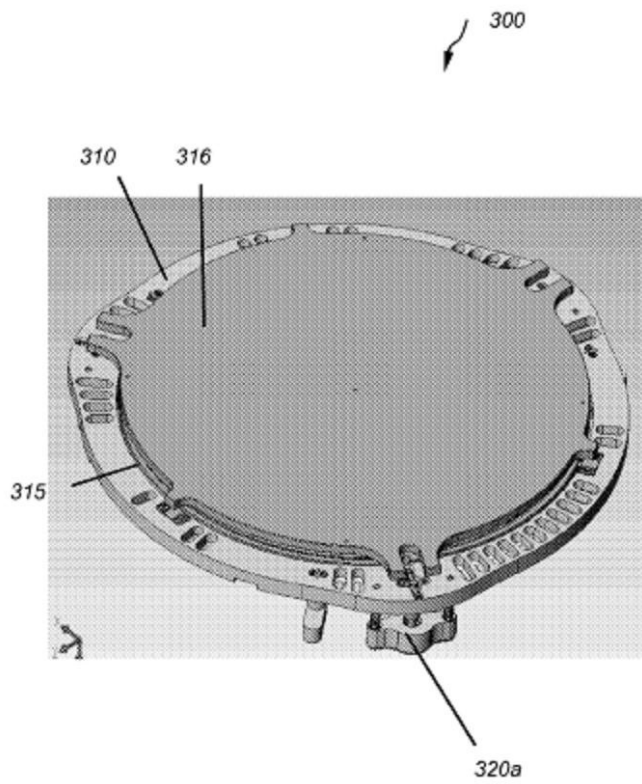
【図11】



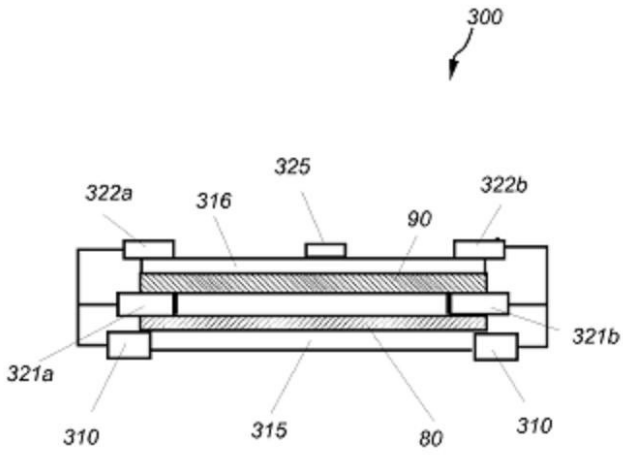
【図12】



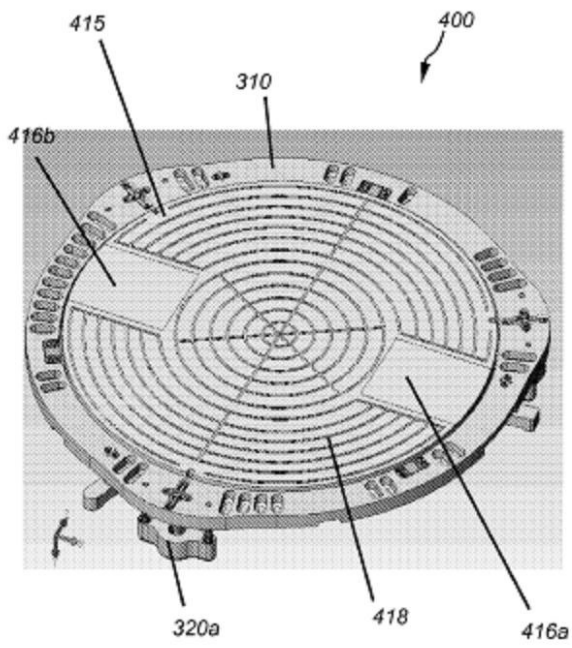
【図13】



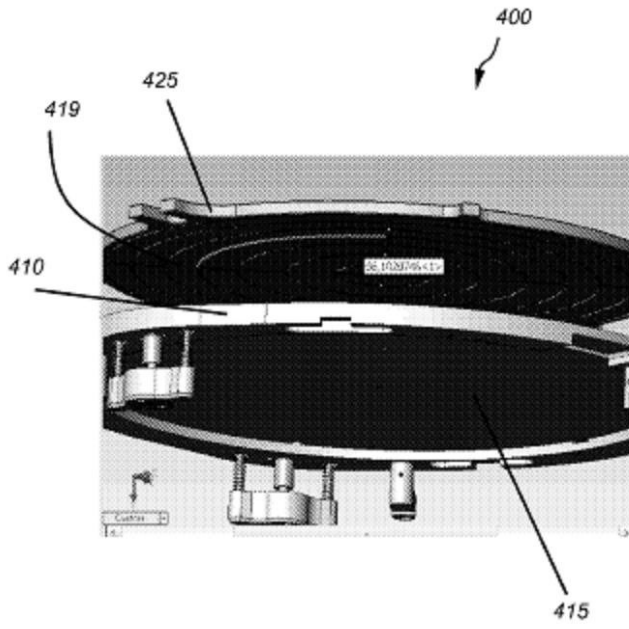
【 図 1 4 】



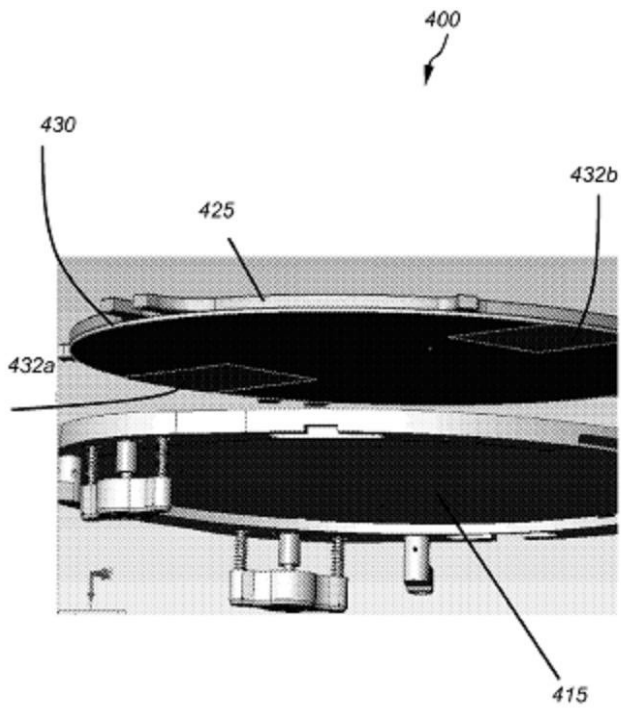
