

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5789055号
(P5789055)

(45) 発行日 平成27年10月7日 (2015. 10. 7)

(24) 登録日 平成27年8月7日 (2015. 8. 7)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 2 B 21/26 (2006. 01)	G 0 2 B 21/26
G 1 2 B 5/00 (2006. 01)	G 1 2 B 5/00 T
H 0 1 J 37/20 (2006. 01)	H 0 1 J 37/20 A

請求項の数 15 (全 70 頁)

(21) 出願番号	特願2014-533420 (P2014-533420)	(73) 特許権者	512137256
(86) (22) 出願日	平成24年9月28日 (2012. 9. 28)		ハイジトロン, インク.
(65) 公表番号	特表2015-503112 (P2015-503112A)		HYSITRON, INC.
(43) 公表日	平成27年1月29日 (2015. 1. 29)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 55344
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/058019		, エデン プレーリー, ウェスト 76番
(87) 国際公開番号	W02013/049641		ストリート., 9625
(87) 国際公開日	平成25年4月4日 (2013. 4. 4)		9625 West 76th St.,
審査請求日	平成26年5月22日 (2014. 5. 22)		Eden Prairie, MN 553
(31) 優先権主張番号	61/540, 317		44, United States of
(32) 優先日	平成23年9月28日 (2011. 9. 28)		America
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100074099
早期審査対象出願			弁理士 大菅 義之
		(74) 代理人	110000132
			大菅内外国特許事務所特許業務法人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数自由度ステージを含むテストアセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数装置アセンブリのチャンバ内での作動のために構成され、前記複数装置アセンブリの各装置が、作業領域を有し、前記作業領域は、前記複数装置のアセンブリがアクセス可能な局所オーバーラップ領域を規定する、テストアセンブリであって、

前記複数装置アセンブリのマウントステージと結合するよう構成されているテストアセンブリプラットフォームと、

前記テストアセンブリプラットフォームと結合し、サンプルステージ面上のサンプルと結合し、テストするように構成されている機械的テスト装置と、

前記テストアセンブリプラットフォームと結合している複数自由度サンプルステージアセンブリと、を備え、

前記複数自由度サンプルステージアセンブリは、

前記サンプルステージ面と、

前記テストアセンブリプラットフォームと直列に結合している複数の線形ステージと、

回転ステージと、あるいは、

傾きステージとの1以上を含み、

前記回転及び傾きステージの1以上は、前記サンプルステージ面と、複数の線形アクチュエータとの間に直列に結合され、

前記複数自由度サンプルステージは、前記複数の線形ステージと、回転及び傾きステー

10

20

ジの 1 以上との動きの組み合わせにより、前記サンプルステージ面を、前記局所オーバーラップ領域内の前記作業領域のそれぞれの方向を向くように構成されており、

前記テストアセンブリプラットフォームが、前記複数装置アセンブリの前記マウントステージに結合されている実装された構成においては、前記機械的テスト装置と前記複数自由度サンプルステージは、前記複数装置アセンブリのチャンバの壁から離れて配置されていることを特徴とするテストアセンブリ。

【請求項 2】

前記回転ステージは、回転ステージ基盤と可動のように結合している回転ステージプラットフォームを含み、前記傾きステージは、傾きステージ基盤と可動のように結合している傾きステージプラットフォームを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のテストアセンブリ。

10

【請求項 3】

前記回転及び傾きステージを含む回転及び傾きアセンブリを備え、前記回転及び傾きアセンブリは、前記複数の線形ステージと結合し、前記回転及び傾きアセンブリは、

前記複数の線形ステージに結合している前記回転ステージ基盤と、

前記回転ステージ基盤と可動のように結合し、前記回転ステージプラットフォームと前記傾きステージ基盤とを含む回転スピンドルと、

前記回転スピンドルと可動のように結合している傾きスピンドルと、を含む、ことを特徴とする請求項 2 に記載のテストアセンブリ。

【請求項 4】

20

前記回転ステージと前記傾きステージの少なくとも 1 つは、1 以上のモータを含み、前記 1 以上のモータのそれぞれは、

前記回転ステージプラットフォームあるいは前記傾きステージプラットフォームの 1 つを、前記それぞれの回転ステージ基盤あるいは、前記傾きステージ基盤に対し、第 1 の方向に動かすように構成されている第 1 のモータ素子と、

前記回転ステージプラットフォームあるいは前記傾きステージプラットフォームの 1 つを、前記それぞれの回転ステージ基盤あるいは前記傾きステージ基盤に対し、第 2 の方向に動かすように構成され、前記第 2 の方向は前記第 1 の方向と対向する第 2 のモータ素子と、

前記第 1 及び第 2 のモータ素子の間に結合され、前記回転、あるいは、傾きステージプラットフォーム、あるいは、前記回転、あるいは、傾きステージ基盤の 1 つに可動のように結合されている、前記第 1 及び第 2 のモータ素子の動きを前記回転、あるいは、傾きステージプラットフォームに伝達する結合面であるドライブシューと、を含むことを特徴とする請求項 2 に記載のテストアセンブリ。

30

【請求項 5】

前記複数自由度サンプルステージアセンブリは、複数装置アセンブリのチャンバの壁から隔離されていることを特徴とする請求項 1 に記載のテストアセンブリ。

【請求項 6】

前記傾きステージは、傾きの動き範囲を含み、前記回転ステージは、回転の動き範囲を含み、前記傾き及び回転ステージは、前記サンプルステージ面が、前記局所オーバーラップ領域内の前記作業領域のそれぞれの方向に向けられている間、前記それぞれの傾き及び回転の動き範囲にわたって動作可能であることを特徴とする請求項 1 に記載のテストアセンブリ。

40

【請求項 7】

複数自由度サンプルステージアセンブリを用い、複数装置アセンブリのチャンバ内でサンプルを方向付ける方法であって、

サンプルステージ面上のサンプルを配置し、

線形ステージにより、機械的テスト装置を含む前記チャンバ内の 2 以上の装置の 2 以上の作業領域の一方に一致する前記チャンバ内の第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを向け、

50

前記 2 以上の装置の 2 以上の作業領域の他方に一致する前記チャンバ内の第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再び向け、

前記サンプルステージ面と、回転及び傾きステージの 1 以上を含む、テストアセンブリプラットフォームを、前記複数装置アセンブリのマウントステージに結合する、ことを含み、

前記 2 以上の作業領域は、前記チャンバ内の局所オーバーラップ領域を規定し、前記第 1 の方向の前記サンプルは、前記局所オーバーラップ領域内にあり、

方向付けることは、

前記サンプルステージ面に結合している傾きステージを傾け、あるいは、

前記サンプルステージ面に結合している回転ステージを回転することの、1 以上を含み、

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向と異なり、前記第 2 の方向の前記サンプルは、前記局所オーバーラップ領域内にあり、再方向付けすることは、前記傾きステージを傾けること、あるいは、前記回転ステージを回転することの 1 以上を含み、

マウントされている前記テストアセンブリプラットフォームは、前記複数装置アセンブリの壁から離れて配置されている、
ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付けることは、

前記サンプルステージ面と結合している傾きステージを傾け、あるいは、

前記サンプルステージ面に結合している回転ステージを回転し、及び、

前記サンプルステージ面を介して伸びるサンプル面回転軸の周りに前記サンプルステージ面を回転させることの、1 以上を含み、

前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付けることは、前記傾きステージを傾ける、あるいは、前記回転ステージを回転する、及び、前記サンプルステージ面に結合している前記回転ステージを回転することの、1 以上を含む、ことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

テストアセンブリのサンプルステージアセンブリであって、

回転ステージと、

前記回転ステージと結合している傾きステージと、

前記回転ステージ、あるいは、前記傾きステージの 1 つと結合しているサンプルステージ面と、を備え、

前記回転と傾きステージの一方あるいは両方は、

ステージ基盤と、

前記ステージ基盤と結合しているステージプラットフォームと、

前記ステージ基盤あるいは前記ステージプラットフォームの 1 つと可動なように結合している少なくとも 1 つのモータと、を備え、

前記少なくとも 1 つのモータは、前記ステージ基盤に対し、前記ステージプラットフォームを動かすように構成されており、

前記回転と傾きステージの一方あるいは両方は、クランプアセンブリを含み、

前記クランプアセンブリは、

前記ステージプラットフォームに沿って伸びるクランプ面と、

前記モータと前記クランプ面の少なくとも 1 つに結合されている少なくとも 1 つのバイアス素子と、を備え、

前記少なくとも 1 つのバイアス素子は、前記モータと前記クランプ面の 1 以上に一緒に力を加え、前記クランプ面と前記モータは、それらの間に前記ステージプラットフォームをクランプする、ことを特徴とするサンプルステージアセンブリ。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つのモータは、少なくとも 1 つのピエゾモータを含むことを特徴とす

10

20

30

40

50

る請求項 9 に記載のサンプルステージアセンブリ。

【請求項 1 1】

前記回転ステージは、

前記ステージプラットフォームの周りに間隔をあけて配置され、前記ステージプラットフォームの第 1 の面に可動のように結合されている少なくとも 3 つのモータを含み、

前記クランプ面は、前記ステージプラットフォームの第 2 の面に沿って可動のように結合されており、前記第 2 の面は、前記第 1 の面に対向しており、クランプ構成においては、前記少なくとも 3 つのモータは、前記第 1 の面に沿って結合されており、前記クランプ面は、前記第 2 の面に沿って結合されている、ことを特徴とする請求項 9 に記載のサンプルステージアセンブリ。

10

【請求項 1 2】

前記ステージプラットフォームは、前記第 1 の面と前記第 2 の面を含む傾きスピンドルを含み、前記第 1 の面は、前記傾きスピンドルの外周に沿って伸び、前記第 2 の面は、前記傾きスピンドルの内周に沿って伸び、クランプ構成においては、前記クランプ面は、前記第 2 の面に沿って結合され、前記少なくとも 2 つのモータは、前記第 1 の面に沿って結合されている、ことを特徴とする請求項 9 に記載のサンプルステージアセンブリ。

【請求項 1 3】

少なくとも 1 つの前記回転及び傾きステージと結合している 1 以上の線形ステージを備えることを特徴とする請求項 9 に記載のサンプルステージアセンブリ。

【請求項 1 4】

複数装置アセンブリのチャンバ内での動作のために構成されている複数自由度サンプルステージアセンブリであって、

サンプルステージ面と、

前記サンプルステージ面と結合した 1 以上の回転あるいは傾きステージと、

直列に結合し、前記サンプルステージ面と結合している複数の線形ステージであって、前記複数の線形ステージのそれぞれが、ステージ基盤と、前記ステージ基盤と可動のように結合しているステージプラットフォームと、前記ステージ基盤あるいは前記ステージプラットフォームの少なくとも 1 つに結合しているアクチュエータと、を含む複数の線形ステージと、

20

前記複数の線形ステージの少なくとも 1 つの前記ステージ基盤と前記ステージプラットフォームの間に介在している少なくとも 2 つのクロスローラベアリングアセンブリと、を備え、

30

前記アクチュエータは、線形軸に沿って、前記ステージ基盤に対し、前記ステージプラットフォームを動かすよう構成されており、

前記少なくとも 2 つのクロスローラベアリングアセンブリは、複数の円筒ベアリングを、交互にクロスされる構成で含み、前記複数の円筒ベアリングのそれぞれは、前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤上の対向する平面インタフェース面の間に結合されている円筒ベアリング面を含み、

前記少なくとも 2 つのクロスローラベアリングアセンブリは、第 1 及び第 2 のクロスローラベアリングアセンブリを含み、前記アクチュエータは、前記第 1 及び第 2 のクロスローラベアリングアセンブリの間に配置されている、

40

ことを特徴とする複数自由度サンプルステージアセンブリ。

【請求項 1 5】

ステージ基盤と、前記ステージ基盤と可動のように結合しているステージマウントと、前記ステージマウントと結合している、前記ステージ基盤上のステージ面の線形方向の移動、回転、あるいは、傾きの動きの 1 以上を実現する 1 以上のアクチュエータと、を含むステージと、

前記ステージと結合するように構成されている少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリと、

を備え、

50

前記ステージマウントは、１以上の機械的テスト装置と結合するように構成されているステージインタフェースプロファイルを含み、

前記１以上のアクチュエータは、前記ステージ基盤に対して、前記ステージマウントを動かすように構成されており、

前記少なくとも１つの機械的テストアセンブリは、

機械的テスト装置と、

装置ハウジングと、を含み、

前記装置ハウジングは、前記ステージインタフェースプロファイルに相補的な装置インタフェースプロファイルを含み、前記少なくとも１つの機械的テストアセンブリは、前記装置インタフェースプロファイルが、前記ステージインタフェースプロファイルと結合されるとき、前記ステージマウントと着脱可能なように結合する、ことを特徴とするモジュール装置アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

< 関連出願 >

この特許出願は、２０１１年９月２８日出願の米国仮特許出願シリアル番号６１／５４０、３１７号に対して優先権を主張するものであり、その全体は、参照文献として、ここに組み込まれる。

< 技術分野 >

この文書は、ミクロンあるいは、より小さいスケールで、サンプルを機械的にテストするアセンブリ、及び、方法に、一般的に、しかし限定的ではなく、関する。

【背景技術】

【０００２】

装置収容チャンバ、例えば、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）、光学顕微鏡、透過型電子顕微鏡、あるいは、他の複数装置アセンブリのチャンバは、複数の装置と、サンプルステージに近い、中央位置の周囲、及び、に向かって、密にクラスタ化されている複数の検出器とを含んでいる。中央位置は小さく、例えば、チャンバ内に実装された機械的テスト装置によるサンプルへのアクセスが限定されている。

【０００３】

一例では、機械的テスト装置は、装置収容チャンバのアクセス穴内に実装される。機械的テスト装置は、装置収容壁に肯定的に結合され、限定された、あるいは、単一の方角（例えば、サンプルステージに対して、静的な実装角度）で、中央位置に向かって壁から伸びている。中央位置へと壁から伸びる機械的テスト装置は、装置収容チャンバの貴重な空間を占める。装置収容チャンバ内のサンプルは、機械的テストを容易にするために、装置に向かって向けられていなくてはならない。例えば、サンプルステージは、実装角度と相補的な角度でサンプルに向けられていなくてはならない。サンプルステージに対する実装角度が鋭角、鈍角などであるので、時間の消費と、やっかいな方角へのサンプルステージの困難な作動なしには、機械的テストのためのサンプルを正確に配置することは困難である。更に、サンプルの方角は、理想的な角度より小さく（例えば、直交しない）、インデ

【０００４】

他の例では、機械的テスト装置とステージを含む、テストアセンブリは、装置収容チャンバのサンプルステージに結合する。これらのテストアセンブリのステージは、機械的テスト装置及び、装置と装置チャンバハウジングの検出器のクラスタに対し、サンプルの限定された（例えば、線形）方角を提供する。サンプルの方角の柔軟性は、装置ハウジング

10

20

30

40

50

サンプルステージの中央位置の周りにクラスタ化された装置及び検出器と共に、装置ハウジングの小型のチャンバによって限定される。更に、機械的テストが実行され、次に、サンプルは、装置及び装置チャンバハウジングの検出器による検査あるいは更なる処理のために再方向付けされねばならない。

【 0 0 0 5 】

更に、線形ステージを設けることは、サンプルを載せるステージの許容量を大きくし、対応して、装置に対して、対象のミクロン以下のテスト位置を含むサンプルの正確な配置を失敗させる。許容量は、ステージの部分間の動きを容易にするために必要であり、各自由度で、ステージの許容量が構成される。更に、機械的テストを介して、サンプルとステージは、許容量のために、サンプルを不必要 (undesirably) に動かすことが出来る力、
モーメントなどを経験し、更に、対象のミクロン以下のテスト位置の測定と観察 (observation) の精度を損なう。

【 発 明 の 概 要 】

【 0 0 0 6 】

発明者らは、他のことの中でも、解決すべき問題は、観察と機械的相互作用及び、走査型電子顕微鏡 (SEM) のような、装置ハウジングの小型チャンバ内のテストのためのサンプルの配置を含むことを認識していた。装置ハウジングなどのチャンバは、装置ハウジング壁の物理的境界と共に、一連の、装置と、中央テスト位置の周りにクラスタ化された検出器 (例えば、FIB装置、1以上の電子後方散乱検出器 (EBSD)、SEMなどのための電子銃) を含む。装置と装置ハウジング内の検出器の全てあるいは、部分集合を十分使用するためには、サンプルは、装置と検出器 (例えば、電子銃及びEBSDなどの2以上の装置の焦点、作業距離、及び、協同的な配置ニーズ) のテストパラメータに従って、小型のチャンバ内で、方向付けされ、配置されなくてはならない。各装置及び検出器のためのサンプルの向きと配置は、中央位置内でなくてはならず、中央テスト位置 (例えば、1以上の装置の複数の作業領域を含む局在した一致領域) の周りのクラスタ化された装置あるいは検出器のいずれもが、サンプルあるいはステージとぶつかるあるいは衝突することがないようにしなければならない。

【 0 0 0 7 】

一例では、本主題は、複数自由度サンプルステージを組み込むテストアセンブリを用意することなどにより、この問題の解を提供することができる。一例では、テストアセンブリは、装置ハウジングの既存のサンプルステージ (例えば、SEMのサンプルステージ) と結合する。テストアセンブリは、連続して、あるいは、同時に用いられる装置のそれぞれのテストパラメータ (例えば、焦点、装置範囲などの作業領域) に従って、チャンバ内にサンプルを、正確に、信頼度高く、高速に、配置し、再配置するために、線形、回転、傾きステージを含む複数自由度サンプルステージを用いる。更に、サンプルの配置と方向付けは、クラスタ化された装置と検出器によって囲まれる小型のチャンバの中央位置 (局在化した一致領域) 内で生じる。回転、傾き、及び線形配置の組み合わせは、1以上の装置の作業領域に従った中央位置におけるサンプルの方向付けと配置を容易にする。更に、サンプルの配置と再配置は、チャンバの開口及び手動での再配置なしに行なわれる。

【 0 0 0 8 】

他の例では、テストアセンブリは、少なくとも1つの更なる自由度をテストアセンブリに提供する、機械的テスト装置 (例えば、インデンテーションあるいは引っかかりプローブ、テンシルグリップなどを含むトランスデューサ) と結合する1以上のステージを含む。例えば、サンプルを第1の装置に向けるために傾けられ、回転されたサンプルは、これらの物理ハウジングと共に、1以上の装置及び検出器の焦点あるいは作業距離 (例えば、作業領域) によって規定される小型のチャンバの中央位置の極近傍に保持される。機械的テスト装置は、機械的にサンプルをテストするために、サンプルに対し、同様に配置可能である。テストアセンブリは、したがって、装置ハウジングの小型のチャンバ内に元から存在する装置のそれぞれのパラメータに従って、サンプルを配置し、方向付けし、一方、同時に、機械的テスト装置をサンプルと相互作用するように配置する。機械的テスト装置を

動かすことで、装置と検出器にとって好ましい方向にサンプルを維持して、それらを使えるようにし、また、サンプルの同時機械的テストを可能とする。

【 0 0 0 9 】

ここに説明するように、複数自由度サンプルステージ（及び、ある例では、機械的テスト装置）によって、小型のチャンバの中央位置（例えば、局所的な一致領域）内でサンプルの配置と方向付けを可能にし、複数自由度サンプルステージが、中央位置の周りに密にクラスタ化された装置と検出器とにぶつかる、あるいは衝突することを実質的に防ぐ。

【 0 0 1 0 】

解決すべき他の問題は、装置ハウジングの中央位置内にサンプルを配置し、方向付けするために用いられるさまざまなステージの許容量を含んでもよい。装置、検出器、機械的テスト装置は、サンプルのミクロン以下の位置でテストするので、ステージのわずかな許容量でも、対象のサンプル位置を、テストあるいは観察のための配列外に動かしてしまう。複数自由度を提供する複数ステージで構成されると、ステージのそれぞれの許容量は、サンプル位置の配置と方向付けの不正確さを更に増強することとなる。更に、サンプルの、インデント、引っかきなどによる機械的テストは、ステージの許容量、あるいは、機械的テストの前に、1以上のステージを肯定的にロックすることの失敗のために、サンプルを1以上の装置あるいは検出器との配列が外れるまで、受け入れられないほど動かしてしまう。ステージを過剰に適合させると、機械的測定の不確実性が増し、更に、テストから定量的な機械的データを抽出する能力を損なってしまう。

【 0 0 1 1 】

他の例では、開示の主題は、各ステージとステージ基盤間に固体構成インタフェースを提供する1以上の線形ステージのためのクロスローラベアリングアセンブリを提供することによって、この問題の解を提供することが出来る。円筒ベアリング面と対向するインタフェース面間の対面結合は、実質的に、それぞれのステージの線形軸に一致しない軸に沿った、各線形ステージのコンポーネントの相対的移動を消去する。更に、1以上の、回転と傾きステージは、それぞれのステージ基盤に対し静的に、それぞれのアクチュエータのステージを肯定的に保持するクランプアセンブリを含む。クランプアセンブリは、ステージを好ましい配置にきつく保持するために、接触用の複数のピンで、ステージ基盤と結合するようにステージをバイアスする。サンプルの機械的テスト装置（例えば、インデント、引っかきなど）による結合と、対応する、複数自由度サンプルステージへの力の伝達によっても、サンプルは、テストと観察のための好ましい配置と、方向に信頼性高く保持される。複数自由度ステージは、したがって、他の複数自由度アセンブリに提供される合成許容量なしに、線形、傾き、回転配置の柔軟性を提供することができる。

【 0 0 1 2 】

この概要は、本開示の主題の概要を提供することを意図している。これは、本開示の、排他的な、あるいは、網羅的な説明を提供することを意図していない。詳細な説明は、本開示の更なる情報を提供するために含まれている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

スケールが正しくは記載されていない図面においては、同様な符号は、異なる図において、同様な構成要素を記述するだろう。図面は、一般に、例示の目的で、限定的ではなく、本開示のさまざまな実施形態を図示する。

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 複数自由度サンプルステージを含む複数装置アセンブリの一例の等角切開図である。

【 図 2 】 サンプルステージ面が第1の方向を向いた、図1に示される複数自由度サンプルステージを含むテストアセンブリの等角図である。

【 図 3 】 図1に示される複数自由度サンプルステージの詳細な等角図である。

【 図 4 】 テストアセンブリに結合する機械的テスト装置の一例の等角図である。

【 図 5 】 アセンブリマウントの一例を含む図2のテストアセンブリの底面等角図である。

【図 6】複数線形ステージ、回転ステージ、及び傾きステージを含む図 2 のテストアセンブリの模式図である。

【図 7】ステージとステージ基盤との間に介在するクロスローラベアリングアセンブリの一例の断面図である。

【図 8 A】回転及び傾きステージを含むアセンブリの一例の等角図である。

【図 8 B】図 8 A に示される回転及び傾きステージのアセンブリの断面図である。

【図 9】図 8 A に示される回転ステージのピエゾモータとクランプアセンブリの等角図である。

【図 10 A】図 8 A に示される傾きステージのピエゾモータとクランプアセンブリの等角図である。

10

【図 10 B】ステージ基盤と傾きステージのステージとの間の 2 以上の接触ピンを提供する複数のアクチュエータシューを示す図 8 A の傾きステージの断面図である。

【図 11】機械的テスト装置と結合するステージを含むテストアセンブリの他の例の等角図である。

【図 12】図 11 に示されるステージの等角図である。

【図 13 A】サンプルステージ面を第 2 の方向にした、図 2 のテストアセンブリの等角図である。

【図 13 B】第 2 の方向の、図 13 A のテストアセンブリの模式図である。

【図 14】サンプルステージを介して印加され、伝達される力ベクトルを含む複数自由度サンプルステージの例の模式図である。

20

【図 15】複数自由度サンプルステージアセンブリを用いた、複数装置アセンブリのチャンバ内のサンプルを方向付ける方法の一例を示すブロック図である。

【図 16】サンプルステージアセンブリのステージを一方向にロックする方法の一例を示すブロック図である。

【図 17】複数の線形ステージを含む複数自由度サンプルステージの使用方法の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図 1 は、複数装置アセンブリ 100 の部分的切開図を示す。示されるように、複数装置アセンブリ 100 は、テストアセンブリ 112 を取り巻く顕微鏡チャンバ 102 と、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の装置 104、106、108、110 を含む複数の装置を含む。示されるように、第 1～第 4 の装置 104 - 110 のそれぞれは、テストアセンブリ 112 に隣接する領域の周りに密にクラスタ化されている。例えば、第 1～第 4 の装置 104 - 110 が配置され、例えば、複数自由度サンプルステージ 116 に隣接するテストアセンブリ 112 の近傍の局所的な一致領域を規定する、あるいは、その内部の、装置軸及び、焦点あるいは作業距離（例えば、作業領域）を含む。以下に更に詳しく説明するように、テストアセンブリ 112 の部品である、複数自由度サンプルステージ 116 は、第 1～第 4 の装置 104 - 110 の 2 以上の装置に対して、複数の方向に、サンプルステージ面上のサンプルを方向付けるように構成されている。

30

【0016】

図 1 に示されるように、テストアセンブリ 112 は、前述したように、顕微鏡チャンバ 102 内に配置されている。示されるように、テストアセンブリ 112 は、インデンタ、引っかき（横移動）機械的テスト装置、テンシルテスト装置などの機械的テスト装置 114 を含む。機械的テスト装置 114 は、複数自由度サンプルステージ 116 のサンプル面ステージ上に存在するサンプルと相互作用するように構成される。テストアセンブリ 112 と結合されている複数自由度サンプルステージ 116 は、1 以上の第 1～第 4 の装置 104 - 110 と機械的テスト装置 114 に対して、サンプル面ステージ上のサンプルを配置し、方向付ける複数自由度を提供する。例えば、複数自由度サンプルステージ 116 は、機械的テスト装置 114 と相互作用できるようにサンプルを配置するように構成され、同時に、1 以上の第 1～第 4 の装置 104 - 110 による観察と更なる取り扱いを可能に

40

50

する。別の言い方をすると、複数自由度サンプルステージは、サンプルステージ面上のサンプルの機械的テストを容易にし、同時に（あるいは、同じ期間の間）サンプルは、1以上の第1～第4の装置104-110によって観察され、あるいは、取り扱われる。同様に、複数自由度サンプルステージ116によって、第1～第4の装置104-110のそれぞれによって形成される局所的な一致領域という小さなボリューム内で、サンプルを配置し、方向付けることができる。更に詳細に説明するように、複数自由度サンプルステージ116によって、第1～第4の装置104-110のいずれかと相互作用しないで、あるいは、衝突しないで、顕微鏡チャンバ102内に密にクラスタ化された領域内でサンプルを配置し、方向付けることができる。言い換えれば、複数自由度サンプルステージ116は、2以上の複数の線形、回転、及び、傾きステージの動きの組み合わせにより、局所的な一致領域における作業領域のそれぞれに、サンプルステージ面（例えば、1以上の、サンプル、サンプルステージ面、あるいは、サンプルステージ面の部分）を方向付けるように構成されている。

10

【0017】

一例では、複数装置アセンブリ100は、例えば、電子銃などのような第1の装置104と電子後方散乱検出器などの第2の装置108を含む、走査型電子顕微鏡などのような顕微鏡装置を含んでいる。他のオプションにおいては、複数装置アセンブリ100は、予備電子検出器などの第3の装置110と、収束イオンビーム銃などの第4の装置106を含む。一例では、第4の装置106は、サンプルステージ面上に配置されたサンプルを更に処理するように構成された道具である。例えば、第4の装置106は、一例では、収束イオンビーム銃であるが、サンプルの一部を除去し、更に調べ、機械的テスト装置114と1以上の第1～第3の装置104-108と相互作用させるために、サンプルの前には得られなかった部分を露出する。

20

【0018】

<テストアセンブリの概要>

図2は、以前に図1で示されていたテストアセンブリ112の一例を示す。前述したように、テストアセンブリ112は、一例では、機械的テスト装置114を含む。テストアセンブリ112は、更に、複数自由度サンプルステージ116を含む。図2を今参照すると、テストアセンブリ112は、機械的テスト装置114と複数自由度サンプルステージ116のそれぞれを受け、マウントするようなサイズと形状をした、テストアセンブリプラットフォーム200を含んでいる。テストアセンブリプラットフォーム200は、更に、アセンブリマウント202を含んでいる。アセンブリマウント202は、一例では、複数装置アセンブリ100（図1参照）のマウントステージ101と配置され、結合されるように構成されている。アセンブリマウント202によれば、複数装置アセンブリ100の装置104-110に対し、テストアセンブリの作動を行なうことが出来る。更に、複数自由度サンプルステージ116は、複数自由度サンプルステージ116のサンプルステージ面上に配置されたサンプルに更なる方向付けと配置能力を提供する。

30

【0019】

図2を再度参照すると、複数自由度サンプルステージ116は、図示の例では、線形ステージアセンブリ204を含む。一例では、線形ステージアセンブリは、1以上の線形軸に沿ったサンプルステージ面208を配置するように構成されている、X、Y及びZ線形ステージを含む。更に、複数自由度サンプルステージ116は、線形ステージアセンブリ204に結合されている、回転及び傾きステージアセンブリ206を含んでいる。一例では、回転及び傾きステージアセンブリ206は、線形ステージアセンブリ204と直列に結合している。他の例では、1以上の回転及び傾きステージは、1以上の、線形ステージアセンブリ204の線形ステージ間に介在している。

40

【0020】

更に他の例では、機械的テスト装置114は、機械的テスト装置線形ステージ210（例えば、相対的にX軸に沿って装置を移動させるように構成されたステージ）を介在させて、テストアセンブリプラットフォーム200と結合している。一例では、機械的テスト

