

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6379197号  
(P6379197)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 3/42 (2006.01)

GO 1 N 3/42

Z

請求項の数 36 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2016-531930 (P2016-531930)  
 (86) (22) 出願日 平成26年8月1日(2014.8.1)  
 (65) 公表番号 特表2016-527517 (P2016-527517A)  
 (43) 公表日 平成28年9月8日(2016.9.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/049379  
 (87) 国際公開番号 W02015/017765  
 (87) 国際公開日 平成27年2月5日(2015.2.5)  
 審査請求日 平成29年7月31日(2017.7.31)  
 (31) 優先権主張番号 61/861,306  
 (32) 優先日 平成25年8月1日(2013.8.1)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 512137256  
 ハイジトロン, インク.  
 HYSITRON, INC.  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55344  
 , エデン プレーリー, ウェスト 76番  
 ストリート., 9625  
 9625 West 76th St.,  
 Eden Prairie, MN 553  
 44, United States of  
 America  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アセンブリを変更する装置及びそのための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 以上のプローブアセンブリステーションを有するマガジンと、  
 受け部ソケットを含む少なくとも1つのプローブ変更ツールと、  
 前記マガジンの前記1以上のプローブアセンブリステーション内に保持される1以上の  
 プローブアセンブリであって、前記1以上のプローブアセンブリのそれぞれが、  
 プローブ保持凹所と、前記受け部ソケットと相補的フィッティングするように構成さ  
 れたソケットフィッティングとを含むプローブ受け部と、  
 プローブであって、前記プローブ保持凹所内に受け入れられ、前記プローブ保持凹所  
 が、前記プローブに対応するサイズと形状を有しており、前記プローブ保持凹所が、前記  
 対応するサイズと形状に基づいて、前記プローブと相補的フィットを有するプローブと、  
 を含む1以上のプローブアセンブリとを含み、

前記1以上のプローブアセンブリの前記ソケットフィッティングは、前記少なくとも1  
 つのプローブ変更ツールの前記受け部ソケットに相補的フィッティングをする同一のサイ  
 ズと形状を有し、前記少なくとも1つのプローブ変更ツールは、前記相補的フィットに従  
 って、機械的テスト装置から前記それぞれのプローブを実装する、あるいは、取り外すよ  
 うに構成されている、  
 装置変更アセンブリ。

【請求項 2】

前記1以上のプローブアセンブリの少なくとも第1と第2のプローブは、1以上の相互

10

20

に異なるサイズあるいは形状を有し、

前記第 1 と第 2 のプローブ用の前記それぞれのプローブ受け部の前記プローブ保持凹所は、前記それぞれ第 1 あるいは第 2 のプローブとの相補的フィットを提供するための相補的サイズと形状を有している、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 3】

前記マガジンは、前記 1 以上のプローブアセンブリステーションのそれぞれにおいて、扱いブロングを含み、前記 1 以上のプローブアセンブリの前記プローブ受け部のそれぞれは、前記扱いブロングによって扱われるように構成された受け部扱い面を含む、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 4】

前記マガジンは、自動的に、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールに向かって、及び、これから遠ざかって、前記 1 以上のプローブアセンブリを移動するように構成されたマガジンアクチュエータを含む、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 5】

前記 1 以上のプローブアセンブリの前記プローブ受け部のそれぞれの前記ソケットフィッティングは、1 以上のドライブフランジを含み、前記受け部ソケット内に受け入れられる前記ソケットフィッティングによって、前記プローブ変更ツールは、前記プローブ受け部と、前記ドライブフランジを介して内部に受け入れられる前記プローブとを回転するように構成される、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 6】

前記ソケットフィッティングは、1 以上の磁気ドライブフランジを含み、前記 1 以上の磁気ドライブフランジは、前記受け部ソケットと相補的フィットするように、前記ソケットフィッティングを導き、前記受け部ソケットとの前記相補的フィットを保持する、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 7】

前記 1 以上のプローブアセンブリの少なくとも第 3 と第 4 のプローブは、トランスデューサ較正重みであり、前記トランスデューサ較正重みは、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールによってトランスデューサに結合されるとき、前記トランスデューサを較正するように構成される異なる重みを有する、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 8】

ステージ受け部フランジを有するサンプルステージ面を含み、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、前記ステージ受け部フランジに沿って結合される、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 9】

伸縮アームを含み、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、前記伸縮アームの伸張可能な端の近傍に結合される、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 10】

前記伸縮アームは、取り込み位置と伸張位置の間で移動可能であり、

前記伸張位置においては、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、サンプルステージ面の一部に重なり、

前記取り込み位置においては、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、前記サンプルステージ面から横方向に間隔をあけて配置される、請求項 9 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 11】

前記伸縮アームの前記伸張可能な端は、引っ張り突起を含み、前記引っ張り突起は、装置に結合される突起アンカーによってアンカリングするように構成される、請求項 9 に記載の装置変更アセンブリ。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、トルク制限クラッチを含む、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 13】

前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、少なくとも実装プローブ変更ツールと取り出しプローブ変更ツールとを含み、前記実装プローブ変更ツールは、実装トルクを提供し、前記取り出しプローブ変更ツールは、前記実装トルクよりも大きな取り出しトルクを提供する、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

## 【請求項 14】

前記プローブによってサンプルをテストするように構成された機械的テスト装置と、その上の前記サンプルを保持するように構成されたサンプルステージ面と、を含み、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールは、伸縮アームの伸張可能な端の近傍に結合される、請求項 1 に記載の装置変更アセンブリ。

10

## 【請求項 15】

受け部ソケットを有する回転可能なツールヘッドを含むプローブ変更ツールと、複数のプローブ受け部であって、前記プローブ受け部のそれぞれは、前記受け部ソケットと相補的フィッティングをするように構成されたソケットフィッティングを含むソケット面と、プローブサイズとプローブの形状に対応するサイズと形状を有するプローブ保持凹所を含むプローブ面と、複数のプローブアセンブリステーションを有するマガジンによって扱われるために構成された受け部扱い面と、を含み、複数のプローブ受け部と、を含み、前記複数のプローブ受け部は、少なくとも第 1 と第 2 のプローブ受け部を含み、前記複数のプローブ受け部のそれぞれは、前記受け部ソケットと相補的フィッティングするための同一のサイズと形状を有する前記ソケットフィッティングを含み、前記第 1 のプローブ受け部の前記プローブ保持凹所は、第 1 のプローブサイズと形状との相補的フィットを提供するように構成され、前記第 2 のプローブ受け部の前記プローブ保持凹所は、第 2 のプローブサイズと形状との相補的フィットを提供するように構成される、装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

20

## 【請求項 16】

前記ソケットフィッティングは、1 以上のドライブフランジを含み、前記プローブ変更ツールは、プローブと前記プローブ受け部を、前記ドライブフランジによって回転するように構成され、一方、前記プローブは、前記相補的フィットに従って、前記プローブ受け部とフィットする、請求項 15 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

30

## 【請求項 17】

前記ソケットフィッティングは、1 以上の磁気ドライブフランジを含み、前記 1 以上の磁気ドライブフランジは、前記受け部ソケットと整列するように、前記ソケットフィッティングを導き、前記受け部ソケットとの相補的フィットに前記ソケットフィッティングを保持する、請求項 15 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

## 【請求項 18】

前記ソケットフィッティングは、前記受け部ソケット内への相補的フィッティングのために構成される、請求項 15 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

40

## 【請求項 19】

第 1 と第 2 のプローブを含み、前記第 1 のプローブは、前記第 1 のプローブサイズ及び形状を有し、第 2 のプローブは、前記第 1 のプローブサイズあるいは形状とは異なる前記第 2 のプローブサイズ及び形状を有する、請求項 15 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

## 【請求項 20】

トランスデューサ較正重みを含む少なくとも第 3 と第 4 のプローブを含み、前記トランスデューサ較正重みは、前記少なくとも 1 つのプローブ変更ツールによってトランスデューサに結合されるとき、前記トランスデューサを較正するように構成された異なる重みを

50

有する、請求項 1 5 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

【請求項 2 1】

前記プローブ変更ツールは、トルク制限クラッチを含む、請求項 1 5 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

【請求項 2 2】

プローブにより、サンプルをテストするように構成された機械的テスト装置と、  
その上の前記サンプルを保持するように構成されたサンプルステージ面と、

2 以上のプローブアセンブリステーションを有し、前記複数のプローブ受け部の前記プローブ受け部のそれぞれが、それぞれのプローブアセンブリステーション内に受け入れられる、マガジンと、を含む、請求項 1 5 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

10

【請求項 2 3】

前記複数のプローブ受け部を格納するマガジンとプローブによってサンプルをテストするように構成された機械的テスト装置との間で、前記プローブ変更ツールと前記複数のプローブ受け部のプローブ受け部を移動するように構成された 1 以上のアクチュエータを含み、前記 1 以上のアクチュエータは、前記プローブ変更ツールを自動的に移動する、請求項 1 5 に記載の装置変更ツール及び受け部アセンブリ。

【請求項 2 4】

機械的テスト装置の装置の自動的変更のための方法であって、

マガジンからプローブアセンブリを取除き、前記プローブアセンブリは、プローブ保持凹所とソケットフィッティングを含むプローブ受け部を含み、前記プローブ保持凹所は、前記プローブ保持凹所内へのプローブへの相補的フィットを有することであって、取除くことが、

20

1 以上のアクチュエータによって、前記マガジン内の前記プローブアセンブリと、プローブ変更ツールとを整列することと、

前記プローブアセンブリの前記ソケットフィッティングと、前記プローブ変更ツールの受け部ソケットとを結合することであって、前記受け部ソケットが、前記ソケットフィッティングへの相補的フィットを有することと、を含むことと、

前記 1 以上のアクチュエータによって、機械的テスト装置と、前記プローブアセンブリを有する前記プローブ変更ツールとを整列することと、

前記プローブ変更ツールによって前記プローブアセンブリを回転することであって、前記プローブ変更ツールの回転が、前記プローブ受け部の回転によって、前記機械的テスト装置との実装構成に、前記プローブを回転することと、を含む、前記プローブを前記機械的テスト装置へ実装することと、

30

前記 1 以上のアクチュエータによって、前記実装されたプローブと前記機械的テスト装置から、前記プローブ変更ツールと前記プローブ受け部を引き込むことと、を含む方法。

【請求項 2 5】

前記マガジンから前記プローブアセンブリを取除くことが、

前記マガジンを前記プローブ変更ツールへと下降することと、

前記下降に従って、前記受け部ソケット内に前記ソケットフィッティングをフィッティングすることと、を含む、請求項 2 4 に記載の方法。

40

【請求項 2 6】

前記ソケットフィッティングをフィッティングすることは、前記ソケットフィッティングのドライブフランジを、前記受け部ソケット内にフィッティングすることを含む、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記ソケットフィッティングをフィッティングすることが、

磁気ドライブフランジにより、前記受け部ソケットとの相補的フィットに前記ソケットフィッティングを導くことと、

50

前記磁気ドライブフランジとの前記相補的フィットを保持することと、を含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 28】

前記プローブ変更ツールを前記プローブアセンブリと整列すること、あるいは、前記プローブ変更ツールを、前記機械的テスト装置により、前記プローブアセンブリと整列することの一以上が、サンプルステージ面を移動することを含み、前記プローブ変更ツールが、前記サンプルステージ面のステージ受け部フランジに沿って結合される、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 29】

前記プローブ変更ツールを前記プローブアセンブリと整列すること、あるいは、前記プローブ変更ツールを、前記機械的テスト装置により、前記プローブアセンブリと整列することの一以上が、伸縮アームによって、サンプルステージ面上に渡って、前記プローブ変更ツールを移動することを含む、請求項 24 に記載の方法。

10

【請求項 30】

前記プローブ変更ツールを整列することの一以上が、前記機械的テスト装置の突起アンカーによって、引っ張り突起をアンカリングすることと、前記サンプルステージ面上に渡って前記プローブ変更ツールを移動するために、前記機械的テスト装置を移動することを含む、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

プローブあるいはプローブ証印からプローブ校正情報を読取ることと、  
前記プローブ校正情報を、前記マガジンの少なくとも 1 つのプローブアセンブリステーションと関連付けることと、

20

前記関連したプローブアセンブリステーションからの前記プローブを含む前記プローブアセンブリの取り除きあるいは、前記プローブを実装することの 1 以上によって、前記プローブ校正情報を用いて、前記機械的テスト装置のトランスデューサを自動的に校正することと、  
を含む、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 32】

前記プローブを実装することは、トルク制限クラッチを含む前記プローブ変更ツールによって、前記プローブアセンブリを回転することを含む、請求項 24 に記載の方法。

30

【請求項 33】

前記プローブ変更ツールによって、前記機械的テスト装置から既存のプローブを取り出すことを含む、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 34】

前記プローブ変更ツールは、実装プローブ変更ツールと取り出しプローブ変更ツールとを含む、

前記プローブを実装することは、実装トルクで、前記実装プローブ変更ツールを用いて、前記プローブアセンブリを回転することを含み、

前記機械的テスト装置から前記既存のプローブを取り出すことは、前記実装トルクより大きい取り出しトルクで、前記取り出しプローブ変更ツールを用いて、前記プローブアセンブリを回転することを含む、  
請求項 31 に記載の方法。

40

【請求項 35】

前記プローブ変更ツールによって、前記機械的テスト装置のトランスデューサへ、第 1 の校正重みを有する第 1 の校正プローブを実装することと、

前記第 1 の校正重みで、トランスデューサ応答を測定するために、トランスデューサ校正を実行することと、

前記プローブ変更ツールによって、マガジン内に前記第 1 の校正プローブを配置することと、

前記プローブ変更ツールによって、前記トランスデューサに、第 2 の校正重みを有する

50

第 2 の校正プローブを実装することであって、前記第 2 の校正重みは、前記第 1 の校正重みに対して、異なる重みを有することと、

前記第 2 の校正重みで、前記トランスデューサ応答を測定するために、前記トランスデューサ校正を実行することと、

前記第 1 と第 2 の校正重みによる前記トランスデューサ応答を、予測されたトランスデューサ校正応答と比較することと、

前記比較に従って、前記トランスデューサを校正することと、

を含む前記機械的テスト装置を校正することを含む、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記プローブ変更ツールによって、前記第 1 の校正プローブを、前記機械的テスト装置の前記トランスデューサに実装することは、第 2 のプローブ受け部と結合する前記第 1 の校正プローブを実装することであって、前記第 2 のプローブ受け部が、前記プローブ変更ツールの前記受け部ソケットとの相補的フィットを提供するソケットフィッティングを有することを含み、

前記プローブ変更ツールによって、前記機械的テスト装置の前記トランスデューサに、前記第 2 の校正プローブを実装することは、第 3 のプローブ受けと結合する前記第 2 の校正プローブを結合されることであって、前記第 2 のプローブ受け部が、前記プローブ変更ツールの前記受け部ソケットとの相補的フィットを提供するソケットフィッティングを有することを含み、

請求項 3 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

<優先権主張>

この特許出願は、2013年8月1日出願の米国仮出願第61/861、306に対して、優先権の利益を主張し、これは、この主張によってその全体が、参照により、ここに組み込まれる。

<技術分野>

【0002】

この文書は、一般に、しかし、限定的ではなく、装置の自動での選択、実装、及び、使用の1以上に関する。

【背景技術】

【0003】

ミクロンあるいはそれ未満のスケール（例えば、ミクロンのスケールからナノメータのスケール）における機械的テストは、それらのスケールでの機械的特性を引き出すのに用いられる技術である。これは、プローブで、サンプル材料を機械的にテストし（例えば、引っかき、インデンティング、引き伸ばしなど）、サンプル材料への、対応するインデンテーションの深さあるいは、他の機械的変形を測定することと共に、印加される力を判定し、あるいは、測定する（数ナニュートンから数ニュートンまでの範囲）ことにより達成される。

【0004】

ミクロン以下のスケールで、機械的にテストするために用いられるプローブ（例えば、材料をインデントする、引っかくなどの機械的テスト装置の先端）は、様々な幾何、形状及び材料として現れる。同様に、プローブと共に用いられるトランスデューサは、様々なテスト機能（例えば、高負荷あるいは低負荷トランスデューサ）を提供するために、異なって構成される。ある材料特性は、プローブの特定のタイプ（及び、オプションとして、異なるトランスデューサ）を用いて、より良く特性化される。ナノインデント（及び、それらのスケールで使用可能な他のテスト装置）のユーザは、材料の特性を正確に特性化するために、同一の材料に、異なる装置（例えば、1以上のプローブあるいはトランスデューサ）を用いる。ある例においては、異なるプローブで材料の特性を測定するために、ユ

ーザは、それぞれの測定の間で、手動で、インデントランスデューサ上のプローブを変更する。プローブの手動での変更により、全体の測定時間（例えば、前のプローブを取り外し、新しいプローブを実装する、再較正、テストインデンテーションなどにより）は、かなり増加する。更に、他の例では、プローブの手動での変更は、プローブの交換が、例えば、条件付けられていない（加熱された、あるいは、冷却された）空気への露出、装置及びトランスデューサの手動操作などによって、潜在的に制御された環境を乱すので、機械的テストにおける誤差を導入する。更に、プローブを変更することは、小さいプローブサイズ（及び、繊細な装置）は保持し機械的に操作するのが難しいので、作業量が多く、しばしば、フラストレーションを引き起こすことがある。