【 図 1 5 】



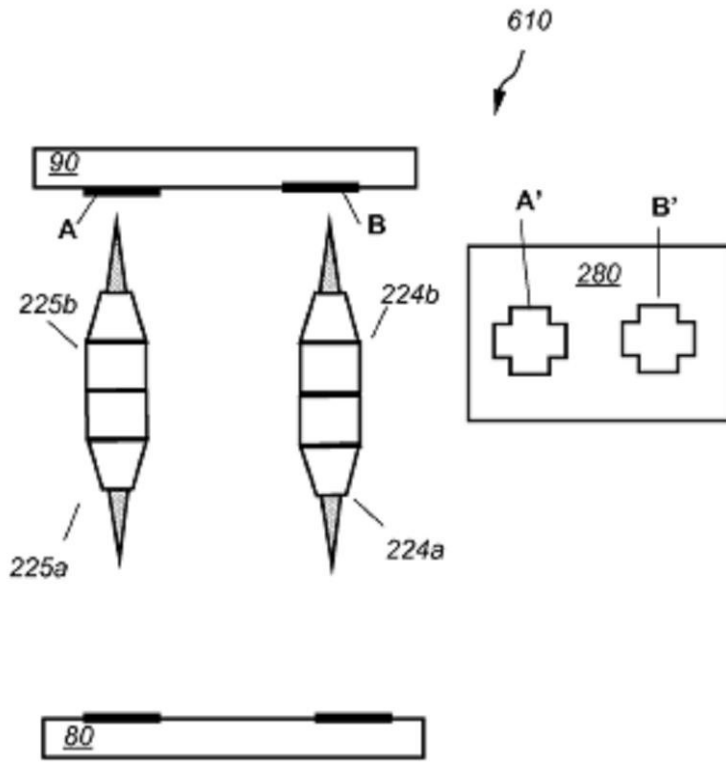
【図16】



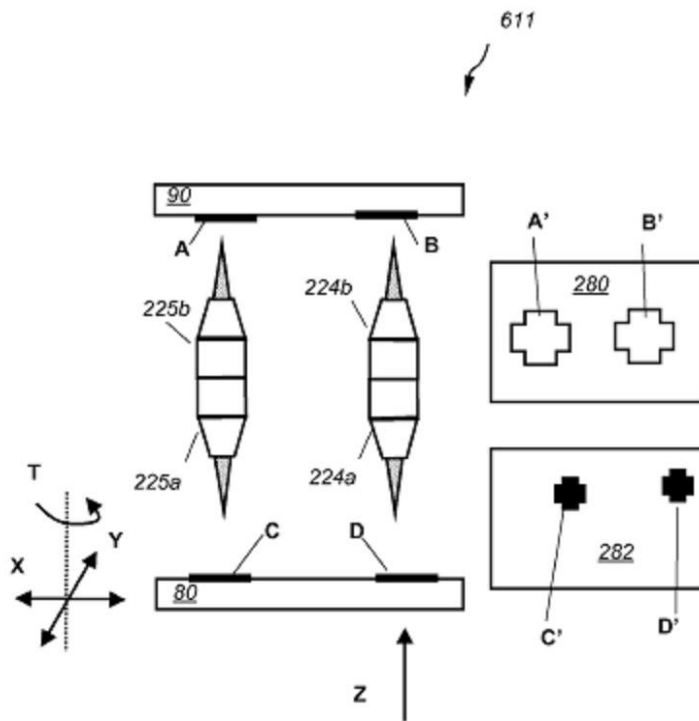
【図17】



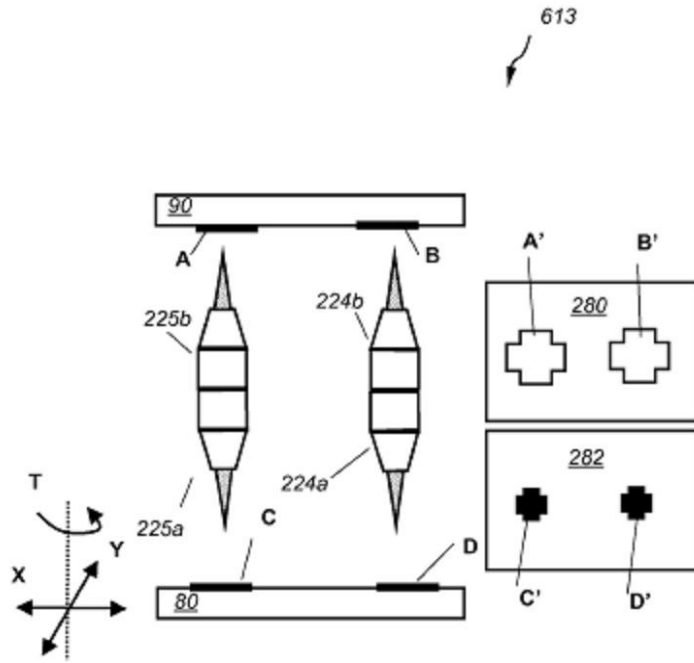
【 図 19 A 】



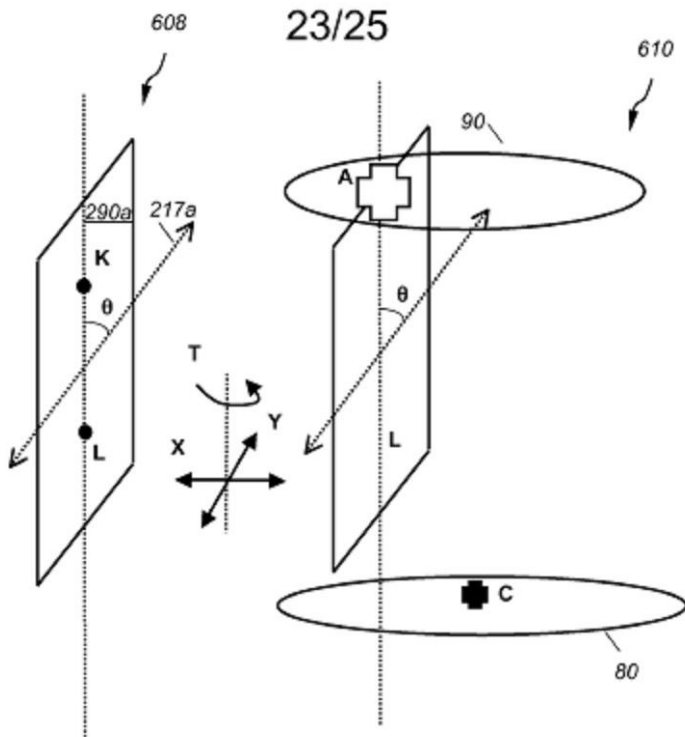