50

装置線形ステージ 2 1 0 は、1 以上の第 1 ~ 第 4 の装置 1 0 4 - 1 1 0 と共に、サンプルステージ面 2 0 8 に対し、機械的テスト装置 1 1 4 を移動するように構成された、1 以上の線形ステージ (1 以上の、X、Y あるいは Z 線形ステージ) を含んでいる。

【 0 0 2 1 】

図 2 に更に示されるように、作動及び検出ケーブル 2 1 2 が、1 以上のテストアセンブリ 1 1 2 の部分に伸び、例えば、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 の回転及び傾きステージのそれぞれと共に線形ステージアセンブリ 2 0 4 の線形ステージのそれぞれに向けて伸びている。更に、他の例では、作動及び検出ケーブル 2 1 2 は、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 と共に、機械的テスト装置 1 1 4 に対して設けられている。作動及び検出ケーブル 2 1 2 は、線形、回転及び傾きステージ、機械的テスト装置などのそれぞれの作動を容易にする。他の例では、作動及び検出ケーブル 2 1 2 は、ここに説明するように、装置とサンプルステージ面 2 0 8 の正確な作動と、配置及び向きの測定を容易にするために、線形ステージアセンブリ 2 0 4、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6、及び、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 のステージのそれぞれと共に設けられるエンコーダと結合されている。

【 0 0 2 2 】

図 2 を再び参照すると、装置 1 0 4、1 1 0 のそれぞれが、それぞれ、第 1 の装置及び第 2 の装置の軸 2 1 4、2 1 6 と共に図示されている。一例では、装置のそれぞれは、それぞれ、第 1 及び第 2 の焦点 2 1 8、2 2 0 を含んでいる。一例では、焦点は、作業距離、例えば、第 1 及び第 2 の装置 1 0 4、1 1 0 からの距離の範囲を含んでいる。ここに説明される装置軸と焦点 2 1 4 - 2 2 0 は、例示的なものである。更に、図 1 で説明され、図示された装置、例えば、第 2 の装置 1 0 6 及び第 3 の装置 1 0 8 は、対応する装置軸及び焦点を含んでいる。一例では、装置軸と焦点は、作業領域の集合あるいは合成に従って、装置 1 0 4 - 1 1 0 のそれぞれ間の密にクラスタ化された配置において、局所的な一致領域 2 2 2 を対応して形成する作業領域を規定する。一致領域 2 2 2 は、機械的テスト装置 1 1 4 と共に装置 1 0 4 - 1 1 0 のそれぞれに対するアクセスと利便性を提供するために、サンプルが載せられたサンプルステージ面 2 0 8 が内部に配置されなければならない、顕微鏡チャンバ 1 0 2 内部のボリュームを提供する。言い換えると、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、観察のためのアクセスと、1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 と機械的テスト装置 1 1 4 の相互作用を提供するために、サンプルステージ面 2 0 8 を、一致領域 2 2 2 内の実質任意の好みの方向に配置するための、回転、傾き及び線形自由度を含む。

【 0 0 2 3 】

更に、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、装置 1 0 4 - 1 1 0 と機械的テスト装置 1 1 4 のいずれとも望まれない衝突なしに、一致領域 2 2 2 内でサンプルステージ面 2 0 8 を配置するように構成されている。任意に、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 上の機械的テスト装置 1 1 4 は、サンプルと 1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 をアラインメントもするさまざまな方向で、サンプルステージ面 2 0 8 との機械的テスト相互作用が可能であることを保障するために、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 の動きと協働するように構成されている。例えば、サンプルは、機械的テスト装置 1 1 4 とアラインメントされ、同時に、サンプルは、また、1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 に対しても方向付けられる。

【 0 0 2 4 】

< 線形ステージアセンブリの線形ステージ >

図 3 は、線形ステージアセンブリ 2 0 4 の透視図を示す。図 3 に示された例においては、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、X 軸線形ステージ 3 0 0、Y 軸線形ステージ 3 0 2、及び、Z 軸線形ステージ 3 0 4 を含む。ここで説明するように、線形ステージのそれぞれは、ステージ基盤とステージプラットフォームを含む。一例では、ステージ基盤は、線形ステージのそれぞれの基底部分と考えられ、ステージプラットフォームは、ステージ基盤に対して移動された部分である。例えば、Y 軸線形ステージ 3 0 2 については、Y 軸線形ステージは、ステージ基盤 3 0 8 A と、ステージ基盤 3 0 8 A と結合されている可動ステージプラットフォーム 3 0 8 B を含む。他の例では、X 軸線形ステージ 3 0 0 は、ステ

ージ基盤 3 1 0 A と、ステージ基盤 3 1 0 A に対して可動な可動ステージプラットフォーム 3 1 0 B を含む。同様に、Z 軸線形ステージ 3 0 4 は、ステージ基盤 3 1 2 A に対して可動なステージプラットフォーム 3 1 2 B を含む。図 3 に示されるように、1 以上のステージ基盤 3 0 8 A、3 1 0 B 及び 3 1 2 B は、ある例では、他の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 の 1 つのステージプラットフォーム 3 0 8 B、3 1 0 B、3 1 2 B の一部である。言い換えると、線形ステージの 1 つのステージプラットフォームあるいはステージ基盤は、少なくとも、ある例では、他の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 の他のステージ基盤あるいはステージプラットフォームの一部、例えば、一体あるいは結合された部分である。線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 は、従って、サンプルステージ面 2 0 8 の X、Y 及び Z 可動性を提供するために、直列されて提供される。

10

【0025】

図 3 の例に示されるように、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 と結合されている。一例では、X、Y、及び Z 軸線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 は、回転及び傾きアセンブリ 2 0 6 を含む、サンプルステージ面 2 0 8 を方向付け、及び、配置するように構成されている。他の例では、X、Y 及び Z 軸線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 (及び 2 1 0) は、これに限定されるものではないが、ドイツの Physik Instrumente GmbH & CO.、テネシー州フランクリンの Dynamic Structures and Materials, LLC、ドイツの Attocube Systems AG、ドイツの SmarAct GmbH 及び、ドイツの PiezoSystem Jena GmbH によって製造され、販売されている 1 以上の線形ステージを含んでいる。線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 は、それぞれのステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを移動させるアクチュエータ 3 0 1 (重複する、あるいは、同様のアクチュエータ 3 0 1 を含むステージ 3 0 0 及びステージ 3 0 2、3 0 4 と共に図 3 に示されている) を含み、これに限定されるものではないが、ステッピングモータ、ピエゾモータ、ボイスコイルアクチュエータ、スティックスリップアクチュエータなどを有する線形ドライブステージを含んでいる。1 以上の線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 と共に使用できるモータの一例は、モデル番号 I - 3 0 を有する、Dynamic Structures and Materials, LLC によって提供される線形モータである。

20

【0026】

任意に、線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 は、好ましい軸 (例えば、X、Y あるいは Z 軸) に沿って、微細な線形動作を提供するように構成され、ここに説明するように、その他の場合は、それぞれのステージ基盤 3 0 8 A、3 1 0 A、3 1 2 A 及び対応する線形軸に対し、ステージプラットフォーム 3 0 8 B、3 1 0 B、3 1 2 B の横の動きを含む。例えば、ここで説明するように、クロスローラベアリングアセンブリ (図 7 に示される) は、クロスローラベアリングによる面対面接触を提供する。面対面接触は、基盤に対するプラットフォームの横方向の動きを制限する (例えば、線形動作を可能にするが、横方向の動きを実質防ぐ最小の許容量を提供する)。言い換えれば、クロスローラベアリングアセンブリは、ステージプラットフォームとステージ基盤のそれぞれ間での面対面接触によって、堅固な構成の支持を提供する。クロスローラベアリングアセンブリは、ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 の線形軸に沿ったもの以外の任意の軸での、ステージ基盤に対するステージプラットフォームの動きを実質的に防止するために、ステージプラットフォームとステージ基盤間の堅固な支持構成を提供する。他の例では、線形ステージは、ボールベアリング、スライドベアリングなどを含むが、これらには限定されない、他のベアリングアセンブリを含む。

30

40

【0027】

他の例では、線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 は、作動していない構成において、それぞれのステージ基盤 3 0 8 A、3 1 0 A、3 1 2 A に対して、ステージプラットフォーム 3 0 8 B、3 1 0 B、3 1 2 B をロックする (例えば、固定する、つかむ、保持するなど)、1 以上のクランプあるいはロッキングフィーチャを含む。つまり、1 以上の線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 は、ステージのアクチュエータが作動していない場合、それぞれのステージ基盤 3 0 8 A、3 1 0 A あるいは 3 1 2 A に対し、それぞれのステー

50

ジブラットフォーム 308B、310B あるいは 312B を固定する。クランプあるいはロッキングフィーチャは、静止しているとき、各軸（X、Y 及び Z）に沿って構造的に安定で、横方向に移動することを制限する（例えば、実質的に、横移動を防ぐ）ステージプラットフォーム 308B、310B、312B で精密な線形動作を行うことが出来る、個別のステージを提供する、ベアリングアセンブリ（例えば、クロスローラベアリングアセンブリ）と協働する。組み合わせた線形ステージ 300、302、304 は、従って、線形軸のそれぞれ（X、Y、及び Z 軸）に沿った動きを可能とし、ステージプラットフォームと基盤間の許容量を最小化もする線形ステージアセンブリ 204 を提供する。例えば、1 以上の線形ステージ 300、302、304 のクランプあるいはロッキングフィーチャと組み合わせた、クロスローラベアリングアセンブリによって線形ステージのそれぞれに与えられる横方向の制限は、従って、線形ステージアセンブリ 204 が、機械的テストのための任意の好ましい静的方向において、サンプルステージ面 208 を安定させ、支持することを保証する。

10

【0028】

< 機械的テスト装置 >

図 4 は、図 1 で以前に図示した機械的テスト装置 114 を図示する。図示されるように、機械的テスト装置 114 は、装置シャフト 406 と装置シャフト 406 の端における装置先端 408 の動作と動きを検出するように構成された、トランスデューサ、センサなどを内部に含む、装置ハウジング 400 を含む。ここに説明するように、機械的テスト装置 114 は、複数自由度サンプルステージ 116 と結合されているサンプルステージ面 206 上にあるサンプルをつかみ、テストする（例えば、インデント、引っかき、グリップフィーチャなどを通して、テンシル力を提供するなど）ように構成されている。他の例では、機械的テスト装置 114 は、サンプルステージ面 208 上にあるサンプルに対して、装置先端 408 の 1 以上のインデンテーション、引っかきなどを提供するように構成された、3 次元トランスデューサを含む。

20

【0029】

一例では、機械的テスト装置 114 は、モジュラーデザイン (modular design) を含む。例えば、機械的テスト装置 114 は、相補的な電気機械的インタフェース 404 と対応して結合するようなサイズと形状をしている装置インタフェース 402 を含む。一例では、電気機械的インタフェース 404 は、機械的テスト装置線形ステージ 210 の一部に結合されている。電気機械的インタフェース 404 は、機械的テスト装置 114 の構造コンポーネントのための機械的インタフェースを提供し、同時に、機械的テスト装置 114 のトランスデューサや任意の他の装置、センサ、あるいは検出器のための電気的インタフェースを提供する。他の例では、電気機械的インタフェース 404 は、例えば、それぞれの装置の装置インタフェース 402 において、電気機械的インタフェース 404 とモジュール結合するように構成された、任意の数の装置との機械的及び電気的接続を提供する。例えば、機械的テスト装置 114 は、これらに限定されるものではないが、インデント、スキナ、検出器などの別々の装置のアレイ (array) を含んでいる。装置のそれぞれは、サンプルステージ面 208 上に存在するサンプルとの、1 以上の機械的結合及びテスト、及び/あるいは、サンプルステージ面 208 上に存在するサンプルの特徴や特性の観察及びスキャン、あるいは、検出のために構成されている。

30

40

【0030】

図 4 を再び参照すると、機械的テスト装置線形ステージ 210（例えば、線形 X ステージ）が、機械的テスト装置 114（例えば、電気機械的インタフェース 404 を含む）とテストアセンブリプラットフォーム 200 とを結合しているのが示されている。ここに説明するように、機械的テスト装置線形ステージ 210 は、例えば、サンプルステージ面 208 上にあるサンプルを含む、複数自由度サンプルステージ 116 に対する、機械的テスト装置 114 の少なくとも線形動作を提供する。

【0031】

< テストアセンブリマウント >

50

図5は、テストアセンブリプラットフォーム200を含むテストアセンブリ112の他の側面の図を示す。図5に示される図においては、テストアセンブリ112の底面部分が提供されている。前述したように、一例では、テストアセンブリ112は、テストアセンブリプラットフォーム200の一部上に設けられたアセンブリマウント202を含む。図5に示されるように、アセンブリマウント202は、テストアセンブリプラットフォーム200から伸び、複数装置アセンブリ100のマウントステージ101と協働的に結合するように構成されている。一例では、アセンブリマウント202は、マウント外縁部(mount perimeter)500を含んでいる。マウント外縁部500は、複数装置顕微鏡100のマウントステージ101の対応する穴内に相補的に結合できるような(例えば、受ける)サイズと形状をしている。例えば、マウント外縁部500は、非円形で、複数装置アセンブリ100のマウントステージ穴に相補的である。非円形外縁部は、テストアセンブリプラットフォーム200が、複数装置アセンブリ100のマウントステージ101に、回転しないように結合することを可能とする。更に、アセンブリマウント202の非円形な外縁部500は、例えば、複数装置アセンブリ100のマウントステージ101によって提供されるテストアセンブリ112の動きが(例えば、円形穴と円形マウント間の相対的回転を避けることにより)、テストアセンブリプラットフォーム200に正確に、かつ、信頼性高く伝達されることを保証する。したがって、マウントステージ101を作動するように構成された複数装置アセンブリ100は、従って、ここに説明するように、テストアセンブリ112によって提供される複数自由度に加え、方向(例えば、1以上の、線形、回転、傾き)の更なる柔軟性を提供できる。

【0032】

他の例においては、アセンブリマウント202は、アセンブリマウント202の面の少なくとも1つに沿って伸びる、あり継ぎ(dovetail)などのプラットフォーム結合フィーチャ502を含む。一例では、プラットフォーム結合フィーチャ502は、複数装置アセンブリ100のマウントステージ101の対応するフィーチャと相補的に結合できるようなサイズと形状をしている。プラットフォーム結合フィーチャ502は、テストアセンブリ112を、アセンブリ100と固く結合する固体構成支持を提供する複数装置アセンブリ100(例えば、搭載するとき)と肯定的に結合する。

【0033】

<テストアセンブリのための、複数自由度の模式的表現>

図6は、例えば、機械的テスト装置114と複数自由度サンプルステージ116を含む、テストアセンブリ112の模式的表現を示す。前述したように、複数自由度サンプルステージ116と光学的な機械的テスト装置114のそれぞれは、テストアセンブリプラットフォーム200と結合されており、従って、図1に示したアセンブリ100のような、複数装置アセンブリのマウントステージ101と結合するように構成された一体デザインを形成する。

【0034】

図6の模式的表示は、機械的テスト装置114(装置シャフト406と装置先端408を含む)と共に、サンプルステージ面208のための自由度を含む、テストアセンブリ112の動きの自由度のそれぞれを示す。ここに説明するように、サンプルステージ116の複数自由度とステージと組み合わせる機械的テスト装置114の両方のための複数自由度は、装置104-110と図1に示される機械的テスト装置114などの1以上の装置に対する、サンプルステージ面208上のサンプルの配置と方向付けのための、拡大された柔軟性を提供する。言い換えると、テストアセンブリ112の小型のフォームファクタで、サンプルは、複数の方向の内の、1以上の装置に対する配置と方向付けをされることができ、装置104-110が密にクラスタ化されていても、望まれている装置に対してサンプルを手動で再配置する必要なく、機械的テスト装置114のその場でのテストと共に、装置にアクセスし、相互作用することができる。

【0035】

図6を再び参照すると、回転ステージ600が、線形ステージアセンブリ204と結合

されているのが図示されている。一例では、回転ステージ 600 は、線形ステージアセンブリ 204 と直列に結合されている。他の例では、回転ステージ 600 は、1 以上の X、Y あるいは Z 軸線形ステージ 300 - 304 間に結合されている。同様に、傾きステージ 602 は、回転ステージ 600 と結合されている。傾きステージ 602 は、回転ステージ 600 と直列に結合されているところが図示されている。他の例では、傾きステージ 602 は、回転ステージ 600 と同様に、1 以上の回転ステージ 600 と、X、Y、あるいは Z 軸線形ステージ 300 - 304 などの線形ステージ間に介在されてもよい。任意に、傾きステージ 602 は、線形ステージ 300 - 304 の任意の間に配置可能である。更に他の例では、回転及び傾きステージ 600、602 の任意の 1 つは、テストアセンブリプラットフォーム 200 と 1 以上の線形ステージ 300 - 304 との間に配置可能である。

10

【0036】

回転ステージ 600 を最初に参照すると、回転ステージ 600 は、Z 軸線形ステージ 304 のステージ 312 B に結合されているステージ基盤 604 A を含んでいる。更に、回転ステージ 600 は、ステージ基盤 604 A に可動のように結合されているステージプラットフォーム 604 B を含んでいる。ステージプラットフォーム 604 B は、後述する 1 以上のアクチュエータの作動に従って、ステージ 604 A に対し回転可能である。

【0037】

図 6 を再び参照すると、傾きステージ 602 が、対応するステージ基盤 606 A とステージプラットフォーム 606 B と共に図示されている。一例では、ステージプラットフォーム 606 B は、サンプルステージ面 208 と結合されている。ステージプラットフォーム 606 B は、ステージ基盤 606 A に対し傾けることが出来、一例では、結合されているサンプルステージ面 208 を含むステージプラットフォーム 606 B は、例えば、図 6 に示される位置から、180 度の円弧にわたって、移動するように構成されている。言い換えると、サンプルステージ面 208 とステージプラットフォーム 606 B は、図 6 に図示された向きと反対の向きに配置可能である。他の例では、回転ステージ 600 は、略 180 度の円弧にわたって回転可能で、これにより、回転ステージ 600 の 360 度の路に沿って、実質的に任意の向きにサンプルステージ面 208 を配置することが出来る。回転ステージ 600 と傾きステージ 602 は、組み合わせると、回転ステージ 600 の中心軸の周りに全 360 度の路に沿って、サンプルステージ面 208 を配置することが出来る。

20

30

【0038】

任意に、複数自由度サンプルステージは、サンプルステージ面 208 と傾きステージ 602 の間に介在されているサンプル回転ステージ 610 を含んでいる。一例では、サンプル回転ステージ 610 は、ステージ基盤 612 A とステージプラットフォーム 612 B を含んでいる。ステージ基盤 612 A は、一例では、傾きステージ 602 のステージプラットフォーム 606 B と結合され、ステージプラットフォーム 612 B は、サンプルステージ面 208 と結合されている。サンプル回転ステージ 610 は、サンプル面回転軸 614 (図 6 参照) の周りに、サンプルステージ面 208 とその上のサンプルを回転するよう動作可能である。サンプル回転ステージ 610 によって提供される回転は、ここに説明するように、1 以上の装置に対しサンプル (例えば、不均一サンプル、複数のテスト位置を有するサンプルなど) の配置とアラインメントを容易にする。サンプル回転ステージ 610 は、テストアセンブリ 112 に、例えば、回転及び傾きステージ 600、602 及び線形ステージ 300、302、304 と組み合わせ、6 番目の自由度という、更なる自由度を提供できる。

40

【0039】

他の例におけるサンプル回転ステージ 610 は、ここに詳細に説明するように、回転あるいは傾きステージ 600、602 と同様に構成されている。例えば、サンプル回転ステージ 610 は、ステージプラットフォーム 612 B とサンプルステージ面 208 を回転するように動作する、ピエゾモータなどの、1 以上のモータを含む。他の例において、及び

50

、回転あるいは傾きステージ 6 0 0、6 0 2 と同様に、サンプル回転ステージ 6 1 0 が停止される（例えば、モータが動作していない）間、ステージ 6 1 0 は、サンプルとの機械的結合を用いて、機械的テストのためのサンプルを安定して、信頼性高く配置するために、ステージプラットフォーム 6 1 2 B を適切な位置にクランプするよう動作する。

【 0 0 4 0 】

図 6 に更に示されるように、機械的テスト装置 1 1 4 は、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 で、テストアセンブリプラットフォーム 2 0 0 と結合されている。一例では、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 は、1 以上の動きの線形軸を機械的テスト装置 1 1 4 に提供する。一例では、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 は、X 軸に沿った、例えば、線形ステージアセンブリ 2 0 4 の X 軸線形ステージ 3 0 0 の X 軸に平行な軸に沿った動きを提供する。

【 0 0 4 1 】

一例では、機械的テスト装置 1 1 4 のそれぞれの上に、そして、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 のために、二重線形ステージを設けることは、テストアセンブリプラットフォーム 2 0 0 によって実質的に規定されるフォームファクタにおいて、サンプルステージ面 2 0 8 と機械的テスト装置 1 1 4 の配置を可能とする。例えば、テストアセンブリ 1 1 2 を平面図で見ると、例えば、図 6 に示される X 軸線形ステージ 3 0 0 に対応する X 軸に沿った、サンプルステージ面 2 0 8 の動きは、テストプラットフォーム 2 0 0 に対して、サンプルステージ面 2 0 8 を垂直に移動し、ある状況では、テストアセンブリプラットフォーム 2 0 0 の周囲を実質的に外れて、1 以上の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 及び / あるいは回転及び傾きステージ 6 0 0、6 0 2 を動かす。機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 と一緒に用いると、機械的テスト装置線形ステージは、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 の線形軸に沿って、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 の動きに対して、対向する方向に移動させられるだろう。このように、機械的テスト装置 1 1 4 と複数自由度サンプルステージ 1 1 6 の、テストプラットフォーム 2 0 0 の境界外への突出は、実質最小化される。言い換えると、サンプルステージ面 2 0 8 は、例えば、機械的テスト装置 1 1 4 と共に、装置に対して、サンプルを方向付けるために、テストプラットフォーム 2 0 0 の境界の実質外部へ、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 を押す構成に方向付けることが必要である。機械的テスト装置 1 1 4 は、そうではなく、テストアセンブリプラットフォーム 2 0 0 の周囲を越えて、機械的テスト装置 1 1 4 と複数自由度サンプルステージ 1 1 6 の両方の突出を最小化するように、対向する方向に協働的に移動させられるだろう。

【 0 0 4 2 】

図 6 を再び参照すると、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、再び、模式表現で図示されている。例えば、Y 軸線形ステージ 3 0 2 は、ステージ基盤 3 0 8 A とステージプラットフォーム 3 0 8 B を含んでいる。同様に、X 軸線形ステージ 3 0 0 は、ステージ基盤 3 1 0 A とステージプラットフォーム 3 1 0 B を含んでいる。Z 軸線形ステージ 3 0 4 は、ステージ基盤 3 1 2 A とステージプラットフォーム 3 1 2 B を含んでいる。図 6 に示されるように、回転及び傾きステージ 6 0 0、6 0 2 を含む、ステージのそれぞれのステージプラットフォームとステージ基盤は、ある例では、対応するステージ基盤と他のアクチュエータのステージと一体化されるだろう。例えば、Y 軸線形ステージ 3 0 2 のステージプラットフォーム 3 0 8 B は、X 軸線形ステージ 3 0 0 のステージ基盤 3 1 0 A と結合されているか、あるいは、一体化されている。同様に、回転ステージ 6 0 0 のステージ基盤 6 0 4 A は、Z 軸線形ステージ 3 0 4 のステージプラットフォーム 3 1 2 B と一体化されているか、あるいは、結合されている。

【 0 0 4 3 】

回転及び傾きステージ 6 0 0、6 0 2 と共に、X、Y、及び Z 軸線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 を含む、線形ステージアセンブリ 2 0 4 を有する複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、サンプルステージ面 2 0 8 に少なくとも 5 つの自由度を提供する。上記したように、機械的装置線形ステージ 2 1 0 は、機械的テスト装置 1 1 4 と共に、サンプルステージ面 2 0 8 の協働的配置に、増強された自由度と柔軟性を提供する。複数自由度サンプルス

ページ 116 の場合には、X 軸線形ステージ 300 は、図 6 に図示される面 (page) から出たり、入ったりする、少なくともサンプルステージ面 208 の動きを提供するように構成されている。同様に、Y 軸線形ステージ 302 は、図 6 に図示されているように、左から右あるいは右から左への、サンプルステージ面 208 の動きを提供するように構成されている。Z 軸線形ステージ 308 は、対応して、図 6 に図示されている面の上及び下向きのサンプルステージ面 208 の動きを提供する。回転ステージ 600 は、サンプルステージ面 208 の回転を提供し、傾きステージ 602 は、サンプルステージ面 208 の傾きを提供する。少なくとも複数自由度サンプルステージ 116 によって提供される複数自由度 (例えば、5 以上の自由度) は、従って、機械的テスト装置 114 と共に、図 1 に示されるように、任意の装置 104 - 110 に対し、サンプルステージ面 208 の方向付けと配置に柔軟性を提供する。サンプルステージ面 208 の配置は、一例では、装置 104 - 110 によって提供される、密にクラスタ化された領域内で行なわれる。言い換えると、複数自由度サンプルステージ 116 によって、1 以上の装置 104 - 110 の作業領域によって規定される一致領域 222 の内部あるいは外部へ向けたさまざまな方向の任意のものにサンプルステージ面 208 の配置を可能とし、装置 104 - 110 のそれぞれの作業パラメータにしたがって、サンプルステージ面 208 上のサンプルの配置を信頼性が高く、正確にすることを可能とし、同時に、例えば、1 以上の装置 104 - 110 の任意の 1 つによる観察と同時に、機械的テスト装置 114 との相互作用を可能にする十分な柔軟性を提供する。

【0044】

<クロスローラベアリングアセンブリ>

ここに説明するように、一例では、クロスローラベアリングアセンブリ 706 (図 7 参照) は、ステージプラットフォームと、線形ステージアセンブリ 204 と機械的テスト装置線形ステージ 210 の X、Y、及び Z 軸線形ステージ 300 - 304 などの 1 以上の線形ステージのステージ基盤との間に含まれている。一例では、クロスローラベアリングアセンブリ 706 は、図 7 に示されるように、ステージ基盤 310A と、X 軸線形ステージ 300 のステージプラットフォーム 310B との間に介在されている。図 7 に示される例においては、二重クロスローラベアリングアセンブリ 706 が、ステージプラットフォームと基盤 310B、A の間に介在されている。示されているように、ステージプラットフォーム 310B は、X 軸線形ステージ 300 の線形軸に実質的に平行な面へ入る方向と出る方向に伸びる第 1 のレールチャネル 900 を含んでいる。第 2 のレールチャネル 902 は、対応して、アクチュエータハウジング 801 (例えば、一例では、ステージ基盤 310A に関連して) の一部に沿って、面へ入る及び出る方向へ伸びている。第 1 及び第 2 のレールチャネル 900、902 は、複数のローラベアリング 908 を受けるためのサイズと形状をしている溝を形成するよう協働する。

【0045】

例えば、図 7 に示されるように、第 1 及び第 2 のレールチャネル 900、902 は、インタフェース面の対向するペアを含んでいる。一例では、第 1 のレールチャネル 900 は、第 1 のインタフェース面 904A を含み、第 2 のレールチャネル 902 は、第 1 のインタフェース面 904A と対向する第 2 のインタフェース面 904B を含む。対応して、第 2 のレールチャネル 902 は、第 1 のインタフェース面 906A を含み、第 1 のレールチャネル 900 は、第 1 のインタフェース面 906A と対向する第 2 のインタフェース面 906B を含む。同様な符号がつけられたインタフェース面 904A、B 及び 906A、B は、それぞれの線形ステージの線形軸とアラインメントされ、平行に伸びるインタフェース面の対向するペアを形成している。

【0046】

ローラベアリング 908 は、第 1 及び第 2 のレールチャネル 900、902 内に配置され、ステージプラットフォーム 310B とステージ基盤 310A との間の可動なインタフェースを提供する。例えば、クロスローラベアリングアセンブリ 706 のそれぞれの第 1 及び第 2 のレールチャネル 900、902 のそれぞれにおいて、複数のローラベアリング

908が、内部に配置されている。一例では、図7の左に示されるクロスローラベアリングアセンブリ706の第1及び第2のレールチャンネル900、902は、内部に5つ以上のローラベアリング908を含んでいる。ローラベアリング908は、円筒ベアリング面910（例えば、ベアリングの端面と対向するような、ローラベアリング908の円筒面）が、第1及び第2のレールチャンネル900、902内のそれぞれの連続するローラベアリングに対して、90度の角度で配置される、交互にクロスされる構成で設けられる。図7に示されるX軸線形ステージ300の右側のクロスローラベアリングアセンブリ706の第1及び第2のレールチャンネル900、902内のローラベアリング908は、同様に、交互にクロスされる構成において、第1及び第2のレールチャンネル900、902内に配置される。円筒ベアリング面901は、対向するインタフェース面904A、904B及び906A、906Bと協働し、ステージ基盤310Aとステージプラットフォーム310B間の堅固な構成結合を対応して提供するインタフェース面間の対向する面对面結合を提供する。

【0047】

例えば、図7に示される構成では、例えば、横方向の力を、1以上のステージプラットフォーム310あるいは、ステージ基盤310A（例えば、X軸線形ステージ300の線形軸に直交した、あるいは、軸ずれした）に加えることにより、ステージ基盤310Aに対するステージプラットフォーム310Bの動きは、実質的に最小化される。ローラベアリング908とインタフェース面904A、B及び906A、B間の面对面結合は、ステージプラットフォームとステージ基盤310B、310Aの相対的な傾きあるいは横方向の動きを最小化する。言い換えれば、ローラベアリング908と、第1及び第2のレールチャンネル900、902内のクロスされた、それらの構成は、対抗するインタフェース面904A、B及び906A、B間の交互の面对面インタフェースを提供し、X軸線形ステージ300の線形軸に垂直な、相対的な動きを実質的に防止する。つまり、他の場合に、他のベアリングシステム（及び直列に結合された複数ステージに渡って、多重化された）に提供される許容量は、線形ステージアセンブリ204の多重ステージと、機械的テスト装置114に用いられる線形ステージ210の間で最小化される。