【0005】

10

更に、プローブ幾何形状（例えば、形状及びサイズ）は、ミクロン以下のスケールでの機械的テストでの正確な測定に重要である。プローブ幾何形状は、使用によって劣化する。言い換えると、各機械的テスト動作は、プローブを摩耗し、従って、その形状とサイズを変化させる。ある例においては、ナノインデント（及び、ミクロン以下のスケールでの他の機械的テスト装置）のためのソフトウェアアルゴリズムは、プローブ劣化を検出するための技術を実装する。しかし、摩耗したプローブが検出されると、プローブの手動での変更は、上述した問題を導入する場合がある。そのような構成は、望ましい延長された時間フレーム（例えば、実行中あるいは自動ベースで）に渡るミクロン以下のスケールでの機械的テスト測定をユーザが行うためには問題となる場合がある。プローブ劣化は、そのような延長される（繰り返される）測定の全体の時間フレームを制限し得る。

20

【0006】

従って、プローブの変更とプローブの劣化は、ミクロン以下のスケールでの機械的テスト装置を用いた自動測定を実行する能力を制限する場合がある。

【発明の概要】

【0007】

我々は、プローブあるいは、トランスデューサ/プローブの組み合わせの1以上を自動的に変更する装置変更アセンブリを開発した。装置アセンブリは、ここで述べるように、基盤、サンプルのためのステージ、の1以上と、及び、トランスデューサ及び関連するプローブなどの装置機構を含む1以上の装置を含むが、これらには限定されない全体の装置デバイスを示す。ここに述べられるように、装置は、プローブ、プローブと共に使用可能なトランスデューサなどの装置機構、プローブと装置機構の組み合わせなどの1以上を示す。ミクロン以下のスケールでの機械的テストに用いられるプローブの回収、実装、及び、抽出を自動的に行う方法がここに記述される。同様に、ここに記述されるアセンブリの他の例により、複数の装置（例えば、関連するプローブと一緒のトランスデューサ）の交換が可能となり、装置の自動化交換が促進される。ここに用いられる場合、「自動」及び、その語句のすべての変形は、ロボット動作及び操作を含むことを意図しているが、これには限定されない。ここに提供されるシステムは、プローブ、プローブ受け部、トランスデューサ、プローブとトランスデューサの組み合わせその他を含むが、これらには限定されない、装置の操作と扱いを自動化し、これによって、プローブ、機械的テスト装置の繊細なトランスデューサなどの手動の（及び時間がかかる）相互作用を最小化する。

30

40

【0008】

プローブ変更アセンブリ（装置変更アセンブリの例）は、プローブを格納するマガジン、機械的テスト装置（例えば、ナノインデント、インデントする、引っかくなどのために構成される3次元トランスデューサなど）のトランスデューサからプローブを回収する機構からなり、それをマガジン内、あるいは、その上に格納する。更に、アセンブリは、マガジンからプローブを回収し、機械的テスト装置のトランスデューサアセンブリにプローブを挿入する機構を含む。例えば1以上のプローブ変更ツールといったアセンブリは、トランスデューサへのプローブの挿入とトランスデューサからのプローブの取り出しのために、適切なトルクを印加する。例えば、プローブ変更ツールは、プローブの挿入のための挿入トルク（取り出しトルクより小さい）より大きい、トランスデューサからのプローブ

50

の取り出しのための取り出しトルクを提供する。オプションとして、（例えば調整可能なスリッピングインタフェースを持つような）トルク制限クラッチは、挿入トルクを制御するために用いられる。

【 0 0 0 9 】

更に、アセンブリは、それぞれが、プローブ受け部と、プローブ受け部に結合されたプローブを含む、1以上のプローブアセンブリを含む。プローブ受け部は、マガジン内のプローブを保持し、少なくとも1つのプローブ変更ツールとプローブの間のインタフェースとして働く。（例えば、マガジンと機械的テスト装置トランスデューサとの間の）動作の間、プローブ受け部はプローブを担持する。更に、プローブ受け部のそれぞれは、プローブ変更ツールのソケットと合致する共通のインタフェースを提供する。一例では、共通のインタフェースは、プローブ変更ツールの受け部ソケットと結合するソケットフィッティングを含む。ソケットフィッティングと受け部ソケットは、合致する結合と、プローブ変更ツールからのプローブへの取り出しトルクと挿入トルクの伝達を確保するために相補的である。オプションとして、相補的フィッティングは、ねじのような結合が難しいインタフェースなしで実現される。その代わりに、相補的フィッティングは、プローブ変更ツールの受け部ソケットと結合するために、プローブ受け部とソケットフィッティングを低くすることによって達成される。更に他の例において、プローブ受け部のソケットフィッティングは、例えば、プローブアセンブリの動作、挿入及び取り出し動作の間、プローブ変更ツールへのプローブ受け部（及び、受け部と結合するプローブ）を整列し、保持することを促進する、1以上のドライブフランジ（例えば、磁気ドライブフランジ、ピンなど）を有するプローブ変更ツールの受け部ソケットと整列する。

【 0 0 1 0 】

プローブ受け部のそれぞれのプローブ側には、特定のプローブ構成のサイズ、且つ、形状のプローブ保持凹所が設けられる。言い換えると、プローブ保持凹所は、望ましいプローブへの相補的サイズと形状を有し、これによって、プローブ受け部とプローブとの間のぴったり合う相補的フィットを提供する。従って、異なるプローブ保持凹所を有するプローブ受け部は、プローブ受け部のインタフェースとプローブ変更ツールを介して、様々な形状とサイズを有する任意の数の様々なプローブの実装と取り出しを可能とする（例えば、プローブ受け部と、プローブ変更ツールの受け部ソケットの整合性のある形状とサイズのソケットフィッティングにおいて）。

【 0 0 1 1 】

システムは、また、上述の機能のための制御を提供する方法（例えば、コンピュータ実装命令、コントローラなど）を含む。これらの方法は、機械的テスト装置（例えば、x、y及びzステージなどの1以上のステージ）、マガジン、オプションの伸縮アームのためのアクチュエータ、及び、1以上のプローブ変更ツールの動作を制御する。これらの方法は、ユーザが、プローブを選択し、それを自動で（例えば、ロボットの）トランスデューサに実装し、トランスデューサ内の現在のプローブを異なるプローブに交換し、あるいは、トランスデューサからプローブを取り外し、及び、マガジンにしまう（それを、1以上のプローブアセンブリステーションに置き換える）ことを可能にする。オプションとして、これらの方法は、プローブの劣化を検出すると（ユーザが規定した、あるいは、デフォルトの摩耗及び摩耗検出設定に基づいて）マガジン内の異なるプローブと、トランスデューサ内のプローブとを自動的に交換することをこれに限定することなく含む補足の能力を提供する。拡張された測定スキーム（延長された時間に渡って複数の測定を実行する）の間の自動的にプローブを変更する能力は、ユーザに、（オプションとして異なる形状、サイズ、材料などを有する）複数のプローブで、材料サンプルを特性化するシステム及び方法を提供する。更に、拡張された測定スキームの間の自動的なプローブの変更の能力は、プローブが容易に取り出され、置き換えられ、測定が最小の中断で連続するので、ほぼ連続な測定を促進する。

【 0 0 1 2 】

更に、他の例においては、システムは、テストプロシジャールにおいて、自動的に実装さ

10

20

30

40

50



れたプローブを使用する直前に、内部データベースから各プローブについての関連する較正と他の関連する情報を格納し、回収する。他の例においては、システムは、（磨耗について更新される、磨耗とプローブ形状機能を含む他のデータと共に、）プローブの回収された較正情報に従って、トランスデューサと特性決定機能を自動的に較正する。更に他の例においては、システムは、プローブ情報を測定データに書き込み、それによって、後の再検討のために、使用されるプローブ、その磨耗及び関心のある他の情報の記録を提供する。

#### 【0013】

更に他の例においては、ここに提供されるシステムと方法は、また、2以上の較正プローブ（例えば、較正重み）を介して、機械的テスト装置トランスデューサの較正を促進する。一例においては、2以上の較正プローブは、マガジンに収容されるそれぞれのプローブ受け部に保持される。それぞれのプローブの実装、それぞれのプローブのトランスデューサ応答（異なる重みによって変化する）の対応する測定、予測された応答との比較を介して、トランスデューサは、時間をかけることなく、機械的テスト装置と1以上の手動での相互作用を要求する非効率なトランスデューサ較正スキーム、あるいは、時間のかかるテストインデンテーションなしに自動的に較正される。言い換えると、システムと方法の自動化の性質のために、複雑な較正プロシジャは、高速に、ユーザの時間のかかるトレーニング及び、システムとの手動での相互作用なしに実装される。更に、トランスデューサ較正ルーチンは、オプションとして、追加的な較正プローブ（例えば、較正重み）と、トランスデューサ応答の更なる吟味によって更に増強される。

#### 【0014】

更に他の例においては、複数の展開可能な装置（例えば、一例として、トランスデューサ、トランスデューサとプローブの組み合わせなど）を含む装置変更アセンブリの例が提供される。装置のそれぞれは、一例において、専用トランスデューサとプローブを含む。装置は、ここに記述するように、サンプルとかみ合い、材料の1以上の特性（機械的、電気的など）を決定するように動作される。一例においては、複数の装置は、同一であり、1以上の装置（プローブあるいはトランスデューサの一方あるいは両方）が、磨耗、あるいは、性能の劣化を経験すると、（例えば、筐体を並進し、あるいは、回転するのに）使いまわされる。オプションとして、複数の劣化した装置は、他の装置の一つがテスト動作を実行し続けている間、再較正され、あるいは、取り替えられる（例えば、ここで記述されるプローブ変更ツールと、あるいは、トランスデューサの交換によって）。

#### 【0015】

他の例においては、装置変更アセンブリの複数の装置は異なり、異なるテスト能力の一群を提供する。例えば、1以上のトランスデューサあるいはプローブは、トランスデューサあるいはプローブの残り部分に対して変化する。トランスデューサは、トランスデューサのそれぞれによって印加される負荷（高あるいは低負荷）、トランスデューサ動作の軸（x、y、z、押しあるいは引き）、それらの組み合わせなどに従って変化するすることができる。同様に、プローブは、それぞれの装置のテストパラメータ（例えば、異なる形状、サイズ、材料などを有する）に従って、変化することができる。そのようなシステムの一構成において、複数の装置は、サンプル材料の特定された位置をテストするために、対応する位置に移動される。例えば、複数の装置は、既知の間隔に従って、相互にインデックス付けされる。装置は、相互に対する既知の間隔に基づいて、特定された位置をテストするために、実質的に同一の位置にそれぞれ移動可能である。逆に、他の例においては、サンプルは、それぞれの装置によって、実質的に同一の位置においてテストすることが可能となるように、インデックス付けされた装置に対し、（例えば、移動可能ステージによって）移動される。

#### 【0016】

この概要は、本特許出願の主題の概要を提供することを意図している。これは、本発明の排他的あるいは網羅的説明を提供することを意図していない。詳細な説明は、本特許出願についての更なる情報を提供するために含まれる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0017】

必ずしも正しいスケールで描かれていない図面において、同様な参照番号は、異なる図における同様なコンポーネントを記述することができる。異なる添え字を有する同様な参照番号は、同様なコンポーネントの異なる例を表すことができる。図面は、一般に、例によって、しかし、限定的ではなく、本文書において議論される様々な実施形態を図示する。

## 【0018】

【図1】装置アセンブリのプローブを変更するように構成された装置変更アセンブリの一例を含む、装置アセンブリの一例の透視図である。

10

【図2】ステージ受け部フランジと複数のプローブ変更ツールを含む、サンプルステージの一例の詳細な透視図である。

【図3】プローブアセンブリステーションにおいて、プローブアセンブリと整列するプローブ変更ツールを有する装置アセンブリと結合するプローブマガジンの一例の詳細な透視図である。

【図4】トランスデューサと整列されるプローブ変更ツールと結合されるプローブアセンブリを有する図1の装置アセンブリの側面図である。

【図5A】プローブ変更ツールと結合するプローブアセンブリの一例の透視図である。

【図5B】図5Aのプローブアセンブリとプローブ変更ツールの断面図である。

【図6A】プローブ保持凹所を含むプローブ受け部の一例の透視上面図である。

20

【図6B】ソケットフィッティングを含む図6Aのプローブ受け部の透視底面図である。

【図7】装置アセンブリのプローブを変更するように構成された装置変更アセンブリの他の例を含む装置アセンブリの透視図である。

【図8】展開された位置にある伸縮アームを有する装置変更アセンブリの詳細な透視図である。

【図9A】装置アセンブリの突起アンカーと結合するアームの突起と共に、引っ込めた位置にある伸縮アームの透視図である。

【図9B】突起アンカーと結合するアームの突起と共に、展開された位置にある伸縮アームの透視図である。

【図10】プローブマガジンのプローブアセンブリステーションにおいてプローブアセンブリと整列されるプローブ変更ツールを有する展開された伸縮アームの透視図である。

30

【図11】トランスデューサと整列されたプローブ変更ツールとプローブアセンブリを有する展開された伸縮アームの側面図である。

【図12】それぞれがトランスデューサとプローブを有する複数の装置間で変更するように構成された装置変更アセンブリの更に他の例を含む装置アセンブリの正面図である。

【図13】装置アレイ筐体に対して、展開された構成の装置を含む、装置変更アセンブリの詳細な正面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

図1は、装置アセンブリ100の一例を示す。図示されるように、例示的装置アセンブリ100は、装置アセンブリ基盤116（例えば、花崗岩基盤あるいは、振動に強い他の堅固な基盤）を含む。装置アセンブリ基盤116から延伸するのは、少なくとも1つのテスト装置102である。例えば、テスト装置102は、基盤116と主装置マウント107の間に結合される装置アクチュエータ106と共に、装置アセンブリ基盤116に動作可能に配置される。テスト装置102は、サンプルの機械的あるいは電気的特性テストの1以上を提供するように構成された装置を含む。例えば、テスト装置102は、ミクロン以下スケールでのサンプルの機械的あるいは電気的特性テストを提供する。例えば、テスト装置102は、インデンテーション、引っかき、押し（圧縮負荷）、引っ張り（張力負荷）、クリープ解析、電気特性テストなどの1以上を含むがこれらには限定されないテスト動作を実行する。テスト装置102で実行される解析は、弾性率、硬度、クリープ特性

40

50

、抵抗値などを含むが、これらには限定されない、サンプルのテストについての特性情報を提供する。

#### 【0020】

図1に更に示されるように、一例においては、テスト装置102とオプションの光装置104は、主装置マウント107にマウントされ、装置アクチュエータ106は、装置102、104と一緒に動かすように構成されている。一例においては、光装置104は、サンプルステージ面112上に配置されたサンプルを見ることと、サンプル上のテスト位置を特定することを可能とする。光装置104でのテスト位置の特定の後、テスト装置102は、テスト装置102を特定された位置に整列するように配置するために、サンプルステージ面112あるいは装置アクチュエータ106の1以上における動きによって移動される。ここに記述されるように、テスト装置102は、下降され、あるいは、サンプルステージ面112は、テスト装置102のプローブを、特定された位置におけるテストのために、特定された位置に隣接したところに配置するように上昇される。一例において、ここに記述されるテスト装置102は、特定されたテスト位置における、インデンテーション、引っかき、引っ張り（張力負荷）、押し（圧縮負荷）などを含むが、これらには限定されない、特定された位置における1以上のテストスキームを実行するように構成される。他の例においては、テスト装置102は、例えば、特定されたテスト位置における電気的特性テスト（例えば、テスト装置102、及び、オプションとして、サンプルステージ面112は、テストを促進するための電気接触を含む）を含む、他のテストを実行するように構成される。

10

20

#### 【0021】

ここで、前に述べたように、装置アセンブリ100は、1以上のテスト装置102を含む。図1に示される例においては、副装置マウント108が提供される。第2の装置アクチュエータ106は、副装置マウント108に関連付けられる。そのような例においては、少なくともある面においてテスト装置102に似たテスト装置は、副装置マウント108に結合され、従って、主装置マウント107に配置されたテスト装置102と同様にして、移動可能である。他の例においては、副装置マウント108は、テスト装置102に対して、異なるテスト能力を提供するように構成されたテスト装置を含む。例えば、副装置マウント108に設けられた副装置は、例えば、主装置102の押しテストスキーム（圧縮負荷、インデンテーションなど）に対する引っ張りテストスキーム（張力負荷）、例えば、副装置マウント108における高負荷トランスデューサ及び、図1に示されるテスト装置102の主装置マウントにおける低負荷トランスデューサでの高あるいは低負荷テストなどの1以上の異なるテスト能力を提供する。ある例においては、高負荷トランスデューサは、10～15ニュートンまで、プローブへ力を印加することを提供するように構成される。他の例においては、低負荷トランスデューサは、ミリニュートンから1マイクロニュートン未満までプローブに力を印加することを提供するように構成される。