【 図 19 B 】



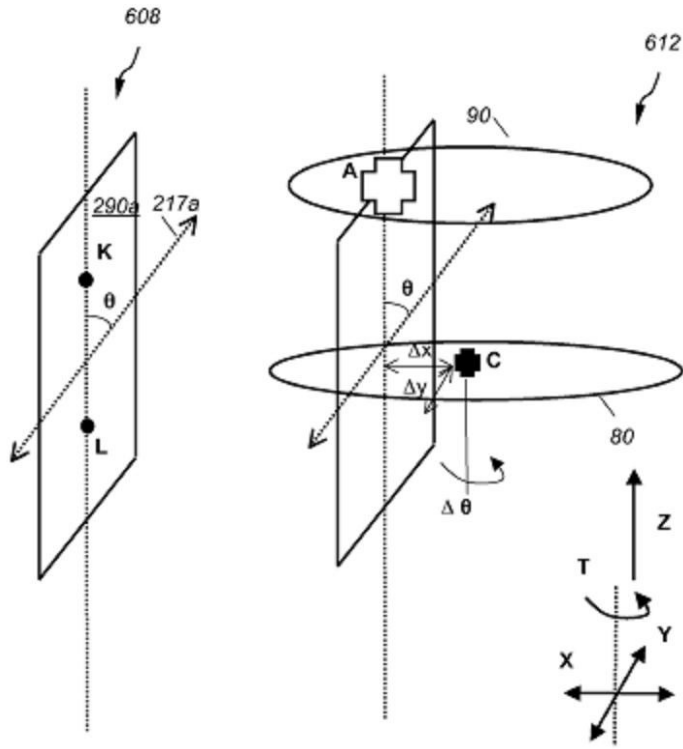
【 図 19 C 】



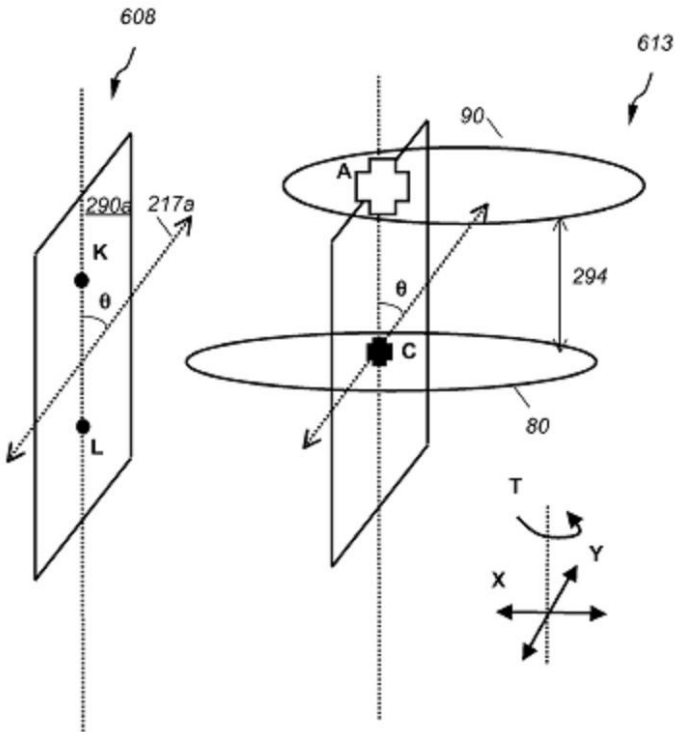
【 図 20 A 】



【 図 20 B 】



【 図 20 C 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-311298(JP,A)  
特開2005-251972(JP,A)  
国際公開第2007/150012(WO,A1)  
特開2001-313383(JP,A)  
特開平09-180990(JP,A)  
特開平11-345866(JP,A)  
特許第2580572(JP,B2)  
韓国特許第2010-0818402(KR,B1)  
特開平05-036768(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/67-21/687