【0048】

円筒ベアリング面910は、一例では、ローラベアリング908のそれぞれの平面端面912の直径に対して、より短い長さとなっている。平面端面912は、円筒ベアリング面910の長さより大きい直径を有しているため、第1及び第2のレールチャンネル900、902における対向するインタフェース面904A、904B及び906A、906Bとの、ローラベアリング908の動きとの結合は、円筒ベアリング面910に集中される。言い換えれば、円筒ベアリング面901は、対向するインタフェース面904A、904B及び906A、906B間の距離よりも短い。円筒ベアリング面910の長さより大きい直径を有する平面端面912では、平面端面912と、インタフェース904A、904B及び906A、906Bの対向するペアとの間の肯定的結合が最小化される。そうではなく、可動な結合が、円筒ベアリング面910と対向するインタフェース面との間に設けられる。ローラベアリング908の平面端面912と、対向するインタフェース904A、904、及び、906A、906Bとの間は、最初に結合が起こるだけである。ステージプラットフォーム310Bは、したがって、アクチュエータ301の動作に従って、ステージの線形軸に沿った、ステージ基盤310Aに対してスムーズに動き、一方、ここに説明するように、平行でない軸に沿った動きに対し制限されている。すなわち、クロスローラベアリングアセンブリ706は、ステージの線形軸（並進の方向）に沿って、ステージプラットフォーム310Bの動きをガイドし、一方、同時に、ステージ基盤310A及びステージの線形軸に対するステージプラットフォーム310Bの横の動き、傾き、などを制限する（例えば、最小化する、あるいは、消去する）。

【0049】

重要な事に、アクチュエータ301は、クロスローラベアリングアセンブリ706の最小化された許容量に従って、ステージ基盤310Aに対し、ステージプラットフォーム3

10

20

30

40

50

10 Bを正確に、かつ、信頼性高く動かすことが出来る。つまり、ステージプラットフォーム310 Bは、X軸線形ステージ300の線形軸に沿ってのみ動くように制限される。直交動作、例えば、ステージプラットフォームとステージ基盤との間の、球状ベアリングなどの間の許容量による動きは、クロスローラベアリングアセンブリ706（あるいは、一例では、複数のアセンブリ）によって、実質的に防止される。交互にクロスされるローラベアリング908との組み合わせのインタフェース面904 A、904 B及び906 A、906 Bは、実質的に、ステージ基盤310 Aに対するステージプラットフォーム310 Bの傾きと横方向の動きを防止する。

【0050】

一例では、ここで説明するローラベアリング908は、これに限定されるものではないが、窒化ケイ素などのセラミック材料で構成されている。ローラベアリング908を、窒化ケイ素などのセラミック材料で構成することにより、ローラベアリング908は、第1及び第2のレールチャンネル900、902内に隣りあわせて封入されるだろう。例えば、第1及び第2のレールチャンネル900、902のそれぞれにおける複数のローラベアリング908は、互いに結合する（例えば、ここで説明されるように、交互にクロスされるように）、ローラベアリング908と連続して、チャンネル内に配置されるだろう。ローラベアリング908は、例えば、円筒ベアリング面910に沿って、ローラベアリング908と結合する最小の摩擦率を有する。最小化された摩擦は、ステージ基盤310 Aに対する、ステージプラットフォーム310 Bの動きやすさに対して最小の影響しか有しない。他の例では、例えば、アクチュエータハウジング801とステージ310 Bの第1及び第2のレールチャンネル900、902は、例えば、チタン、スチールなどのステージ基盤とプラットフォーム310 A、Bと同様、あるいは、同一の材料で構成される。

【0051】

<回転及び傾きステージアセンブリ>

図8 Aは、以前に図2に示した、回転及び傾きアセンブリ206の等角図を図示する。ここに説明するように、回転傾きアセンブリ206は、線形ステージアセンブリ204と直列に結合するように構成されている。他の例では、回転及び傾きステージアセンブリ206は、ここで説明されるように、1以上の線形ステージ300 - 304間の結合を介するように構成されている。更に他の例では、回転及び傾きステージアセンブリ206は、テストアセンブリプラットフォーム200と、線形ステージアセンブリ204の1以上の線形ステージとの間に配置するように構成されている。

【0052】

図8 Aを再度参照すると、回転及び傾きステージアセンブリ206は、回転ステージ600と、回転ステージと結合されている傾きステージ602を含む。示されるように、回転ステージハウジング1000は、回転ステージ600の回りに伸びている。同様に、傾きステージハウジング1002は、傾きステージ602の少なくとも一部に渡って伸びている。サンプルステージ面208は、傾きステージ602と結合されているように示されている。一例では、回転ステージハウジング1000は、例えば、回転と傾きステージ600、602の配置を作動し、検出するためのエンコーダ測定と命令のための、作動及び検出ケーブル212と結合するための、回転及び傾きソケット1006を提供する電気インタフェース1004を含む。

【0053】

図8 Bを参照すると、以前図8 Aに図示したように、回転及び傾きステージアセンブリ206が、断面図で示されている。回転ステージ600は、回転ステージプラットフォーム1008 Bと回転ステージ基盤1008 Aを含む。同様に、傾きステージ602は、傾きステージ基盤1010 Aと傾きステージプラットフォーム1010 Bを含む。一例では、回転ステージプラットフォーム1008 Bと傾きステージ基盤1010 Aは、回転スピンドルアセンブリ1018に組み込まれる。図8 Bに示されるように、回転スピンドルアセンブリ1018は、回転ステージハウジング1000内の回転動作のために構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

一例では、複数の回転ベアリング 1 0 1 2、1 0 1 4 は、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 と回転ステージハウジング 1 0 0 0 との間に設けられている。回転ベアリング 1 0 1 2、1 0 1 4 は、ハウジング 1 0 0 0 に対する回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の回転を容易にする。一例では、回転ベアリング 1 0 1 2、1 0 1 4 は、それぞれの回転ステージハウジング 1 0 0 0 と回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 との間に介在する複数のボールベアリングを含む。回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 と同様に、傾きステージ 6 0 2 は、一例では、傾きステージプラットフォーム 1 0 1 0 B を組み込む傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を含む。傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 は、例えば、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 のいずれかの端において、傾きベアリング 1 0 1 6 で、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 と可動のように結合されている。一例では、傾きベアリングは、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 との間に介在したボールベアリングを含む。任意に、回転及び傾きステージ 6 0 0、6 0 2 の内の一方、あるいは、両方は、それぞれの回転エンコーダ 1 0 2 2 と傾きエンコーダ 1 0 2 4 を含み、回転ステージハウジング 1 0 0 0 に対する、それぞれの回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の位置及び、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 に対する、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 の位置を正確に測定する。

【 0 0 5 5 】

< 回転ステージ >

図 9 は、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 を示す。図示された例では、回転ステージハウジング 1 0 0 0 は、回転ステージ 6 0 0 内のコンポーネントを露出するために取り除かれている。前述したように、回転及び傾きアセンブリ 2 0 6 は、傾きステージ 6 0 2 と結合されている回転ステージ 6 0 0 を含んでいる。図 9 を参照すると、示された回転ステージ 6 0 0 は、回転ステージ基盤 1 0 0 8 A と回転可能のように結合されている回転ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B を含む。前述したように、一例では、回転ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B は、例えば、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A (図 8 B 参照) の一部を含む、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 を含む。任意に、図 6 に示されるサンプル回転ステージ 6 1 0 は、回転ステージ 6 0 0 (例えば、同様なモータアセンブリ及び同様なクランプアセンブリ)と同様に構成されている。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示されるように、回転ステージ 6 0 0 は、回転ステージ 6 0 0 の周りに配置された複数のピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C (例えば、モータ)を含む。ピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれは、第 1 及び第 2 の対向するピエゾモータ 1 1 0 4 A、B (例えば、モータ素子)を含む。第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 1 0 4 A、B の間に介在されているのは、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B に結合したドライブシュー (drive shoe) 1 1 0 6 である。一例では、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B は、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B の残りの部分と結合されている回転フランジ 1 1 0 0 を含む。図 9 に示されるように、回転フランジ 1 1 0 0 は、ピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のドライブシュー 1 1 0 6 の周りに伸び、ドライブシュー 1 1 0 6 と結合されている。一例では、ピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C は、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の回転を実施するために、回転フランジ 1 1 0 0 を動かすように並行に動作する。例えば、各ピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C の第 1 の対向するモータ 1 1 0 4 A は、一方向に回転を実施するために、並行に作動され (例えば、ドライブシュー 1 1 0 6 を動かす、のこぎり歯ドライブ信号に続いて、同時に膨張され、停止される)、一方、ピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C の第 2 の対向するモータ 1 1 0 4 B は、反対の方向 (例えば、時計回り対反時計回り)に、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の回転を実施するために、並行に作動される。任意に、アセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれの対向するモータ 1 1 0 4 A は、第 1 の方向に回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 を回転させるために、一連の流れで作動される (他のモータ 1 1 0 4 A に先立つ、あるいは、続いて、それぞれ膨張され、停止される)。同様に、アセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれの

対向するモータ 1 1 0 4 B は、第 2 の対向する方向に回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 を回転するために、一連の流れで作動される。更に他のオプションでは、回転ステージ 6 0 0 は、1 以上のモータアセンブリ（例えば、1 以上のモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C）を含み、1 以上のモータアセンブリは、回転ステージ 6 0 0 を動作させるために、作動される。

【 0 0 5 7 】

図 9 を再び参照すると、 piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C は、回転フランジ 1 1 0 0 の下であって、周りに伸びるモータ支持リング 1 1 0 8 と結合されているところが表示されている。モータ支持リング 1 1 0 8 は、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれを支持する堅固な構造を提供する。更に、モータ支持リング 1 1 0 8 は、複数のばね素子 1 1 1 4 A , B に結合されている支持コラム 1 1 1 2（例えば、同じばねのばね素子と仮想ばね素子を分離する）によって、回転ステージ基盤 1 0 0 8 A 内で支持される。図 9 に示されるように、複数の支持コラム 1 1 1 2 とばね素子 1 1 1 4 A , B は、モータ支持リング 1 1 0 8 の周りに配置され、したがって、回転ステージ基盤 1 0 0 8 A の残り部分と、堅固な、しかし、曲げることが出来るような結合を提供する。他の例におけるモータ支持リング 1 1 0 8 は、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C の側面（例えば、アセンブリを入れ込む、あるいは、それらの間にアセンブリを介在させる）に隣接して配置された、ばね接触点 1 1 1 6 を含む。任意に、モータ支持リング 1 1 0 8 は、1 以上の接触点 1 1 1 6（1、2、3 以上の接触点）を含む。一例では、単一の接触点 1 1 1 6 は、1 以上のモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれに関連している。

【 0 0 5 8 】

図 9 に示される例では、支持コラム 1 1 1 2 のいずれかの側面上に配置されたばね素子 1 1 1 4 A , B（個別のばね、あるいは、支持コラム 1 1 1 2 から伸びる個別の接触点 1 1 1 6 に伸びている複数の素子を有する単一のばねの素子）は、ばね接触点 1 1 1 6 及び支持コラム 1 1 1 2 の間に結合されている。以下に更に詳細を説明するように、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C を介して、回転可能なスピンドルアセンブリ 1 0 1 8 にクランプ機能を提供するために、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれへ、対向するバイアス支持を提供する。言い換えると、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C がスピンドルアセンブリを回転していないとき、ステージ基盤 1 0 0 8 A に対し、静的に、スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 をクランプする。

【 0 0 5 9 】

図 9 を再び参照すると、クランプアセンブリ 1 1 1 0 が、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 のいずれかの端において図示されている。一例では、クランプアセンブリ 1 1 1 0 は、例えば、ばね素子 1 1 1 4 A , B と共に、回転ステージ基盤 1 0 0 8 A に結合されている回転ベアリング 1 0 1 4 を含んでいる。前述したように、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、支持コラム 1 1 1 2 とばね接触点 1 1 1 6 の間に結合されている。ばね素子 1 1 1 4 A , B は、回転フランジに向かう上方向に、piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C と共に、モータ支持リング 1 1 0 8 をバイアスする。piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C が停止状態（例えば、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の回転を実施するために作動されていない）にある間、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、モータ支持リング 1 1 0 8 を上方へバイアスし、したがって、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の好ましくない回転を実質防止するために、回転フランジ 1 1 0 0 の第 1 の面に対し、ドライブシュー 1 1 0 6 を肯定的に結合する。言い換えると、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 は、所定の場所にロックされ、例えば、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 への外力による作用があるときでも（例えば、サンプルの機械的テストを介して）、静的である。piezo モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のドライブシュー 1 1 0 6 は、モータ支持リング 1 1 0 8 の周りに配置されたばねのそれぞれのばね素子 1 1 1 4 A , B によって印加される垂直力を介して、摩擦が与えられることにより、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 を所定の位置に静的に保持する。

【 0 0 6 0 】

図 9 に示されるように、一例では、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、支持コラム 1 1 1 2 とばね接触点 1 1 1 6 の間に伸びる複数のばね素子を含む。任意に、ばね素子 1 1 1 4 A , B は、支持コラム 1 1 1 2 とばね接触点 1 1 1 6 の間に伸びる少なくとも 1 つのスイッチバックを有するばね素子を含む。他の例では、ばね素子 1 1 1 4 A、B のそれぞれは、支持コラム 1 1 1 2 とばね接触点 1 1 1 6 のそれぞれの間に伸びる単一のばね素子を含む。ばね素子 1 1 1 4 A、B (単一のばね、あるいは、複数のばね) は、これに限定されるものではないが、一例では、蛇のように、1 回以上層形成される実質的に平坦な周囲を有するたわみばねを含む。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示されるように、ドライブシュー 1 1 0 6 のそれぞれは、モータ支持リング 1 1 0 8 の周りに配置されている。回転フランジ 1 1 0 0 と結合すると、3 つのピエゾモータアセンブリ 1 1 0 2 A - C のそれぞれのドライブシュー 1 1 0 6 は、回転フランジ 1 1 0 0 に堅固な上方にバイアスされた支持を提供し、これに限定されるものではないが、回転ベアリング 1 0 1 4 (回転フランジの第 2 の面に沿って結合される) と、ドライブシュー 1 1 0 6 (回転フランジの第 1 の面に沿って結合される) とを含むクランプ面間に回転フランジ 1 1 0 0 をクランプし、回転フランジ 1 1 0 0 と、フランジ 1 1 0 0 に結合されている回転スピンドルアセンブリ 1 1 1 8 の静的に固定された配置を実施する。言い換えると、クランプアセンブリ 1 1 1 0 は、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B を所定の位置に固定するために、ばね素子 1 1 1 4 A , B (及び一例では、モータアセンブリ 1 1 0 2 A - C) と、ステージ基盤 1 0 0 8 A の対向する一部 (例えば、クランプ面) の間に、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B をクランプする。ここに説明したように、一例では、クランプアセンブリ 1 1 1 0 は、ばねバイアスモータアセンブリ 1 1 0 4 A - C と、ステージ基盤 1 0 0 8 A に関連した回転ベアリング 1 0 1 4 によって、回転フランジ 1 1 0 0 などのような、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B の一部である第 1 及び第 2 の面の周りをクランプする。

【 0 0 6 2 】

< 傾きステージ >

図 1 0 A 及び 1 0 B は、それぞれ、以前に図 2 に図示した、回転及び傾きアセンブリ 2 0 6 の傾きステージ 6 0 2 の透視図と断面図を示す。図 1 0 A を最初に参照すると、傾きステージ 6 0 2 が、傾きステージプラットフォーム 1 0 1 0 B と傾きステージ基盤 1 0 1 0 A を含むことが図示されている。前述したように、一例では、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A は、以前に図 8 A 及び 8 B で説明し、図示した回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 に組み込まれる。傾きステージプラットフォーム 1 0 1 0 B は、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 に回転可能なように結合されている、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 に組み込まれる。図 1 2 に示されるように、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 は、一例では、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 の回転動作を容易にする傾きベアリング 1 0 1 6 によって支持されている。一例では、軸 1 2 0 0 は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を介して伸び、傾きベアリング 1 0 1 6 と共に、その間の傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 の両方を支持する。任意に、図 6 に示されるサンプル回転ステージ 6 1 0 は、傾きステージ 6 0 2 (例えば、同様のモータアセンブリと同様のクランプアセンブリ) と同様に構成されている。

【 0 0 6 3 】

前述したように、傾きステージ 6 0 2 は、サンプルステージ面 2 0 8 への傾き動作を提供するように構成されている。例えば、傾きステージ 6 0 2 は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と駆動するように結合するために配置されたモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B (例えば、ピエゾモータアセンブリあるいはモータ) を含む。図 1 0 A に示されているように、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B は、2 つのピエゾモータアセンブリを含んでいる。他の例では、2 以上のピエゾモータアセンブリが設けられている。ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A、B は、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A (例えば、回転スピンドルア

10

20

30

40

50

センブリ 1 0 1 8) に結合されているモータ支持サドル 1 2 0 6 内に配置されている。ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A は、それぞれ、第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B (例えば、モータ素子)を含む。一例では、第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B は、ピエゾ素子を含む。図 1 0 B を参照すると、ピエゾモータ 1 2 0 4 A は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を時計回りに回転するために、並列して動作する(同時に膨張し、収縮する(停止する))ように構成され、一方で、ピエゾモータ 1 2 0 4 B は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を逆時計回りに回転するために、並列して動作するように構成されている。図示されるように、第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B のそれぞれは、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれに関連した、それぞれのドライブシュー 1 2 0 5 と結合する。言い換えると、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれの第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B のそれぞれは、単一のドライブシュー 1 2 0 5 に結合する。各ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のドライブシュー 1 2 0 5 は、したがって、ピエゾモータアセンブリのそれぞれの第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B の一方、あるいは、両方から、駆動力(ピエゾモータの膨張から)を受ける。任意に、個別のドライブシューは、第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B のそれぞれに設けられる。更に別のオプションでは、アセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれの第 1 の対向するモータ 1 2 0 4 A は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を第 1 の方向に回転するために、一連の流れで作用し(互いに先行あるいは後発で)、第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 B は、第 2 の対向する方向に、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を回転するために、一連の流れで作用する。

【0064】

傾きステージ 6 0 2 は、更に、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B による動きの結果、静的な方向に傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を固定するように構成されたクランプアセンブリ 1 2 0 8 を含む。一例では、クランプアセンブリ 1 2 0 8 は、1 以上の軸 1 2 0 0 と、例えば、ドライブシュー 1 2 0 5 を含むピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 - B によって提供される対抗するクランプ面を含む。例えば、図 1 0 B に示されるように、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 は、軸 1 2 0 0 と、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれのドライブシュー 1 2 0 5 との間に介在するように図示されている。一例では、軸 1 2 0 0 は、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A に結合されている傾きベアリング 1 0 1 6 によって支持される。1 以上の傾きベアリング 1 0 1 6 あるいは、軸 1 2 0 0 の傾きステージ基盤 1 0 1 0 A との直接の結合を介して、軸は、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A によって支持され、クランプアセンブリ 1 2 0 8 に構造的な支持を提供し、サンプルステージ面 2 0 8 が望むように配置された後、アセンブリの静的な配置のために、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と肯定的に結合するドライブシュー 1 2 0 5 をアシストする。

【0065】

図 1 0 B を再び参照すると、クランプアセンブリ 1 2 0 8 は、一例では、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の一部を形成する支持基盤 1 2 1 0 を含む。支持基盤 1 2 1 0 は、複数の軸ばね素子 1 2 1 2 A , B を受けるようなサイズと形状をしている。軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、支持基盤 1 2 1 0 とモータ支持サドル 1 2 0 6 との間に伸びている。一例では、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、モータ支持サドル 1 2 0 6 をバイアスし、したがって、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B を、ドライブシュー 1 2 0 5 と共に、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と肯定的に結合するようにバイアスする。ドライブシュー 1 2 0 5 の傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 との肯定的な結合は、ドライブシュー 1 2 0 5 を傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と摩擦で結合させることを保証し、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B の駆動が、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を正確に傾かせることを保証する。更に、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B は、停止し(例えば、動作していない)、それにより、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を、軸 1 2 0 0 (例えば、傾きベアリング 1 0 1 6)と共にピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A 間でクランプする間、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B によって提供されるバイアスは、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 との静的な摩擦結合を提供するドライブシュー 1 2 0 5 によって提供

される肯定的結合を保証する。

【 0 0 6 6 】

一例では、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれの側面にそれぞれ関連した軸ばね素子 1 2 1 2 A , B を含む。例えば、軸ばね素子 1 2 1 2 A は、ピエゾモータ 1 2 0 4 B に関連し、軸ばね素子 1 2 1 2 B は、ピエゾモータ 1 2 0 4 A と関連している。軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、したがって、ピエゾモータ 1 2 0 4 A , B のそれぞれに対向するバイアスを提供し、ドライブシュー 1 2 0 5 を含むピエゾモータが、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B が動作していない間、傾きスピンドルアセンブリの静的クランプを保証するように、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と結合するよう、肯定的にバイアスすることを保証する。言い換えると、バイアス力は、
10 対向する第 1 及び第 2 のピエゾモータ 1 2 0 4 A , B のそれぞれに提供され、ピエゾモータそれぞれにより、対応する力ベクトルがドライブシュー 1 2 0 5 に提供され、したがって、ドライブシュー 1 2 0 5 が、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 から外れて傾いたり、スライドすることを実質的に防止する。ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれに関連する軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、したがって、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 の周りに、少なくとも 2 つの点で肯定的な結合を提供する。軸 1 2 0 0 は、したがって、軸における接触点で、そして、ドライブシュー 1 2 0 5 と傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 によって形成される 2 つの接触点との間で、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 をクランプする。傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 は、したがって、モータアセンブリ 1 2 0 2 A , B の第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A , B が動作していないとき
20 、傾きスピンドルアセンブリが静的に、所望の場所に保持されることを保証するために、傾きスピンドルアセンブリの対向する面上の 3 点でクランプされる。任意に、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B は、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれを支持する（例えば、アセンブリ 1 2 0 2 A , B などそれぞれの直下の、モータ支持サドル 1 2 0 6 の左側と右側に）、一体ばねに統合される。

【 0 0 6 7 】

< 傾きステージの横ばね素子 >

図 1 0 A を再び参照すると、他の例では、傾きステージ 6 0 2 は、例えば、クランプアセンブリ 1 2 0 8 は、更に、支持サドル 1 2 0 6 と軸ばね素子 1 2 1 2 A , B に対し横支持を提供するために、横ばね素子を含む。横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B のそれぞれのドライブシュー 1 2 0 5 を、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 に結合するようにバイアスするので、モータ支持サドル 1 2 0 6 と軸ばね素子 1 2 1 2 A , B を支持する。例えば、横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 との結合から外れる、あるいは、アラインメントから外れるような、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B の横の動きを実質的に防止する。むしろ、横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、ピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B の動作中、ドライブシュー 1 2 0 5 が、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と面対面で結合すると共に、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 を静的に配置することを保証するために、モータ支持サドル 1 2 0 6 の押圧と上昇（軸ばね素子 1 2 1 2 A , B の屈曲（deflection）による）を、実質、
40 軸方向の押圧と上昇に制限する。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 A に示されるように、横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8（支持基盤 1 2 1 0）などのような、傾きステージ基盤 1 0 1 0 B とモータ支持サドル 1 2 0 6 の間に結合されている。ギャップ 1 3 0 0 は、モータ支持サドル 1 2 0 6 と支持基盤 1 2 1 0 の間に形成され、モータ支持サドル 1 2 0 6 と第 1 及び第 2 のピエゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A , B の対応する動きと共に、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B の軸方向の屈曲を容易にする。示されるように、横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、それぞれのギャップ 1 3 0 0（サドル 1 2 0 6 の両側の）への橋架け（bridge）をし、したがって、モータ支持サドル 1 2 0 6 の両側に屈曲可能な横支持を提供する。横ばね素子 1 2 1 4 A , B は、したがって、軸ばね素子 1 2 1 2 A , B によって提供されるバイアスと共に、ピエ
50

ゾモータアセンブリ 1 2 0 2 A, B のそれぞれの第 1 及び第 2 の対向するモータ 1 2 0 4 A、B の動きによる屈曲に従って、上方及び下方に、モータ支持サドル 1 2 0 6 が移動出来るように保障する。

【 0 0 6 9 】

横ばね素子 1 2 1 4 A、B は、支持サドル 1 2 0 6、軸ばね素子 1 2 1 2 A, B と共に、 Piezoモータアセンブリ 1 2 0 2 A, B の動きを、軸方向の動きに制限し、一方、関連するコンポーネントの横方向の動きを実質的に防止する。モータ支持サドル 1 2 0 6、軸ばね素子 1 2 1 2 A, B 及び Piezoモータアセンブリ 1 2 0 2 A、B を、軸方向の動きに制限することによって、したがって、例えば、図 1 0 A 及び 1 0 B に示される傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 との、ドライブシュー 1 2 0 5 の横方向の位置ずれを実質防止する。ドライブシュー 1 2 0 5 は、したがって、ドライブシュー 1 2 0 5 を傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と摩擦で結合させ、傾きステージ基盤 1 0 1 0 A (例えば、回転スピンドルアセンブリ 1 0 1 8 の支持基盤 1 2 1 0) に対し、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 (例えば、傾きステージプラットフォーム 1 0 1 0 B) の好ましくない傾く動きを実質防止する静的保持構成を維持すると共に、Piezoモータアセンブリ 1 2 0 2 A, B の動作中、傾きスピンドルアセンブリ 1 0 2 0 と肯定的な面対面の結合を維持する。

【 0 0 7 0 】

< 機械的テスト装置と共に用いるステージを含むテストアセンブリ >

図 1 1 は、例えば、図 1 に示される複数装置アセンブリ 1 0 0 と共に用いるように構成されているテストアセンブリ 1 4 0 0 の他の例を図示する。テストアセンブリ 1 4 0 0 の特徴の少なくともいくつかは、以前にここで説明した特徴と同様あるいは同一であり、テストアセンブリ 1 4 0 0 に関して組み込まれている (incorporated)。図 1 1 に示されるように、テストアセンブリ 1 4 0 0 は、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と結合した回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 と、を含んでいる複数自由度サンプルステージ 1 1 6 を含む。回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 は、サンプルステージ面 2 0 8 を含む。前述したような複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、サンプルステージ面 2 0 8 をさまざまな方向と位置に移動し、例えば、機械的テスト装置 1 4 0 2 と共に、図 1 に示された第 1 ~ 第 4 の装置 1 0 4 - 1 1 0 の任意のものが、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルを観察し、これと相互作用するのを容易にするように構成されている。

【 0 0 7 1 】

一例では、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルの 1 以上の観察と相互作用を同時に行なうのを容易にするこれらの構成に、サンプルステージ面 2 0 8 を動かすように構成されている。例えば、2 以上の装置は、サンプルステージ面 2 0 8 の 1 以上の回転、傾き、線形配置と共にサンプルステージ面 2 0 8 の配置 (例えば、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 によって) にしたがって、同時に、サンプルステージ面上のサンプルを観察、あるいは、これと相互作用する。他の例では、機械的テスト装置線形ステージ 2 1 0 は、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 と協働して、図 1 に示される顕微鏡チャンバ内のサンプルステージ面 2 0 8 に対しての、機械的テスト装置 1 4 0 2 の配置を容易にする。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 示されるように、テストアセンブリ 1 4 0 0 は、インデンタ、引っかき装置、テンシル装置、センサ、観察道具などの機械的テスト装置 1 4 0 2 を含んでいる。一例では、機械的テスト装置 1 4 0 2 は、ステージ 1 4 0 8 と選択的に結合するように構成されているモジュール装置を含んでいる。例えば、機械的テスト装置 1 4 0 2 は、これらには限定されるものではないが、高負荷及び低負荷インデンタを含み、高負荷の機械的テスト装置 1 4 0 2 は、低負荷の機械的テスト装置に比べ、サンプルに対しずっと大きいインデンテーション力を提供するように構成されている。図 1 1 示されるように、機械的テスト装置 1 4 0 2 のそれぞれは、機械的テスト装置内に配置されているトランスデューサあるいはセンサに結合している装置シャフト 1 4 0 4 を含む。機械的テスト装置 1 4 0 2 のそれ

それは、更に、サンプルステージ面 208 上のサンプルと結合し、相互作用するように構成されている装置先端 1406 を含む。

【0073】

一例では、機械的テスト装置 1402 は、装置先端 1406 に、さまざまな力や移動範囲を提供するように構成されている取替え可能なトランスデューサの複数のモジュールを含んでいる。例えば、一例では、機械的テスト装置 1402 は、力の 10 ミリニュートンと双方向静電作動の正あるいは負の 15 ミクロンの作動のために構成された低負荷トランスデューサを含む。他の例では、機械的テスト装置 1402 は、例えば、作動ステージ 1408 によって提供されるサンプルステージ面 208 の方向への少なくとも 80 ミクロンの移動と共に、少なくとも 30 ミリニュートンの最大力のために構成された（上述の）高負荷トランスデューサなどの、他のトランスデューサを含む。任意に、選択的負荷セルのさまざまなものが、さまざまな力範囲と感度（sensitivity）を提供する、高あるいは低負荷トランスデューサの 1 以上のために可能である。