30

#### 【0022】

更に他の例においては、副装置マウント108に提供される副装置は、テスト装置102と同一である。そのような例においては、テスト装置は、望まれるように、テスト装置102のいずれかの選択的な使用を可能とする。例えば、主装置マウント107のテスト装置102が摩耗し、故障し、などすると（例えば、プローブあるいはトランスデューサが摩耗あるいは故障する）、そのテスト装置は、サイクルから外され、テスト動作の間の最小の遅延で、副装置マウント108に提供される副装置によって置き換えられる。副装置マウント108上の第2の装置を用いる間、プローブ変更アセンブリ118などのここで述べられるプローブ変更アセンブリは、第1の装置から摩耗したプローブを取り替え、（第1の）テスト装置102に交換プローブを実装するために用いられる。その後、テスト装置102は、（副）テスト装置の性能が劣化し、したがって、（副）装置に関連するプローブの取替えが必要となるまで、運用し、あるいは、準備状態に戻される。

40

#### 【0023】

図1に更に示されるように、サンプルステージアセンブリ110は、装置アセンブリ1

50

00を備える。一例においては、サンプルステージアセンブリ110は、装置アセンブリ基盤116に結合される。サンプルステージアセンブリ110は、テスト装置102に対し、実質的に静的なサンプルステージ面112上のサンプルを保持するために、装置アセンブリ基盤116に結合される。更に、構造的に堅固な装置アセンブリ基盤116は、また、サンプルステージ面112とその上に配置されたサンプルに対し静的な、テスト装置102と光装置104を保持する。

#### 【0024】

図1に示されるように、ステージアクチュエータ114は、サンプルステージ面112の下に配置される。一例においては、ステージアクチュエータ114は、サンプルステージ面112へ対応する動作を提供し、従って、テスト装置102に対し、サンプルステージ面112（及びサンプル）の変化する部分を配置するために構成される1以上のアクチュエータを含む。例えば、ステージアクチュエータ114は、テスト装置102の下の、あるいは、これに整列したサンプルステージ面112上に配置されたサンプルの1以上の特定されたテスト位置に配置するように構成される。一例では、ステージアクチュエータ114は、サンプルステージ面112に、1以上の「x」、「y」、「z」及び、回転（ ）移動を提供し、これによって、テスト装置102に対し、サンプルステージ面112（ここに記述される、プローブ変更アセンブリ118のステージ受け部フランジ126を含む）の実質的に任意の部分を配置する。

#### 【0025】

更に他の例においては、ステージアクチュエータ114は、限定された数のアクチュエータを含む。例えば、ステージアクチュエータ114は、「x」アクチュエータと回転（ ）アクチュエータを含む。そのような例においては、「x」移動と回転移動の組み合わせは、サンプルステージ面112（およびステージ受け部フランジ126）の任意の部分を実質的に、テスト装置102と整列して配置する。そのような例においては、並進（例えば、単一の軸に沿って）動作と回転動作の組み合わせを介して、ステージアクチュエータ114は、適切に、テスト装置102に対して、サンプルステージ面112をきついつットプリントに回転し、並進することによって、装置アセンブリ100の全体のフットプリントを最小にすることができる。言い換えると、サンプルステージ面112上のすべての、あるいは、多くの位置をテスト装置102に整列するように配置するために、ステージアクチュエータ114の「x」及び「y」並進移動の両方を用いるのではなく、むしろ、ステージアクチュエータ114は、サンプルステージ面112を回転し、その後、例えば、サンプルステージ面112の一半径に等しい、サンプルステージ面112に限定された並進範囲を提供し、それに応じて、サンプルステージ面112の任意の位置をテスト装置102に実質的に整列する。

#### 【0026】

図1を再び参照すると、装置アセンブリ100は、プローブ変更アセンブリ118のような、装置変更アセンブリを含んでいるのが示される。図示されているように、プローブ変更アセンブリ118は、テスト装置102によって使用されるための、複数のプローブを保持するように構成されたフィーチャを含む。図1に示されるように、このフィーチャは、装置アセンブリ基盤116に結合するプローブマガジン120によって提供される。図示されるように、プローブマガジン120は、対応する複数のプローブ用に、複数の位置（ステーション、受け部、ポート、スロットなど）を含む。プローブマガジン120は、プローブマガジン120の下部近くに提供される複数のプローブ位置に対して、上方に延伸するマガジンネック124を含む。マガジンネック124は、オプションとして、装置アセンブリ基盤116に結合されたマガジンアクチュエータ122内に受け止められる。マガジンアクチュエータ122は、プローブマガジン120へ動きを提供するように構成される。一例では、マガジンアクチュエータ122は、ここに更に説明プローブ変更ツールに対して、1以上のプローブを配置するために、プローブマガジン120を下降したり、上昇したりする。

#### 【0027】

図 1 に示されるように、プローブマガジン 120 は、複数のプローブアセンブリを保持するように構成される。例えば、図 1 に示されるように、8 個のステーションは、プローブマガジン 120 上に提供される。一例では、プローブマガジン 120 は、テスト装置 102 で使用する同一のプローブを有する、複数のプローブアセンブリを保持する。他の例においては、プローブマガジン 120 によって保持されるプローブは変わる。例えば、プローブは、様々な、異なる材料、形状、サイズ、機能（例えば、インデンティング、引っかき、引っ張り）などを含む。従って、テスト装置 102 への様々なプローブの実装によって、テスト装置 102 の能力は、実装されたプローブに従って、変化する。例においては、プローブマガジン 120 に格納された同一のプローブによって、テスト装置 102 は、プローブ性能が、時間と共に、変化する、あるいは、劣化するので、自動的に高速で 10  
プローブが変更されるような、略連続な方法で、用いられることができる。言い換えると、プローブ変更アセンブリ 118 は、テスト装置 102 から、摩耗した、あるいは、劣化したプローブを自動的に取り出し、新しいプローブをそこに対応して実装することを可能とする。

#### 【0028】

更に他の例においては、プローブ 120 は、例えば、装置 102 のトランスデューサなどのテスト装置 102 を較正するために用いられる 1 以上の診断プローブを含む。診断プローブは、1 以上の既知のテスト重みを含む。（プローブ変更アセンブリ 118 に）実装されると、既知の重みは、トランスデューサの機械的応答を測定し、適切に、装置アセンブリ 100 用のトランスデューサを較正するために、1 以上の診断スキームにおいて用い 20  
られる。

#### 【0029】

更に他の例においては、プローブマガジン 120 に提供されるプローブは、1 以上のインデックスされた特性を含む。例えば、プローブマガジン 120 に提供されるプローブは、各それぞれのプローブにユニークな、較正データなどの、1 以上の特性を含む。プローブが、プローブマガジンに搭載されると、特性は、マガジン上のプローブ位置にインデックス付けされる。例えば、バーコードがパッケージから、プローブ自身から読取られ、RF IDチップがスキャンされ、カタログ情報が、プローブマガジン 120 と装置アセンブリ 100 に関連したコントローラに入力されるなどする。従って、較正值、プローブ形状、重み、材料などの、各プローブへ対応する特性は、その特定のプローブ位置にインデックス 30  
付けされる。プローブが、対応するプローブ位置（例えば、プローブアセンブリステーション）から取り外され、その後、テスト装置 102 に実装されると、全体の装置アセンブリ 100 のコントローラは、自動的に、新しく実装されたプローブに従って、テスト装置 102 を構成（較正）する。そのような例においては、特定のプローブの種類用のテスト装置 102 の較正は、不要である（特性を確認するために、実行されることが可能だが）。むしろ、プローブの特性は、自動的に、装置アセンブリ 100 によってアクセスされ、これによって、新しく実装されたプローブのユニークな特性に従って、テスト装置 102 を自動的に較正する。

#### 【0030】

図 1 に更に示されるように、プローブ変更アセンブリ 118 は、1 以上のプローブ変更 40  
ツール 128 を含む。図示された例においては、プローブ変更アセンブリ 118 は、ステージ受け部フランジ 126 に実装された複数のプローブ変更ツール 128 を含む。プローブ変更ツール 128 は、ステージ受け部フランジ 126 内に実装され、従って、プローブマガジン 120 とテスト装置 102 の間で、プローブ変更ツール 128 を移動させるために、ステージアクチュエータ 114 を用いる。他の例においては、プローブ変更ツール 128 は、専用アーム上に提供され（ここに説明するように）、テスト装置 102、プローブマガジン 120（及びサンプルステージアセンブリ 110）に対して、移動可能である。

#### 【0031】

図 2 は、（図 1 で以前に示した）サンプルステージ面 112 のステージ受け部フランジ 50

126の詳細透視図を示す。例に示されるように、複数のプローブ変更ツール128は、対応するステージ受け部200に提供される。他のステージ受け部200に示されるように、診断サンプル202が提供される。一例においては、診断サンプル202は、1以上の、テスト装置102（例えば、テスト装置のトランスデューサ）、テスト装置102に実装されたプローブなどを校正するために用いられる。例えば、診断サンプル202は、既知の機械的あるいは電気的特性を有する、アルミニウム、スチールなどの材料を含む。診断サンプル202上のテスト装置102（及び、例えば、新しく実装されたプローブ）をテストすることによって、（プローブ変更ツール128に実装された）プローブの特性と共に、（トランスデューサの）テスト装置の対応する機械的応答が、確認され、新しく実装されたプローブと共に、トランスデューサの性能に従って、テスト装置102を校正するの用に用いられる。

10

#### 【0032】

図2を再び参照すると、プローブ変更ツール128は、ステージ受け部フランジ126に結合しているところを示されている。図2に提供される例において、プローブ変更ツール128のそれぞれは、モータ204及び、モータ204に結合されたドライブキャップ208を含む。一例では、モータ204は、ドライブキャップへの少なくとも一方向への回転を提供する。（プローブ受け部と、プローブ受け部に受け止められるプローブを含む）プローブアセンブリと共に、ドライブキャップ208の回転することは、プローブを回転し、テスト装置102（例えば、テスト装置のトランスデューサ）のプローブを実装（あるいは、取り出し）するために用いられる。プローブ変更ツール128のそれぞれのモータ204は、一例では、一定の特定のトルクを提供する単方向モータである。例えば、プローブ変更ツール128の一つは、テスト装置102に実装されるプローブの実装トルクを提供するように構成される一方、プローブ変更ツール128の他方は、取り出しトルク（反対方向に提供される大きいトルク）を提供し、これによって、テスト装置102からプローブを取り出し、実装する。このように、プローブ変更ツール128は、実装ツールとして指定されたプローブ変更ツールの一つと、取り出しツールとして指定されたプローブ変更ツールの他方と、協働するように、用いられることができる。更に他の例においては、プローブ変更ツール128のモータ204のそれぞれは、両方向回転を提供するように構成される。従って、プローブ変更ツール128のそれぞれは、対応する実装と、テスト装置102からのプローブの取り出しのために、実装及び取り出し回転の両方を提供する。オプションとして、モータ204は、（例えば、トランスデューサのような繊細な装置を保護するために必要なため、トルクを徐々に増加し、減少するために）実装及び取り出し回転方向との間で、調整可能なトルクを提供するように構成される。

20

30

#### 【0033】

一例では、プローブ変更ツール128は、ドライブキャップ208とモータ204との間に配置されたトルク制限クラッチを含む。トルク制限クラッチをここに説明する。一例では、トルク制限クラッチは、実装トルクが制限される、従って、プローブの過剰なトルク及び、テスト装置102のトランスデューサへの対応する破損を防ぐことを保証するように構成された調製可能スリッピングインタフェースを含む。逆に、取り出し回転方向の他の例においては、モータ204は、テスト装置102からプローブを取り外すことを保証するように、より高いトルクを提供する（例えば、トルク制限クラッチによって制限されない）ように構成される。

40

#### 【0034】

図2を再び参照すると、図示されるように、プローブ変更ツール128のそれぞれは、共通する、あるいは、合致する受け部ソケット206を有する。例えば、受け部ソケット206は、共通の方向（例えば、相互に直角）に提供される複数の溝を含み、これによって、例えば、ここに説明されるように、プローブ受け部のフィッティングなど、対応するフィッティングの受け入れを可能とする。他の例においては、受け部ソケット206は、回転を伝達するように構成された形状を含み、卵形、三角形、星形、正方形、溝あるいは隆起などであるが、これらには限定されない、プローブ受け部への共通のインタフェース

50

を提供する。共通の受け部ソケット 206 は、対応する、共通の、及び、合致するソケットフィッティング 308（図 3 において）を有するプローブ受け部の容易な受け入れと回転を可能とする。この共通の受け部ソケット 206 を有するプローブ変更ツール 128 は、従って、受け部ソケット 206 において受け入れられる共通のプローブ受け部によって、プローブの実装あるいは取り外しの 1 以上を実行することができる。ここに説明するように、一例では、プローブ受け部は、プローブ変更ツール 128 のそれぞれに共通の受け部ソケット 206 内への受け入れ用のサイズと形状の（図 3 における）共通で、合致するソケットフィッティング 308 を含む。これとは違い、プローブ受け部のそれぞれのプローブ保持凹所 310 は、これに受け入れられるプローブに従ったサイズをしている。プローブ保持凹所 310 は、プローブ受け部のそれぞれに格納されるそれぞれのプローブのサイズと形状に対応する。従って、プローブ受け部（ここで説明するような）と共に、図 2 に示されるプローブ変更ツール 128 の使用により、異なるサイズと形状を有する様々なプローブタイプは、合致する受け部ソケット 206 を有するプローブ変更ツール 128 と、異なるプローブ保持凹所と共通のソケットフィッティングを有する対応するプローブ受け部 306 との間の共通で、合致するインタフェースによって、テスト装置 102 に実装されることができる。

#### 【0035】

図 3 は、ステージ受け部フランジ 126 と、ステージ受け部フランジ 126 に沿って結合されたプローブ変更ツール 128 の近くに配置されたプローブマガジン 120 の詳細な透視図を示す。図 3 に示されるように、プローブマガジン 120 は、プローブマガジン 120 に沿って配置された複数のプローブアセンブリステーション 300 を含む。例えば、図 3 に示される例においては、プローブマガジン 120 は、8 個の別個のプローブアセンブリステーション 300 を含む。ここに説明されるように、プローブアセンブリステーション 300 は、プローブアセンブリ 302 をそれぞれ保持するように構成される。プローブアセンブリ 302 の例は、図 3 に提供され、プローブ受け部 306 内に受け入れられるプローブ 304 を含む。

#### 【0036】

ここにおいて、以前に記述したように、一例では、プローブ受け部 306 は、プローブ変更ツール 128 の受け部ソケット 206 との対応する受け入れ及び相互フィッティングのためのサイズと形状をしている共通の合致するソケットフィッティング 308 を含む。ソケットフィッティング 308 と対応する受け部ソケット 206 との間の共通のインタフェースは、オプションとして、異なる形状とサイズを有する複数の異なるプローブタイプの、テスト装置 102 への実装を可能とする。図 3 に示されるように、プローブ受け部 306 は、それぞれ、前述のプローブ保持凹所 310 を含む。一例では、プローブ保持凹所 310 は、対応するプローブタイプを受け入れるように構成された形状とサイズを有する。例えば、プローブ受け部 306 の一方は、相補的形狀とサイズを有する対応するプローブを保持するように構成された第 1 の形状とサイズを有するプローブ保持凹所 310 を有する。一方、プローブ受け部 306 の他方は、その中にプローブ 304 の第 2 のタイプを保持するように構成された異なる形状とサイズを有する。プローブ受け部 306 内に保持されるプローブは、例えば、プローブの先端がプローブ受け部 306 内（例えば、プローブ保持凹所 310 内）に提供されて、「プローブダウン（probe down）」のように提供される。

#### 【0037】

図 3 に示されるプローブマガジン 120 を再び参照すると、プローブマガジン 120 は、複数のプローブアセンブリステーション 300 を含む。一例では、プローブアセンブリステーション 300 のそれぞれは、内部にプローブ受け部 306 を受け入れるようなサイズと形状の対応する扱いブロング（handling prong）301 を含む。扱いブロング 301 は、プローブ受け部 306、従って、プローブアセンブリステーション 300 のそれぞれにおけるプローブアセンブリ 302（その中のプローブ 304 を含む）の保持を可能とする。扱いブロング 301 は、プローブ取替え（及び収納）のためのインデックス付けされ

た位置において、プローブ受け部 306 を信頼性良く配置し、これによって、ステージアクチュエータ 114 などのアクチュエータの動作によって、プローブ変更ツール 128 と、プローブ受け部 306 のそれぞれのソケットフィッティング 308 との間に整列を達成することを保証する。例えば、図 3 に示されるように、プローブ変更ツール 128 は、（左から）4 番目のプローブアセンブリステーション 300 において提供されるプローブアセンブリ 302 と整列される。一例では、プローブアセンブリステーション 300 は、例えば、装置アセンブリ 100 のコントローラによって、インデック付けされ、これによって、プローブアセンブリステーション 300 のそれぞれとの 1 以上の整列構成に、プローブ変更ツール 128 を移動するステージアクチュエータ 114 に容易に配置される。同様に、テスト装置 102 からプローブが取り出されるように、プローブ変更ツール 128 は、空プローブアセンブリステーション 300 と容易に整列され、これによって、対応するプローブアセンブリステーション 300 のそれぞれに、（プローブ受け部 306 に収容された）摩耗したあるいは異なるプローブを配置する。後のときに、摩耗したプローブ（およびそれらのプローブ受け部 306）は、取り外され、プローブ受け部 306 に提供される、新しい（あるいは、異なって構成された）プローブ 304 を含む、対応する新しいプローブアセンブリ 302 と取り替えられる。