【0074】

機械的テスト装置線形ステージ 210（X 軸に沿っての線形動作を提供する）上の、ここに説明されたステージ 1408（例えば、Y 軸に沿った線形動作を提供するステージ）は、サンプルステージ面 208 上のサンプルに装置先端 1406 を結合させ、あるいは、装置先端 1406 をインデントする追加的な手段あるいは他の手段を提供する。言い換えると、ステージ 1408 は、例えば、装置先端 1406 を、サンプルステージ面 208 上のサンプルにインデントする力などの、作動力を提供するように構成されている。ステージ 1408 は、一例では、テスト装置の移動を提供するように構成され、一方、内部のトランスデューサを含む機械的テスト装置 1402 は、サンプルステージ面 208 に印加される力と共に、ステージ 1408 の動作にしたがって、サンプルと結合する際の装置先端 1406 の移動を検出するように構成されている。

【0075】

図 12 を参照すると、ステージ 1408 の一例が、機械的テスト装置 1402 が取り除かれて、詳細に図示されている。図 12 に図示されているように、ステージ 1408 は、ステージ基盤 1500A と、ステージ基盤 1500B と移動可能なように結合されているステージプラットフォーム 1500B と、を含んでいる。示されているように、ステージプラットフォーム 1500B は、ステージ基盤 1500A に対して可動なように、例えば、たわみばね 1512 と結合されている。 piezoアクチュエータ 1502 などのアクチュエータは、ステージ基盤 1500A 及びステージプラットフォーム 1500B の間に結合されている。 piezoアクチュエータ 1502 は、たわみばね 1512 と協働して、ステージプラットフォーム 1500B を線形軸（例えば、ステージ 1408 の方向に依存して X、Y、あるいは Z 軸）に沿ってガイドする。図 12 に示される例では、ステージ 1408 は、線形 Y 軸（例えば、サンプルステージ面 208 に向かって）に沿って、ステージプラットフォーム 1500B の動きをガイドする。機械的テスト装置 1402 を配置し、作動させるためのステージ 1408 は、これらには限定されるものではないが、ステッピングモータ、 piezoアクチュエータあるいはモータ、ボイスコイルアクチュエータ、スティックスリップアクチュエータなどを有する線形ドライブステージを含む。ステージ 1408 は、これらには限定されるものではないが、ドイツの Physik Instrumente GmbH & CO.、テネシー州フランクリンの Dynamic Structures and Materials, LLC、ドイツの Attocube Systems AG、ドイツの SmarAct GmbH、ドイツの PiezoSystem Jena GmbH で製造され、販売されている、1 以上の線形ステージを含む。ステージ 1408 の一例は、Dynamic Structures and Materials, LLC. によって供給されるたわみステージである。ステージ 1408、例えば、上述の 1 以上のステージの動作は、機械的テスト装置 1402 の動作（図 11 参照）が線形方向であって、好ましい動きの線形軸に対し、傾いたり、片方が持ち上がりたりなどしないことを実質保証するようにガイドされ、制御されて、ステージ基盤 1500A に対し、ステージプラットフォーム 1500B を動かす。

【0076】

他の例では、ステージ 1 4 0 8 は、ステージプラットフォーム 1 5 0 0 B のずれを測定するように構成された、ずれセンサ 1 5 1 4 を含む。ずれセンサ 1 5 1 4 は、したがって、機械的テスト装置 1 4 0 2 のトランスデューサと協働して、ステージプラットフォーム 1 5 0 0 B のずれと、テストアセンブリ 1 4 0 0 の動作中、装置先端 1 4 0 6 と共に、機械的テスト装置 1 4 0 2 の対応するずれを測定することができる。一例では、装置先端 1 4 0 6 が、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルに結合するとき、機械的テスト装置 1 4 0 2 内のトランスデューサを用いての力の測定値が上り始める。ずれセンサ 1 5 1 4 のずれ測定値と結合したとき、機械的テスト装置 1 4 0 2 とずれセンサ 1 5 1 4 のそれぞれのトランスデューサの力測定値とずれ測定値は、共に、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルの 1 以上の機械的特性を決定するのに用いられる。他の例では、ステージ 1 4 0 8 は、アクチュエータ 1 5 0 2 を作動すると共に、ずれセンサ 1 5 1 4 から測定値を受け取り、プロセッサにそれらの測定値をインタフェースするように構成されている電気ソケット 1 5 1 6 と、そのような情報を表示するように構成されたユーザインタフェースを含む。

【 0 0 7 7 】

< テストアセンブリの動作 >

図 2 を再び参照すると、テストアセンブリ 1 1 2 が、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 とテストアセンブリプラットフォーム 2 0 0 に配置されている機械的テスト装置 1 1 4 と共に図示されている。前述したように、一例では、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 の両方を含んでいる。線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 は、例えば、顕微鏡アセンブリ内の領域、例えば、図 2 に示される領域 2 2 2 などの局所的な一致領域内のサンプルを含む、サンプルステージ面 2 0 8 を動かすように構成されている。

【 0 0 7 8 】

一例では、局所的な一致領域 2 2 2 は、図 2 に示されるような、装置 1 0 4、1 0 6、1 0 8、1 1 0 などのような装置の作業領域によって規定される。テストアセンブリ 1 1 2 の動作は、示されているように、サンプルステージ面 2 0 8 から始まる。例えば、サンプルステージ面 2 0 8 が、例えば、以前に図 4 に図示したように、装置シャフト 4 0 6 と装置先端 4 0 8 とを含む機械的テスト装置 1 1 4 に実質直交する角度で示されている。この方向においては、機械的テスト装置 1 1 4 は、サンプルステージ面 2 0 8 上にあるサンプルをインデントし、あるいは、引っかくように構成されている。この特定の構成においては、機械的テスト装置 1 1 4 が、サンプルへの 1 以上の機械的テストを行なう間、装置 1 0 4 - 1 1 0 の 1 つは、同時に、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルを観察、あるいは、相互作用するように、同様に構成されている。

【 0 0 7 9 】

他の例では、サンプルステージ面 2 0 8 を、例えば、複数装置アセンブリ 1 0 0 内の他の装置に対して、サンプルを方向付けるために、移動することが好ましいならば、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 は、望ましい装置に対して、サンプルステージ面 2 0 8 とその上のサンプルを方向付けるように作動される。テストアセンブリ 1 1 2、例えば、機械的テスト装置 1 1 4 の線形ステージアセンブリ 2 1 0 は、サンプルが 1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 によって観察され、相互作用されている間に、サンプルのその場での同時の機械的テストを可能とするため、サンプルの少なくとも一部とアラインメントさせて機械的テスト装置 1 1 4 を配置するように、同様に作動される。

【 0 0 8 0 】

図 1 3 A を参照すると、サンプルステージ面 2 0 8 が、図 2 に示されている第 1 の構成に対する第 2 の構成に方向付けられて示されている。示されているように、サンプルステージ面 2 0 8 は、図 2 に示される位置に対し、実質直交する位置に配置される。例えば、回転ステージ 6 0 0 を含む、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 は、一例では、サンプルステージ面 2 0 8 を、示されている、実質直交する方向に移動させるように作動させ

る。図 1 3 A に同様に示されるように、他の例では、傾きステージ 6 0 2 (図 6 に示される) は、サンプルステージ面 2 0 8 を、図 2 に示されている実質垂直な方向にわずかに持ち上げられた方向に、傾け、あるいは、方向付けるように作動される。言い換えると、サンプルステージ面 2 0 8 の平面は、図 2 に示されている方向に対し、傾けられた角度に方向付けられる。一例では、図 1 3 A に示されるように、サンプルステージ面 2 0 8 と共に、その上のサンプルを方向付けることは、例えば、第 2 の電子後方散乱検出器 (E B S D) を含む、第 3 の装置 1 0 8 などの装置の 1 つに向けられた方向に、サンプルを配置するために行なわれる。

【0081】

他の例では、例えば、X、Y 及び Z 線形ステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 を含む、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 に対し、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 によって、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と結合されているサンプルステージ面 2 0 8 を線形的に配置するために、アクチュエータによって作動される。言い換えると、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、図 2 に示される第 1 の位置に対し、サンプルステージ面 2 0 8 を上昇させ、並進 (translate) させるように構成されている。つまり、線形ステージアセンブリ 2 0 4 は、図 1 3 A に示されるように、サンプルステージ面 2 0 8 を、ページから出入りし、ページの左右に行き、ページに対して垂直に (上方あるいは下方に) 移動するように構成されている。

【0082】

図 1 3 B を参照すると、以前に図 2 及び 1 3 A に示されたように、テストアセンブリ 1 1 2 の模式的表現は、図 1 3 A に示される方向にサンプルステージ面 2 0 8 を示すように提供されている。言い換えると、サンプルステージ面 2 0 8 は、図 2 に示される方向から回転され、例えば、回転ステージ 6 0 0 と傾きステージ 6 0 2 を含む、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 の動作に従って、傾けられる。図 1 3 B の例に示されるように、サンプルステージ面 2 0 8 は、例えば、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルを装置 1 0 8 と共に方向付けるために、図 1 3 A に示されている、新しい方向へ方向付けられる。前述したように、X、Y、及び Z ステージ 3 0 0 - 3 0 4 を含む、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、回転及び傾きステージ 6 0 0、6 0 2 を含む、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 の組み合わせは、前述したように、サンプルステージ面 2 0 8 を、任意の 1 つの装置 1 0 4 - 1 1 0 に向け使用できるように、つまり、実質的に任意の方向に方向付けるために望まれる柔軟性を提供する。更に、少なくとも、ある例では、サンプルステージ面 2 0 8 の方向によって、サンプルが、任意の 1 つの装置 1 0 4 - 1 1 0 によって、観察され、あるいは、相互作用されている間、機械的テスト装置 1 1 4 による、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルの同時使用を可能とする。

【0083】

図 1 3 B に示される例においては、装置のコンボジットフットプリント 1 6 0 0 が、サンプルステージ面 2 0 8 の少なくとも一部の周りに伸びている点線で示されている。前述したように、一例では、装置 1 0 4 - 1 1 0 のような装置は、例えば、以前に図 1 で示したように、複数の装置アセンブリ 1 0 0 内の空間的制限によって、サンプルステージ面 2 0 8 の周りに密にクラスタ化されている。空間的制限のため、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 は、複数の位置の任意のものに、サンプルステージ面 2 0 8 を柔軟に配置し、方向付けし、したがって、1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 の任意のものに関し、サンプルステージ面上のサンプルを方向付けるために、調和して動作する。つまり、線形ステージアセンブリ 2 0 4 と、回転及び傾きステージアセンブリ 2 0 6 は、装置のコンボジットフットプリント 1 6 0 0 によって、少なくとも部分的には、任意に規定される局所的な一致領域内で、協働して、サンプルステージ面 2 0 8 を配置し、方向付ける。

【0084】

ある例では、サンプルステージ面 2 0 8 を 1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 に方向付けるのみならず、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルの一部を、例えば、機械的テスト装置

10

20

30

40

50

114にアラインメントすることも望まれることである。サンプルステージ面208上のサンプルを機械的テスト装置114と共に、1以上の装置104-110とアラインメントすることによって、装置114での同時的な機械的テストと、1以上の装置104-110によるサンプルの観察あるいは相互作用を可能にする。図13Bに示されるように、例えば、図2に示される元の方角からの、サンプルステージ面208の回転により、サンプルステージ面208は、装置108に対して回転されるのみではなく、点線で示される、図13Bの元の位置に示される機械的テスト装置114に対しても回転される。一例では、テストアセンブリ112は、図13Bのファントム線で示される方向に配置されているサイズと形状の固定されている機械的テスト装置114を含む。示されるように、サンプルステージ面208が、配置された際に機械的テスト装置114とアラインメントされるために、線形ステージアセンブリ204は、サンプルステージ面208から離れて配置させ(recess)、サンプルステージ面208を機械的テスト装置114にアラインメントし、一方で、同時に、1以上の観察あるいは解析のために、装置108に対し、サンプルを配置するように作動されねばならない。サンプルステージ面208を、図13Bに示される方向に配置する(つまり、離れて配置されていない)ことは、少なくとも2つの理由で望ましい。一例では、例えば、サンプルステージ面208を固定されている機械的テスト装置114にアラインメントするために、サンプルステージ面208を装置108から離れて配置させることにより、サンプルステージ面208上のサンプルは、装置108の作業領域の外部あるいはエッジ部に配置され、したがって、同時の機械的テストも望まれる場合、装置108での観察が停止される。したがって、同時に、機械的テスト装置114を、機械的テストのために、サンプルステージ面208上のサンプルにアラインメントする間、局所的な一致領域222内の、装置108の作業領域と一致するように、サンプルステージ面208とその上のサンプルを移動させることが望ましい。図13Aに示される線形ステージアセンブリ210のような、線形ステージアセンブリを提供することは、機械的テスト装置114を図13Bに示される方向に配置することを容易にする。つまり、機械的テスト装置114は、サンプルステージ面208とアラインメントされ、一方、同時に、サンプルステージ面208は、装置108の作業領域内に配置される。

【0085】

更に、機械的テスト装置114を示されたように動かして、例えば、装置のフットプリント1600の外部の、回転及び傾きステージアセンブリ206を含むサンプルステージ面208の継続的な配置を容易にすることは、有利なことである。図13Bに示されるように、装置のフットプリント1600は、一例では、局所的な一致領域222の少なくとも一部の周りに伸びる。前述したように、装置104-110のような装置は、サンプルステージ面208と複数自由度サンプルステージ116のコンポーネントの周りに一連のクラスタ化された装置を提供し、したがって、その領域を混雑化させ、したがって、例えば、線形ステージアセンブリ204と回転及び傾きステージアセンブリ206の組み合わせにより、サンプルステージ面208の柔軟な配置を要求する。サンプルステージ面208を機械的テスト装置114とアラインメントとすることが、装置104-110による相互作用と観察とともに望まれる場合、機械的テスト装置114をサンプルステージ面208とアラインメントすることを容易にするために、更なる自由度を提供することが重要になってくる。例えば、図13Bに示されるように、機械的テスト装置114(固定された場合、点線で示されている機械的テスト装置)の動きなしで、サンプルステージ面208を離れて配置させることは、装置のフットプリント1600に割り込む構成に、少なくとも回転及び傾きステージアセンブリ206を配置する。言い換えると、少なくとも回転及び傾きステージアセンブリ206は、サンプルステージ面208が機械的テスト装置114とアラインメントされ、装置による観察のために、装置108に対して配置される場合、装置のフットプリント1600内の装置と衝突する。

【0086】

図13Aに示される線形ステージアクチュエータ210(例えば、X軸アクチュエータ)を設けることにより、1以上の線形ステージアセンブリ204と、機械的テスト装置1

10

20

30

40

50

14の線形ステージアセンブリ210は、単独で、あるいは、一緒に作動され、装置108に対して、サンプルステージ面208を方向付けるのみではなく、同時に、サンプルステージ面208を機械的テスト装置114とアラインメントもさせるために、サンプルステージ面208と機械的テスト装置114を配置する。この追加的な柔軟性（ステージ1408によって提供されるY軸線形動作に加え）によって、例えば、サンプルステージ面208が、上昇方向と下降方向から略180度回転されている間、サンプルステージ面208が、任意の装置104-110に対して方向付けられる、実質任意の方向に、機械的テスト装置114をサンプルステージ面208とアラインメントさせることができる。なお、下降方向は、図13Bに示されており、上昇方向は、図13Bに示される方向から180度反対である。

10

【0087】

図13Bを再び参照すると、サンプルステージ面208の方向を局所的な一致領域222内に維持し、したがって、装置のフットプリント1600によって形成される装置との衝突を避けるために、回転及び傾きステージアセンブリ206は、線形ステージアセンブリ204、例えば、1以上のステージアクチュエータ300-304によって、移動させられ、一方、同時に、機械的テスト装置114は、図13Bに示されるように移動させられる。言い換えると、機械的テスト装置114は、例えば、図13Bに示されるページに沿って下側になど、第1の線形方向に移動させられ、回転及び傾きステージアセンブリ206は、装置108に対し上方に移動させられ、サンプルステージ面208が、機械的テスト装置114とアラインメントされ、一方、同時に、サンプルステージ面208を、装置108の作業領域内に方向付ける。例えば、線形ステージアセンブリ204と、機械的テスト装置の線形ステージアセンブリ210とによる、サンプルステージ面208の線形並進を組み合わせることにより、機械的テスト装置114及びサンプルステージ面208などのようなコンポーネントのそれぞれの全体の並進は、実質的に最小化され、したがって、回転及び傾きステージアセンブリ206と面208を、安全に、装置のフットプリント1600内に維持する。機械的テスト装置114と共に、複数自由度サンプルステージ116は、組み合わせることによって（あるいは、複数自由度サンプルステージ116自身が作動されている場合には、個別に）、以前に図2に示した装置104-110によって形成される装置のフットプリント1600によって示される任意の装置と、サンプルステージ面208（あるいは、ここに説明した任意のステージ）が衝突することなく、局所的な一致領域222内で、1以上の方向に、サンプルステージ面208を柔軟に配置することができる。

20

30

【0088】

機械的テスト装置114の線形ステージアセンブリ210の追加は、柔軟性を増強し、装置104-110に対し、サンプルステージ面208の実質的に任意の方向に、機械的テスト装置114をサンプルステージ面208とアラインメントすることが出来るようになる。更に、機械的テスト装置114に、線形ステージアセンブリ210を設けることは、回転及び傾きステージアセンブリ206に必要な全体の並進を最小化し、システム全体の柔軟性を増強し、一方、同時に、サンプルステージ上のサンプルが、1以上の装置104-110の作業領域内で方向付けられるので、機械的テスト装置114のサンプルステージ208とのアラインメントが可能となる。

40

【0089】

更に、ここに示されるように、線形ステージアセンブリ204の回転及び傾きステージアセンブリ206との組み合わせは、サンプルステージ面208を機械的テスト装置114の周りに移動させるように構成されているシステムを提供する。言い換えると、静的な（あるいは動的な）装置114によって、回転及び傾きステージアセンブリ206は、アセンブリ204の線形ステージとの組み合わせで、サンプルステージ面208が、これらには限定されるものではないが、先端のいずれかの側（左、右、下、および、上）、先端の正面（例えば、面208に直行する先端点の端）の配置及び、それらの間の無数のバラエティの配置を含む、装置の少なくとも先端の周りを動かすことが出来ることを保証する。

50

逆に、機械的テスト装置 114 は、1 以上の回転及び傾きステージアセンブリ 206 と、線形ステージアセンブリ 204（及び任意に、機械的テスト装置 114 と関連したステージ）の制御された動作にしたがって、さまざまな角度から、サンプルステージ面 208 にアクセスし、結合することができる。

【0090】

< 複数自由度サンプルステージによるサンプル位置の配置及び固定 >

前述したように、複数自由度サンプルステージ 116 は、1 以上の装置 104 - 110 に対するサンプルステージ面 208 とその上のサンプルの配置にかなりの柔軟性を提供し、一方、同時に、機械的テスト装置 114 によるアクセスを可能とする。線形ステージアセンブリ 204 と、回転及び傾きアセンブリ 206 のそれぞれのステージ基盤との、ステージプラットフォームのそれぞれの可動な結合は、複数自由度サンプルステージ 116 の全体に対し、望ましくない許容量の導入の機会を与える。そのような許容量は、1 以上の装置 104 - 110 と、機械的テスト装置 114 に対して、サンプルステージ面 208 とその上のサンプルをずれさせる配置の後あるいは間、サンプルステージ面 208 の動きを可能とする横方向のずれ及び傾きの許容量を含む。許容量は、サンプルの望ましいテスト位置における、正確で、信頼性の高いテストを失敗させる。

【0091】

前述したように、1 以上のクロスローラベアリングアセンブリ 706 は、回転ステージ 600 のためのクランプアセンブリ 1100、傾きステージ 600 のためのクランプアセンブリ 1208 と共に、線形ステージ 210、300、302、304 を介して提供されるクランプなどの、ここに説明するクランプアセンブリと共に、許容量によって引き起こされる不正確さを実質最小化し、サンプルステージ面 208 上の任意のサンプルの正確で、信頼性の高い配置を可能にする。言い換えると、複数自由度サンプルステージ 116 より提供される柔軟性を有しても、堅固な支持面、クランプ及びロック結合などが複数自由度サンプルステージ 116 を通し提供され、望ましい位置に配置されたとき、サンプルステージ面 208 上のサンプルが、望ましい位置に、正確に、かつ、信頼性高く配置され、その後、機械的テスト装置 114 などの装置の作動あるいは相互作用にもかかわらず、その場所に保持され、あるいはロックされることを保証する。つまり、例えば、サンプルステージ面 208 と結合する機械的テスト装置 114 からの、サンプルステージ面 208 上にかかる力は、複数自由度サンプルステージ 116 のステージ上にかかる重力などの環境の力と共に、望ましい位置に対しての、サンプルステージ面 208 とその上のサンプルの配置と保持に対し、最小の影響しか持たない。

【0092】

図 14 を参照すると、複数自由度サンプルステージ 116 の模式的な例が提供されている。示されるように、複数自由度サンプルステージ 116 は、線形ステージアセンブリ 204 と、回転及び傾きステージアセンブリ 206 を含む。前述したように、一例では、線形ステージアセンブリ 204 は、X、Y、及び、Z ステージ 300 - 304 などの複数の線形ステージを含む。線形ステージ 300 - 304 によって、前述したような、1 以上の並進方向に、サンプルステージ面 208（例えば、回転及び傾きステージアセンブリ 206 を含む）の線形配置が可能になる。図 14 に示されるように、一例では、X、Y 及び Z ステージ 300 - 304 のそれぞれは、対応するクロスローラベアリングアセンブリ 706 を含んでいる。図 14 に示されるように、1 つのクロスローラベアリングアセンブリが、ステージプラットフォームのそれぞれと、X、Y 及び Z ステージ 300 - 304 のそれぞれのステージ基盤との間に設けられている。ここに示されるように、他の例では、2 以上のクロスローラベアリングアセンブリ 706 が、X、Y 及び Z ステージ 300 - 304 のそれぞれに設けられており、増強された支持を提供し、許容量を最小化する（例えば、ステージ基盤に対するステージプラットフォームの屈曲、傾きなど）。

【0093】

示されるように、クロスローラベアリングアセンブリ 706 のそれぞれは、第 1 及び第 2 のレールチャネル 900、902 内に配置される複数のローラベアリング 908 を含む

。前述したように、ローラベアリング 908 は、X、Y 及び Z ステージ 300 - 304 のそれぞれの、ステージ基盤とステージプラットフォームとの間に、対面インタフェースを提供する。ローラベアリング 908 は、第 1 と第 2 のレールチャンネル 900、902 内に交互にクロスされた構成で提供される。例えば、図 7 において、示されるように、インタフェース面、例えば、906A、906B 及び 904A、904B の対向するペアによって、ステージプラットフォームとステージ基盤が、それらの間のローラベアリングとの面対面接触のインタフェースをすることが出来る。例えば、ローラベアリング 902 のローリングインタフェースは、インタフェース面 904A、B 及び 906A、B のそれぞれに沿った平面接触で受けられ、ローラベアリング 908 と対向するステージプラットフォームとステージ基盤間の面接触を介して、力、トルクなどを支持し、伝達する。仲介するローラベアリングを有する、ステージプラットフォームとステージ基盤との間の、この面対面結合は、ステージ基盤に対するステージプラットフォームの屈曲あるいは傾きを実質的に防止し、したがって、X、Y、及び Z ステージ 300 - 304 のそれぞれの、ステージプラットフォームとステージ基盤間の堅固な支持インタフェースを提供する。堅固な支持は、同時に、1 以上のステージの並進（例えば、サンプルステージ面 208 を方向付ける）ことが望まれるなら、クロスローラベアリングアセンブリ 706 によって提供されるガイドによって、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームの整った（ready）動作を可能にする。

【0094】

図 14 に示される模式的な例においては、装置力 1700 及び重力 1704 などの 1 以上の力が、複数自由度サンプルステージ 116 に印加され、動作中、サンプルステージ 116 の堅固な支持特性を示す。図 14 に示されるように、ステージ 300 - 304 及び 600、602 は、機械的テスト装置 114 の装置シャフト 406 と装置先端 408 に対して実質的に直交した方向に、サンプルステージ面 208 を配置するように方向付けられる。機械的テスト装置 114 のサンプルステージ面 208 との結合は、複数自由度サンプルステージ 116 のコンポーネントに対応するモーメントを含む装置力 1700 を印加する。サンプルステージ面 208 と、その上のサンプルを望ましい位置に維持することを保証する（例えば、望ましいテスト位置に、装置先端 408 を正確に配置することを保証する）ために、サンプルステージ面 208 から Y ステージ 302 のステージ基盤 308 までの、複数自由度サンプルステージ 116 のコンポーネントの全つながりは、配置が完了した時点から、少なくとも装置テスト処理の間、実質的に静的にとどまっていなくてはならない。以下に説明するように、複数自由度サンプルステージ 116 のコンポーネントは、配置の間、正確にかつ精密にサンプルが移動され、機械的テスト装置 114 との相互作用の間、静的な特定の位置と方向に、信頼性高く保持される（例えば、ロックされ、クランプされ、所望の位置に保持され、など）ことを保証する。ステージ及び / あるいはプラットフォームアセンブリのコンプライアンスのため、サンプル及び / あるいは機械的テスト装置 114 の屈曲を最小化することは、機械的テスト処理における誤差と不確実性を低減する。更に、複数自由度サンプルステージは、例えば、1 以上の装置 104 - 110 による、サンプルの相互作用後の観察のための、望ましい位置及び方向におけるサンプルを信頼性高く保持する。

【0095】

図 14 に示されるように、装置力 1700 は、サンプルステージ面 208 に印加される。任意に、装置力 1700 は、例えば、テンシルテストの間、対向するように印加される。それぞれの回転及び傾きステージ 600、602 のためのクランプアセンブリ 1110 及び 1208 は、図 14 に示される方向に、回転及び傾きステージアセンブリ 206 のコンポーネントをクランプする。例えば、上述したように、複数の接触点は、回転及び傾きステージ 600、602 のそれぞれのスピンドルアセンブリと結合し、それぞれのステージ基盤に対するスピンドル（例えば、ステージプラットフォーム）の動きを実質的に防止する。装置力 1700 は、したがって、回転傾きステージ 600、602 のコンポーネントを、それぞれの静的方向から動かすことなく、回転及び傾きステージアセンブリ 206

から隣接する Z ステージ 3 0 4 に伝達される。

【 0 0 9 6 】

図 1 4 に示されたように、装置力 1 7 0 2 は、ここに説明するように、線形ステージアセンブリ 2 0 4 を介して伝達される。装置力 1 7 0 2 は、第 1 のレールチャネル 9 0 0 のローラベアリング 9 0 8 との対面結合によって、ステージプラットフォーム 3 1 2 B からローラベアリング 9 0 8 に印加される。ローラベアリング 9 0 8 は、装置力 1 7 0 2 を第 2 のレールチャネル 9 0 2 に（図 7 に示される対抗するインタフェース面に）伝達する。装置力 1 7 0 2 は、その後、X ステージ 3 0 0 のステージプラットフォーム 3 1 0 B に伝達され、第 1 のレールチャネル 9 0 0 のインタフェースを介して、X ステージ 3 0 0 のクロスローラベアリングアセンブリ 7 0 6 のローラベアリング 9 0 8 に伝達される。クロスローラベアリングアセンブリ 7 0 6 のローラベアリング 9 0 8 は、X ステージ 3 0 0 のステージ基盤 3 1 0 A の対向するレールチャネル 9 0 2 に、装置力 1 7 0 2 を伝達する。図 1 4 に示されるように、X ステージ 3 0 0 のステージ基盤 3 1 0 A が、Y ステージ 3 0 2 のステージプラットフォーム 3 0 8 B と結合される。図 1 4 に示されるように、クロスローラベアリングアセンブリ 7 0 6 は、伝達された装置力 1 7 0 2 と共に、装置力 1 7 0 0 のベクトルとアラインメントされるので、クロスローラベアリングアセンブリ 7 0 6 は、動きに対して、Y ステージ 3 0 2 に最小の支持を提供する。むしろ、以前に図 3 に示された、線形ステージ 3 0 2（例えば、アクチュエータ 3 0 1 と共に）によって提供される、クランプあるいはロック結合は、ステージ基盤 3 0 8 A に対し、ステージプラットフォーム 3 0 8 B を静的に固定する。したがって、伝達された装置力 1 7 0 2 を含む装置力 1 7 0 0 は、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 と、関連のコンポーネントの動きを実質的に防止する 1 以上のクランプ及びロックアセンブリと、X、Y、及び Z ステージ 3 0 0 - 3 0 4 のそれぞれのステージプラットフォームとステージ基盤との間の対面結合によって伝達され、互いに対し、コンポーネントの動きを実質的に防止する、それぞれのコンポーネントの間の堅固な支持結合を提供する。

【 0 0 9 7 】

他の例では、他の力（例えば、異なる方向のベクトル成分）が、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 にかかる。一例では、重力 1 7 0 4 と、重力によって生成される関連するモーメントなどの力は、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 の 1 以上のコンポーネントに印加される。装置 1 1 4 の機械的テスト（例えば、インデンテーション、引っかき、あるいは、テンシル力）によって提供される相互作用力と組み合わせられることで、重力は、許容量を提供する他のステージのコンポーネントを屈曲する。複数自由度サンプルステージ 1 1 6 のコンポーネントのそれぞれの堅固な支持フィーチャは、複数自由度が与えられているにもかかわらず、サンプルステージ面 2 0 8 の傾き、あるいは、屈曲を実質的に防止する。例えば、図 1 4 に示されているように、重力 1 7 0 4 は、回転ステージ 6 0 0 を介して印加される矢印で示されている。装置力 1 7 0 0 によるように、重力 1 7 0 4 は、サンプルステージ 1 1 6 の複数度のコンポーネントのそれぞれ、例えば、それぞれのステージ 3 0 0 - 3 0 4 及び 6 0 0 , 6 0 2 のステージプラットフォームとステージ基盤のそれぞれに、同様に印加される。例えば、コンポーネントのそれぞれにおける重力は、隣接するコンポーネントから 1 以上のコンポーネントに伝達（例えば、伝達された重力 1 7 0 6 ）される。明らかに、コンポーネントのそれぞれは、同様に、個別に重力の影響を受ける。図示のために、重力 1 7 0 4 は、ステージ 1 1 6 の一端から他端へ伝達される力として測定されるのみである。