#### 【0038】

更に別の例においては、プローブマガジン 120 は、例えば、中に診断プローブを含むために（前述したように）、1 以上のプローブアセンブリステーション 300 に構成される。一例では、診断プローブは、テスト装置 102 に較正機能を提供するように構成された既知の重みを有する 1 以上の重み付けプローブを提供する。一例においては、プローブマガジン 120 は、プローブアセンブリステーション 300（左から数えて、ステーション 7 として指定されている）に提供される第 1 の診断プローブと、第 2 のプローブアセンブリステーション（例えば、左から数えて 8 番目のステーション）に異なる重みを有する第 2 の診断プローブとを含む。診断プローブは、直列にテスト装置 102 と結合し、従って、テスト装置 102 の機械的応答の測定を可能にするために、テスト装置 102 に既知の重みを関連付ける。診断プローブのそれぞれで測定される機械的応答は、従って、テスト装置 102（テスト装置のトランスデューサ）の機械的応答の基準線を提供するために用いられ、これによって、将来の使用のために、テスト装置 102 を較正する。

#### 【0039】

図 3 を再度参照すると、動作中、ステージ受け部フランジ 126 に沿ったプローブ変更ツール 128 などのプローブ変更ツールは、プローブマガジン 120 に整列される。例えば、プローブ変更ツール 128 は、図示されたように、プローブアセンブリステーション 300 の 4 番目のステーションに整列される。一例では、プローブマガジン 120 は、マガジンアクチュエータ 122 などの、アクチュエータによって、プローブ変更ツール 128 まで下降される。他の例においては、プローブ変更ツール 128 を含むサンプルステージ面 112 は、ステージアクチュエータ 114 の一つとして提供される「z」アクチュエータによって、プローブマガジン 120 まで上昇される。プローブ変更ツール 128 とプローブアセンブリステーション 300 は、近傍まで持ってこられるので、ソケットフィッティング 308（プローブ受け部 306 のそれぞれに渡って合致する構成を有する）は、受け部ソケット 206 によって受け入れられる。受け部ソケット 206 によって受け入れられるソケットフィッティング 308 によって、望ましいプローブアセンブリステーション 300 におけるプローブアセンブリ 302 は、プローブ変更ツール 128 と結合される。一例では、ステージアクチュエータ 114（例えば、並進動作によって）は、プローブマガジン 120 から外側に向かって、プローブ変更ツール 128 を移動し、従って、プローブアセンブリ 302 を、扱いブロング 301 から離脱する。プローブ受け部 306 をプローブマガジン 120 から取り外した後、プローブマガジン 120 は、オプションとして、上昇され、あるいは、サンプルステージ面 112 は、プローブマガジン 120 に対し下降され、プローブ変更ツール 128 がプローブマガジン 120 と非接触であることを保証する。プローブ変更ツール 128 と結合したプローブ受け部 306 により、プローブ変更



ツール１２８は、テスト装置１０２への関連するプローブの実装の準備が（図４に示されるように、プローブ変更ツール１２８をテスト装置１０２に整列した後に）できる。

【００４０】

図４は、テスト装置１０２と整列するように移動されたプローブ変更ツール１２８を示す。図示されるように、プローブ変更ツール１２８とその上のプローブアセンブリ３０２は、テスト装置１０２のトランスデューサ４００と整列される。一例では、トランスデューサ４００は、複数のキャパシタプレートを含む、容量性トランスデューサである。プローブ３０４は、容量性トランスデューサ４００の中間（移動可能）プレートに結合される。実装が望まれる場合には、整列されたプローブ変更ツール１２８が上昇され、あるいは、テスト装置１０２が、プローブ変更ツール１２８に対し下降される。装置アセンブリ１００の対応するコンポーネントを上昇あるいは下降することは、従って、プローブ３０４を、トランスデューサ４００の極近傍に移動する。プローブ変更ツール１２８は、プローブ変更ツール１２８（その上に受け部ソケット２０６を有するドライブキャップ２０８）を回転するように動作される。回転は、受け部ソケット２０６を介して、プローブ受け部３０６のソケットフィッティング３０８に伝達され、対応して、プローブ受け部３０６のプローブ保持凹所３１０に受け入れられるプローブ３０４に伝達される。プローブ３０４とトランスデューサ４００が対応するねじ、相互フィッティング面などを含む場合、回転は、プローブ３０４をトランスデューサ４００に実装する。

10

【００４１】

一例においては、プローブ変更ツール１２８は、ここに説明したように、トルク制限クラッチを含む。反対トルクは、プローブ３０４を介して、トランスデューサ４００とのかみ合いをきつくすることによって伝達されるので、反対トルクは、プローブ変更ツール１２８のトルク制限クラッチのトリガをかけ、ドライブキャップ２０８とモータ２０４との間のすべりを可能とする。ドライブキャップ２０８とモータ２０４との間のすべりは、トランスデューサ内へのプローブ３０４の過大トルクを実質的に防ぎ、トランスデューサへの対応する損傷が、これによって、実質的に防止される。

20

【００４２】

プローブ３０４の、テスト装置１０２のトランスデューサ４００への実装の後、プローブ変更ツール１２８は、トランスデューサ４００に対し、引き込まれる。例えば、プローブ変更ツール１２８と共に、プローブ受け部３０６は、テスト装置１０２に対して下降され（他の例においては、テスト装置１０２が上昇される）、これによって、プローブ受け部３０６を、プローブ３０４から離脱する。プローブ受け部３０６は、その後、（例えば、サンプルステージ面１１２の移動によって）その時点で空となったプローブ受け部３０６を、対応する空のプローブアセンブリステーション３００（図３に示される）と整列するように再配置される。空のプローブ受け部３０６は、その後、将来の使用のために、プローブアセンブリステーション３００の一つに格納される。他の例において、プローブ３０４の取り出しが必要な場合（摩耗のため、異なるプローブタイプが必要、など）、プローブ受け部３０６（以前にプローブが実装されていたものから空になった）は、プローブ変更ツール１２８と結合され、テスト装置１０２と整列され、従って、これからプローブ３０４を取り出す。

30

40

【００４３】

取り出しのため、空のプローブ受け部３０６は、テスト装置１０２と整列するように移動され、プローブ変更ツール１２８とテスト装置１０２の１つ以上は、テスト装置１０２を、プローブ受け部３０６に対し、近傍の位置に持ってくるよう移動される。プローブ受け部３０６は、その中にプローブ３０４（例えば、摩耗したプローブ）を受け入れる。プローブ変更ツール１２８は、実装方向と逆方向に回転し、従って、プローブ３０４を、テスト装置１０２から離脱する。使用されたプローブ３０４は、プローブ受け部３０６と共に、テスト装置１０２から取り外され、一例では、空のプローブアセンブリステーション３００のプローブマガジン１２０（図３参照）に格納される。

【００４４】

50

一例においては、プローブ 304 をテスト装置 102 から離脱するために用いられる取り出しトルクは、プローブ変更ツール 128 での実装動作において提供される実装トルクに対して、より大きいトルクである。例えば、トルク制限クラッチは、取り出しの間に用いられる反対の回転では駆動されない。従って、より大きい取り出しトルクで、プローブ 304 は、テスト装置 102 から容易に取り外される。プローブ 304 は、取り出すとき、強く締め付けすぎることにはできないので、より大きいトルクは、テスト装置 102 からのプローブ 304 の取り外しを保証するために用いられる。

#### 【0045】

オプションとして、テスト装置 102 のトランスデューサ 400 は、ここで、以前に記述したように、1 以上の診断プローブで較正される。そのような例においては、診断プローブ（例えば、異なる、且つ、既知の重みを有する診断重み）の実装と取り出しは、ここに記述したように、プローブ 304 の実装あるいは取り出しに対し、実質的に同一の方法で実行される。

#### 【0046】

図 5A は、プローブ変更ツール 128 などのプローブ変更ツールの一例を示す。ここで、以前に記述したように、プローブ変更ツール 128 は、図 1 に示される、プローブ変更アセンブリ 118 のようなプローブ変更アセンブリと共に使用可能である。他の例においては、プローブ変更ツール 128 は、図 7 に図示され、記述されるプローブ変更アセンブリ 704 などの他のプローブ変更アセンブリにおいて用いられることができる。図 5A を再び参照すると、プローブ変更ツール 128 は、ドライブキャップ 208 と結合されるモータ 204 を含む。プローブの 1 以上のタイプ用のサイズと形状のプローブ保持凹所 310 を含むプローブ受け部 306 は、ドライブキャップ 208 に結合される。モータ 204 は、ドライブキャップ 208 に回転を提供し、プローブ受け部 306 とプローブ保持凹所 310 内のプローブ（図 3 に示されるプローブ 304 を参照）に、対応する回転を提供するように構成される。一例においては、モータ 204 は、例えば、プローブ 304 用の実装あるいは取り外し方向の、単一の方向に回転を提供するように構成される。他の例においては、モータ 204 は、例えば、プローブ 304 を、図 4 に示されるテスト装置などのテスト装置 102 から離脱するために、例えば、取り外し方向のプローブ 304 の回転と共に、実装方向のプローブ 304 の回転の、両方向動作を提供する。

#### 【0047】

オプションとして、プローブ変更ツール 128 は、ここに記述するように、トルク制限クラッチ 500 を含む。一例においては、トルク制限クラッチ 500 は、例えば、実装方向において、プローブ 304 と繊細な装置に印加されるトルクの量を制限するために、ドライブキャップ 208 とモータ 204 の間のすべりインタフェースを提供するように動作可能である。実装方向にプローブ 304 へ提供されるトルクの量を制限することによって、対応する制限が、図 4 に示されるトランスデューサ 400 へのトルクの印加用に提供され、トランスデューサ 400 への損傷（例えば、反対プレートに対する、トランスデューサ 400 の中央プレートの過大回転）が、これにより防止される。トルク制限クラッチ 500 の一例が図 5B に示され、ここに更に記述される。

#### 【0048】

図 5A を再び参照すると、ドライブキャップ 208 は、プローブ受け部 306 に結合されているところが見られる。以前に記述したように、プローブ受け部 306 は、図 4 に示されるテスト装置 102 からのプローブ 304 の実装と取り外しのために、ドライブキャップ 208 へのプローブ 304 の結合を促進する共通フィッティング及びインタフェースを提供する。プローブ受け部 306 は、ドライブキャップ 208 とプローブ 304 の間の共通インタフェースを提供する。逆に、プローブ保持凹所 310 は、中に設けられる、対応したサイズと形状のプローブ 304 の受け入れのためのサイズと形状をした凹所を提供する。従って、プローブ受け部 306 は、ドライブキャップ 208 との共通インタフェースを提供し、一方、その中の様々な異なるプローブタイプの 1 以上の保持のためのサイズと形状を有するカスタム化された凹所を提供する。従って、プローブ変更ツール 12

10

20

30

40

50

8 は、プローブ受け部 306 の合致するインタフェースと結合するように構成され、これによって、オプションとして、様々なサイズと形状を有する、1 以上のプローブ 304 を実装及び取り外しする。

【0049】

プローブ受け部 306 と共に用いるための受け部ソケット 206 の一例が、図 5B に断面で示されている。プローブ受け部 306 のソケットフィッティング 308 は、ドライブキャップ 208 の受け部ソケット 206 と対応した形状とサイズをしている。ソケットフィッティング 308 を受け部ソケット 206 と整列することにより、共通のインタフェースが、ドライブキャップ 208 とプローブ受け部 306 との間に提供され、実装回転と取り出し回転の 1 以上は、プローブ受け部 306 と、プローブ保持凹所 310 内に配置されるプローブ 304 へと伝達される。

10

【0050】

図 5B は、例えば、図 1 において以前に示され、図 5A に更に示されたプローブ変更ツール 128 の断面図である。トルク制限クラッチ 500 の一例が、図 5B に示されている。トルク制限クラッチ 500 は、モータシャフト 502 とドライブキャップ 208 との間の中間インタフェースを提供する。例えば、トルク制限クラッチ 500 は、クラッチスリーブ 506 の周りに延伸するリングクランプ 504 を含む。クラッチスリーブ 506 は、一例では、ドライブキャップ 208 に固定的に結合され、モータシャフト 502 に選択的に、且つ、滑ることが可能なように結合される。リングクランプ 504 を、リングファスナー 508 などのファスナーで締め付けることは、クラッチスリーブ 506 を、モータシャフト 502 の周りに締め付け、モータシャフト 502 とクラッチスリーブ 506 との間の選択的グリップ及び滑りかみ合いを提供する。十分な反対トルクが、ドライブキャップとクラッチスリーブ 506、208 に提供されるので（例えば、プローブ 304 は、トランスデューサ 400 に締め付けられるので）、クラッチスリーブ 506 とモータシャフト 502 の摩擦フィッティングは、ドライブキャップ 208 とクラッチスリーブ 506 が、（回転し続ける）モータシャフト 502 に対し滑ることができるように、乗り越えられる。リングファスナー 508 の一例は、図 5A と 5B に示される、止めねじ 508 などの止めねじを含む。一例においては、リングクランプ 504 は、リングクランプ 504 の端のそれぞれにおける、反対にねじを切られた開口部を含み、これによって、リングファスナー 508 の締め付けあるいは緩め、クラッチスリーブ 506 の周りの、リングクランプ 504 の対応する締め付けあるいは緩め、を可能にする。一例では、リングファスナー 508 は、累進的になっており、従って、リングファスナー 508 の対応する回数の回転あるいは部分回転は、モータシャフト 502 との間の対応するクラッチかみ合いを提供する。例えば、リングファスナー 508 の設定された回数の回転により、対応するトルクは、クラッチスリーブ 506 に、クラッチスリーブ 506 とモータシャフト 502 との間の摩擦かみ合いを乗り越えさせ、従って、ドライブキャップ 208 とモータシャフト 502 の間の滑りを可能とする。

20

30

【0051】

他の例においては、トルク制限クラッチ 500 は、リングクランプ 504 と協働するように用いられる、傾斜クランプ 508 を含む。図 5B に示される傾斜クランプ 508 は、リングクランプ 504 とクラッチスリーブ 506 の間に少なくとも部分的に受け入れられるテーパを有する。リングクランプ 504 を締め付けることは、従って、傾斜クランプ 508 を締め付け、これによって、更に、クラッチスリーブ 506 を締め付ける。言い換えると、リングクランプ 504 と傾斜クランプ 508 は、モータシャフト 502 とクラッチスリーブ 506 との間の選択的な滑りインタフェースを提供するために、クラッチスリーブ 506 を、モータシャフト 502 の周りに締め付けるように協働する。

40

【0052】

一例においては、2 つのプローブ変更ツール 128 は、プローブ 304 の取り出し、及び、実装のために用いられる。実装ツール 128 のトルク制限クラッチ 500 は、取り外しツール 128 のトルク制限クラッチ 500 に対するより小さな反対トルクでの滑りかみ

50

合いを提供するように構成される。例えば、リングクランプ 504（及び、オプションの傾斜クランプ 508）は、取り外しプローブ変更ツール 128 に比べ、実装のためのプローブ変更ツール 128 のために、より低い度合いで締め付けられる（例えば、リングクランプ 504 は、取り外しツールのために、より高い度合いで締め付けられる）。従って、実装プローブ変更ツール 128 は、実装中、より低いトルクで、モータシャフト 502 とドライブキャップ 208 の間の滑りかみ合いを提供し、取り出しプローブ変更ツール 128 は、プローブ 304 を締め付けすぎてしまうこと及び対応するトランスデューサ 400 の損傷のリスクを、取り外しの間（実装に対して）最小化するので、比較的大きいトルクで、滑りかみ合いを提供する。取り外しプローブ変更ツール 128 と共に、トルク制限クラッチ 500 を含むことにより、取り外しの間、トランスデューサ 400 への損傷の最小のリスクさえ、更に、減少される。

10

#### 【0053】

図 6A 及び 6B は、プローブ受け部 306 の一例を示す。プローブ受け部 306 は、プローブ保持凹所 310 と、ソケットフィッティング 308 を含むソケット面 602 を含む、プローブ面 600 を含む。最初に図 6A を参照すると、プローブ保持凹所 310 は、中に対応するサイズと形状のプローブ 304 を受け入れるためのサイズと形状をした例示的星形構成を有することが示されている。ここで、以前に記述したように、プローブ保持凹所 310 は可変され、従って、内部に、同様なサイズと形状をしたプローブ 304 を受け入れ、ぴったりと保持するためのサイズと形状をした凹所を提供する。一例では、プローブ 304 は、1 以上の形状、サイズなどによって変化する。更に他の例においては、プローブ 304 は、プローブ構成の材料、プローブ機能（例えば、プローブを押すあるいは引く、引っかきプローブ、インデンテーションプローブなど）を含むが、これらには限定されない他の特性によって変化する。