【 0 0 9 8 】

例えば、図 1 4 に示されるように、重力 1 7 0 4 は、回転ステージ 6 0 0 にかかる。重力 1 7 0 4 は、Z ステージ 3 0 4 のステージプラットフォーム 3 1 2 B にかかる重力に関連した力と共に、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 に対応するモーメントを生成する。線形 Z ステージ 3 0 4 のクランプあるいはロック結合（例えば、アクチュエータ 3 0 1 を介して）は、ステージ基盤 3 1 2 A に対して、ステージプラットフォーム 3 1 2 B の動きを実質的に防止する。言い換えると、例えば、重力 1 7 0 4 による、関連する Z ステージ

304の任意のコンポーネントの傾き、屈曲などは、ステージプラットフォームをステージ基盤に対しクランプし、信頼性高くロックすることにより実質的に防止される。図14に示されるようなコンポーネントのつながりをたどっていくと、伝達された重力1706は、例えば、第1及び第2のレールチャネル900、902及び介在するローラベアリング908の間の対面接触により、Xステージ300に関連したクロスローラベアリングアセンブリ706を介して伝達される。例えば、伝達された重力1706は、第1のレールチャネル900を横切って、Xステージ300に関連したクロスローラベアリングアセンブリ706の交互にクロスされているローラベアリング908に印加される。ステージプラットフォーム310Bから伝達された重力1706は、第2のレールチャネル902のインタフェース面に沿って結合されている交互にクロスされているローラベアリング908の結合によって、ステージ基盤310に伝達される。図14に示される、伝達される重力1706は、したがって、第2のレールチャネル902に印加される。

【0099】

重力1706は、その後、例えば、ステージプラットフォーム308Bの、Yステージ302に印加される。伝達された重力1706は、第1のレールチャネル900から、交互にクロスされているローラベアリング908に印加される。伝達された重力1706は、ローラベアリング908を横切って、第2のレールチャネル902のインタフェース面に伝達される。図14に示されるように、重力から発生するモーメントと共に、重力1704が、複数自由度サンプルステージ116のコンポーネントの屈曲を発生させることを実質的に防止する。言い換えると、線形ステージ300-304のそれぞれに関連したクランプあるいはロックフィーチャ（例えば、アクチュエータ301）は、クロスローラベアリングアセンブリ706と共に、線形ステージアセンブリ204のコンポーネントの屈曲を実質的に防止する。つまり、サンプルステージ面208と、その上のサンプルを望ましい方向と位置に配置することにより、機械的テスト装置114からなどの力と、重力などの環境の力の印加（しかし、振動、装置移動などを含む）は、複数自由度サンプルステージ116の任意のコンポーネントの屈曲、傾きなどを実質発生させない。言い換えると、望ましく配置されたとき、サンプルステージ面208と、その上のサンプルは、実質、その方向にロックされ、複数自由度サンプルステージ116のコンポーネントによって堅固に支持され、望ましいサンプルのテスト位置が、例えば、機械的テスト装置114と1以上の装置104-110との相互作用のために、望ましい位置に保持されることを保証する。

【0100】

<複数装置アセンブリのチャンバ内のサンプルの配置方法>

図15は、ここで説明した複数自由度サンプルステージ116を用いて、複数装置アセンブリ（複数装置顕微鏡アセンブリなど）のチャンバ内のサンプルを方向付ける方法1800の一例を示す。1800の方法を説明する際、前述した、1以上のコンポーネント、フィーチャ、機能などを参照する。コンポーネントとフィーチャに参照符号を付して、簡便に参照する。設けられた参照符号は、例示的なもので、排他的なものではない。例えば、方法1800で説明されるフィーチャ、コンポーネント、機能などは、対応する番号付けられた素子、ここで説明する、他の対応するフィーチャ（番号付けられている、及び、番号つけられていない両方）を、これらの均等物と共に含む。

【0101】

1802において、サンプルは、図2に示される、サンプルステージ面208のような、サンプルステージ面上に配置される。1804においては、サンプルステージ面208上のサンプルは、図1に示されるような、複数装置アセンブリ100のチャンバ102などのチャンバ内に、第1の方向に方向付けられる。第1の方向において、サンプルステージ面208上のサンプルは、チャンバ102内の装置104-110などの、1以上の装置の1以上の作業領域に方向付けられる。ここで説明するように、作業領域は、図2に示される、装置軸と焦点214-220によって、少なくとも部分的に形成され、順次まとめられると、合成の局所的な一致領域222を形成する。サンプルステージ面208上の

サンプルを、１以上の装置１０４ - １１０の１以上の作業領域と一致する、チャンバ１０２内の第１の方向に方向付けることは、作業領域によって形成される局所的な一致領域２２２内のサンプルを配置し、方向付けることを含む。第１の方向のサンプルステージ面２０８のサンプルは、局所的な一致領域２２２内にある。例えば、局所的な一致領域２２２内の１以上の方向の、サンプルステージ面２０８上のサンプルは、例えば、図１及び図２に示される１以上の装置１０４ - １１０の間のクラスタ化された空間にある。

【０１０２】

サンプルを方向付けることは、例えば、ステップ１８０６において、サンプルステージ面６０８と結合している傾きステージ６０２を傾けること、あるいは、ステップ１８０８において、サンプルステージ面２０８と結合している回転ステージ６００を回転することの１以上を含む。一例では、方向付けることは、対応する傾きステージ６０２及び回転ステージ６００の１以上の傾けと回転を含む。

10

【０１０３】

１８１０では、方法１８００は、サンプルステージ面２０８上のサンプルを、１以上の装置１０４ - １１０の１以上の作業領域に一致するチャンバ１０２内の第２の方向に、再方向付けすることを含む。第２の方向は、サンプルの第１の方向とは異なる（例えば、同じ装置に対する第２の方向、あるいは、第２の装置に向かう第２の方向）。第２の方向は、局所的な一致領域２２２内にある。再方向付けすることは、前述したように、傾きステージ６０２を傾けること、あるいは、回転ステージ６００を回転することの１以上を含む。他の例では、方法１８００は、サンプルステージ面２０８、回転及び傾きステージ６００、６０２を支持する、図２に示されるプラットフォーム２００などの、テストアセンブリプラットフォームを、複数装置アセンブリ１００のマウントステージ１０１に結合すること、を含む。マウントされたテストアセンブリ１１２は、図１に示されるように、複数装置アセンブリ１００の壁から離れて配置されている。言い換えると、テストアセンブリ１１２は、中心に配置され、あるいは、他の例では、複数装置アセンブリの壁から遠ざかって配置され、サンプルステージ面２０８の周りに密にクラスタ化されている、１以上の装置１０４ - １１０について、複数自由度サンプルステージ１１６の配置の柔軟性を増強する。

20

【０１０４】

方法１８００のいくつかのオプションを述べる。一例では、サンプルステージ面２０８上のサンプルを第１の方向に方向付け、サンプルを第２の方向に再方向付けすることは、サンプルステージ面上のサンプルを、１以上の作業領域を有する１以上の装置の内の第１の装置（装置１０４ - １１０の１つなど）の第１の作業領域に一致する第１の方向へ方向付けることを含む。サンプルステージ面２０８上のサンプルを再方向づけることは、サンプルステージ面２０８上のサンプルを、第１の装置上の第１の作業領域に一致する第２の方向に方向付けることを含む。言い換えると、一例では、方向付け、再方向付けすることは、単一の装置の同じ作業領域内の、サンプルステージ面２０８上のサンプル位置の配置とアラインメント（サンプルステージ面２０８のアラインメントと共に）を調整することを含む。例えば、サンプルステージ面とその上のサンプルは、一例では、第１の装置の軸に直交するように配置される。他の例では、サンプルステージ面２０８とその上のサンプルは、軸と一致するアラインメントに配置される。つまり、装置の軸は、サンプルステージ面２０８の面に沿って向けられている。

30

40

【０１０５】

他の例では、サンプルステージ面上のサンプルを、第１の方向に方向付けることは、サンプルステージ面２０８のサンプルを、１以上の作業領域を有する１以上の装置１０４ - １１０の内の第１の装置の第１の作業領域に一致する第１の方向へ方向付けることを含む。サンプルステージ面２０８上のサンプルを再方向づけることは、サンプルステージ面２０８とその上のサンプルを、第１の装置の作業領域とは異なる１以上の作業領域を有する１以上の装置１０４ - １１０の装置１０６などの、第２の装置の第２の作業領域と一致する第２の方向に方向付けることを含む。

50

【 0 1 0 6 】

更に他の例では、サンプルステージ面 2 0 8 の方向付けと再方向付けの少なくとも 1 つは、回転及び傾きステージと結合している 1 以上の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 で、サンプルステージ面を線形的に動かすことを含む。ここで説明するように、一例では、1 以上の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 は、例えば、図 2 に示されるように、線形ステージアセンブリ 2 0 4 に含まれる。任意に、サンプルステージ面 2 0 8 の方向付けと再方向付けを含む方法 1 8 0 0 は、サンプルステージ面、1 以上の傾き及び回転ステージ 6 0 2、6 0 0 の、1 以上の線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 の線形並進による、チャンバ 1 0 2 内の 1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 に向けた動きを制限することを含む。例えば、線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 は、局所的な一致領域内にサンプルステージ面 2 0 8 を維持し、一方で、1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 との衝突も排除するように作動される。つまり、線形ステージ 3 0 0 - 3 0 4 は、装置のコンボジットフットプリント 1 6 0 0 から遠ざかる、実質的に中心化された位置に、サンプルステージ面 2 0 8 を維持する。サンプルステージ面 2 0 8 と、1 以上の傾きと回転ステージ 6 0 2、6 0 0 の動きを制限することは、例えば、1 以上のステージ（図 1 3 B に示される）の線形並進と対向する方向に線形ステージアクチュエータ 2 1 0 で、機械的テスト装置 1 1 4 を動かすことを含む。機械的テスト装置 1 1 4 は、1 以上の第 1 及び第 2 の方向に、サンプルステージ面のサンプルと機械的に相互作用するように構成されている。

10

【 0 1 0 7 】

更に他の例では、サンプルステージ面 2 0 8 を線形的に移動することは、アクチュエータ 3 0 1 で、ステージ基盤（3 0 8 A、3 1 0 A、3 1 2 A の 1 以上）に対し、ステージプラットフォーム（3 0 8 B、3 1 0 B、3 1 2 B の 1 以上）を移動することを含む。アクチュエータ 3 0 1 は、これらには限定されるものではないが、ピエゾモータ、ステッピングモータ、ボイスコイルモータ、スティックスリップアクチュエータなどを含む。任意に、方法 1 8 0 0 は、アクチュエータ 3 0 1 によって作動されるクランプあるいはロックフィーチャで、それぞれのステージ基盤（例えば、1 以上のステージ 3 0 0、3 0 2、3 0 4 の）に対し、1 以上のステージプラットフォームをクランプすることを含む。

20

【 0 1 0 8 】

更に他の例では、例えば、サンプルステージ面 2 0 8 の方向付けと再方向付けを含む方法 1 8 0 0 は、少なくとも第 1 及び第 2 の方向で、サンプルステージ面 2 0 8 上のサンプルとアラインメントするように、機械的テスト装置 1 1 4 を移動させることを含む。例えば、機械的テスト装置 1 1 4 を移動することは、機械的テスト装置 1 1 4 に結合している線形ステージアクチュエータ（例えば、1 以上の X、Y、あるいは、Z 軸線形ステージアクチュエータ 2 1 0）を作動することを含む。ここに説明したように、機械的テスト装置 1 1 4 を移動させることは、サンプルステージ面 2 0 8 の方向（例えば、サンプルステージ面 2 0 8 の線形並進、回転、及び、傾きにより、1 以上の異なった方向にサンプルステージ面を方向付ける）と組み合わせることで、装置 1 0 4 - 1 1 0 に対し、実質的に任意の方向で、機械的テスト装置をサンプルステージ面とアラインメントし、一方、同時に、サンプルステージ面 2 0 8 の全体の動きを最小化することができる。サンプルステージ面 2 0 8 の全体の動き（特に、並進）を最小化することは、同様にして、複数自由度サンプルステージ 1 1 6 が、ステージ 1 1 6 の周りに密にクラスタ化された 1 以上の装置 1 0 4 - 1 1 0 と衝突するあらゆる機会を最小化する。

30

40

【 0 1 0 9 】

任意に、傾きステージ 6 0 2 を傾けること、あるいは、回転ステージ 6 0 0 を回転することの 1 以上は、第 1 の方向にモータ（例えば、モータ 1 1 0 2 A - C の）の第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A を作動することを含み、モータは、第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A と第 2 のモータ素子 1 1 0 4 B を含む。モータ 1 1 0 2 A、1 1 0 2 B（任意に、1 1 0 2 C）の第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A を作動することは、第 1 のモータ 1 1 0 2 A の第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A と、第 2 のモータ 1 1 0 2 B の第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A とを同時に作動させ、回転ステージ基板に対する第 1 の方向（例えば、1 1 0 8 A に対する 1 1 0 8

50

B) に、回転ステージプラットフォームを回転することを含む。同様に、第1及び第2のモータ1202A、1202Bの第1のモータ素子1204Aの動作によって、傾きステージプラットフォーム1010Bは、図10Aに示されるように、傾きステージ基盤1010Aに対して回転される。

【0110】

同様に、傾きステージを傾かせること、あるいは、回転ステージ600、602を回転することの1以上は、第2のモータ素子、例えば、モータ1202A、1202Bの第2のモータ素子1204Bを、第1の方向とは対向する第2の方向に作動させることを含む。モータ1202A、1202Bの第2のモータ素子1204B、1204Bを作動させることは、第1のモータ1202Aの第2のモータ素子と、第2のモータ1202Bの第2のモータ素子を同時に作動させ、傾きステージプラットフォーム1010Bを、傾きステージ基盤1010Aに対する第2の方向に回転させることを含む。図9を参照すると、例えば、第2のモータ素子1104Bを同時に作動させることによって、モータ1102A-Cの少なくとも2つの第2のモータ素子1104Bを作動させることは、回転ステージ基盤1008Aに対して、回転ステージプラットフォーム1010Bを移動させる。

【0111】

<ステージアセンブリのステージをロックする方法>

図16は、サンプルステージアセンブリのステージを、ある方向(例えば、前述したような方向あるいは位置)にロックするための方法1900の一例を示す。方法1900を説明するにおいて、前述した1以上のコンポーネント、フィーチャ、機能などを参照する。便利のよいときは、コンポーネントおよびフィーチャを参照符号によって参照する。設けられている参照符号は例示的なもので、排他的なものではない。例えば、方法1900で説明されるフィーチャ、コンポーネント、機能などは、対応する番号つけられた素子、ここに説明される、他の対応するフィーチャを、それらの均等物と共に含む。

【0112】

1902において、ステージプラットフォームは、少なくとも1つのモータで、ステージ基盤に対し、移動させられる。例えば、ここに説明するように、複数の線形、回転及び傾きステージ300-304、600、602が説明される。ステージのそれぞれは、それぞれのステージプラットフォームとステージ基盤を含む。ここに説明するように、1以上のモータは、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを移動させるように作動する。1904において、方法1900は、ステージプラットフォームの動きを、そのそれぞれのステージ基盤に対し、固定することを含む。任意に、方法1900は、例えば、複数装置アセンブリ100に関連したアクチュエータの動作によって、テストアセンブリ112を動かすことを含む。例えば、マウントステージ101のインタフェースを介して、テストアセンブリマウント202で移動される、アセンブリ100による作動は、ステージプラットフォーム(例えば、サンプルステージ面208)の動きに対し、更なる柔軟性を提供する。

【0113】

1906において、方法1900は、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを静的にクランプすることを含む。例えば、アセンブリをクランプする例が、クランプアセンブリ1110及び1208を含む、図9及び10Aに示されている。それぞれのステージプラットフォーム1008B及び1010Bが、図9及び図10Aが示されており、対応するステージ基盤1008A及び1010Aも、図9及び10Aに示されている。静的なクランプは、以下のものの内の1以上を含む。1908において、クランプ面と少なくとも1つのモータは、共に、例えば、ここに説明する1以上のアクチュエータ、ばねなどの動作によって、バイアスされる。1910において、ステージプラットフォームは、クランプ面と少なくとも1つのモータとの間に結合される。一例では、クランプ面が、回転ベアリング1014の少なくとも一部によって、図9に示されている。クランプ面の他の例が、軸1200(それを通して伸びる軸1200を含む傾きスピンドルアセンブリ1020の断面の図10Bも参照)によって、図10Aに示されている。モータの例が、そ

れぞれフィーチャ 1 1 0 2 A - 1 1 0 2 C 及び 1 2 0 2 A , 1 2 0 2 B に対応する図 9 及び 1 0 A に同様に提供されている。

【 0 1 1 4 】

一例では、方法 1 9 0 0 に説明される少なくとも 1 つのモータは、ステージ基盤に対する、ステージプラットフォームの少なくとも 1 方向の動きを提供するように構成されている。例えば、図 9 に示されるように、モータ 1 1 0 2 A - C のそれぞれは、対向する第 1 及び第 2 の方向に回転動作を提供するように構成されている、個別のモータ素子 1 1 0 4 A , 1 1 0 4 B (第 1 及び第 2 のモータ素子) を含む。一例では、ステージ基盤 1 0 0 8 A に対するステージプラットフォーム 1 0 0 8 B などのステージプラットフォームの動きを固定することは、少なくとも 1 つのモータ、例えば、モータ素子 1 1 0 4 A , 1 1 0 4 B のそれぞれ、の作動を緩和 (停止) させる (relax) ことを含む。他の例では、方法 1 9 0 0 は、ステージ基盤 1 0 0 8 A に対し、例えば、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B をクランプすることで、少なくとも 1 つのモータの作動を緩和させることにより、ステージプラットフォームの動きを固定することを組み込む。任意に、前述したように、モータ 1 1 0 2 A , 1 1 0 2 C (あるいは、傾きステージ 6 0 2 のそれらに対応するもの) のそれぞれの、1 以上のモータ素子 1 1 0 4 A , 1 1 0 4 B の作動を緩和することは、ステージ基盤 1 0 0 8 A に対する、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B の静的なクランプを自動的に起動する。

【 0 1 1 5 】

方法 1 9 0 0 のいくつかのオプションを以下に示す。一例では、クランプ面と、少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、1 以上のモータ 1 1 0 2 A , 1 1 0 2 C などの少なくとも 1 つのモータを、少なくとも 1 つのモータと結合している少なくとも 1 つのバイアス素子 1 1 1 4 A , 1 1 1 4 B でバイアスすることを含む。少なくとも 1 つのモータ 1 1 0 2 A - C は、回転ベアリング 1 0 1 4 の一部のような、クランプ面に向かってバイアスされる。他の例では、図 1 0 A に示されるように、バイアス素子 1 2 1 2 A , 1 2 1 2 B (図 1 0 B に示される) は、モータ 1 2 0 2 A , 1 2 0 2 B を、軸 1 2 0 0 などのようなクランプ面に向かってバイアスする。他の例では、少なくとも 1 つのモータをバイアスすることは、少なくとも 1 つのモータ 1 1 0 2 A の、図 9 に示される、モータ素子 1 1 0 4 A などの、第 1 のモータ素子に、少なくとも 1 つのバイアス素子の第 1 のばね素子 1 1 1 4 A で、第 1 のバイアスを印加することを含む。第 2 のバイアスが、少なくとも 1 つのバイアス素子の第 2 のばね素子 1 1 1 4 B によって、少なくとも 1 つのモータ 1 1 0 2 A のモータ素子 1 1 0 4 B などの第 2 のモータ素子に印加され、第 1 のモータ素子 1 1 0 4 A は、ステージプラットフォームを、第 1 の方向に動かすよう構成され、第 2 のモータ素子 1 1 0 4 B は、例えば、第 1 の方向と対向する第 2 の方向に、ステージプラットフォームを動かすように構成される。任意に、それぞれのステージ基盤に対し、ステージプラットフォーム 1 0 0 8 B あるいは 1 0 1 0 B などのようなステージプラットフォームを動かすことは、図 9 に示されるドライブシュー 1 1 0 6 , 1 2 0 6 などのような、1 以上のドライブシューを、前述した第 1 及び第 2 のモータ素子の 1 以上で動かすことを含む。図に示されるように、ドライブシュー 1 1 0 6 , 1 2 0 6 は、それぞれ、モータのそれぞれの第 1 及び第 2 のモータ素子の間に結合される。

【 0 1 1 6 】

更に他の例では、方法 1 9 0 0 は、更に、図 1 0 A , 1 0 B で示されるバイアス素子 1 2 1 2 A , 1 2 1 2 B のような、少なくとも 1 つのバイアス素子の横方向の屈曲を、少なくとも 1 つの横方向支持バイアス素子 1 2 1 4 A , 1 2 1 4 B で制限することを含む。少なくとも 1 つの横方向支持バイアス素子 1 2 1 4 A , 1 2 1 4 B は、少なくとも 1 つのバイアス素子 1 2 1 2 A , 1 2 1 2 B と結合する。任意に、横方向支持バイアス素子は、図 1 0 A に示される、モータ支持サドル 1 2 0 6 などの介在構造によってバイアス素子と結合する。

【 0 1 1 7 】

図 9 を参照すると、一例では、クランプ面と少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアス

10

20

30

40

50

することは、ステージプラットフォーム 1008B の周りに配置された少なくとも 1 つのモータ（例えば、3 つのモータ 1102A - 1102C）を、ステージプラットフォームの第 1 の面、例えば、図 9 に示されるように、1 以上のドライブシュー 1106 と結合しているステージプラットフォームの面に向かってバイアスすることを含む。ステージプラットフォーム 1008B を結合することは、1 以上のモータ 1102A - C を、第 1 の面に結合し、クランプ面（例えば、図 10A に示される回転ベアリング 1014 の一部）を、第 1 の面と対向するステージプラットフォームの第 2 の面と結合することを含む。一例では、ステージプラットフォーム 1008B は、ステージプラットフォーム 1008B に関連した回転フランジ 1100 を含み、回転フランジ 1100 は、図 9 に示される第 1 及び第 2 の対向する面を含む。例えば、示されるように、回転フランジ 1100 の第 1 及び第 2 の面は、ドライブシュー 1106 と回転ベアリング 1014 の一部とそれぞれ結合されていることが示されている。

10

【0118】

更に別の例では、クランプ面と少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、ステージプラットフォーム 1010B の周りに間隔をあけられて配置された少なくとも 2 つのモータ 1202A, 1202B を、図 10A 及び 10B に示される傾きスピンドル 1020 の外周のようなステージプラットフォームの第 1 の面に向かってバイアスすることを含む。同様に、ステージプラットフォーム 1010B を結合することは、少なくとも 2 つのモータ 1202A を、傾きスピンドル 1020 の外周面などの第 1 の面と結合し、軸 1200 などのようなクランプ面を、第 1 の面とは対向するステージプラットフォームの第 2 の面と結合することを含む。例えば、図 10B に示されるように、軸 1200 は、傾きスピンドル 1020 の内周面に結合される。図 10B に示されるように、傾きスピンドル 1020 は、傾きステージプラットフォーム 1010B の一部であり、傾きスピンドルの外周に沿って伸びる第 1 の面と、傾きスピンドルの内周に沿って伸びる第 2 の面を含んでいる。

20

【0119】

<クロスローラベアリングアセンブリの動作>

図 17 は、図 1 及び 2 に示されるサンプルステージ 116 などの複数自由度サンプルステージを用いるための方法 2000 の一例を示す。方法 2000 を説明するにおいて、前述した 1 以上のコンポーネント、フィーチャ、機能を参照する。便利な場合には、コンポーネント及びフィーチャへの参照は参照符号によって行なわれる。設けられた参照符号は、例示的なもので、排他的なものではない。例えば、方法 2000 で説明するフィーチャ、コンポーネント、機能などは、対応する番号つけられた素子、ここに説明される、他の対応するフィーチャ（番号付けられている、及び、番号付けられていない両方）を、これらの均等物と共に含む。

30

【0120】

2002 において、方法 2000 は、サンプルステージ面 208 に結合している複数の線形ステージの 1 以上の線形ステージ 300 - 304 を作動することを含んでいる。1 以上の線形ステージ 300 - 304 のそれぞれは、それぞれの線形軸（例えば、x、y 及び z 軸）に沿って、ステージ基盤に可動なように結合しているステージプラットフォームを含む。作動することは、1 以上の線形ステージ 300 - 304 のためのそれぞれの線形軸に沿って、少なくとも 1 つのステージ基盤に対し、少なくとも 1 つのステージプラットフォームを移動することを含む。例えば、図 3 において示されるように、線形ステージ 300 - 304 のそれぞれは、それぞれ、対応するステージ基盤 308A, 310A, 312A 及びステージプラットフォーム 308B, 310B, 312B を含む。ステージプラットフォームのそれぞれは、例えば、各ステージに関連したアクチュエータ 301 によって、関連した線形ステージ 300 - 304 の対応するステージ基盤に対して可動である。任意に、1 以上の線形ステージ 300 - 304 を作動することは、サンプルステージ面 208 を、機械的テスト装置 114 を含む 1 以上の装置にアラインメントすることを含む。

40

【0121】

50

2004において、方法2000は、更に、1以上のステージプラットフォームとステージ基盤の間に介在するクロスローラベアリングアセンブリ706で、複数の線形ステージ300-304のそれぞれのステージ基盤に対し、及び、ステージのそれぞれの線形軸に対し、ステージプラットフォームの横方向の並進と傾きを制限することを含む。ここに説明するように、クロスローラベアリングアセンブリ706は、複数の円筒ベアリングを、交互にクロスされる構成で含む。例えば、クロスローラベアリングアセンブリ706内のそれぞれの隣接するローラベアリング908は、そのベアリングのいずれかの側において、隣接するローラベアリングに対し直角となっている。

【0122】

図7を参照すると、一例では、ステージプラットフォームの横方向の並進と傾きを制限することは、904A、906Bのそれぞれの(レールチャネル900の)プラットフォーム平面インタフェース面を、複数の円筒ベアリング908の円筒ベアリング面(例えば、図7に示される円筒ベアリング面910)と結合させることを含む。更に、横方向の並進と傾きを制限することは、(レールチャネル902の)906A、904Bなどのステージ基盤の基盤平面インタフェース面を、複数の円筒ベアリング908の円筒ベアリング面910と結合させることを含む。他の例では、横方向の並進と傾きを制限することは、プラットフォーム及び基盤平面インタフェース面の対向するペアを、複数の円筒ベアリング908の円筒ベアリング面と結合させることを含む。例えば、円筒ベアリング面910の第1のレイ、例えば、第1の方向に向けられた円筒ベアリング(図7に示される左のベアリング908を参照)は、プラットフォームと基盤平面インタフェース面904A-904Bの対向するペアの第1のペアと結合する。同様に、円筒ベアリング面910の第2のレイは、図7の右のベアリング908で示されるような面904A、904Bなどの、プラットフォームと基盤平面インタフェース面の対向するペアの第2のペアと結合する。

【0123】

前述したように、内部に複数のローラベアリング908を含むレールチャネル900、902のそれぞれは、ローラベアリングを交互にクロスされる関係で含んでいる。例えば、前述したように、図7に示されるローラベアリング908は、対向するインタフェース面904A、904Bのペアのそれぞれと結合している円筒ベアリング面を含んでいる。レールチャネル900、902内の先行する、あるいは、後続のローラベアリング908は、インタフェース面906A、906Bなどの、プラットフォームと基盤平面インタフェース面の対向するペアの第2のペアと結合する円筒ベアリング面910の第2のレイを含む。図7に示されるように、インタフェース面904A、904Bの第1のペアは、円筒ベアリングの交互にクロスされる構成に対応するインタフェース面906A、906Bの第2のペアと角度を持っている。言い換えると、ステージプラットフォームとステージ基盤のそれぞれのレールチャネル900、902は、複数のローラベアリング908のそれぞれの対応する円筒ベアリング面910と面対面で接触するように結合するようなサイズと形状をした、対向するインタフェース面904A、904B及び906A、906Bを含む。

【0124】

方法2000のいくつかのオプションを以下に述べる。一例では、横方向の並進と傾きを制限することは、更に、1つのクロスローラベアリングアセンブリ706で、複数の線形ステージ300-304の1以上の線形ステージのそれぞれの線形軸に沿って、少なくともそれぞれのステージ基盤310Aに対し、図7に示されたステージプラットフォーム310Bなどの、少なくとも1つのステージプラットフォームの動きをガイドすることを含む。ここに説明したように、クロスローラベアリングアセンブリ706は、並進と傾きがステージ線形軸と一致しないステージ基盤それぞれに対するステージプラットフォームの横方向の並進と傾きを、実質的に、防止あるいは制限する。クロスローラベアリングアセンブリ706は、したがって、サンプルステージ面208から、複数自由度サンプルステージ116に渡って、面対面結合の堅固な連続的一続きを提供する。更に、ステージプラットフォームはそれぞれのステージ基盤308A、310A、312Aと可動なように結合

しているので、ステージプラットフォーム 308B、310B、312Bなどのステージプラットフォームの並進が、アセンブリ706内のローラベアリングのインタフェース関係に従って、それぞれの線形ステージ300-304のそれぞれの線形軸に沿った動きに制限されることを、クロスローラベアリングアセンブリ706は保証する。クロスローラベアリングアセンブリ706は、したがって、線形ステージ300-304の屈曲と傾きを実質防止し、一方、同時に、クロスローラベアリングアセンブリ706は、望ましい線形軸に沿ってのそれぞれのステージ基盤に対する複数のステージプラットフォームの並進を、正確に、かつ、信頼性高くガイドする。

【0125】

更に他の例では、1以上の線形ステージ300-304を作動させることは、例えば、それぞれのステージ300-304に関連したアクチュエータ301によって、それぞれのステージ基盤に対して、1以上のステージプラットフォーム308B、310B、312Bを移動させることを含む。一例では、アクチュエータ301は、これらには限定されるものではないが、ピエゾモータ、ステッピングモータ、ボイスコイルアクチュエータ、スティックスリップアクチュエータなどを含む。

【0126】

更に別の例では、方法2000は、図2及び3で以前に示した、線形ステージアセンブリ204の線形ステージ300-304の1以上の作動によって、機械的テスト装置114のような1以上の装置に、サンプルステージ面208をアラインメントすることを含む。任意に、サンプルステージ面を1以上の装置114にアラインメントすることは、複数の線形ステージ300-304と結合されている1以上の回転あるいは傾きステージ600、602で、サンプルステージ面208を回転し、あるいは、傾けることの1以上を含む。例えば、回転あるいは傾きステージ600、602は、複数の線形ステージ及び線形ステージアセンブリ204と直列に結合している回転及び傾きステージアセンブリ206に組み込まれる。

【0127】

< 結論 >

ここに説明した装置と方法は、装置ハウジングの小型のチャンバ内での観察、機械的相互作用及びテストのためのサンプルの配置のために構成されているシステムを提供する。そのような装置ハウジングのチャンバは、装置ハウジング壁の物理的境界と共に、中心化されたテスト位置の回りに密にクラスタ化された一連の装置及び検出器（例えば、FIB装置、1以上の電子後方散乱検出器（EBSD）、走査型電子顕微鏡用の電子銃など）を含む。

【0128】

ここに説明されたテストアセンブリ装置及び方法によって、複数自由度サンプルステージを使って、装置の密なクラスタの中で、サンプルを柔軟に移動することが出来る。テストアセンブリは、連続して、あるいは、同時に用いられる装置のそれぞれのテストパラメータ（例えば、焦点、装置範囲などの作業領域）にしたがって、チャンバ内で、サンプルを正確に、信頼性高く、素早く配置し、再配置するために、線形、回転及び傾きステージを含む複数自由度サンプルステージを用いる。更に、サンプルの配置及び方向付けは、クラスタ化された装置及び検出器によって囲まれる小型のチャンバの中心位置（局所的な一致領域）内で起こる。回転、傾き及び線形配置の組み合わせは、1以上の装置の作業領域に従った、中心位置におけるサンプルの方向付けと配置を容易にする。更に、サンプルの配置と再配置は、チャンバの開放と手動再配置を行わずに行なわれる。

【0129】

他の例では、テストアセンブリは、少なくとも1つの追加的自由度をテストアセンブリに提供するために、機械的テスト装置（例えば、インデンテーション、引っかき先端、テンシルグリップなどを含むトランスデューサ）と結合している1以上のステージを含む。例えば、サンプルを第1の装置に向けるために傾かされ、回転されるサンプルは、1以上の装置と検出器の焦点あるいは作業距離と共に、それらの物理的ハウジングによって規定

される小型のチャンバの中央位置の非常に近くに保持される。機械的テスト装置は、サンプルを機械的にテストするために、サンプルに対し、同様に配置可能である。テストアセンブリは、したがって、装置ハウジングの小型チャンバ内にもともと存在する装置のそれぞれのパラメータに従って、サンプルを配置し、方向付け、一方、同時に、機械的テスト装置をサンプルと相互作用するように配置する。機械的テスト装置を動かすことは、サンプルを、装置及び検出器の望ましい方向に維持し、それらを使うことが出来るようにし、サンプルの同時機械的テストを可能にもする。

【0130】

ここに説明したように、複数自由度サンプルステージ（及び、ある例では、機械的テスト装置）によれば、小型のチャンバの中心位置（例えば、局所的な一致領域）内で、サンプルを配置し、方向付けることができ、複数自由度サンプルステージが、中心位置の周りに密にクラスタ化された装置及び検出器とぶつかったり、衝突したりすることを実質的に防止できる。

【0131】

更に、テスト装置、例えば、1以上のX、Y及びZステージを含む線形ステージアセンブリは、かなり堅固な横方向の支持と線形ガイド機構を有する、1以上のベアリングアセンブリを含む。一例では、1以上のベアリングアセンブリは、これには限定されるものではないが、各ステージプラットフォームとステージ基盤との間で堅固な構造的インタフェースを提供する、1以上の線形ステージのためのクロスローラベアリングアセンブリを含む。円筒ベアリング面と対向するインタフェース面との間の対面結合は、それぞれのステージの線形軸に一致しない軸に沿っての、それぞれの線形ステージのコンポーネントの相対的な動きを実質的に消去する。更に、1以上の回転及び傾きステージは、それぞれのステージ基盤に対し、静的に、各アクチュエータのステージプラットフォームを肯定的に保持するクランプアセンブリを含む。クランプアセンブリは、ステージプラットフォームを望ましい位置に固く保持するために複数の接触点でステージ基盤と結合するように、ステージプラットフォームをバイアスする。機械的テスト装置のサンプルとの結合（例えば、インデント、引っかき、テンシルローディングなど）と、対応する複数自由度サンプルステージへの力の伝達によっても、サンプルは、テストと観察のための望ましい配置と方向に、信頼性高く保持される。複数自由度ステージは、したがって、他の複数自由度アセンブリによって与えられる複合的な許容量なしに、線形、傾き、及び、回転配置の柔軟性を提供することができる。

【0132】

<さまざまな注意と例>

例1は、複数装置アセンブリのチャンバ内の動作のために構成されるテストアセンブリを含むことが出来るような、装置のような主題を含むことが出来、複数装置アセンブリの各装置は、局所的な一致領域を規定する作業領域を含み、テストアセンブリは、複数装置アセンブリのマウントステージと結合するよう構成されているテストアセンブリプラットフォームと、テストアセンブリプラットフォームと結合されており、サンプルステージ面上のサンプルと結合し、これをテストするように構成されている機械的テスト装置と、テストアセンブリプラットフォームと結合されている複数自由度サンプルステージアセンブリと、を含み、複数自由度サンプルステージは、サンプルステージ面と、テストアセンブリプラットフォームと直列に結合されている複数の線形ステージと、回転ステージと、傾きステージと、を含み、回転と傾きステージは、直列に結合され、サンプルステージ面と複数の線形アクチュエータとの間に結合され、複数自由度サンプルステージは、複数の線形、回転及び傾きステージの2以上の動きの組み合わせにより、局所的な一致領域内の作業領域のそれぞれへサンプルステージ面を方向付けるように構成されている。

【0133】

例2は、例1の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1の主題と組み合わせることができ、回転ステージは、回転ステージ基盤と可動なように結合されている回転ステージプラットフォームを含み、傾きステージは、傾きステージ基盤と可動なように結合され

ている傾きステージプラットフォームを含むことを任意に含む。

【0134】

例3は、例1または2の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1または2の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転及び傾きステージを含む回転及び傾きアセンブリを含み、回転及び傾きアセンブリは、複数の線形ステージと結合されている回転ステージ基盤と、回転ステージ基盤と可動のように結合され、回転ステージプラットフォームと傾きステージ基盤とを含む回転スピンドルと、回転スピンドルと可動のように結合されている傾きスピンドルと、を含むことを任意に含む。

【0135】

例4は、例1から3の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から3の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転ステージ基盤は、傾きステージ基盤を囲んでいることを任意に含む。

10

【0136】

例5は、例1から4の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から4の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転ステージは、回転ステージプラットフォームと回転ステージ基盤の間に介在した1以上のモータを含み、1以上のモータは、1以上の回転ステージプラットフォームあるいは基盤と直接、あるいは、間接に結合するようにバイアスされることを任意に含む。

【0137】

例6は、例1から6の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から6の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージは、傾きステージプラットフォームと傾きステージ基盤の間に介在する1以上のモータを含み、1以上のモータは、1以上の傾きステージプラットフォームあるいは基盤と直接あるいは間接に結合するようにバイアスされることを任意に含む。

20

【0138】

例7は、例1から6の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から6の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つの回転ステージと傾きステージは、1以上のモータを含み、1以上のモータのそれぞれは、それぞれの回転ステージ基盤あるいは傾きステージ基盤に対し、第1の方向に、回転ステージプラットフォームあるいは傾きステージプラットフォームの1つを動かすように構成されている第1のモータ素子と、それぞれの回転ステージ基盤あるいは傾きステージ基盤に対し、第1の方向と対向している第2の方向に、回転ステージプラットフォームあるいは傾きステージプラットフォームの1つを動かすように構成された第2のモータ素子と、第1と第2のモータ素子の間に結合されているドライブシューと、を含み、ドライブシューは、回転あるいは傾きステージプラットフォームあるいは、回転あるいは傾きステージ基盤の1つと可動のように結合していることを任意に含む。

30

【0139】

例8は、例1から7の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から7の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転及び傾きステージは、テストアセンブリプラットフォームと複数の線形ステージの間の結合の位置から離れた複数の線形ステージの端に配置されており、サンプルステージ面の回転及び傾きは、複数の線形ステージの端近くに局在していることを任意に含む。

40

【0140】

例9は、例1から8の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から8の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数自由度サンプルステージアセンブリは、複数装置アセンブリのチャンバの壁から隔離されていることを任意に含む。

【0141】

例10は、例1から9の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から9の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージは、傾きの

50

動き範囲を含み、回転ステージは、回転の動き範囲を含み、傾きと回転ステージは、サンプルステージ面が、局所的な一致領域内で、作業領域のそれぞれに方向付けられている間、それぞれの傾きと回転の動き範囲にわたって動作可能であることを任意に含む。

【0142】

例11は、例1から10の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から10の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きの動き範囲は、約180度で、回転の動き範囲は約180度であることを任意に含む。

【0143】

例12は、例1から11の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から11の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数の線形ステージの少なくとも1つの線形ステージは、ステージ基盤に可動のように結合されているステージプラットフォームを含むことを任意に含む。

10

【0144】

例13は、例1から12の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から12の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数の線形ステージの第1のステージのステージプラットフォームは、線形ステージの第2のステージのステージ基盤に含まれることを任意に含む。

【0145】

例14は、例1から13の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から13の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、複数の線形ステージの1以上のステージプラットフォームとステージ基盤の間に結合されていることを任意に含む。

20

【0146】

例15は、例1から14の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から14の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面上のサンプルを配置し、サンプルステージ面上のサンプルを、機械的テスト装置を含むチャンバ内の1以上の装置の1以上の作業領域と一致するチャンバ内の第1の方向に方向付け、1以上の作業領域は、チャンバ内の局所的な一致領域を規定し、第1の方向のサンプルは、局所的な一致領域内にあり、方向付けることは、サンプルステージ面に結合されている傾きステージを傾けること、あるいは、サンプルステージ面に結合されている回転ステージを回転することの1以上を含み、サンプルステージ面上のサンプルを、1以上の装置の1以上の作業領域に一致する、チャンバ内の第2の方向に再方向付け、第2の方向は第1の方向と異なり、第2の方向のサンプルは、局所的な一致領域内にあり、再方向付けは、傾きステージを傾ける、あるいは、回転ステージを回転することの1以上を含む、ことを含むことが出来るなどのような、方法のような主題を含む。

30

【0147】

例16は、例1から15の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から15の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面上のサンプルを、第1の方向に方向付け、サンプルステージ面上のサンプルを第2の方向に再方向づけることは、それぞれ、サンプルステージ面上のサンプルを、1以上の作業領域を有する1以上の装置の第1の装置の第1の作業領域に一致する第1の方向に方向付け、サンプルステージ面上のサンプルを、第1の装置の第1の作業領域に一致する第2の方向に再方向付けることを含むことを任意に含む。

40

【0148】

例17は、例1から16の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から16の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面上のサンプルを第1の方向に方向付け、サンプルステージ面上のサンプルを第2の方向に再方向付けることは、それぞれ、サンプルステージ面上のサンプルを、1以上の作業領域を有する1以上の装置の第1の装置の第1の作業領域に一致する第1の方向に方向付け、サンプルステージ面上のサンプルを、1以上の作業領域を有する1以上の装置の第2の装

50

置を第2の作業領域に一致する第2の方向に再方向付けることを含むことを任意に含む。

【0149】

例18は、例1から17の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から17の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、方向付け、再方向づけることの少なくとも1つは、回転及び傾きステージの1以上と結合している1以上の線形ステージにより、サンプルステージ面を線形に移動させることを含むことを任意に含む。

【0150】

例19は、例1から18の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から18の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、方向付け、再方向づけることは、1以上の線形ステージの線形並進によって、チャンパ内の1以上の装置に向けたサンプルステージ面と、1以上の傾き及び回転ステージの動きを制限することを含むことを任意に含む。

10

【0151】

例20は、例1から19の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から19の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面と、1以上の傾き及び回転ステージの動きを制限することは、1以上の線形ステージの線形並進とは対向する方向へと、サンプルステージ面のサンプルと機械的な相互作用するように構成されている機械的テスト装置を動かすことを含むことを任意に含む。

【0152】

20

例21は、例1から20の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から20の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面上のサンプルを第1の方向に方向付けることは、サンプルステージ面と結合する傾きステージを傾かせ、あるいは、サンプルステージ面に結合する回転ステージを回転し、サンプルステージ面を、サンプルステージ面を通して伸びるサンプル面回転軸の周りに回転することの、1以上を含み、サンプルステージ面上のサンプルを第2の方向に再方向づけることは、1以上の、傾きステージを傾け、あるいは、回転ステージを回転し、サンプルステージ面に結合している回転ステージを回転することの、1以上を含むことを任意に含む。

【0153】

例22は、例1から21の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から21の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、方向付け、再方向づけることの少なくとも1つは、少なくとも第1及び第2の方向に、サンプルステージ面上のサンプルとアラインメントするように、機械的テスト装置を動かすことを含むことを任意に含む。

30

【0154】

例23は、例1から22の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から22の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、機械的テスト装置を動かすことは、機械的テスト装置に結合している線形ステージアクチュエータを作動することを含むことを任意に含む。

【0155】

40

例24は、例1から23の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から23の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面と回転及び傾きステージを含むテストアセンブリプラットフォームを複数装置アセンブリのマウントステージに結合し、マウントされたテストアセンブリプラットフォームは、複数装置アセンブリの壁から離れて配置されていることを任意に含む。

【0156】

例25は、例1から24の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から24の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージを傾けること、あるいは、回転ステージを回転することの1以上は、第1の方向に、第1のモータの第1のモータ素子を作動し、第1の方向に、第2のモータの第1のモータ素子を作動

50

する、ことを含み、第1のモータは、第1のモータ素子と第2のモータ素子を含み、第2のモータは、第1のモータ素子と第2のモータ素子を含み、第1のモータの第1のモータ素子の作動と、第2のモータの第1のモータ素子の作動は同時であり、傾きステージ基盤に対し、1以上の傾きステージプラットフォームを、あるいは、回転ステージ基盤に対し、回転ステージプラットフォームを、第1の方向に回転させることを含むことを任意に含む。

【0157】

例26は、例1から25の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から25の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージを傾かせる、あるいは、回転ステージを回転させることの1以上は、第1のモータの第2のモータ素子を第2の方向に作動し、第2のモータの第2のモータ素子を第2の方向に作動する、ことを含み、第2の方向は第1の方向と対向しており、第1のモータの第2のモータ素子の作動と、第2のモータの第2のモータ素子の作動は同時であり、傾きステージ基盤に対し、1以上の傾きステージプラットフォームを、あるいは、回転ステージ基盤に対し、回転ステージプラットフォームを、第2の方向に回転させることを含むことを任意に含む。

10

【0158】

例27は、例1から26の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1から26の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、方向付け、再方向づけることの少なくとも1つは、1以上の回転及び傾きステージに結合している1以上の線形ステージで、サンプルステージ面を線形に並進することを含むことを任意に含む。

20

【0159】

例28は、例1 - 27の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1 - 27の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転ステージと、回転ステージと結合している傾きステージと、回転ステージあるいは傾きステージの1つと結合しているサンプルステージ面と、を含み、回転及び傾きステージの1つあるいは両方は、ステージ基盤と、ステージ基盤と結合しているステージプラットフォームと、ステージ基盤あるいはステージプラットフォームの1つと可動のように結合している少なくとも1つのモータとを含み、少なくとも1つのモータは、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを動かすように構成されており、回転及び傾きステージの1つあるいは両方は、クランプアセンブリを含み、クランプアセンブリは、ステージプラットフォームに沿って伸びるクランプ面と、モータとクランプ面の少なくとも1つに結合している少なくとも1つのバイアス素子とを含み、少なくとも1つのバイアス素子は、モータとクランプ面の1以上を一緒にバイアスし、クランプ面とモータは、その間にステージプラットフォームをクランプする、ことが出来るような、装置のような主題を含む。

30

【0160】

例29は、例1 - 28の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1 - 28の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのモータは、少なくとも1つの圧電モータを含むことを任意に含む。

【0161】

例30は、例1 - 29の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1 - 29の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのバイアス素子は、第1のばねと第2のばねを含み、少なくとも1つのモータは、第1と第2のばねの間に配置されていることを任意に含む。

40

【0162】

例31は、例1 - 30の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1 - 30の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのモータは、ステージ基盤に対し、第1の方向へステージプラットフォームを動かすように構成されている第1のモータ素子と、ステージ基盤に対し、第2の方向へステージプラットフォームを動かすように構成されている第2のモータ素子と、第1及び第2のモータ素子の間

50

に結合されているドライブシューと、を含み、第2の方向は第1の方向とは対向しており、ドライブシューは、ステージプラットフォームあるいはステージ基盤の1つに可動のように結合されていることを任意に含む。

【0163】

例32は、例1-31の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-31の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのバイアス素子は、1以上のばねを含み、第1及び第2のモータ素子は、第1及び第2のばね接点の間に介在されていることを任意に含む。

【0164】

例33は、例1-32の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-32の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのモータは、ステージプラットフォームとステージ基盤との間に介在されている少なくとも2つのモータを含むことを任意に含む。

10

【0165】

例34は、例1-33の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-33の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、回転ステージは、ステージプラットフォームの回りに間隔をあけて配置され、ステージプラットフォームの第1の面と可動のように結合している少なくとも3つのモータを含み、クランプ面は、ステージプラットフォームの第2の面に可動のように結合され、第2の面は、第1の面と対向しており、クランプ構成においては、少なくとも3つのモータは、第1の面に沿って結合され、クランプ面は、第2の面に沿って結合されることを含むことを任意に含む。

20

【0166】

例35は、例1-34の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-34の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームは、ステージプラットフォームの周囲の回りに伸びる回転フランジを含み、回転フランジは、第1と第2の対向する面を含み、回転フランジは、クランプ面と少なくとも3つのモータの間に介在されていることを任意に含む。

【0167】

例36は、例1-35の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-35の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージは、ステージプラットフォームの周りに間隔をあけて配置され、ステージプラットフォームの第1の面に可動のように結合されている少なくとも2つのモータを含み、クランプ面は、ステージプラットフォームの第2の面に沿って可動のように結合され、第2の面は第1の面と対向していることを任意に含む。

30

【0168】

例37は、例1-36の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-36の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームは、第1の面と第2の面を含む傾きスピンドルを含み、第1の面は、傾きスピンドルの外周に沿って伸び、第2の面は、傾きスピンドルの内周に沿って伸び、クランプ構成においては、クランプ面は、第2の面に沿って結合し、少なくとも2つのモータは、第1の面に沿って結合することを任意に含む。

40

【0169】

例38は、例1-37の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-37の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、クランプ面は、傾きスピンドルを介して伸びる軸を含むことを任意に含む。

【0170】

例39は、例1-38の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-38の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのバイアス素子と結合している1以上の横方向支持バイアス素子を含み、1以上の横方向支持バイアス素子は、少なくとも1つのバイアス素子の横方向の屈曲を制限することを任意に含む

50

。

【 0 1 7 1 】

例 4 0 は、例 1 - 3 9 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 3 9 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも 1 つのバイアス素子は、モータに結合され、少なくとも 1 つのバイアス素子は、モータを、その間のステージプラットフォームで、クランプ面に向かってバイアスすることを任意に含む。

【 0 1 7 2 】

例 4 1 は、例 1 - 4 0 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 0 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも 1 つの回転及び傾きステージに結合している 1 以上の線形ステージを任意に含む。

10

【 0 1 7 3 】

例 4 2 は、例 1 - 4 1 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 1 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、1 以上の線形ステージは、互いに直列に接続されている複数の線形ステージを含むことを任意に含む。

【 0 1 7 4 】

例 4 3 は、例 1 - 4 2 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 2 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、1 以上の線形ステージに結合しているテストアセンブリ基盤を任意に含む。

【 0 1 7 5 】

例 4 4 は、例 1 - 4 3 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 3 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、傾きステージは、直接、回転ステージに結合され、回転ステージは、直接、1 以上の線形ステージに結合されていることを任意に含む。

20

【 0 1 7 6 】

例 4 5 は、例 1 - 4 4 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 4 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも 1 つのモータで、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを動かし、ステージプラットフォームの動きを固定し、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを静的にクランプすることを含み、静的にクランプすることは、クランプ面と少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスし、ステージプラットフォームを、クランプ面と少なくとも 1 つのモータとの間に結合する、ことが出来るような、方法のような主題を含む。

30

【 0 1 7 7 】

例 4 6 は、例 1 - 4 5 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 5 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームの動きを固定することは、少なくとも 1 つのモータを停止することを含むことを任意に含む。

【 0 1 7 8 】

例 4 7 は、例 1 - 4 6 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 6 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームの動きを固定することは、ステージプラットフォームの静的クランプを自動的に起動することを任意に含む。

40

【 0 1 7 9 】

例 4 8 は、例 1 - 4 7 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 7 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、クランプ面と少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、少なくとも 1 つのモータに結合している少なくとも 1 つのバイアス素子で、少なくとも 1 つのモータをバイアスすることを含み、少なくとも 1 つのモータは、クランプ面に向かってバイアスされることを任意に含む。

【 0 1 8 0 】

例 4 9 は、例 1 - 4 8 の主題を含むことができ、あるいは、任意に例 1 - 4 8 の 1 つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも 1 つのモータ

50

をバイアスすることは、少なくとも1つのバイアス素子の第1のばね素子で、少なくとも1つのモータの第1のモータ素子に、第1のバイアスを印加し、少なくとも1つのバイアス素子の第2のばね素子で、少なくとも1つのモータの第2のモータに第2のバイアスを印加することを含み、第1のモータ素子は、第1の方向にステージプラットフォームを動かすように構成され、第2のモータ素子は、第2の方向にステージプラットフォームを動かすように構成されていることを任意に含む。

【0181】

例50は、例1-49の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-49の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームを動かすことは、少なくとも1つのモータの第1及び第2のモータ素子の1以上でドライブシューを動かすことを含み、ドライブシューは、第1及び第2のモータ素子の間に結合されていることを任意に含む。

10

【0182】

例51は、例1-50の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-50の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つの横方向支持バイアス素子によって、少なくとも1つのバイアス素子の横方向の屈曲を制限し、少なくとも1つの横方向支持バイアス素子は、少なくとも1つのバイアス素子に結合していることを任意に含む。

【0183】

例52は、例1-51の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-51の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、クランプ面と少なくとも1つのモータを一緒にバイアスすることは、ステージプラットフォームの周りに配置された少なくとも1つのモータを、ステージプラットフォームの第1の面に向かってバイアスすることを含み、ステージプラットフォームを結合することは、第1の面で、少なくとも1つのモータを結合し、第1の面に対向するステージプラットフォームの第2の面で、クランプ面を結合することを任意に含む。

20

【0184】

例53は、例1-52の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-52の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームを結合することは、ステージプラットフォームの回転フランジを結合することを含み、回転フランジは、第1及び第2の対向する面を含むことを任意に含む。

30

【0185】

例54は、例1-53の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-53の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、クランプ面と少なくとも1つのモータを一緒にバイアスすることは、ステージプラットフォームの周りに間隔をあけて配置された少なくとも2つのモータを、ステージプラットフォームの第1の面に向かってバイアスし、ステージプラットフォームに結合することは、第1の面で、少なくとも2つのモータを結合し、第1の面に対向するステージプラットフォームの第2の面で、クランプ面を結合することを含むことを任意に含む。

【0186】

40

例55は、例1-54の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-54の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージプラットフォームを結合することは、ステージプラットフォームの傾きスピンドルを結合することを含み、傾きスピンドルは、傾きスピンドルの外周に沿って伸びる第1の面と、傾きスピンドルの内周に沿って伸びる第2の面を含むことを任意に含む。

【0187】

例56は、例1-55の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-55の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、クランプ面をステージプラットフォームの第2の面に結合することは、軸を、傾きスピンドルの第2の面に結合することを含むことを任意に含む。

50

【0188】

例57は、例1-56の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-56の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面と、直列に結合しサンプルステージ面に結合している複数の線形ステージと、複数の線形ステージの少なくとも1つのステージ基盤とステージプラットフォームの間に介在している少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリと、を含み、複数の線形ステージのそれぞれは、ステージ基盤と、ステージ基盤に可動のように結合しているステージプラットフォームと、ステージ基盤あるいはステージプラットフォームの少なくとも1つに結合しているアクチュエータとを含み、アクチュエータは、線形軸に沿って、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを動かすように構成されており、少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、複数の円筒ベアリングを交互にクロスされる構成で含み、複数の円筒ベアリングのそれぞれは、ステージプラットフォームとステージ基盤上の、対向する平面インタフェース面の間に結合している円筒ベアリング面を含む、ことが出来るような、装置のような主題を含む。

10

【0189】

例58は、例1-57の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-57の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数の線形ステージは、3つの線形ステージを含み、ステージのそれぞれの線形軸は、非平行で、複数の線形ステージに印加される第1の力ベクトルによって、3つの線形ステージの少なくとも2つの線形ステージのクロスローラベアリングアセンブリは、間に介在する円筒ベアリング面に結合している、それぞれのステージプラットフォームとステージ基盤上の対向する平面インタフェース面の第1のアレイを提供し、複数の線形ステージに印加される第2の力ベクトルによって、3つの線形ステージの少なくとも2つの線形ステージのクロスローラベアリングアセンブリは、間に介在する円筒ベアリング面に結合している、それぞれのステージプラットフォームとステージ基盤上の対向する平面インタフェース面の第2のアレイを提供し、第2の力ベクトルは、第1の力ベクトルとは非平行であることを任意に含む。

20

【0190】

例59は、例1-58の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-58の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、ステージ基盤内の第1のレールチャネルと、ステージプラットフォーム内の第2のレールチャネルとを含み、第2のレールチャネルは、第1のレールチャネルと対向して、アラインメントされており、第1及び第2のレールチャネルは、対向するインタフェース面の第1のペアを含み、第1及び第2のレールチャネルは、対向するインタフェース面の第2のペアを含み、対向するインタフェース面の第2のペアは、対向するインタフェース面の第1のペアと角度をなしており、複数の円筒ベアリングは、第1及び第2のレールチャネル内で、円筒ベアリング面と交互にクロスされる構成で配置されており、対向するインタフェース面の第1及び第2のペアの間に結合されていることを任意に含む。

30

【0191】

例60は、例1-59の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-59の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、対向するインタフェース面の第1及び第2のペアは、線形軸とアラインメントされ、平行に伸びていることを任意に含む。

40

【0192】

例61は、例1-60の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-60の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、対向するインタフェース面の第1及び第2のペアは、複数の円筒ベアリングの周りに伸びていることを任意に含む。

。

【0193】

例62は、例1-61の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-61の1つ、

50

あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、第1及び第2のクロスローラベアリングアセンブリを含み、アクチュエータは、第1及び第2のクロスローラベアリングアセンブリの間に配置されていることを任意に含む。

【0194】

例63は、例1-62の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-62の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、テストアセンブリプラットフォームに結合している機械的テスト装置と、複数の線形ステージの少なくとも1つに結合しているテストアセンブリプラットフォームとを含み、テストアセンブリプラットフォームは、複数装置アセンブリのマウントステージと結合するように構成されていることを任意に含む。

10

【0195】

例64は、例1-63の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-63の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、交互にクロスされる構成にある複数の円筒ベアリングの2以上は、隣接する円筒ベアリング面に沿って互いに結合されており、隣接する円筒ベアリング面は、互いに直交していることを任意に含む。

【0196】

例65は、例1-64の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-64の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数の円筒ベアリングのそれぞれは、平面端面を含み、円筒ベアリング面は、平面端面間に介在し、平面端面の直径は、円筒ベアリング面の長さより大きいことを任意に含む。

20

【0197】

例66は、例1-65の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-65の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、複数の線形ステージの1つの線形ステージのステージプラットフォームは、複数の線形ステージの他の線形ステージのステージ基盤を含むことを任意に含む。

【0198】

例67は、例1-66の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-66の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、アクチュエータは、ステージプラットフォームあるいはステージ基盤の1つに固定され、アクチュエータは、アクチュエータが固定されているステージプラットフォームあるいはステージ基盤と共に動くことを任意に含む。

30

【0199】

例68は、例1-67の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-67の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面に結合している複数の線形ステージの1以上の線形ステージを作動し、1以上の線形ステージのそれぞれが、それぞれ線形軸に沿ってステージ基盤に可動なように結合しているステージプラットフォームを含み、作動することは、それぞれの線形軸に沿って、少なくとも1つのステージ基盤に対し、少なくとも1つのステージプラットフォームを移動することを含み、1以上の線形ステージを作動することは、機械的テスト装置を含む1以上の装置で、サンプルステージ面をアラインメントし、複数の線形ステージのステージ基盤に対して、及び、線形軸に対して、1以上のステージプラットフォームとステージ基盤の間に介在されているクロスローラベアリングアセンブリで、ステージプラットフォームの横方向の並進と傾きを制限することを含み、クロスローラベアリングアセンブリは、交互にクロスされる構成の複数の円筒ベアリングを含む、ことが出来るような、方法のような主題を含む。