20

#### 【0054】

図 6A に示されるように、例示的プローブ受け部 306 は、星形プローブ保持凹所 310 を含む。星形プローブ保持凹所 310 は、ここに説明するように、受け入れられるプローブ 304 の形状に対応する。一例では、プローブ 304 は、プローブ保持凹所 310 と同一の形状を有する。他の例においては、プローブ 304 は、プローブと凹所の間の角、溝、隆起などの部分集合の対応に従って、プローブ保持凹所 310 と対応する形状を有する。例えば、例示的プローブ 304 は、正方形の形状を有し、正方形の形状の角は、星形プローブ保持凹所 310（例えば、星形は、2 つの正方形をプローブの形状に合致され、互いに対して、45 度回転することによって形成される）の角（溝）の部分集合に対応する。図 6A に提供される例に示されるように、プローブ保持凹所は、8 つの角（溝）を持っている。対応する正方形形状プローブ 304 をプローブ保持凹所 310 に配置することによって、プローブ 304 の 4 つの角は、プローブが（例えば、取り外しの間）凹所に配置されるので、凹所 310 の 4 つの対応する角の部分集合に容易に嵌る。言い換えると、プローブ 304 は、プローブ 304 の対応する角の数より多い、凹所 310 の複数の角（溝）のために、受け入れの間、プローブ保持凹所 310 に対し、容易に、「ジョグ（jogs）」し、これによって、プローブと凹所の間の整列外れの何れの可能性も最小化する。更に他の例においては、プローブ保持凹所 310 は、オプションとして、凹所 310 内へのプローブ 304 の受け入れを促進するために、テーパ 603 を含む。プローブ 304 は、凹所 310 内に下降されるので、テーパ 603 は、凹所 310 の対応するフィーチャと整列される配置位置にプローブ 304 を導く。

30

40

#### 【0055】

プローブ保持凹所 310 の変形の一例が、より大きいプローブ 304 の受け入れのために、図 6A に点線で提供されている。他の例においては、プローブ保持凹所 310 は、相補的な、その中に対応するプローブ 304 をぴったり受け入れ、図 4 に示されるように、（例えば、トランスデューサ 400 内に実装するために）テスト装置 102 のプローブ 304 へ、プローブ受け部 306 から回転を伝達するように構成された正方形あるいはひし形形状の凹所形状、卵形などを有する。図 6A に示されるプローブ保持凹所 310 は、そ

50

の中にプローブの先端を受け入れるサイズと形状をしている。従って、プローブの実装端は、テスト装置 102 のトランスデューサ 400 の対応するソケット内への実装のために、プローブ保持凹所 310 から外に延伸する。

#### 【0056】

図 6A に更に示されるように、プローブ受け部 306 は、1 以上のフランジ 606 と、フランジ 606 の間に伸びるネック 608 を含む。一例においては、ネック 608 と協働する 1 以上のフランジ 606 は、扱い面 604 を提供する。一例においては、扱い面 604 は、複数のプローブ受け部 306 の間に反映する (mirrored) 合致する扱い面である。扱い面 604 は、これによって、図 3 に示されるプローブマガジン 120 の扱いブロング 301 によって、容易に、相互フィット及び相互作用される。従って、複数の異なるプローブ 304 (サイズ、形状などが異なる) は、プローブ受け部 306 によって保持され、そして、図 3 に示されるように、扱いブロング 301 によって、合致するプローブアセンブリステーション 300 に保持される。プローブ受け部 306 は、扱い面 604 によって、プローブアセンブリステーション 300 に保持される。扱いブロング 301 と扱い面 604 は、更に、1 以上のプローブ変更ツール 128 に対し、プローブ受け部 306 (及びプローブ 304) を配置するのに用いられる。例えば、図 1 に示されるように、プローブマガジン 120 は、マガジンアクチュエータ 122 によって移動され、あるいは、正しい位置に保持され、ステージアクチュエータ 114 は、中にプローブ受け部 306 とプローブ 304 を有するプローブアセンブリの 1 以上と整列するように、プローブ変更ツール 128 を移動する。プローブ受け部 306 のプローブ変更ツール 128 との整列と結合の後、その上にプローブ変更ツール 128 を含むプローブマガジン 120 あるいは、サンプルステージ面 112 は、プローブ受け部 306 をプローブアセンブリステーション 300 から離脱し、その後、テスト装置 102 へのプローブ 304 の実装を可能とするために、扱いブロング 301 に対して移動される。

#### 【0057】

図 6B は、プローブ受け部 306 の対向するソケット面 602 を示す。ソケット面 602 は、ソケットフィッティング 308 を含む。図示されるように、ソケットフィッティング 308 は、オプションの整列ピン 612 と複数のドライブフランジ 614 を含む。プローブ受け部 306 は、一例では、プローブマガジン 120 内での保持のためのサイズと形状をした複数のプローブ受け部 306 の一つである。ソケットフィッティング 308 は、例えば、ここで、以前に記述したように、プローブ変更ツールの受け部ソケット 206 を有する、プローブ変更ツール 128 との合致するインタフェースを提供する。動作中、プローブマガジン 120 のプローブ受け部 306 は、プローブ変更ツール 128 の受け部ソケット 206 と整列される。一例では、プローブ変更ツール 128 は、プローブ受け部 306 と整列するように移動され、これによって、整列ピン 612 を受け部ソケット 206 と整列する。他の例においては、プローブマガジン 120 は、プローブ変更ツール 128 に対して、移動される。あるいは、受け部ソケット 206 を整列ピン 612 と整列するための、プローブ変更ツール 128 とプローブマガジン 120 の移動のある組み合わせがある。整列ピン 612 が、受け部ソケット 206 と整列されるので、プローブ受け部 306 とプローブ変更ツール 128 の間の仰角は、整列ピン 612 を受け部ソケット 206 内に配置するために減少される。プローブ受け部 306 が受け部ソケット 206 内に配置されるので、ドライブフランジ 614 は、自然に、受け部ソケット 206 の対応する溝に落ち込むか、あるいは、受け部ソケット 206 の対応する溝内への、ドライブフランジ 614 の受け入れを促進するように構成された 1 以上のフィーチャを有するかのいずれかである。例えば、ドライブフランジ 614 は、受け部ソケット 206 内のプローブ受け部 306 の受け入れを保証するように構成され、他の例では、ドライブフランジ 614 (及び、オプションとして、整列ピン 612) が磁氣的であり、それによって、受け部ソケット 206 の対応する鉄製部分 (受け部ソケット 206 の底あるいはその中における鉄製部分) へと、それら自体に自然にバイアスがかかるように構成された、1 以上の傾斜、テーパなどを含む。磁気ドライブフランジ 614 は、更に、プローブ変更ツールの回転と、ツール 1

28のアセンブリと、例えばプローブマガジン120とテスト装置102との間のプローブアセンブリ302（例えばプローブ304および受け部306）の移動の間、プローブ受け部306を、受け部ソケット206と、プローブ変更ツール128（単一の密着性のユニットとして）へと保持する。

#### 【0058】

整列ピン612及びドライブフランジ614を含むソケットフィッティング308は、プローブ変更ツール128に対して、プローブ受け部306及び、対応して、ここに収容されたプローブ304（及び、プローブ受け部306と、プローブ変更ツール128に結合されたプローブ304がトランスデューサに整列されるときの、トランスデューサ400）の信頼性のある整合した配置を提供するよう協働する。従って、プローブ変更ツール128とトランスデューサ400に対するプローブ304の整列外れは、プローブ変更アセンブリ118と共に用いられるとき、ソケットフィッティング308の受け部ソケット206への合致した相互フィッティングによって実質的に最小化される。従って、プローブ受け部306、受け部によって提供される共通のインタフェース、対応するプローブ保持凹所310内に受け入れられるプローブ304により、プローブ変更アセンブリ118は、テスト装置102などの単一の装置からの、異なるサイズと形状を有する様々なプローブを実装し、取り外すように構成される。様々なプローブ形状間の整列外れは、対応する合致するソケットフィッティング308を有する合致するプローブ受け部304を用いることにより実質的に防止され、これにより、プローブ変更ツール128との共通インタフェースを提供する。

#### 【0059】

図7は、プローブ変更アセンブリ704の他の例を含む装置アセンブリ700の他の例を示す。装置アセンブリ700のコンポーネントの少なくとも幾つかは、図1で以前に示し、ここで記述した装置アセンブリ100のコンポーネントと同様である。例えば、装置アセンブリ700は、装置アセンブリ基盤116を含む。サンプルステージアセンブリ110は、装置アセンブリ基盤116に結合され、アセンブリ110のサンプルステージ面702は、1以上のステージアクチュエータ114によってアセンブリ基盤116に結合される。一例では、ステージアクチュエータ114は、例えば、サンプルステージ面702の「x」、「y」、「z」移動などの、1以上の移動の軸を提供する。更に他の例においては、ステージアクチュエータ114は、装置アセンブリ700の残り部分（例えば、テスト装置102を含む）に対してサンプルステージ面702を回転するように構成された回転可能（ ）作動ステージを含む。

#### 【0060】

図7に更に示されるように、装置アセンブリ700は、装置アセンブリ基盤116に結合されたテスト装置102を含む。図7に示されるように、装置アセンブリ基盤116は、サンプルステージ面702に対して、テスト装置102を（例えば、主装置マウント上に）配置するように、サンプルステージアセンブリ110の上部に渡って（アーチとして）延伸する。一例では、テスト装置102は、サンプルステージ面702上に配置される1以上のサンプルに対してプローブを移動するように構成されたトランスデューサを含む。例えば、テスト装置102は、インデンテーション、押し（圧縮負荷）、引っ張り（張力負荷）、引っかき、電気特性テストなどを含むが、これらには限定されない1以上のテストスキームのために構成される。一例では、テスト装置102は、テスト装置102から延伸し、サンプルステージ面702上のサンプルをテストするように構成されたプローブに結合した、図4に示されるトランスデューサ400などのトランスデューサを含む。図7に示される例においては、オプションの光装置104は、テスト装置102に隣接して提供される。光装置104は、サンプルステージ面702上に配置されたサンプル上のテスト位置を特定するための視覚手段を提供する。光装置104とテスト装置102（テスト装置のプローブ）との間の間隔は、既知の距離である。従って、テスト位置が、光装置104によって特定されると、テスト装置102あるいはサンプルステージ面702の1以上は、光装置104に対して移動され、従って、テスト装置102を、特定されたテ

スト位置に整列する。

【 0 0 6 1 】

図 7 に更に示されるように、装置アセンブリ 7 0 0 は、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 などの装置変更アセンブリを含む。図示されるように、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 は図 1 において、以前に図示し、記述した、プローブ変更アセンブリ 1 1 8 でも見られる少なくとも幾つかのコンポーネントを含む。例えば、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 は、装置アセンブリ基盤 1 1 6 (例えば、テスト装置 1 0 2 用の装置マウント)と結合されるプローブマガジン 7 0 6 を含む。一例では、プローブマガジン 7 0 6 は、装置アセンブリ基盤 1 1 6 に静的に搭載され、これによって、1 以上のプローブ変更ツール 1 2 8 を含む、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 の残り部分に対して、望ましい位置に保持される。他の例においては、プローブマガジン 7 0 6 は、図 1 に示されるマガジンアクチュエータ 1 2 2 などの専用プローブアクチュエータを含む。マガジンアクチュエータ 1 2 2 は、プローブ変更ツール 1 2 8 に対するプローブマガジン 7 0 6 の配置を可能とする。プローブマガジン 7 0 6 は、少なくとも幾つかの点で、図 3 に示されるプローブマガジン 1 2 0 のプローブアセンブリステーション 3 0 0 に同様な複数のプローブアセンブリステーションを含む。例えば、アセンブリステーションのそれぞれは、ここに受け入れられるプローブを有するプローブ受け部を含むプローブアセンブリを保持するように構成される。

10

【 0 0 6 2 】

図 7 に更に示されるように、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 は、プローブマガジン 7 0 6 と共に、サンプルステージ面 7 0 2 とテスト装置 1 0 2 に対して、プローブ変更ツール 1 2 8 を移動する 1 以上の機構を含む。例えば、図示されるように、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 は、移動可能アーム (例えば、伸縮アーム 7 0 8 ) 及び、伸縮アーム 7 0 8 の端に提供される 1 以上のプローブ変更ツール 1 2 8 を含む。ここに後に説明するであろうように、一例においては、プローブ変更ツール 1 2 8 は、実質的に同一である。例えば、プローブ変更ツールのそれぞれは、取り外し回転と共に、実装回転の一つ、あるいは、両方を提供するように構成される。他の例においては、プローブ変更ツール 1 2 8 の一つは、取り外し回転を提供するように構成され、プローブ変更ツール 1 2 8 の他方は、実装回転を提供するように構成される。一例では、実装回転は、テスト装置 1 0 2 に結合されるプローブに制限されたトルクを印加し、これによって、中のキャパシタなどの任意の繊細な電子装置を含む、テスト装置 1 0 2 の過大トルクを防止する。

20

30

【 0 0 6 3 】

動作中、伸縮アーム 7 0 8 は、プローブマガジン 7 0 6 とテスト装置 1 0 2 に対する、プローブ変更ツール 1 2 8 の配置を可能とする。言い換えると、伸縮アーム 7 0 8 は、プローブ変更ツール 1 2 8 と、プローブマガジン 7 0 6 とテスト装置 1 0 2 の間で、プローブ変更ツール 1 2 8 に結合されるプローブアセンブリを移動する機構を提供する。

【 0 0 6 4 】

ここに記述されるように、一例では、伸縮アーム 7 0 8 は、アーム基盤と伸縮アーム 7 0 8 との間に結合されるアクチュエータを有するアーム基盤に対して、移動可能である。他の例においては、受動的素子が、伸縮アームの動きを促進するために、伸縮アームに含まれる。例えば、一例では、伸縮アームは、アーム突起を含む。突起アンカーは、(装置アセンブリ基盤 1 1 6 に結合された)装置アセンブリ 7 0 0 の残り部分に提供される。アーム突起は、伸縮アーム 7 0 8 と、その上のプローブ変更ツール 1 2 8 の移動が望まれるときに、突起アンカーと結合される。図 7 に示される図において、伸縮アーム 7 0 8 は、実質的に引き込まれ、あるいは、取り込まれた位置において提供されている。図示されているように、プローブ変更ツール 1 2 8 は、サンプルステージ面 7 0 2 に重ね合う位置から離れて配置される。従って、サンプルステージ面 7 0 2 の使用可能面積は、プローブ変更ツール 1 2 8 の取り込みによって最大化される。テスト装置 1 0 2 へのプローブの取り外し、あるいは、実装が望まれるときは、伸縮アーム 7 0 8 は、プローブマガジン 7 0 6 とテスト装置 1 0 2 へのアクセスを提供するために、(例えば、サンプルステージ面 7 0 2 の一部の上部に渡って)展開される。

40

50

## 【 0 0 6 5 】

図 8 は、展開された構成における、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 を示す。伸縮アーム 7 0 8 は、(伸縮アームに結合されたアーム基盤を含む)プローブ変更アセンブリ 7 0 4 の残り部分に対して、展開される。示されたように、プローブ変更ツール 1 2 8 の一つは、テスト装置 1 0 2 のプローブ 8 0 0 と整列される。図 8 に更に示されるように、伸縮アーム 7 0 8 は、サンプルステージ面 7 0 2 の一部に渡って展開される。つまり、その上のプローブ変更ツール 1 2 8 を含む伸縮アーム 7 0 8 の一部は、サンプルステージ面 7 0 2 の一部と共に延伸し、あるいは、これと整列される。サンプルステージ面 7 0 2 の一部の上部に渡って、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 を設けることによって、装置アセンブリ 7 0 0 の全体のフットプリントは最小化される。例えば、プローブの取り外しと実装が望まれるならば、伸縮アーム 7 0 8 とプローブ変更ツール 1 2 8 を含むプローブ変更アセンブリ 7 0 4 の一部は、必要に応じて、サンプルステージ面 7 0 2 の上部に渡って配置され、これによって、テスト装置 1 0 2 に対しプローブを取り外し及び実装をすることを可能とする。プローブの実装と取り外しがもう望まれないならば、例えば、プローブのテスト装置 1 0 2 への実装及び較正の後、伸縮アーム 7 0 8 は、図 7 に示される構成に取り込まれる。従って、サンプルステージ面 7 0 2 は、完全に現れ、これによって、サンプルステージ面 7 0 2 の実質的に全体への、テスト装置 1 0 2 によるアクセスを可能とする。

10

## 【 0 0 6 6 】

図 9 A は、プローブ変更アセンブリ 7 0 4 のアームアセンブリ 9 0 1 の一例を示す。示されるように、アームアセンブリ 9 0 1 は、アーム基盤 9 0 0 に移動可能なように(伸縮するように)結合される伸縮アーム 7 0 8 を含む。キャリッジ 9 0 4 は、アーム基盤 9 0 0 と伸縮アーム 7 0 8 の間の移動インタフェースを提供する。キャリッジ 9 0 4 は、オプションとして、アーム基盤 9 0 0 に沿って提供される 1 以上のキャリッジレール 9 0 6 に沿って、伸縮アーム 7 0 8 と共に移動可能である。ここに例において記述されるように、伸縮アーム 7 0 8 は、キャリッジ 9 0 4 からプローブ変更ツール 1 2 8 へと延伸する長尺梁と共に示されている。他の例においては、伸縮アーム 7 0 8 は、複数部品アームである。伸縮アーム 7 0 8 のそれぞれの部品は、独立に(例えば、専用アクチュエータによって)、あるいは、ジグザグ伸縮の方法で延伸する複数部品アームのように、ユニットとして移動する。

20

## 【 0 0 6 7 】

ここに記述されるように、一例では、伸縮アーム 7 0 8 は、引っ張り突起 9 1 0 と共に提供される。一例では、引っ張り突起 9 1 0 は、プローブ変更ツール 1 2 8 に隣接した伸縮アーム 7 0 8 の端において提供されるポストを含む。図 9 A において示されるように、引っ張り突起 9 1 0 は、突起アンカー 9 1 2 の対応する部分内に受け入れられる。図 7 及び 8 に示されるように、突起アンカー 9 1 2 は、装置アセンブリ 7 0 0 の一部に結合される。例えば、突起アンカー 9 1 2 は、装置マウントに結合され(また、テスト装置 1 0 2 に結合され)、突起アンカーは、装置アクチュエータ 1 0 6 によって移動可能である。他の例においては、突起アンカー 9 1 2 は、装置アセンブリ基盤 1 1 6 と結合する。装置アクチュエータ 1 0 6 と結合した突起アンカー 9 1 2 により、突起アンカー 9 1 2 は、引っ張り突起 9 1 0 に対し、垂直に(例えば、上下に)移動可能で、突起アンカー 9 1 2 を、引っ張り突起 9 1 0 の周りに配置する。

30

40

## 【 0 0 6 8 】

更に他の例においては、アームアセンブリ 9 1 0 は、伸縮アーム 7 0 8 とアーム基盤 9 0 0 の間に結合されるアームアクチュエータ(図 9 A において点線で示される)を含む。一例においては、アームアクチュエータ 9 0 8 は、伸縮アーム 7 0 8 の漸進的で精細な動きを提供するように構成され、これによって、プローブマガジン 7 0 6 とテスト装置 1 0 2 の 1 以上に対する、プローブ変更ツール 1 2 8 の正確な配置を行う。例えば、一例においては、アームアクチュエータ 9 0 8 は、アーム基盤 9 0 0 に対して、伸縮アーム 7 0 8 (例えば、アームと結合されたキャリッジ 9 0 4 )を少しずつ動かす、あるいは、漸進的に移動させるように構成された圧電アクチュエータを含むが、これには限定されない。

50



## 【 0 0 6 9 】

図 9A に更に示されるように、アームアセンブリ 9 0 1 は、オプションの、ステージインタフェース 9 0 2 を含む。アームアセンブリ 9 0 1 が、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 に結合される場合、ステージインタフェース 9 0 2 は、アセンブリ 9 0 1 とアセンブリ 1 1 0 との間の堅固な結合を提供する。一例では、ステージインタフェース 9 0 2 は、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 に対し、アーム基盤 9 0 0 を柔軟に結合し、これによって、例えば、ステージアクチュエータ 1 1 4 の動作を介して、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 とアームアセンブリ 9 0 1 との間の動きの正確な対応を保証するよう構成された堅固な結合を保証するために、1 以上のピン、ファスナー、相互フィッティング、パヨネットなどを含む。つまり、一例において、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 のステージアクチュエータ 1 1 4 は、プローブマガジン 7 0 6 とテスト装置 1 0 2 に対する展開されたプローブ変更ツール 1 2 8 の移動と共に、取り込まれた位置及び展開された位置の間での伸縮アーム 7 0 8 の移動を促進するために、一体のアセンブリとしてのアームアセンブリ 9 0 1 とサンプルステージ面 7 0 2 の移動を提供する。

10

## 【 0 0 7 0 】

プローブ変更アセンブリ 7 0 4 のアームアセンブリ 9 0 1 の動作が、図 9A 及び 9B に示されている。伸縮アーム 7 0 8 は、図 9A において取り込まれた位置に、図 9B においては展開された位置に示されている。図 9A に示されるように、引っ張り突起 9 1 0 は、突起アンカー 9 1 2 内に受け入れられる。ここで、以前に記述したように、一例においては、装置アセンブリ 7 0 0 の装置アクチュエータ 1 0 6 は、引っ張り突起 9 1 0 の上部まで、突起アンカー 9 1 2 (例えば、中に穴を含む)を下降し、アンカー 9 1 2 内に引っ張り突起を配置する。他の例においては、例えば、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 の「Z」アクチュエータなどのステージアクチュエータ 1 1 4 は、引っ張り突起 9 1 0 を、突起アンカー 9 1 2 で受け入れられるように上昇する。突起アンカー 9 1 2 と引っ張り突起 9 1 0 の間の結合(これらのフィーチャの相互フィッティングを介して)の後、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 のサンプルステージ面 7 0 2 は、ステージアクチュエータ 1 1 4 と共に移動される。つまり、図 7 に示されるように、サンプルステージ面 7 0 2 は、例えば、右から左のページに移動され、これによって、伸縮アーム 7 0 8 が突起アンカー 9 1 2 によって静的に保持されている間、アーム基盤 9 0 0 を、対応する方法で移動する。伸縮アーム 7 0 8 は、従って、キャリッジ 9 0 4 によって展開し(移動するアーム基盤 9 0 0 に対しては静的に留まる)、これによって、サンプルステージ面 7 0 2 の少なくとも一部上に延伸するだろう。オプションとして、アームアクチュエータ 9 0 8 により、伸縮アーム 7 0 8 は、アクチュエータ 9 0 8 (例えば、圧電アクチュエータ)の動作により、展開される。

20

30

## 【 0 0 7 1 】

突起アンカー 9 1 2 が伸縮アーム 7 0 8 を移動するのに使われる例を再び参照すると、伸縮アーム 7 0 8 の展開後、突起アンカー 9 1 2 は、突起アンカー 9 1 2 と引っ張り突起 9 1 0 の間の相対的移動(例えば、上昇)によって、引っ張り突起 9 1 0 から離脱される。ステージアクチュエータ 1 1 4 は、そして、展開された伸縮アーム 7 0 8 とその上のプローブ変更ツール 1 2 8 を、プローブマガジン 7 0 6 と(例えば、装置アセンブリ基盤 1 1 6 に結合された)テスト装置 1 0 2 の両方に対して移動するように動作される。例えば、ステージアクチュエータ 1 1 4 は、1 以上のプローブ変更ツール 1 2 8 を、プローブマガジン 7 0 6 のプローブアセンブリに整列し、その後、プローブアセンブリを、受け部ソケット 2 0 6 (ドライブキャップ 2 0 8 の一部)において、プローブ変更ツール 1 2 8 に結合する。プローブ変更ツール 1 2 8 は、そして、プローブ変更ツールをテスト装置 1 0 2 に整列するように、(例えば、ステージアクチュエータ 1 1 4 によって)移動される。前述したプローブ変更アセンブリ 1 1 8 と同様にして、受け部ソケット 2 0 6 と、テスト装置 1 0 2 のプローブアセンブリの整列は、プローブアセンブリのプローブのテスト装置 1 0 2 への実装を促進する。例えば、プローブ変更ツールは、プローブを、テスト装置 1 0 2 (例えば、トランスデューサ 4 0 0)に結合する実装方向にプローブを回転する。オ

40

50

プシオンとして、プローブ変更ツール 128 は、テスト装置 102 への損傷の機会を実質的に最小化するために、テスト装置 102 におけるトランスデューサに伝達される回転トルクを制限するトルク制限クラッチ（例えば、ここに記述されるクラッチ 500）を含む。

#### 【0072】

図 9B に示される展開された構成の他の例においては、プローブ変更ツール 128 は、受け部ソケット 206 に配置される（例えば、プローブ 304 のない）プローブ受け部 306 を含み、テスト装置 102 からプローブを取り出すために用いられる。プローブは、プローブが劣化した、摩耗した、異なる機能のプローブが望まれるなどのとき、テスト装置 102 から取り出される。そのような例においては、展開された構成におけるプローブ変更ツール 128 は、テスト装置 102 に（ステージアクチュエータ 114 に）整列するように移動され、プローブ変更ツール 128 は、テスト装置 102 からの実装方向とは反対の回転でプローブを取り出す。他の例においては、プローブ変更ツール 128 の他の物は、受け部ソケット 206（プローブマガジン 706 から前に搭載された）に既に配置されたプローブ受け部 306 内の取替えプローブ 304 を含む。他のプローブ変更ツール 128 は、テスト装置 102 に新しいプローブ 304 を実装するために、その時点で空のテスト装置 102 と整列するように、すぐに移動される。

#### 【0073】

テスト装置 102 へのプローブ 304 の取り出しあるいは実装の 1 以上の完了の後、伸縮アーム 708 は、取り込まれた位置へ移動される。一例では、突起アンカー 912 は、引っ張り突起 910 と整列され、突起と結合される。伸縮アーム 708 は、アーム基盤 900 とステージアクチュエータ 114 を有する伸縮アーム 708 の間の相対移動によって、取り込まれた位置（図 9A 参照）に、移動される。伸縮アーム 708 を取り込み位置に移動した後、突起アンカー 912 は、引っ張り突起 910 から離脱される。オプションとして、アームアクチュエータ 908 は、伸縮アーム 708 とプローブ変更ツール 128 を、展開位置から引き込み位置に移動するために用いられる。

#### 【0074】

図 10 と 11 は、装置アセンブリ 700 の残り部分に対して、展開構成にあるプローブ変更アセンブリ 704（例えば、伸縮アーム 708）を示す。図 10 に示されるように、プローブ変更ツール 128 の一つは、プローブマガジン 706 に沿って格納されるプローブアセンブリ 302 に整列される。この構成では、プローブ変更ツール 128 は、上昇される準備ができており（あるいは、対応するプローブマガジン 706 が下降される準備ができており）、これによって、プローブアセンブリ 302 を、ドライブキャップ 208 の受け部ソケット 206 と結合する。プローブ 800 のような既存のプローブは、テスト装置 128 と結合されているのが示されている。図 10 に更に示されているように、プローブ変更ツール 128 は、サンプルステージ面 702 の上部に渡って展開位置に配置される。ここに記述されるように、サンプルステージ面 702 に対する、伸縮アーム 708 とプローブ変更ツール 128 の共に延伸する配置は、プローブ変更アセンブリ 704 とサンプルステージアセンブリ 110 の全体のフットプリントを最小化し、これによって、装置アセンブリ 700 の全体のフットプリントを最小化する。

#### 【0075】

一例では、プローブマガジン 706、特に、図 10 に示されるプローブアセンブリ 302 に対するプローブ変更ツール 128 の整列は、例えば、サンプルステージ面 702 に関連したステージアクチュエータ 114（図 7 参照）を含む 1 以上のアクチュエータによって達成される。図 9A において、以前に図示し、記述したように、アームアセンブリ 901 は、一例では、ステージインタフェース 902 によって、サンプルステージ面 702 と結合され、これによって、プローブ変更ツール 128 を図 10 に示されるプローブアセンブリ 302 に整列するためにステージアクチュエータ 114 を利用する。他の例においては、伸縮アーム 708 は、プローブ変更ツール 128 を、プローブマガジン 706 と、その中のプローブアセンブリ 302 と整列するように移動するよう構成された自身の整列ア

10

20

30

40

50

クチュエータ（例えば、x、y、zあるいは回転アクチュエータの1以上）が提供される。

【0076】

図11をここで参照すると、プローブアセンブリ302が、プローブ変更ツール128の一つと結合した後、プローブ変更ツール128は、テスト装置102と整列するように移動される。オプションとして、プローブ800などのプローブが、既に、テスト装置102に実装されている場合、プローブ変更ツール128の他の物は、図3に示されるような、プローブ受け部306などのプローブ受け部が提供され、既存のプローブをテスト装置102から取り外す。一例では、他のプローブ変更ツール128は、以前に記述したように、（交換プローブ304を有する）プローブアセンブリ302の整列と同様に、プローブ800と整列される。プローブ800は、プローブ受け部306のプローブ保持凹所310などのプローブ保持凹所に結合され、プローブ800をプローブ変更ツール128で取り出す。プローブ変更ツールは、プローブ800を回転して、プローブ800をテスト装置102から離脱する。

【0077】

既存のプローブ800の離脱後、交換プローブ304を含む他のプローブ変更ツール128は、テスト装置102と（例えば、トランスデューサ400の中央プレートの穴と）整列するように移動され、プローブアセンブリ302は、交換プローブ304を、テスト装置102の極近傍に移動するために、上昇される（あるいは、テスト装置102が下降される）。ここに記述したように、一例において、プローブ変更ツール128は、実装中、プローブ304に、制限されたトルクを提供する。例えば、プローブ変更ツール128は、図5Bに示される、トルク制限クラッチ500を含む。トルク制限クラッチ500は、テスト装置102（繊細なキャパシタをその中に含む）に印加されるトルク量を制限し、これによって、プローブ304の実装が、トランスデューサ400のキャパシタを損傷し得る過大トルクをかけないことを保証する。

【0078】

プローブ304をテスト装置102に結合した後、プローブ変更ツール128は、テスト装置102（及び、新しく実装されたプローブ304）に対し、下降され、あるいは、別な方法として、テスト装置102が、プローブ変更ツール128に対し上昇される。伸縮アーム708と共に、（空のプローブ受け部306を含む）プローブ変更ツール128は、図9Aに示される取り込み位置に取り込まれる。一例では、アームアクチュエータ908は、伸縮アーム708を展開し、取り込む。更に他の例においては、図9Aに示される、引っ張り突起910と突起アンカー912の組み合わせは、伸縮アーム708を移動するために用いられる。

【0079】

伸縮アーム708の取り込み位置への取り込みの後、装置アセンブリ700のプローブ変更アセンブリ704は、サンプルステージ面702と整列外れとなり、サンプルステージ面702（サンプルステージ面の全体あるいは、ほぼ全体を含む）は、テスト装置102用にアクセス可能となる。従って、プローブ変更アセンブリ704とサンプルステージ面702は、装置アセンブリ700の機能に依存して、実質的に同一の面積を占める。つまり、テストスキームにおいては、プローブ変更アセンブリ704は、サンプルステージ面702の経路から外れて取り込まれ、テスト装置102によって（完全に）アクセスすることを可能とする。逆に、プローブ変更構成においては、プローブ変更アセンブリ704の伸縮アーム708は、サンプルステージ面702の一部の上に展開され、プローブマガジン706及びテスト装置102にアクセスする。従って、プローブ変更アセンブリ704とサンプルステージアセンブリ110は、同一の制限されたフットプリントを占め、装置アセンブリ700の全体のフットプリントを最小化する。

【0080】

図12及び13は、装置アセンブリ1200の他の例を示す。ある点では、装置アセンブリ1200のフィーチャは、前述した装置アセンブリ100、700と同様である。例

10

20

30

40

50

えば、装置アセンブリ 1 2 0 0 は、装置アセンブリ 1 2 0 0 でテストを行うためにサンプルを保持するように構成されたサンプルステージ面 1 1 2 を提供するサンプルステージアセンブリ 1 1 0 を含む。更に、装置アセンブリ 1 2 0 0 は、一例では、1 以上の、装置マウント、装置アクチュエータ 1 0 6 などによって、装置アセンブリ基盤 1 1 6 と結合する。オプションとして、装置アセンブリ基盤 1 1 6 は、サンプルステージアセンブリ 1 1 0 と、図 1 と図 2 で、以前に記述し、図示した、ステージアクチュエータ 1 1 4 などの複数のステージアクチュエータ用に基盤を提供する。

#### 【0081】

図 1 2 に更に示されるように、装置アクチュエータ 1 0 6 は、仲介装置マウント 1 2 0 1 によって、テスト装置 1 2 0 2 を装置アセンブリ基盤 1 1 6 に結合する。テスト装置 1 2 0 2 は、図 1 2 に示されており、テスト装置 1 2 0 2 と共に使用するための複数のコンポーネント装置 1 2 0 6 を提供するように構成された装置変更アセンブリ 1 2 0 4 を含む。図 1 2 に示されるように、装置変更アセンブリ 1 2 0 4 は、装置アレイ筐体 1 2 1 0 に沿って配置された複数のコンポーネント装置 1 2 0 6 を含む。装置アレイ筐体 1 2 1 0 は、例えば、圧電アクチュエータのような、オプションの装置展開アクチュエータ 1 2 1 2 (あるいは、アクチュエータから延伸する部品) などによって、全体のテスト装置 1 2 0 2 と結合する。

#### 【0082】

装置 1 2 0 6 は、一例では、それぞれ、トランスデューサ 1 2 1 4 及び関連するプローブ 1 2 0 8 のような装置動作機構を含む。従って、装置 1 2 0 6 のそれぞれは、コンポーネントプローブ 1 2 0 8 に結合したコンポーネントトランスデューサ 1 2 1 4 を含む。オプションとして、プローブ 1 2 0 8 とトランスデューサ 1 2 1 4 は、それぞれの装置 1 2 0 6 の間で同一である。他の例においては、プローブ 1 2 0 8 あるいはトランスデューサ 1 2 1 4 の 1 以上は、装置 1 2 0 6 のそれぞれの間で異なり、これによって、装置アセンブリ 1 2 0 0 のテスト装置 1 2 0 2 に様々なテスト機能を提供する。異なるコンポーネント装置 1 2 0 6 の例においては、装置 1 2 0 6 は、使いまわされ (例えば、装置変更アセンブリ 1 2 0 4 によって交換され)、装置アセンブリ 1 2 0 0 に、対応する複数のテスト機能を提供する。他の例においては、同一のコンポーネント装置 1 2 0 6 によって、装置変更アセンブリ 1 2 0 4 は、テストプロシジャが、装置 1 2 0 6 によって、連続的に (ほぼ連続的に、を含む) 実行されることを保証する。例えば、プローブ 1 2 0 8 あるいはトランスデューサ 1 2 1 4 の 1 以上が摩耗し、閾値レベルでの実行が行えなくなるなどすると、その装置 1 2 0 6 は、プローブ変更アセンブリ 1 2 0 4 によって (例えば、ここに説明した装置展開アクチュエータ 1 2 0 2、ステージアセンブリ 1 1 0 のステージアクチュエータ、などによって)、他のコンポーネント装置 1 2 0 6 と交換される。