40

【0200】

例69は、例1-68の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-68の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、横方向の並進と傾きを制限することは、ステージプラットフォームのプラットフォーム平面インタフェース面を、

50

複数の円筒ベアリングの円筒ベアリング面と結合し、ステージ基盤の基盤平面インタフェース面を、複数の円筒ベアリングの円筒ベアリング面と結合することを任意に含む。

【0201】

例70は、例1-69の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-69の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、横方向の並進と傾きを制限することは、プラットフォームと基盤平面インタフェース面の対向するペアを、プラットフォームと基盤平面インタフェース面の対向するペアの第1のペアと結合している円筒ベアリング面の第1のアレイと、プラットフォームと基盤平面インタフェース面の対向するペアの第2のペアと結合している円筒ベアリング面の第2のアレイとで、複数の円筒ベアリングの円筒ベアリング面と結合することを含み、インタフェース面の第1のペアは、円筒ベアリングの交互にクロスされる構成に対応するインタフェース面の第2のペアと角度を持っていることを任意に含む。

10

【0202】

例71は、例1-70の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-70の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、横方向の並進と傾きを制限することは、クロスローバベアリングアセンブリの1つで、複数の線形ステージの線形ステージの1つのそれぞれの線形軸に沿って、それぞれのステージ基盤の少なくとも1つに対し、ステージプラットフォームの少なくとも1つの動きをガイドすることを含むことを任意に含む。

【0203】

20

例72は、例1-71の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-71の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、サンプルステージ面を1以上の装置でアラインメントすることは、複数の線形ステージと結合している1以上の回転あるいは傾きステージで、サンプルステージ面を回転する、あるいは傾けることの1以上を含むことを任意に含む。

【0204】

例73は、例1-72の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-72の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、モジュール装置アセンブリは、ステージ基盤と、ステージ基盤と可動のように結合しているステージマウントと、ステージマウントと結合している1以上のアクチュエータと、を含むステージと、ステージと結合するように構成されている少なくとも1つの機械的テストアセンブリと、を備え、ステージマウントは、1以上の機械的テスト装置に結合するように構成されているステージインタフェースプロファイルを含み、1以上のアクチュエータは、ステージ基盤に対し、ステージマウントを動かすように構成され、少なくとも1つの機械的テストアセンブリは、機械的テスト装置と装置ハウジングとを含み、装置ハウジングは、ステージインタフェースプロファイルと相補的な装置インタフェースプロファイルを含み、装置インタフェースプロファイルが、ステージインタフェースプロファイルと結合されるとき、少なくとも1つの機械的テストアセンブリは、ステージマウントに着脱可動のように結合する、ことが出来るような、方法のような主題を含む。

30

【0205】

40

例74は、例1-73の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-73の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、ステージ基盤とステージマウントとの間に結合されている1以上のずれセンサを含み、1以上のずれセンサは、ステージマウントのずれを測定するように構成されていることを任意に含む。

【0206】

例75は、例1-74の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-74の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、少なくとも1つの機械的テストアセンブリは、第1及び第2の機械的テストアセンブリを含み、第1の機械的テストアセンブリは、第1の機械的テスト装置と、ステージインタフェースプロファイルと相補的な第1の装置インタフェースプロファイルとを含み、第2の機械的テストアセンブリ

50

は、第2の機械的テスト装置と、ステージインタフェースプロファイルと相補的な第2の装置インタフェースプロファイルとを含むことを任意に含む。

【0207】

例76は、例1-75の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-75の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、たわみステージと結合している線形ステージを任意に含み、線形ステージは、たわみステージと少なくとも1つの機械的テストアセンブリを動かすように構成されている。

【0208】

例77は、例1-76の主題を含むことができ、あるいは、任意に例1-76の1つ、あるいは、任意の組み合わせの主題と組み合わせることができ、たわみステージは、ステージ基盤とステージマウントとの間に結合されている1以上のばねを含み、1以上のばねは、単一軸方向にステージマウントの動きを制限することを任意に含む。

【0209】

これらの非限定的な例のそれぞれは、それ自体で使用可能であり、あるいは、任意の1以上の他の例との任意の置換、あるいは、組み合わせによって、組み合わせることも可能である。

【0210】

上記詳細な説明は、詳細な説明の一部を構成する添付図面の参照を含んでいる。図面は、図示により、本発明が実装できる特定の実施形態を示す。これらの実施形態は、また、「例」として、ここで参照する。そのような例は、図示され、あるいは、説明されたものに加えて構成要素を含むことが出来る。しかし、本発明者は、また、それらの、示され、あるいは、説明された構成要素のみが設けられた例も考えた。更に、本発明者は、また、ここに図示され、あるいは、説明された、特定の例（あるいは、1以上のそれらの側面）について、あるいは、他の例（あるいは、1以上のそれらの側面）について、図示され、あるいは、説明された、それらの構成要素（あるいは、1以上のそれらの側面）の任意の組み合わせ、あるいは、置換を用いた例も考えた。

【0211】

本文書と、参照文献として組み込まれた任意の文書との間で、使用の不整合がある場合には、本文書の使用が優先される。

【0212】

本文書においては、特許文書においてよくあるように、語句「a」あるいは「an」を、任意の他の場合や「少なくとも1つ」あるいは「1以上」の使用に独立して、1以上を含むように用いている。本文書では、語句「あるいは」は、非排他的であることを指し、あるいは、他に示されない限り、「AあるいはB」は、「AであるがBでない」、「BであるがAでない」及び「A及びB」を含むように用いられている。本文書では、語句「含む」および「において」は、それぞれ語句「を備える」および「において」の平易な英語の等価物として用いている。また、以下の請求項では、語句「含む」および「備える」は、開放的な意味で、つまり、請求項の中でそのような語句の後にリストされるものに加えた構成要素を含むシステム、装置、製品、合成物、製剤、あるいは、処理は、依然、その請求項の範囲内であると考えられる。更に、以下の請求項では、語句「第1の」、「第2の」および「第3の」などは、ラベル付けのためだけに用いられており、それらの物体に数値的要求を課すことは意図していない。

【0213】

ここに説明した方法の例は、少なくとも部分的には、マシンあるいはコンピュータ関連とすることができる。ある例は、上記の例で説明された方法を実行する電子装置を構成するように動作する命令が符号化されたコンピュータ読み取り可能な媒体あるいはマシン読み取り可能な媒体を含むことが出来る。そのような方法の実装は、マイクロコード、アセンブリ言語コード、高レベル言語コードなどのコードを含むことが出来る。そのようなコードは、さまざまな方法を実行するためのコンピュータ読み取り可能な命令を含むことが出来る。コードは、コンピュータプログラム製品の一部を構成するだろう。更に、ある例

では、コードは、実行や他のときの間、1以上の揮発性、非一過性あるいは、不揮発性実体的コンピュータ読み取り可能な媒体に実体的に格納されることが出来る。これらの実体的コンピュータ読み取り可能な媒体の例は、ハードディスク、離脱可能な磁気ディスク、離脱可能な光ディスク（例えば、コンパクトディスク、および、デジタルビデオディスク）、磁気カセット、メモリカード、あるいはスティック、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）などを含むことが出来るが、これらには限定されない。

【0214】

上記説明は、例示的なもので、限定的なことを意図していない。例えば、上記例（あるいは、1以上のそれらの側面）は、互いに組み合わせて用いられるだろう。他の実施形態は、上記説明を読む当業者によるなどして用いることが出来る。要約書は、読者が迅速に、技術的開示の性質を調べることができるよう、37 C.F.R. § 1.72(b)に従って用意された。これは請求項の範囲や意味を解釈したり限定したりするために用いられないであろうという理解を申し上げる。また、上記詳細な説明においては、さまざまな特徴が開示をスムーズにするためにグループにまとめられるだろう。これは、請求項に記載されていない開示の特徴が、任意の請求項に本質的であると意図しているとして解釈されるべきではない。むしろ、本発明の主題は、特定の開示の実施形態の全ての特徴よりも少ないものの中に存在しているだろう。したがって、以下の請求項は、ここで、詳細な説明に組み込まれ、各請求項は、それ自体で別個の実施形態であり、そのような実施形態は、さまざまな組み合わせ、あるいは、置換により、互いに組み合わせることが可能であると考えられる。本発明の範囲は、請求項が許される均等物の全範囲と共に、添付の請求項を参照して決定されるべきである。

（付記1）

複数装置アセンブリのチャンバ内での作動のために構成され、前記複数装置アセンブリの各装置が、作業領域を含み、前記作業領域は、局所的な一致領域を規定する、テストアセンブリであって、

前記複数装置アセンブリのマウントステージと結合するよう構成されているテストアセンブリプラットフォームと、

前記テストアセンブリプラットフォームと結合し、サンプルステージ面上のサンプルと結合し、テストするように構成されている機械的テスト装置と、

前記テストアセンブリプラットフォームと結合している複数自由度サンプルステージアセンブリと、を備え、

前記複数自由度サンプルステージは、

前記サンプルステージ面と、

前記テストアセンブリプラットフォームと直列に結合している複数の線形ステージと

、
回転ステージと、

傾きステージと、を含み、

前記回転及び傾きステージは、前記サンプルステージ面と、複数の線形アクチュエータとの間に直列に結合され、

前記複数自由度サンプルステージは、前記複数の線形、回転及び傾きステージの2以上の動きの組み合わせにより、前記サンプルステージ面を、前記局所的な一致領域内の前記作業領域のそれぞれに方向付けるように構成されていることを特徴とするテストアセンブリ。

（付記2）

前記回転ステージは、回転ステージ基盤と可動なように結合している回転ステージプラットフォームを含み、前記傾きステージは、傾きステージ基盤と可動なように結合している傾きステージプラットフォームを含む、ことを特徴とする付記1に記載のテストアセンブリ。

（付記3）

前記回転及び傾きステージを含む回転及び傾きアセンブリを備え、前記回転及び傾きアセンブリは、前記複数の線形ステージと結合し、前記回転及び傾きアセンブリは、

前記複数の線形ステージに結合している前記回転ステージ基盤と、

前記回転ステージ基盤と可動のように結合し、前記回転ステージプラットフォームと前記傾きステージ基盤とを含む回転スピンドルと、

前記回転スピンドルと可動のように結合している傾きスピンドルと、を含む、ことを特徴とする付記 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 4)

前記回転ステージ基盤は、前記傾きステージ基盤を囲むことを特徴とする付記 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 5)

前記回転ステージは、前記回転ステージプラットフォームと前記回転ステージ基盤との間に介在している 1 以上のモータを含み、前記 1 以上のモータは、前記回転ステージプラットフォームあるいは基盤の 1 以上と、直接に、あるいは、間接に結合するようにバイアスされる、ことを特徴とする付記 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 6)

前記傾きステージは、前記傾きステージプラットフォームと前記傾きステージ基盤との間に介在している 1 以上のモータを含み、前記 1 以上のモータは、前記傾きステージプラットフォームあるいは基盤の 1 以上に、直接に、あるいは、間接に結合するようにバイアスされる、ことを特徴とする付記 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 7)

前記回転ステージと前記傾きステージの少なくとも 1 つは、1 以上のモータを含み、前記 1 以上のモータのそれぞれは、

前記回転ステージプラットフォームあるいは前記傾きステージプラットフォームの 1 つを、前記それぞれの回転ステージ基盤あるいは、前記傾きステージ基盤に対し、第 1 の方向に動かすように構成されている第 1 のモータ素子と、

前記回転ステージプラットフォームあるいは前記傾きステージプラットフォームの 1 つを、前記それぞれの回転ステージ基盤あるいは前記傾きステージ基盤に対し、第 2 の方向に動かすように構成され、前記第 2 の方向は前記第 1 の方向と対向する第 2 のモータ素子と、

前記第 1 及び第 2 のモータ素子の間に結合され、前記回転、あるいは、傾きステージプラットフォーム、あるいは、前記回転、あるいは、傾きステージ基盤の 1 つに可動のように結合されているドライブシューと、を含むことを特徴とする付記 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 8)

前記回転及び傾きステージは、前記テストアセンブリプラットフォームと前記複数の線形ステージとの間の結合の位置から離れた、前記複数の線形ステージの端に配置されており、前記サンプルステージ面の回転と傾きは、前記複数の線形ステージの前記端の近くに局在していることを特徴とする付記 1 に記載のテストアセンブリ。

(付記 9)

前記複数自由度サンプルステージアセンブリは、複数装置アセンブリのチャンバの壁から隔離されていることを特徴とする付記 1 に記載のテストアセンブリ。

(付記 10)

前記傾きステージは、傾きの動き範囲を含み、前記回転ステージは、回転の動き範囲を含み、前記傾き及び回転ステージは、前記サンプルステージ面が、前記局所的な一致領域内の前記作業領域のそれぞれに方向付けられている間、前記それぞれの傾き及び回転の動き範囲にわたって動作可能であることを特徴とする付記 1 に記載のテストアセンブリ。

(付記 11)

前記傾きの動き範囲は、約 180 度であり、前記回転の動き範囲は、約 180 度であることを特徴とする付記 10 に記載のテストアセンブリ。

10

20

30

40

50

(付記 1 2)

前記複数の線形ステージの少なくとも 1 つの線形ステージは、ステージ基盤と可動なように結合しているステージプラットフォームを含むことを特徴とする付記 1 に記載のテストアセンブリ。

(付記 1 3)

前記複数の線形ステージの第 1 のステージの前記ステージプラットフォームは、前記線形ステージの第 2 のステージの前記ステージ基盤内に含まれていることを特徴とする付記 1 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 1 4)

少なくとも 1 つのクロスローラベアリングアセンブリは、前記複数の線形ステージの 1 以上の前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤との間に結合されていることを特徴とする付記 1 2 に記載のテストアセンブリ。

(付記 1 5)

複数自由度サンプルステージアセンブリを用い、複数装置アセンブリのチャンバ内でサンプルを方向付ける方法であって、

サンプルステージ面上のサンプルを配置し、

機械的テスト装置を含む前記チャンバ内の 1 以上の装置の 1 以上の作業領域に一致する前記チャンバ内の第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付け、

前記 1 以上の装置の 1 以上の作業領域に一致する前記チャンバ内の第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付けする、ことを含み、

前記 1 以上の作業領域は、前記チャンバ内の局所的な一致領域を規定し、前記第 1 の方向の前記サンプルは、前記局所的な一致領域内にあり、

方向付けることは、

前記サンプルステージ面に結合している傾きステージを傾け、あるいは、

前記サンプルステージ面に結合している回転ステージを回転することの、1 以上を含み、

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向と異なり、前記第 2 の方向の前記サンプルは、前記局所的な一致領域内にあり、再方向付けすることは、前記傾きステージを傾けること、あるいは、前記回転ステージを回転することの 1 以上を含む、ことを特徴とする方法。

(付記 1 6)

前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付け、前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付けることのそれぞれは、

前記 1 以上の作業領域を有する前記 1 以上の装置の第 1 の装置の第 1 の作業領域に一致する前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付け、

前記第 1 の装置の前記第 1 の作業領域に一致する前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付ける、ことを特徴とする付記 1 5 に記載の方法。

(付記 1 7)

前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付け、前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付けることのそれぞれは、

1 以上の作業領域を有する前記 1 以上の装置の第 1 の装置の第 1 の作業領域と一致する前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付け、

1 以上の作業領域を有する前記 1 以上の装置の第 2 の装置の第 2 の作業領域に一致する前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付ける、ことを特徴とする付記 1 5 に記載の方法。

(付記 1 8)

方向付けることと再方向付けることの少なくとも 1 つは、1 以上の前記回転及び傾きステージに結合している 1 以上の線形ステージで、前記サンプルステージ面を線形的に動かすことを含む、ことを特徴とする付記 1 5 に記載の方法。

(付記 1 9)

方向付け、再方向付けることは、前記サンプルステージ面と、1 以上の前記傾き及び回

10

20

30

40

50

転ステージの、前記 1 以上の線形ステージの線形並進で、前記チャンバ内の 1 以上の前記装置に向かう動きを制限することを含む、ことを特徴とする付記 18 に記載の方法。

(付記 20)

前記サンプルステージ面と、1 以上の前記傾き及び回転ステージの動きを制限することは、前記 1 以上の線形ステージの前記線形並進と対向する方向へ、前記機械的テスト装置を動かすことを含む、前記機械的テスト装置は、前記サンプルステージ面上のサンプルと機械的に相互作用するように構成されている、ことを特徴とする付記 19 に記載の方法。

(付記 21)

前記第 1 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを方向付けることは、前記サンプルステージ面と結合している傾きステージを傾け、あるいは、前記サンプルステージ面に結合している回転ステージを回転し、及び、

前記サンプルステージ面を介して伸びるサンプル面回転軸の周りに前記サンプルステージ面を回転させることの、1 以上を含む、

前記第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルを再方向付けることは、前記傾きステージを傾ける、あるいは、前記回転ステージを回転する、及び、前記サンプルステージ面に結合している前記回転ステージを回転することの、1 以上を含む、ことを特徴とする付記 15 に記載の方法。

(付記 22)

方向付け、再方向付けることの少なくとも 1 つは、前記機械的テスト装置を、少なくとも前記第 1 及び第 2 の方向に、前記サンプルステージ面上の前記サンプルとアラインメントするように動かすことを含む、ことを特徴とする付記 15 に記載の方法。

(付記 23)

前記機械的テスト装置を動かすことは、前記機械的テスト装置と結合している線形ステージアクチュエータを作動することを含む、ことを特徴とする付記 22 に記載の方法。

(付記 24)

前記サンプルステージ面と、前記回転及び傾きステージを含む、テストアセンブリプラットフォームを、前記複数装置アセンブリのマウントステージに結合することを含む、マウントされている前記テストアセンブリプラットフォームは、前記複数装置アセンブリの壁から奥まっていることを特徴とする付記 15 に記載の方法。

(付記 25)

前記傾きステージを傾けること、あるいは、前記回転ステージを回転することの 1 以上は、

第 1 の方向に、第 1 のモータの第 1 のモータ素子を作動し、

前記第 1 の方向に、第 2 のモータの第 1 のモータ素子を作動する、ことを含む、

前記第 1 のモータは、前記第 1 のモータ素子と第 2 のモータ素子を含み、

前記第 2 のモータは、前記第 1 のモータ素子と第 2 のモータ素子を含み、

前記第 1 のモータの前記第 1 のモータ素子の作動は、前記第 2 のモータの前記第 1 のモータ素子の作動と同時であり、前記第 1 の方向に、前記傾きステージ基盤に対して、1 以上の前記傾きステージプラットフォームを、あるいは、前記回転ステージ基盤に対して、前記回転ステージプラットフォームを、回転する、ことを特徴とする付記 15 に記載の方法。

(付記 26)

前記傾きステージを傾けること、あるいは、前記回転ステージを回転することの 1 以上は、

第 2 の方向に、前記第 1 のモータの前記第 2 のモータ素子を作動し、

前記第 2 の方向に、前記第 2 のモータの前記第 2 のモータ素子を作動する、ことを含む、

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向と対向し、

前記第 1 のモータの前記第 2 のモータ素子の作動は、前記第 2 のモータの前記第 2 のモ

10

20

30

40

50

ータ素子の作動と同時であり、前記第2の方向へ、前記傾きステージ基盤に対して、1以上の前記傾きステージプラットフォームを、あるいは、前記回転ステージ基盤に対して、前記回転ステージプラットフォームを、回転する、ことを特徴とする付記25に記載の方法。

(付記27)

方向付け、再方向付けることの少なくとも1つは、1以上の前記回転及び傾きステージに結合している1以上の線形ステージで、前記サンプルステージ面を線形に並進することを含むことを特徴とする付記15に記載の方法。

(付記28)

テストアセンブリのサンプルステージアセンブリであって、
回転ステージと、
前記回転ステージと結合している傾きステージと、
前記回転ステージ、あるいは、前記傾きステージの1つと結合しているサンプルステージ面と、を備え、

10

前記回転と傾きステージの一方あるいは両方は、
ステージ基盤と、
前記ステージ基盤と結合しているステージプラットフォームと、
前記ステージ基盤あるいは前記ステージプラットフォームの1つと可動なように結合している少なくとも1つのモータと、を備え、

前記少なくとも1つのモータは、前記ステージ基盤に対し、前記ステージプラットフォームを動かすように構成されており、

20

前記回転と傾きステージの一方あるいは両方は、クランプアセンブリを含み、
前記クランプアセンブリは、

前記ステージプラットフォームに沿って伸びるクランプ面と、
前記モータと前記クランプ面の少なくとも1つに結合されている少なくとも1つのバイアス素子と、を備え、

前記少なくとも1つのバイアス素子は、前記モータと前記クランプ面の1以上と一緒にバイアスし、前記クランプ面と前記モータは、それらの間に前記ステージプラットフォームをクランプする、ことを特徴とするサンプルステージアセンブリ。

30

(付記29)

前記少なくとも1つのモータは、少なくとも1つのピエゾモータを含むことを特徴とする付記28に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記30)

前記少なくとも1つのバイアス素子は、第1のばねと第2のばねを含み、前記少なくとも1つのモータは、前記第1及び第2のばねの間に配置されていることを特徴とする付記28に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記31)

前記少なくとも1つのモータは、
前記ステージ基盤に対して、第1の方向に前記ステージプラットフォームを動かすように構成されている第1のモータ素子と、

40

前記ステージ基盤に対して、第2の方向に前記ステージプラットフォームを動かすように構成されている第2のモータ素子と、

前記第1及び第2のモータ素子の間に結合され、前記ステージプラットフォームあるいは前記ステージ基盤の1つと可動なように結合されているドライブシューと、を含み、

前記第2の方向は、前記第1の方向と対向していることを特徴とする付記28に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記32)

前記少なくとも1つのバイアス素子は、1以上のばねを含み、前記第1及び第2のモータ素子は、第1及び第2のばね接触点の間に介在されていることを特徴とする付記31に記載のサンプルステージアセンブリ。

50

(付記 3 3)

前記少なくとも 1 つのモータは、前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤との間に介在されている少なくとも 2 つのモータを含むことを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 4)

前記回転ステージは、

前記ステージプラットフォームの周りに間隔をあけて配置され、前記ステージプラットフォームの第 1 の面に可動のように結合されている少なくとも 3 つのモータを含み、

前記クランプ面は、前記ステージプラットフォームの第 2 の面に沿って可動のように結合されており、前記第 2 の面は、前記第 1 の面に対向しており、クランプ構成においては、前記少なくとも 3 つのモータは、前記第 1 の面に沿って結合されており、前記クランプ面は、前記第 2 の面に沿って結合されている、ことを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 5)

前記ステージプラットフォームは、前記ステージプラットフォームの周囲に渡って伸びる回転フランジを含み、前記回転フランジは、前記第 1 及び第 2 の対向する面を含み、前記回転フランジは、前記クランプ面と前記少なくとも 3 つのモータとの間に介在している、ことを特徴とする付記 3 4 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 6)

前記傾きステージは、

前記ステージプラットフォームの周りに間隔をあけて配置されており、前記ステージプラットフォームの第 1 の面に可動のように結合している少なくとも 2 つのモータを含み、

前記クランプ面は、前記ステージプラットフォームの第 2 の面に沿って可動のように結合されており、前記第 2 の面は、前記第 1 の面に対向している、ことを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 7)

前記ステージプラットフォームは、前記第 1 の面と前記第 2 の面を含む傾きスピンドルを含み、前記第 1 の面は、前記傾きスピンドルの外周に沿って伸び、前記第 2 の面は、前記傾きスピンドルの内周に沿って伸び、クランプ構成においては、前記クランプ面は、前記第 2 の面に沿って結合され、前記少なくとも 2 つのモータは、前記第 1 の面に沿って結合されている、ことを特徴とする付記 3 6 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 8)

前記クランプ面は、前記傾きスピンドルを通して伸びる軸を含むことを特徴とする付記 3 7 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 3 9)

前記少なくとも 1 つのバイアス素子に結合している 1 以上の横方向支持バイアス素子を備え、前記 1 以上の横方向支持バイアス素子は、前記少なくとも 1 つのバイアス素子の横方向の屈曲を制限する、ことを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 4 0)

前記少なくとも 1 つのバイアス素子は、前記モータに結合しており、前記少なくとも 1 つのバイアス素子は、前記クランプ面に向かって、その間の前記ステージプラットフォームで、前記モータをバイアスする、ことを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 4 1)

少なくとも 1 つの前記回転及び傾きステージと結合している 1 以上の線形ステージを備えることを特徴とする付記 2 8 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 4 2)

前記 1 以上の線形ステージは、互いに直列に結合している複数の線形ステージを含むことを特徴とする付記 4 1 に記載のサンプルステージアセンブリ。

10

20

30

40

50

(付記 4 3)

前記 1 以上の線形ステージに結合しているテストアセンブリ基盤を備えることを特徴とする付記 4 1 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 4 4)

前記傾きステージは、直接に、前記回転ステージに結合し、前記回転ステージは、直接に、前記 1 以上の線形ステージに結合していることを特徴とする付記 4 1 に記載のサンプルステージアセンブリ。

(付記 4 5)

ある方向に、サンプルステージアセンブリのステージをロックする方法であって、少なくとも 1 つのモータで、ステージ基盤に対し、ステージプラットフォームを移動し

10

、
前記ステージプラットフォームの動きを固定し、
前記ステージ基盤に対し、前記ステージプラットフォームを静的にクランプし、
静的にクランプすることは、

クランプ面と前記少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスし、
前記クランプ面と少なくとも 1 つのモータの間に、前記ステージプラットフォームを結合する、ことを含む、ことを特徴とする方法。

(付記 4 6)

前記ステージプラットフォームの動きを固定することは、前記少なくとも 1 つのモータを停止することを特徴とする付記 4 5 に記載の方法。

20

(付記 4 7)

前記ステージプラットフォームの動きを固定することは、前記ステージプラットフォームの静的なクランプを自動的に始動することを特徴とする付記 4 5 に記載の方法。

(付記 4 8)

前記クランプ面と、前記少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、前記少なくとも 1 つのモータと結合している少なくとも 1 つのバイアス素子で、前記少なくとも 1 つのモータをバイアスすることを含み、前記少なくとも 1 つのモータは、前記クランプ面に向かってバイアスされることを特徴とする付記 4 5 に記載の方法。

(付記 4 9)

前記少なくとも 1 つのモータをバイアスすることは、
前記少なくとも 1 つのバイアス素子の第 1 のばね素子で、前記少なくとも 1 つのモータの第 1 のモータ素子への第 1 のバイアスを印加し、

30

前記少なくとも 1 つのバイアス素子の第 2 のばね素子で、前記少なくとも 1 つのモータの第 2 のモータ素子への第 2 のバイアスを印加することを含み、

前記第 1 のモータ素子は、第 1 の方向に、前記ステージプラットフォームを動かすように構成されており、前記第 2 のモータ素子は、第 2 の方向に、前記ステージプラットフォームを動かすように構成されている、ことを特徴とする付記 4 8 に記載の方法。

(付記 5 0)

前記ステージプラットフォームを動かすことは、前記少なくとも 1 つのモータの第 1 及び第 2 のモータ素子の 1 以上で、ドライブシューを動かすことを含み、前記ドライブシューは、前記第 1 及び第 2 のモータ素子の間に結合されていることを特徴とする付記 4 9 に記載の方法。

40

(付記 5 1)

少なくとも 1 つの横方向支持バイアス素子で、前記少なくとも 1 つのバイアス素子の横方向の屈曲を制限し、前記少なくとも 1 つの横方向支持バイアス素子は、前記少なくとも 1 つのバイアス素子に結合されている、ことを特徴とする付記 4 8 に記載の方法。

(付記 5 2)

前記クランプ面と前記少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、前記ステージプラットフォームの第 1 の面に向かって、前記ステージプラットフォームの周りに配置されている少なくとも 1 つのモータをバイアスすることを含み、

50

前記ステージプラットフォームを結合することは、
前記第 1 の面と前記少なくとも 1 つのモータを結合し、
前記第 1 の面と対向する前記ステージプラットフォームの第 2 の面と、前記クランプ
面を結合する、ことを含む、
ことを特徴とする付記 4 5 に記載の方法。

(付記 5 3)

前記ステージプラットフォームを結合することは、前記ステージプラットフォームの回
転フランジを結合することを含み、前記回転フランジは、前記第 1 及び第 2 の対向する面
を含む、ことを特徴とする付記 5 2 に記載の方法。

(付記 5 4)

前記クランプ面と前記少なくとも 1 つのモータと一緒にバイアスすることは、前記ステ
ージプラットフォームの第 1 の面に向かって、前記ステージプラットフォームの周りに間
隔をあけて配置されている少なくとも 2 つのモータをバイアスすることを含み、

前記ステージプラットフォームを結合することは、
前記第 1 の面と前記少なくとも 2 つのモータを結合し、
前記第 1 の面と対向する前記ステージプラットフォームの第 2 の面と、前記クランプ
面を結合する、ことを含む、
ことを特徴とする付記 4 5 に記載の方法。

(付記 5 5)

前記ステージプラットフォームを結合することは、前記ステージプラットフォームの傾
きスピンドルを結合することを含み、前記傾きスピンドルは、
前記傾きスピンドルの外周に沿って伸びる前記第 1 の面と、
前記傾きスピンドルの内周に沿って伸びる前記第 2 の面と、
を含む、ことを特徴する付記 5 4 に記載の方法。

(付記 5 6)

前記クランプ面を、前記ステージプラットフォームの前記第 2 の面と結合することは、
前記傾きスピンドルの前記第 2 の面と軸を結合することを含む、ことを特徴とする付記 5
5 に記載の方法。

(付記 5 7)

複数装置アセンブリのチャンバ内での動作のために構成されている複数自由度サンプル
ステージアセンブリであって、

サンプルステージ面と、
直列に結合し、前記サンプルステージ面と結合している複数の線形ステージであって、
前記複数の線形ステージのそれぞれが、ステージ基盤と、前記ステージ基盤と可動なよう
に結合しているステージプラットフォームと、前記ステージ基盤あるいはステージプラッ
トフォームの少なくとも 1 つに結合しているアクチュエータと、を含む複数の線形ステー
ジと、

前記複数の線形ステージの少なくとも 1 つの前記ステージ基盤と前記ステージプラット
フォームの間に介在している少なくとも 1 つのクロスローラベアリングアセンブリと、を
備え、

前記アクチュエータは、線形軸に沿って、前記ステージ基盤に対し、前記ステージプラ
ットフォームを動かすよう構成されており、

前記少なくとも 1 つのクロスローラベアリングアセンブリは、複数の円筒ベアリングを
、交互にクロスされる構成で含み、前記複数の円筒ベアリングのそれぞれは、前記ステー
ジプラットフォームと前記ステージ基盤上の対向する平面インタフェース面の間に結合さ
れている円筒ベアリング面を含む、

ことを特徴とする複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記 5 8)

前記複数の線形ステージは、3 つの線形ステージを含み、前記ステージのそれぞれの線
形軸は、非平行であり、

10

20

30

40

50

前記複数の線形ステージに印加される第1の力のベクトルで、前記3つの線形ステージの少なくとも2つの線形ステージの前記クロスローラベアリングアセンブリは、間に介在している前記円筒ベアリング面に結合している、それぞれの前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤との上の前記対向する平面インタフェース面の第1のアレイを提供し、

前記複数の線形ステージに印加される第2の力のベクトルで、前記3つの線形ステージの少なくとも2つの線形ステージの前記クロスローラベアリングアセンブリは、間に介在している前記円筒ベアリング面に結合している、それぞれの前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤との上の前記対向する平面インタフェース面の第2のアレイを提供し、

10

前記第2の力のベクトルは、前記第1の力のベクトルとは非平行である、ことを特徴とする付記57に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記59)

前記少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、

前記ステージ基盤内の第1のレールチャンネルと、

前記ステージプラットフォーム内の第2のレールチャンネルと、を含み、

前記第2のレールチャンネルは、前記第1のレールチャンネルと対向し、かつ、アラインメントされ、

前記第1及び第2のレールチャンネルは、対向するインタフェース面の第1のペアを含み、前記第1及び第2のレールチャンネルは、対向するインタフェース面の第2のペアを含み、対向するインタフェース面の前記第2のペアは、対向するインタフェース面の前記第1のペアと角度をなしており、

20

前記複数の円筒ベアリングは、前記円筒ベアリング面で、交互にクロスされる構成で、前記第1及び第2のレールチャンネル内に配置されており、対向するインタフェース面の前記第1及び第2のペアの間に結合されている、ことを特徴とする付記57に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記60)

対向するインタフェース面の前記第1及び第2のペアは、前記線形軸とアラインメントされ、平行に伸びていることを特徴とする付記59に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

30

(付記61)

対向するインタフェース面の前記第1及び第2のペアは、前記複数の円筒ベアリングの周りに伸びていることを特徴とする付記59に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記62)

前記少なくとも1つのクロスローラベアリングアセンブリは、第1及び第2のクロスローラベアリングアセンブリを含み、前記アクチュエータは、前記第1及び第2のクロスローラベアリングアセンブリの間に配置されている、ことを特徴とする付記57に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記63)

40

テストアセンブリプラットフォームと結合している機械的テスト装置を備え、前記テストアセンブリプラットフォームは、前記複数の線形ステージの少なくとも1つと結合され、前記テストアセンブリプラットフォームは、前記複数装置アセンブリのマウントステージと結合するように構成されている、ことを特徴とする付記57に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記64)

交互にクロスされる構成にある前記複数の円筒ベアリングの2以上は、隣接する円筒ベアリング面に沿って互いに結合し、前記隣接する円筒ベアリング面は互いに直交している、ことを特徴とする付記57に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記65)

50

前記複数の円筒ベアリングのそれぞれは、平面端面を含み、前記円筒ベアリング面は、前記平面端面の間に介在し、前記平面端面の直径は、前記円筒ベアリング面の長さより大きいことを特徴とする付記 5 7 に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記 6 6)

前記複数の線形ステージの 1 つの線形ステージの前記ステージプラットフォームは、前記複数の線形ステージの他の前記線形ステージの前記ステージ基盤を含む、ことを特徴とする付記 5 7 に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記 6 7)

前記アクチュエータは、前記ステージプラットフォームあるいは前記ステージ基盤の 1 つと固定されており、前記アクチュエータは、前記アクチュエータが固定されている前記ステージプラットフォームあるいは前記ステージ基盤と共に動く、ことを特徴とする付記 5 7 に記載の複数自由度サンプルステージアセンブリ。

(付記 6 8)

複数自由度サンプルステージを用いるための方法であって、
サンプルステージ面と結合している複数の線形ステージの 1 以上の線形ステージを作動し、

前記 1 以上の線形ステージのそれぞれは、それぞれの線形軸に沿ったステージ基盤に可動のように結合されているステージプラットフォームを含み、作動することは、前記それぞれの線形軸に沿って、少なくとも 1 つのステージ基盤に対して、少なくとも 1 つのステージプラットフォームを動かすことを含み、

前記 1 以上の線形ステージを作動することは、機械的テスト装置を含む 1 以上の装置と、前記サンプルステージ面をアラインメントすることを含み、

1 以上の前記ステージプラットフォームと前記ステージ基盤との間に介在されているクロスローラベアリングアセンブリで、前記複数の線形ステージの前記ステージ基盤に対して、及び、前記線形軸に対して、前記ステージプラットフォームの横方向の並進と傾きを制限し、

前記クロスローラベアリングアセンブリは、交互にクロスされた構成にある複数の円筒ベアリングを含む、ことを特徴とする方法。

(付記 6 9)

横方向の並進と傾きを制限することは、
前記ステージプラットフォームのプラットフォーム平面インタフェース面を、前記複数の円筒ベアリングの円筒ベアリング面と結合し、

前記ステージ基盤の基盤平面インタフェース面を、前記複数の円筒ベアリングの前記円筒ベアリング面と結合することを含む、ことを特徴とする付記 6 8 に記載の方法。

(付記 7 0)

横方向の並進と傾きを制限することは、
プラットフォーム及び基盤平面インタフェース面の対向するペアの第 1 のペアと結合している円筒ベアリング面の第 1 のアレイと、

プラットフォーム及び基盤平面インタフェース面の前記対向するペアの第 2 のペアと結合している円筒ベアリング面の第 2 のアレイであって、インタフェース面の前記第 1 のペアが、前記円筒ベアリングの前記交互にクロスされる構成に対応するインタフェース面の前記第 2 のペアと角度をなしている第 2 のアレイと、によって、プラットフォーム及び基盤平面インタフェース面の対向するペアを、前記複数の円筒ベアリングの円筒ベアリング面に結合することを含む、ことを特徴とする付記 6 8 に記載の方法。

(付記 7 1)

横方向の並進と傾きを制限することは、前記クロスローラベアリングアセンブリの 1 つで、前記複数の線形ステージの前記線形ステージの 1 つの前記それぞれの線形軸に沿って、前記それぞれのステージ基盤の少なくとも 1 つに対する、少なくとも 1 つの前記ステージプラットフォームの動きをガイドすることを含む、ことを特徴とする付記 6 8 に記載の方法。

(付記 7 2)

前記サンプルステージ面を 1 以上の装置とアラインメントすることは、前記複数の線形ステージと結合している 1 以上の回転あるいは傾きステージで、前記サンプルステージ面を回転し、あるいは、傾けることの 1 以上を含む、ことを特徴とする付記 6 8 に記載の方法。

(付記 7 3)

ステージ基盤と、前記ステージ基盤と可動のように結合しているステージマウントと、前記ステージマウントと結合している 1 以上のアクチュエータと、を含むステージと、前記ステージと結合するように構成されている少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリと、

を備え、

前記ステージマウントは、1 以上の機械的テスト装置と結合するように構成されているステージインタフェースプロファイルを含み、

前記 1 以上のアクチュエータは、前記ステージ基盤に対して、前記ステージマウントを動かすように構成されており、

前記少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリは、

機械的テスト装置と、

装置ハウジングを含み、

前記装置ハウジングは、前記ステージインタフェースプロファイルに相補的な装置インタフェースプロファイルを含み、前記少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリは、前記装置インタフェースプロファイルが、前記ステージインタフェースプロファイルと結合されるとき、前記ステージマウントと着脱可能なように結合する、ことを特徴とするモジュール装置アセンブリ。

(付記 7 4)

前記ステージ基盤と前記ステージマウントの間に結合されている 1 以上のずれセンサを備え、前記 1 以上のずれセンサは、前記ステージマウントのずれを測定するように構成されている、ことを特徴とする付記 7 3 に記載のモジュール装置アセンブリ。

(付記 7 5)

前記少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリは、第 1 及び第 2 の機械的テストアセンブリを含み、

前記第 1 の機械的テストアセンブリは、第 1 の機械的テスト装置と、前記ステージインタフェースプロファイルに相補的な第 1 の装置インタフェースプロファイルとを含み、

前記第 2 の機械的テストアセンブリは、第 2 の機械的テスト装置と、前記ステージインタフェースプロファイルに相補的な第 2 の装置インタフェースプロファイルを含む、ことを特徴とする付記 7 3 に記載のモジュール装置アセンブリ。

(付記 7 6)

たわみステージに結合している線形ステージを備え、前記線形ステージは、前記たわみステージと、前記少なくとも 1 つの機械的テストアセンブリを動かすように構成されている、ことを特徴とする付記 7 3 に記載のモジュール装置アセンブリ。

(付記 7 7)

前記たわみステージは、前記ステージ基盤と前記ステージマウントの間に結合されている 1 以上のばねを含み、前記 1 以上のばねは、単一軸方向に、前記ステージマウントの動きを制限する、ことを特徴とする付記 7 3 に記載のモジュール装置アセンブリ。

10

20

30

40

【図 1】

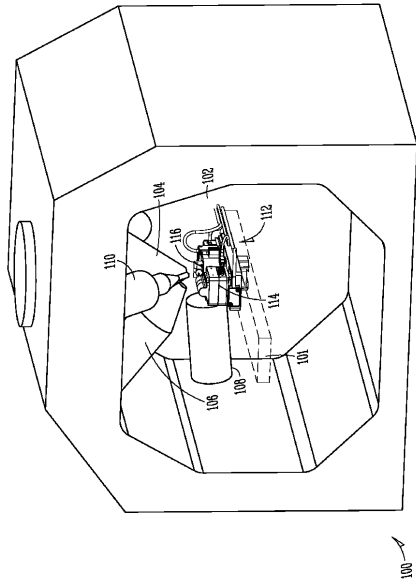


FIG. 1

【図 2】

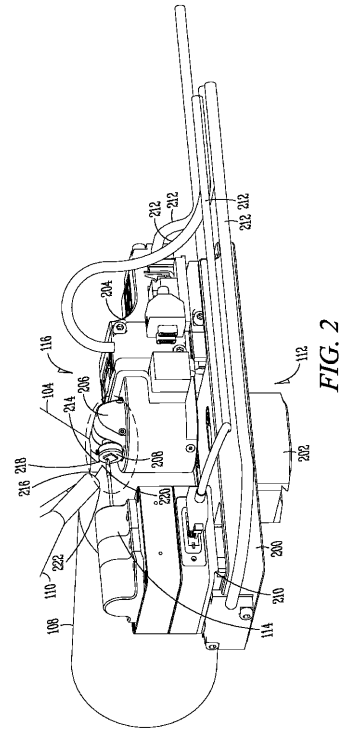


FIG. 2

【図 3】

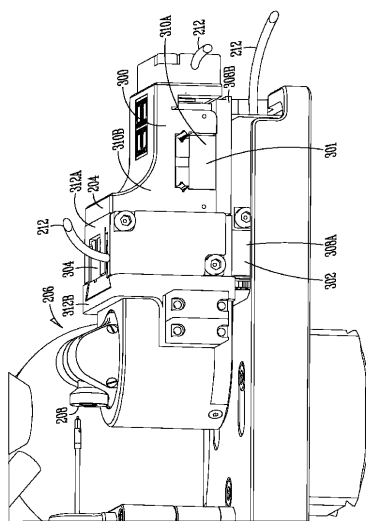


FIG. 3

【図 4】

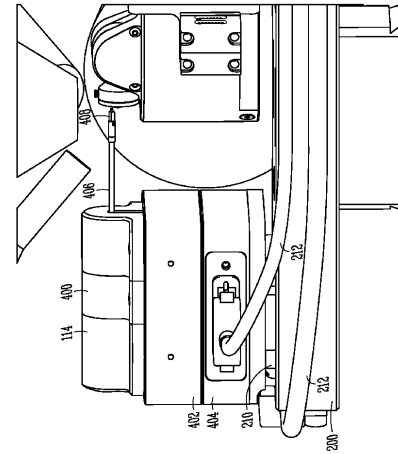


FIG. 4

【 図 5 】

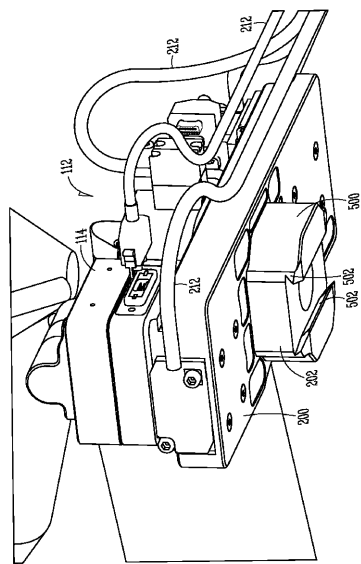


FIG. 5

【 図 6 】

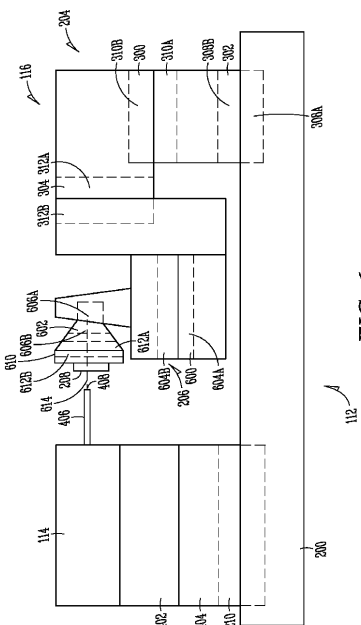


FIG. 6

【 図 7 】

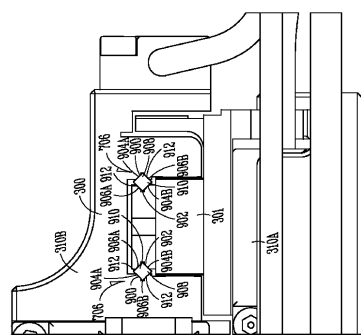


FIG. 7

【 図 8 B 】

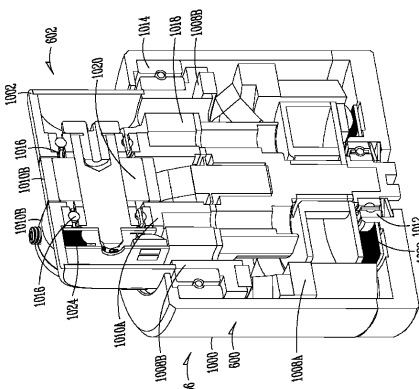


FIG. 8B

【 図 8 A 】

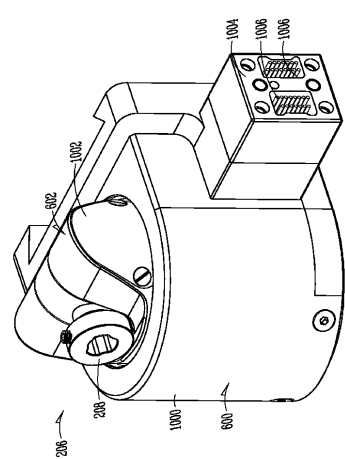


FIG. 8A

【 図 9 】

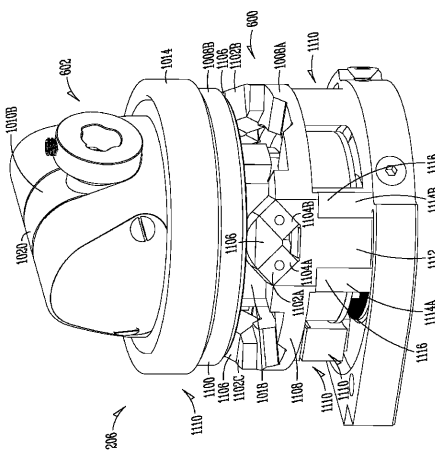


FIG. 9

【図 10 A】

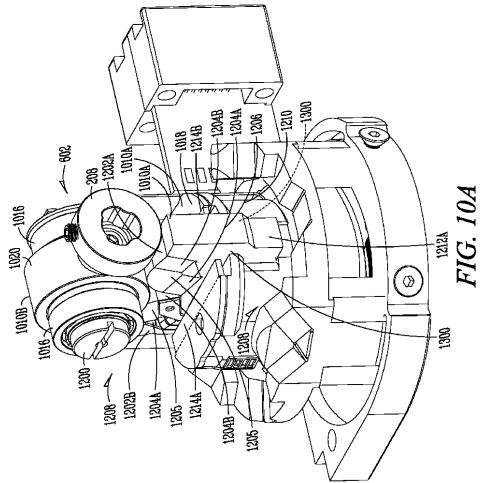


FIG. 10A

【図 10 B】

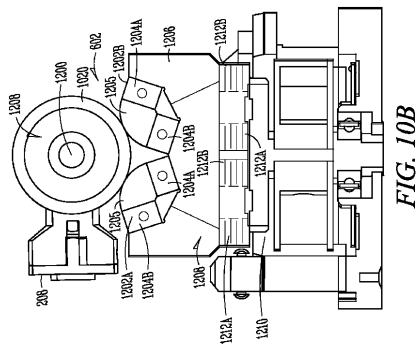


FIG. 10B

【図 1 2】

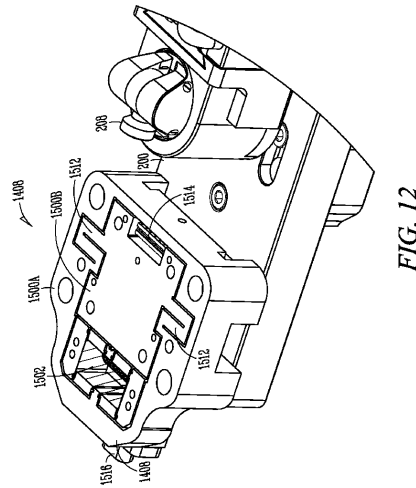


FIG. 12

【図 1 1】

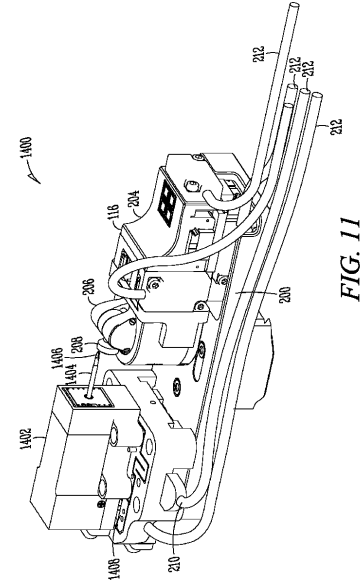


FIG. 11

【図 1 3 A】

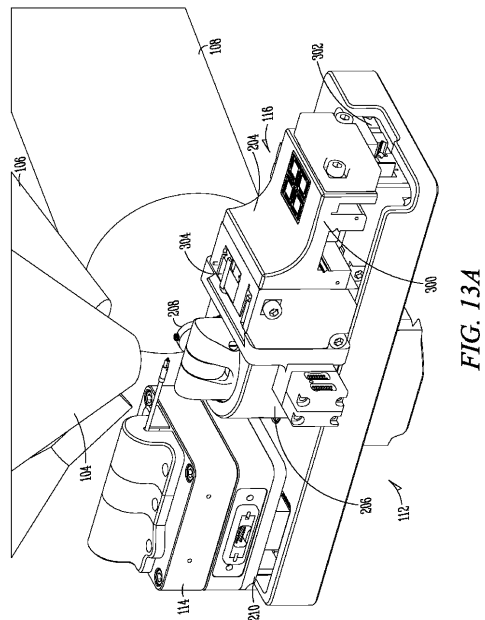
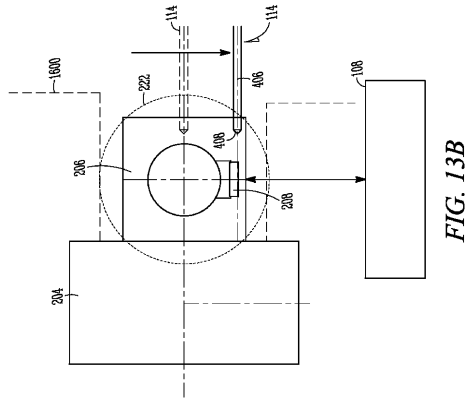
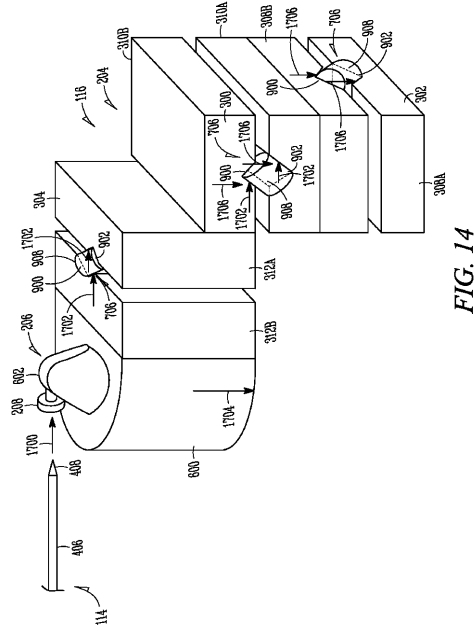


FIG. 13A

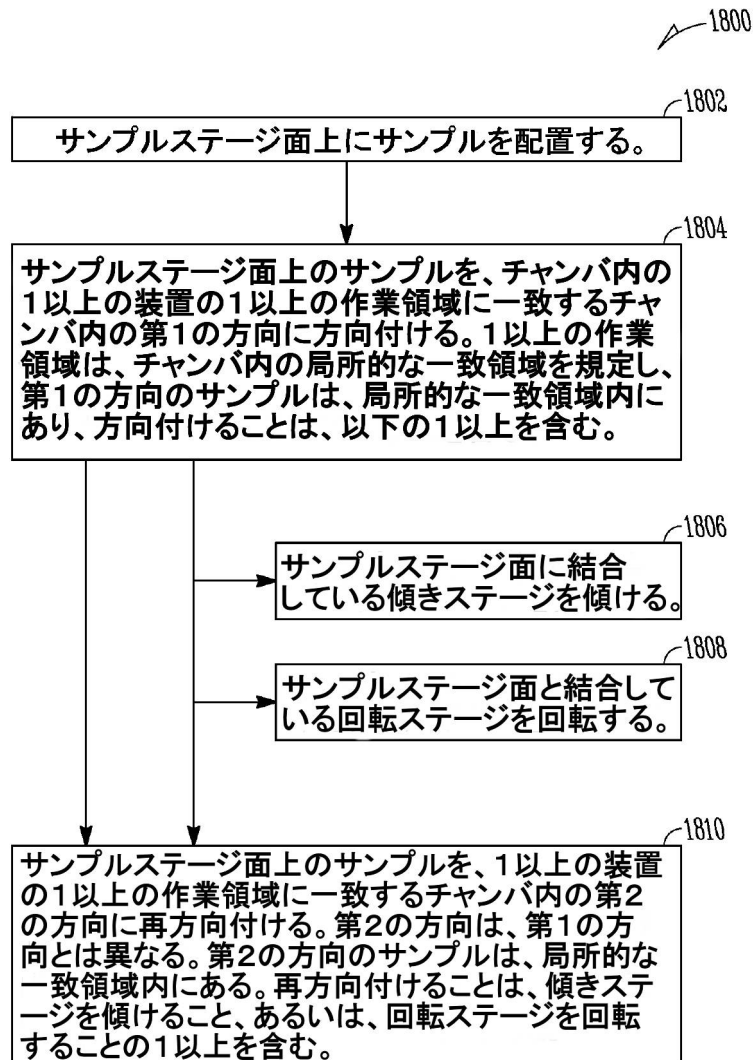
【図 13B】



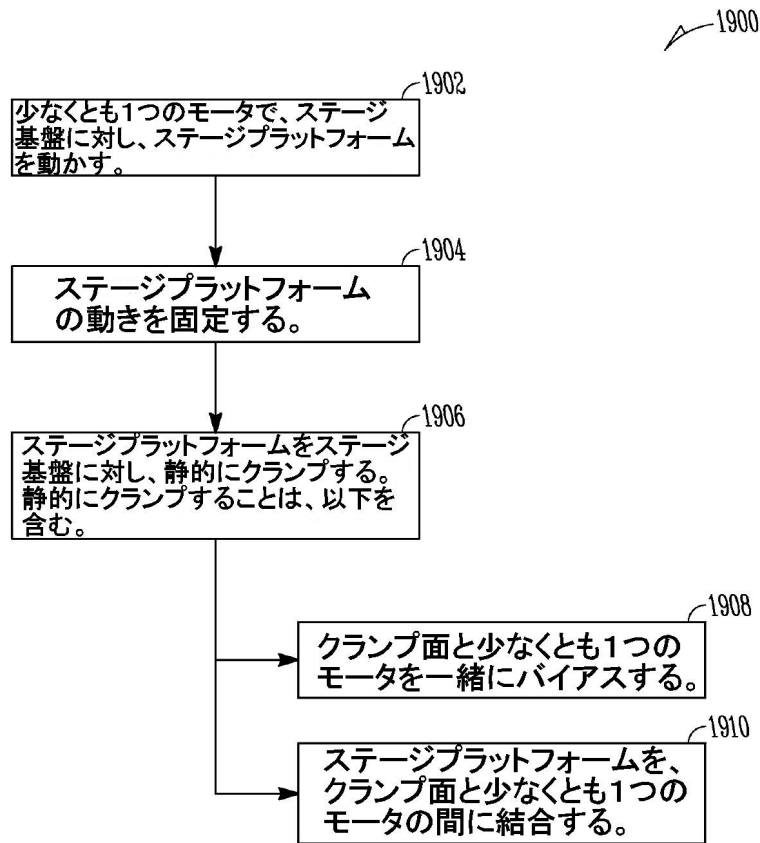
【図 14】



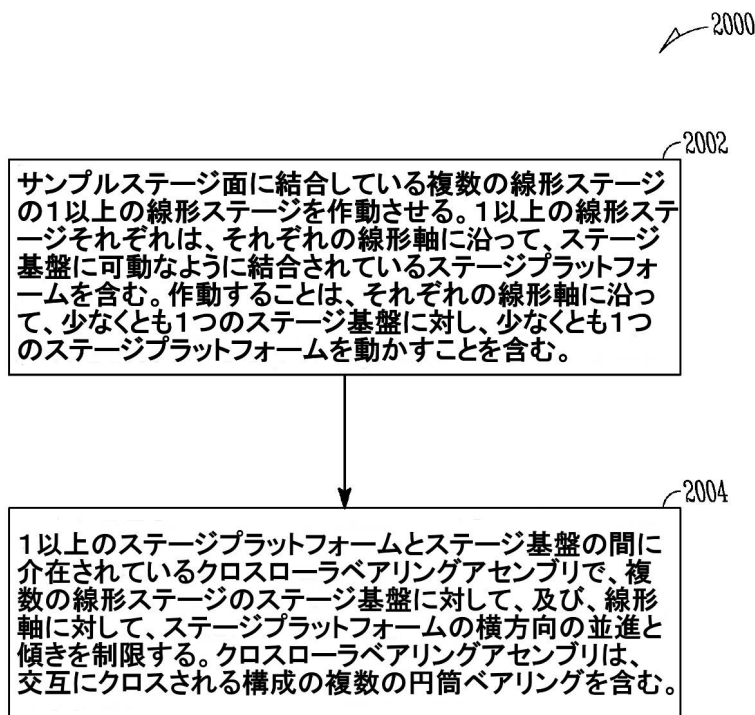
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 サイランコウスキー, エドワード
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 2 8, ウッドバリー, ラークスパー ドライブ 1 4 2 8
- (72)発明者 アシフ, サイド アマヌラ サイド
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 4 3 1, ブルーミントン, ローガン アヴェニュー サウス
8 6 0 7
- (72)発明者 メジャー, ライアン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 4 2 7, クリスタル, 3 9 番アヴェニュー ノース 6 9 2 4
- (72)発明者 ラスグ, デレク
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 3 7 9, シャコピー, 1 8 番アヴェニュー イースト 2 9 5
0
- (72)発明者 フォン, ユーシン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 4 4 6, プリマス, 4 8 番 アヴェニュー ノース 1 8 3 0
0

審査官 井亀 諭

- (56)参考文献 特開2008-046324(JP, A)
特開2010-181339(JP, A)
特開2010-128360(JP, A)
特開2000-221409(JP, A)
特開2005-286164(JP, A)
特開2004-104001(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 1 9 / 0 0 - 2 1 / 3 6
G 0 5 D 3 / 0 0 - 3 / 2 0
H 0 1 L 2 1 / 3 0 - 2 1 / 6 8
G 1 2 B 5 / 0 0
H 0 1 J 3 7 / 2 0