#### 【0083】

図 1 2 を再び参照すると、装置展開アクチュエータの例が提供される。装置アセンブリ 1 2 0 0 は、これらの例示的装置展開アクチュエータの 1 以上を含む。一例においては、装置変更アセンブリ 1 2 0 4 は、全体の装置展開アクチュエータ 1 2 1 2 (例えば、装置アレイアクチュエータ) を含む。装置展開アクチュエータ 1 2 1 2 は、サンプルステージ面 1 1 2 に向かって、あるいは、これから遠ざかって、装置 1 2 0 6 をユニットとして移動させるように構成される。つまり、装置展開アクチュエータ 1 2 1 2 は、対応する方法で、装置 1 2 0 6 のそれぞれに移動を提供し、これによって、これらのプローブ 1 2 0 8 のそれぞれを、サンプルステージ面 1 1 2 に近く、あるいは、これから遠く配置する。

#### 【0084】

他の例においては、コンポーネント装置 1 2 0 6 のトランスデューサ 1 2 1 4 は、装置展開アクチュエータの他の例を提供する。例えば、装置展開アクチュエータ 1 2 1 2 は、サンプルの極近傍に、装置 1 2 0 6 を配置するために用いられ、トランスデューサ 1 2 1 4 は、従って、望ましい、あるいは、特定された位置において、サンプルへのテスト動作を実行するために、1 以上のプローブ 1 2 0 8 を展開するように動作される。つまり、トランスデューサ 1 2 1 4 は、他の装置 1 2 0 6 (装置アレイ筐体 1 2 1 0 と共に) のプロ

10

20

30

40

50

ープ１２０８に対して、サンプルにかみ合うように、コンポーネント装置１２０６のプロープ１２０８を移動するように選択的に動作される。

【００８５】

他の例においては、装置展開アクチュエータは、１以上の専用コンポーネント装置展開アクチュエータ１３００（図１３に示される）を含む。例えば、コンポーネント装置展開アクチュエータ１３００は、それぞれ、装置アレイ筐体１２１０と、複数の装置のそれぞれのコンポーネント装置１２０６との間に結合される。そのような例においては、コンポーネント展開アクチュエータ１３００は、他のコンポーネント装置１２０６と装置アレイ筐体１２１０に対して、選択的に展開される。

【００８６】

図１３は、図１２で以前に示した装置アセンブリ１２００の詳細図を示す。図１３に示されるように、装置変更アセンブリ１２０４は、装置アレイ筐体１２１０に沿って提供される複数のコンポーネント装置１２０６を有するテスト装置１２０２を含む。一例において、装置アレイ筐体１２１０は、装置展開アクチュエータ１２１２などの全体の装置展開アクチュエータに結合される。装置展開アクチュエータ１２１２は、一例において、装置マウント１２０１（例えば、図１２に示されるようなプレート）に結合され、装置マウント１２０１は、装置アクチュエータ１０６に結合される。オプションとして、装置アクチュエータ１０６は、装置１２０６（他の例示的装置展開アクチュエータとして）のそれぞれに粗制御を提供し、これによって、サンプルステージ面１１２への装置１２０６の接近を促進し、一方、装置展開アクチュエータ１２１２（テスト装置１２０２に関連した）は、サンプルステージ面１１２への複数の装置１２０６の接近の精細制御を提供する。

【００８７】

複数の装置１２０６のそれぞれは、対応するトランスデューサ１２１４と共に、コンポーネントプロープ１２０８を含む。トランスデューサ１２１４とプロープ１２０８は、協働して、コンポーネント装置１２０６のそれぞれのテスト機能を実行する。図１３に示されるように、少なくとも２つの装置１２０６は、同一のプロープ１２０８を有する。これに対し、装置１２０６の一つ（中央装置）は、異なる構成を有する他のプロープ１２０８を含む。一例では、プロープ１２０８は、同一の形状、サイズ、材料を有する一方、他の例においては、プロープ１２０８は、材料、サイズ、形状などの１以上によって異なる。従って、対応するトランスデューサ１２１４と異なるプロープ１２０８を含む装置１２０６は、それぞれが、それぞれの装置１２０６の構成に依存して、同一のテスト機能あるいは異なるテスト機能の１以上を提供するように構成される。

【００８８】

図１３を再び参照すると、装置展開アクチュエータの複数の例が提供される。例えば、全体的な意味において、装置展開アクチュエータ１２１２は、複数の装置１２０６をサンプルステージ面１１３へと移動するように構成される。言い換えると、装置展開アクチュエータ１２１２は、装置アレイ筐体１２１０を移動し、これによって、装置１２０６のそれぞれをユニットとして移動する。他の例においては、装置展開アクチュエータは、装置１２０６のそれぞれに関連して、１以上のコンポーネント装置展開アクチュエータ１３００を含む。図１３に示されるように、コンポーネント装置展開アクチュエータ１３００は、装置１２０６のそれぞれと装置アレイ筐体１２１０（例えば、圧電アクチュエータなど）の間に結合される。コンポーネント装置展開アクチュエータ１３００は、他の装置１２０６と装置アレイ筐体１２１０に対し、装置１２０６のそれぞれを移動するように構成される。

【００８９】

一例では、アクチュエータ１０６、１２１２、及び１３００は、協調して動作する。テスト装置１２０２が、粗移動（例えば、装置アクチュエータ１０６）と精細移動（装置展開アクチュエータ１２１２）の１以上によって、サンプルステージ面１１２へ接近した後、装置１２０６の１以上は、対応するコンポーネント装置展開アクチュエータ１３００によって展開される。更に他の例においては、装置展開アクチュエータは、複数の装置１２

10

20

30

40

50

06のそれぞれに関連した1以上のトランスデューサ1214を含む。トランスデューサ1214の一つは、プローブ1208の残り部分に対し、延伸された位置に、プローブ1208の一つを提示するために、静電圧によって動作される。プローブ1208（他のプローブ1208に対して延伸された）は、その後、サンプルステージ面112上に配置されたサンプル上の展開された位置におけるテストプロシジャールを実行する（例えば、トランスデューサ1214における段階的に上昇する電圧が提供されるアクチュエーションにより、あるいは、それぞれの装置展開アクチュエータ1300からの移動により）。

#### 【0090】

一例においては、装置1206のそれぞれは、光装置104の焦点アクセスに対し、インデックス付けされる。ここに説明されるように、光装置104は、一例では、サンプルの1以上のテスト位置を特定するために用いられる。1以上のアクチュエータ（例えば、サンプルステージアセンブリ110のステージアクチュエータ114）は、光装置（特定されたテスト位置に対応する）の位置の間で、装置1206（例えば、サンプルステージ面112の移動を介して）を相対的に移動させるように動作され、これによって、プローブ1208を、特定されたテスト位置に整列する。選択された装置1206が、特定されたテスト位置に整列された後、装置1206は、装置アレイ筐体1210に対して（例えば、装置1206の残り部分に対して）、展開される。一例においては、コンポーネント装置展開アクチュエータ1300は、装置1206を展開するために用いられる。オプションとして、装置のトランスデューサ1214は、装置1206の残り部分に対し、それぞれのプローブ1208を展開するために用いられる。更に他の例においては、他の装置1206（テスト動作に選択されていない）のトランスデューサ1214は、選択された装置1206の選択されたプローブ1208に対して、選択されていないプローブ1208を引き込むために、例えば、反対電圧で動作される。

#### 【0091】

装置1206の展開（例えば、プローブの展開）の後、テストプロシジャールが装置1206によって実行される。例えば、プローブ1208は、サンプルを、インデントし、引っかき、引っ張り、圧縮し、電気的特性テストのためにサンプルとかみ合うなどをする。装置1206は、テストを実行し、一方、装置1206の残り部分は、サンプルとは非接触に保持される。

#### 【0092】

他の例においては、装置1206が、実質的に、相互に同一である（少なくとも2つの装置1206が相互に同一である）とき、装置変更アセンブリ1204は、摩耗したプローブ1208を1以上、適していない機械応答を提供するトランスデューサ1214などを有する1つの装置から、より新しいプローブ1208あるいは、適切な機械応答を提供するトランスデューサ1214を有する他の装置へ遷移するように適度に動作される。そのような例においては、光装置104によって提供され、以前に摩耗した装置1206と整列したテスト位置は、交換装置1206用のインデックス位置として用いられる。従って、例えば、1以上のステージアクチュエータ114を含む、サンプルステージアセンブリ110は、サンプル上の特定されたテスト位置を新しい（フレッシュな）装置1206に整列するように移動される。新しい装置1206は、特定されたテスト位置をテストし、これによって、装置アセンブリ1200の動作を継続するために用いられる。

#### 【0093】

以前の装置1206（プローブ1208、トランスデューサ1214）のコンポーネントの1以上が摩耗するに従い、装置1206を遷移により外すことにより、装置アセンブリ1200の継続した装置が維持される。従って、複数の装置1206と装置変更アセンブリ1204を含む装置アセンブリ1200は、装置交換にほとんどあるいは全く遅延無く動作を継続する。装置アセンブリ1200は、動作したままであり、後の時間に（例えば、作業時間後に）、1以上の摩耗したプローブ1208あるいは摩耗したトランスデューサ1214を有する1以上の装置1206が取り替えられる。装置変更アセンブリ12

04は、これによって、略連続した使用のための、装置1206のマガジンを提供する。

【0094】

<様々な注意書きと例>

例1は、装置変更アセンブリを含むことができるような、主題を含むことができ、装置変更アセンブリは：1以上のプローブアセンブリステーションを有するマガジンと；受け部ソケットを含む少なくとも1つのプローブ変更ツールと；マガジンの1以上のプローブアセンブリステーション内に保持され、それぞれが：プローブ保持凹所と、受け部ソケットと相補的フィッティングをするように構成されたソケットフィッティングを含むプローブ受け部と、プローブ保持凹所に受け入れられるプローブとを含み、プローブ保持凹所がプローブに対応するサイズと形状を有しており、プローブ保持凹所は、対応するサイズと形状に基づいて、プローブと相補的フィットを有する、1以上のプローブアセンブリと；を含み、1以上のプローブアセンブリのソケットフィッティングは、少なくとも1つのプローブ変更ツールの受け部ソケットへの相補的フィッティングのための同一のサイズと形状を有し、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、相補的フィットに従って、機械的テスト装置からそれぞれのプローブを実装し、あるいは、取り出すように構成されていることを含むことができる。

10

【0095】

例2は、例1の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、1以上のプローブアセンブリの少なくとも第1と第2のプローブは、1以上の相互に異なるサイズあるいは形状を有し、第1と第2のプローブ用のそれぞれのプローブ受け部のプローブ保持凹所は、それぞれ第1あるいは第2のプローブとの相補的フィットを提供する相補的サイズと形状を有する、ことを含むことができる。

20

【0096】

例3は、例1または2の一つあるいは任意の組み合わせの主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、マガジンが、1以上のプローブアセンブリステーションのそれぞれにおける扱いブロングを含み、1以上のプローブアセンブリのプローブ受け部のそれぞれは、扱いブロングによって扱われるように構成された受け部扱い面を含む、ことを含むことができる。

【0097】

30

例4は、例1～3の一つあるいは任意の組み合わせの主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、マガジンは、自動的に、少なくとも1つのプローブ変更ツールに向かって、及び、これから遠ざかって、1以上のプローブアセンブリを移動するように構成されたマガジンアクチュエータを含む、ことを含むことができる。

【0098】

例5は、例1～4の一つあるいは任意の組み合わせの主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、1以上のプローブアセンブリのプローブ受け部のそれぞれのソケットフィッティングは、1以上のドライブフランジを含み、受け部ソケット内に受け入れられるソケットフィッティングにより、プローブ変更ツールは、ドライブフランジを介して、プローブ受け部と、その中に受け入れられるプローブとを回転するように構成されている、ことを含むことができる。

40

【0099】

例6は、例1～5の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングは、1以上の磁気ドライブフランジを含み、1以上の磁気ドライブフランジは、受け部ソケットとの相補的フィットにソケットフィッティングを導き、受け部ソケットとの相補的フィットを保持する、ことを含むことができる。

【0100】

例7は、例1～6の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み

50

合わせられることができ、オプションとして、1以上のプローブアセンブリの少なくとも第3と第4のプローブは、トランスデューサ較正重みであり、トランスデューサ較正重みは、トランスデューサと、少なくとも1つのプローブ変更ツールによって結合されたとき、トランスデューサを較正するように構成された異なる重みを含む、ことを含むことができる。

【0101】

例8は、例1～7の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ステージ受け部フランジを含むサンプルステージ面を含むことができ、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、ステージ受け部フランジに沿って結合される。

10

【0102】

例9は、例1～8の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、伸縮アームを含むことができ、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、伸縮アームの伸張可能な端近くに結合される。

【0103】

例10は、例1～9の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、伸縮アームは、取り込み位置と伸張位置の間で動くことができ、伸張位置では、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、サンプルステージ面の一部に重なり、取り込み位置では、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、サンプルステージ面から横方向に間隔をあけて配置されていることを含むことができる。

20

【0104】

例11は、例1～10の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、伸縮アームの伸張可能な端は、引っ張り突起を含み、引っ張り突起は、装置に結合される突起アンカーによってアンカリングするように構成されていることを含むことができる。

【0105】

例12は、例1～11の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、トルク制限クラッチを含むことを含むことができる。

30

【0106】

例13は、例1～12の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、少なくとも実装プローブ変更ツールと取り外しプローブ変更ツールを含み、実装プローブ変更ツールは、実装トルクを提供し、取り外しプローブ変更ツールは、実装トルクよりも大きい取り外しトルクを提供する、ことを含むことができる。

【0107】

例14は、例1～13の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブでサンプルをテストするように構成された機械的テスト装置と、その上のサンプルを保持するように構成されたサンプルステージ面とを含むことができ、少なくとも1つのプローブ変更ツールは、伸縮アームの伸張端の近傍に結合される。

40

【0108】

例15は、例1～14の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置変更ツールと受け部アセンブリは、受け部ソケットを有する回転可能なツールヘッドを含むプローブ変更ツールと、それぞれのプローブ受け部が：受け部ソケットと相補的フィッティングするように構成されたソケットフィッティングを含むソケット面と、プローブサイズとプローブの形状に対応するサイズと形状を有するプローブ保持凹所を含むプローブ面と、複数のプローブアセンブリステーションを有するマガジンによって扱われるように構成された受け部扱い面と、を含

50



む、複数のプローブ受け部とを含み、複数のプローブ受け部は、少なくとも第1と第2のプローブ受け部を含み、複数のプローブ受け部のそれぞれは、受け部ソケットと相補的フィッティングするための同一のサイズと形状を有するソケットフィッティングを含み、第1のプローブ受け部のプローブ保持凹所は、第1のプローブサイズと形状の相補的フィットを提供するように構成され、第2のプローブ受け部のプローブ保持凹所は、オプションとして、第1のプローブサイズあるいは形状と異なる、第2のプローブサイズと形状を有する相補的フィットを提供するように構成されていることを含むことができる。

【0109】

例16は、例1～15の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングは、1以上のドライブフランジを含み、プローブ変更ツールは、ドライブフランジによってプローブとプローブ受け部を回転するように構成され、プローブは、相補的フィットに従って、プローブ受け部とフィットする、ことを含むことができる。

10

【0110】

例17は、例1～16の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングは、1以上の磁気ドライブフランジを含み、1以上の磁気ドライブフランジは、受け部ソケットと整列するようにソケットフィッティングを導き、受け部ソケットと相補的フィットするようにソケットフィッティングを保持する、ことを含むことができる。

【0111】

20

例18は、例1～17の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングは、受け部ソケット内に相補的フィッティングするように構成されることを含むことができる。

【0112】

例19は、例1～18の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、第1と第2のプローブを含むことができ、第1のプローブは、第1のプローブサイズと形状を有しており、第2のプローブは、第1のプローブサイズあるいは形状と異なる第2のプローブサイズと形状を有している。

【0113】

例20は、例1～19の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、トランスデューサ較正重みを含む少なくとも第3と第4のプローブを含むことができ、トランスデューサ較正重みは、少なくとも1つのプローブ変更ツールによって、トランスデューサと結合されるとき、トランスデューサを較正するように構成される異なる重みを有する。

30

【0114】

例21は、例1～20の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールは、トルク制限クラッチを含む、ことを含むことができる。

【0115】

例22は、例1～21の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブでサンプルをテストするように構成された機械的テスト装置と；その上にサンプルを保持するように構成されたサンプルステージ面と；2以上のプローブアセンブリステーションを有するマガジンと、を含むことができ、複数のプローブ受け部のプローブ受け部のそれぞれは、それぞれのプローブアセンブリステーション内に受け入れられる。

40

【0116】

例23は、例1～22の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールと複数のプローブ受け部のプローブ受け部を、複数のプローブ受け部を格納するマガジンとプローブでサンプルをテストするように構成された機械的テスト装置との間で移動するように構成された

50

1 以上のアクチュエータを含ことができ、1 以上のアクチュエータは、自動的に、プローブ変更ツールを移動する。

【0117】

例24は、例1～23の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、機械的テスト装置の装置の自動的変更のための方法は、マガジンからプローブアセンブリを取除き、プローブアセンブリは、プローブ保持凹所とソケットフィッティングを含むプローブ受け部を含み、プローブ保持凹所は、プローブ保持凹所内のプローブへの相補的フィットを有し、取除くことは：1 以上のアクチュエータを含むマガジン内のプローブアセンブリに、プローブ変更ツールを整列し、プローブ変更ツールの受け部ソケットをプローブアセンブリのソケットフィッティングに結合し、受け部ソケットは、ソケットフィッティングへの相補的フィットを有する、ことを含み、プローブを機械的テスト装置に実装することは：プローブアセンブリを有するプローブ変更ツールを、1 以上のアクチュエータによって、機械的テスト装置と整列し、プローブ変更ツールによってプローブアセンブリを回転し、プローブ変更ツールの回転は、プローブ受け部の回転によって、プローブを、機械的テスト装置との実装構成に回転することを含み；1 以上のアクチュエータによって、実装されたプローブと機械的テスト装置から、プローブ変更ツールとプローブ受け部を引き込む、ことを含み、ことを含むことができる。

10

【0118】

例25は、例1～24の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブアセンブリをマガジンから取除くことは：マガジンをプローブ変更ツールまで下降し、下降に従って、ソケットフィッティングを受け部ソケットにフィッティングする、ことを含み、ことを含むことができる。

20

【0119】

例26は、例1～25の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングをフィッティングすることは、ソケットフィッティングのドライブフランジを受け部ソケット内にフィッティングすることを含み、ことを含むことができる。

【0120】

30

例27は、例1～26の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、ソケットフィッティングをフィッティングすることは：磁気ドライブフランジによって、受け部ソケットとの相補的フィットにソケットフィッティングを導き、磁気ドライブフランジによって相補的フィットを保持する、ことを含み、ことを含むことができる。

【0121】

例28は、例1～27の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールをプローブアセンブリに整列すること、あるいは、プローブ変更ツールを機械的テスト装置によってプローブアセンブリに整列することの1 以上は、サンプルステージ面を移動することを含み、プローブ変更ツールは、サンプルステージ面のステージ受け部フランジに沿って結合される、ことを含むことができる。

40

【0122】

例29は、例1～28の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールをプローブアセンブリに整列すること、あるいは、プローブ変更ツールを機械的テスト装置によってプローブアセンブリに整列することの1 以上は、伸縮アームによって、サンプルステージ面上に渡って、プローブ変更ツールを移動することを含み、ことを含むことができる。

【0123】

例30は、例1～29の主題を含ことができ、あるいは、オプションとして、これと

50

組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールを整列することの1以上は、機械的テスト装置の突起アンカーによって、引っ張り突起をアンカリングし、機械的テスト装置を移動して、プローブ変更ツールをサンプルステージ面上に渡って移動させる、ことを含む、ことを含むことができる。

【0124】

例31は、例1～30の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブあるいは、プローブ証印からプローブ較正情報を読み取り、プローブ較正情報を、マガジンの少なくとも1つのプローブアセンブリステーションと関連付け、関連するプローブアセンブリステーションからのプローブを含むプローブアセンブリの1以上の取除き、あるいは、プローブを実装することにより、プローブ較正情報を用いて、機械的テスト装置のトランスデューサを自動的に較正する、ことを含むことができる。

10

【0125】

例32は、例1～31の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブを実装することは、プローブアセンブリを、トルク制限クラッチを含むプローブ変更ツールによって回転することを含む、ことを含むことができる。

【0126】

例33は、例1～32の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールによって、機械的テスト装置から既存のプローブを取り外すことを含むことができる。

20

【0127】

例34は、例1～33の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールは、実装プローブ変更ツールと取り外しプローブ変更ツールを含み、プローブを実装することは、実装プローブ変更ツールを用いて、実装トルクで、プローブアセンブリを回転し、機械的テスト装置から既存のアセンブリを取り外すことは、取り外しプローブ変更ツールによって、実装トルクより大きい取り外しトルクで、プローブアセンブリを回転することを含む、ことを含むことができる。

【0128】

30

例35は、例1～34の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、機械的テスト装置の較正は、プローブ変更ツールによって、第1の較正重みを有する第1の較正プローブを、機械的テスト装置のトランスデューサに実装し；第1の較正重みによって、トランスデューサ応答を測定するために、トランスデューサ較正を実行し；プローブ変更ツールによって、マガジン内の第1に較正プローブを配置し；第2の較正重みを有する第2の較正プローブを、プローブ変更ツールによって、トランスデューサに実装し、第2の較正重みは、第1の較正重みに対し、異なる重みを有し；第2の重みで、トランスデューサ応答を測定するために、トランスデューサ較正を実行し；第1と第2の較正重みによるトランスデューサ応答を予測されたトランスデューサ較正応答と比較し；比較に基づいて、トランスデューサを較正する、ことを含む、ことを含むことができる。

40

【0129】

例36は、例1～35の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、プローブ変更ツールを用いて、第1の較正プローブを機械的テスト装置のトランスデューサに実装することは、第2のプローブ受け部に結合された第1の較正プローブを実装することを含み、第2のプローブ受け部は、プローブ変更ツールの受け部ソケットへの相補的フィットを提供するソケットフィッティングを有し、プローブ変更ツールを用いて、第2の較正プローブを機械的テスト装置のトランスデューサに実装することは、第3のプローブ受け部に結合した第2の較正プローブを結合することを含み、第2のプローブ受け部は、プローブ変更ツールの受け部ソケッ

50

トへの相補的フィットを提供するソケットフィッティングを有する、ことを含むことができる。

【0130】

例37は、例1～36の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置変更アセンブリは、装置アレイ筐体と；装置ステーションにおける装置アレイ筐体に沿って結合される複数の装置であって、複数の装置のそれぞれは、プローブを含むことと；複数の装置の1以上の装置に関連した装置展開アクチュエータであって、装置展開アクチュエータは、装置アレイ筐体に対し、少なくとも1つの装置を展開するように構成されていることと、を含む、ことを含むことができる。

10

【0131】

例38は、例1～37の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置展開アクチュエータは、装置アレイ筐体に結合された装置アレイアクチュエータを含む、ことを含むことができる。

【0132】

例39は、例1～38の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置アレイアクチュエータは、サンプルに向かって、複数の装置のそれぞれと一緒に移動するように構成されたz軸アクチュエータを含む、ことを含むことができる。

20

【0133】

例40は、例1～39の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、複数の装置の置のそれぞれは、各装置の各プローブに結合されたそれぞれのトランスデューサを含み、各装置のトランスデューサが展開し、それぞれのプローブは、複数の装置の他の装置のプローブに対し展開される、ことを含むことができる。

【0134】

例41は、例1～40の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、複数の装置の装置のそれぞれは、装置のそれぞれの各プローブに結合されるそれぞれのトランスデューサを含む、ことを含むことができる。

30

【0135】

例42は、例1～41の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置展開アクチュエータは、複数の装置の複数のトランスデューサを含み、トランスデューサのそれぞれは、複数の装置の他のプローブに対し、それぞれのプローブを展開するように構成される、ことを含むことができる。

【0136】

例43は、例1～42の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、装置展開アクチュエータは、装置ステーションにおいて、装置アレイ筐体に沿って結合される複数の装置展開アクチュエータを含み、各装置展開アクチュエータは、複数の装置のそれぞれの装置に関連し、複数の装置の他の装置に対し、それぞれの装置を展開するように構成される、ことを含むことができる。

40

【0137】

例44は、例1～43の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、複数の装置は、少なくとも、第1の装置と第2の装置を含み、第1と第2の装置は異なる、ことを含むことができる。

【0138】

例45は、例1～44の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、第1の装置は、第1のトランスデュー

50

サに結合された第1のプロープに、力の第1の範囲を提供するように構成された第1のトランスデューサを含み、第2の装置は、第2のプロープに結合された第2のプロープに、力の第2の範囲を提供するように構成された第2の異なるトランスデューサを含み、力の第1と第2の範囲は異なる、ことを含むことができる。

【0139】

例46は、例1～45の主題を含むことができ、あるいは、オプションとして、これと組み合わせられることができ、オプションとして、第1の装置は、少なくとも第1のプロープ特性を有する第1のプロープを含み、第2の装置は、第1のプロープ特性とは異なる第2のプロープ特性を有する第2のプロープを含むことができる。

【0140】

これらの非限定的例のそれぞれは、それ自身で成り立つことができ、あるいは、他の例の任意の1以上と、任意の置換あるいは任意の組み合わせにおいて組み合わせられることができる。

【0141】

上記詳細な説明は、詳細な説明の一部を形成する添付図面への参照を含む。図面は、例示の方法で、本発明が実施されることができる特定の実施形態を示す。これらの実施形態は、また、ここでは、「例」として参照される。そのような例は、図示され、あるいは、記述されたものに追加した要素を含むことができる。しかし、本発明者は、図示され、あるいは、記述されたそれらの要素のみが提供される例をも考える。更に、本発明者は、ここに図示され、あるいは、記述された特定の例（あるいは、その1以上の側面）あるいは、他の例（あるいは、その1以上の側面）のいずれかについて、図示され、あるいは、記述されたそれらの要素（あるいは、その1以上の側面）の任意の組み合わせ、あるいは、任意の置換を用いた例も考える。

【0142】

この文書及び、参照によって組み込まれた任意の文書間で、不整合な語法があった場合には、この文書の語法が優先される。

【0143】

この文書においては、語句「a」あるいは、「an」が、特許文書において一般的であるように、「at least one」あるいは「one or more」の任意の他の例あるいは語法とは独立して、1以上を含むために用いられている。この文書においては、語句「or」は、非排他的、あるいは、「A or B」が、他に示されない限り、「A but not B」、「B but not A」及び、「A and B」を含むことを参照するように用いられている。この文書においては、語句「including」及び「in which」が、それぞれの語句「comprising」及び「wherein」の一般的な英語の同等語として用いられている。また、以下の請求項においては、語句「including」及び「comprising」は、オープンなものであり、つまり、請求項において、そのような語句の後に羅列されたものらに追加した要素を含む、システム、デバイス、製品、化合物、製剤、あるいは、プロセスが、依然その請求項の範囲に入ると考えられる。更に、以下の請求項においては、語句「first」、「second」、及び「third」などは、単なるラベルとして用いられ、それらの物に、数値的要求を課すことは意図していない。

【0144】

ここに説明した方法の例は、少なくとも部分的に、マシン実装あるいはコンピュータ実装されることができる。幾つかの例は、電子デバイスを、上記例において記述した方法を実行するように構成するように動作する命令が符号化された、コンピュータ読取り可能な媒体あるいはマシン読取り可能な媒体を含むことができる。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、高級言語コードなどのコードを含むことができる。そのようなコードは、様々な方法を実行するためのコンピュータ読取り可能な命令を含むことができる。コードは、コンピュータプログラム製品の一部を形成することができる。更に、一例では、コードは、実行中あるいは他のときなどに、1以上の揮発性有形コンピュータ読取り可能な媒体、非一時的有形コンピュータ読取り可能な媒体、あるいは不揮

10

20

30

40

50

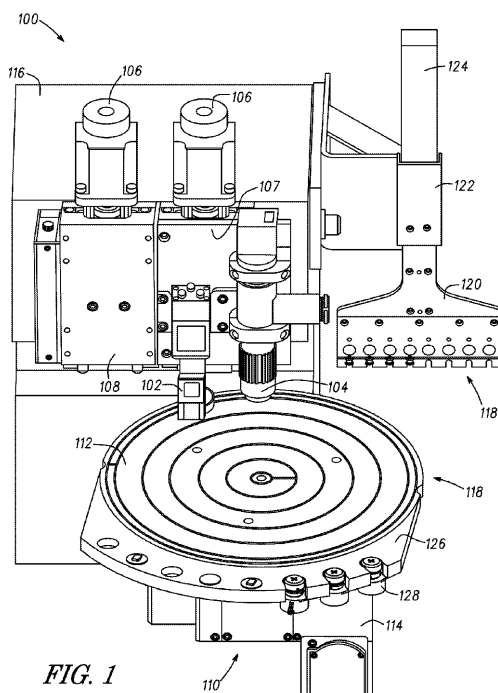
発性有形コンピュータ読取り可能な媒体に有形に格納されることができる。それらの有形なコンピュータ読取り可能な媒体の例は、ハードディスク、着脱可能な磁気ディスク、着脱可能な光ディスク（例えば、コンパクトディスク、及び、デジタルビデオディスク）、磁気カセット、メモ리카ードあるいはメモリスティック、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）などを含むことができるが、これらには限定されない。

#### 【 0 1 4 5 】

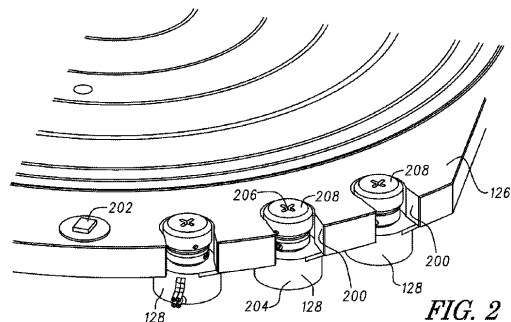
上記記述は、例示的であることを意図しており、限定的なことは意図していない。例えば、上記例（あるいは、1以上のそれらの側面）は、相互に組み合わせて用いられることができる。他の実施形態は、上記記述を吟味するとき、当業者によるなどにより、用いられることができる。要約書は、読者が迅速に、技術開示の性質を確かめることができるように、37 C.F.R. § 1.72(b)に従って提供される。それは、請求項の範囲あるいは意味を解釈し、あるいは、限定するために用いられないものである、という理解と共に提出される。

また、上記詳細な説明においては、様々なフィーチャが、開示を滑らかにするために、グループ化されることができる。これは、請求されていない開示されたフィーチャが任意の請求項に本質的であることを意図するというようには解釈されるべきではない。むしろ、発明的主題は、特定の開示された実施形態のすべてのフィーチャよりも少ないもののうちに存在することができる。従って、各請求項はそれ自身で、別個の実施形態として成り立ち、以下の請求項は、例あるいは実施形態として、詳細な説明にここに組み込まれ、そのような実施形態は、様々な組み合わせあるいは置換において、相互に組み合わせられ得ることが考えられる。本発明の範囲は、請求項が与えら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。

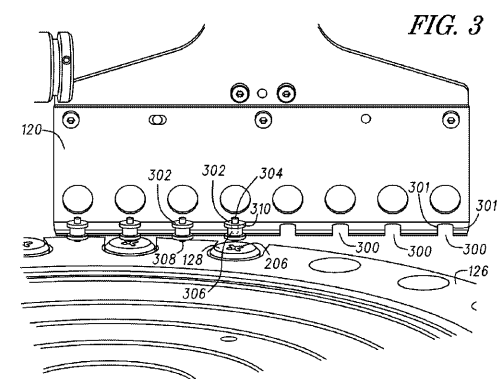
【 図 1 】



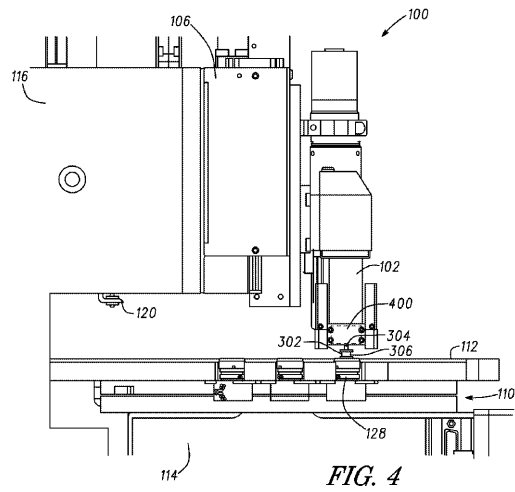
【 図 2 】



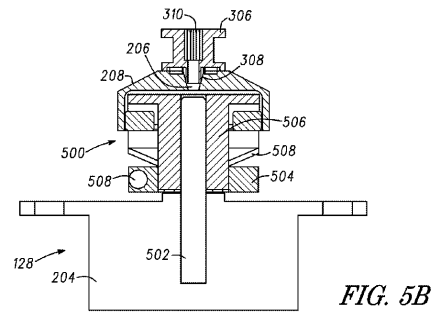
【 図 3 】



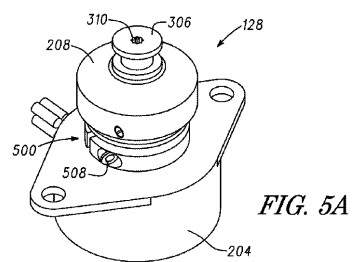
【図 4】



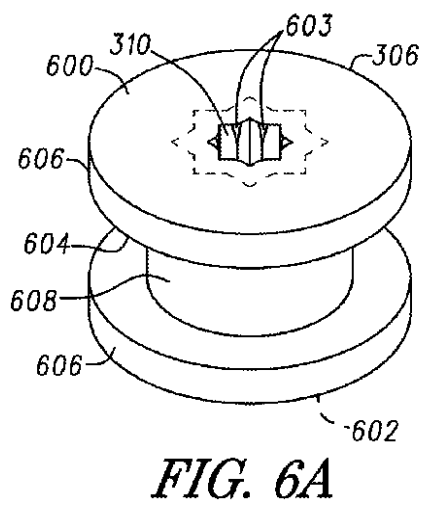
【図 5 B】



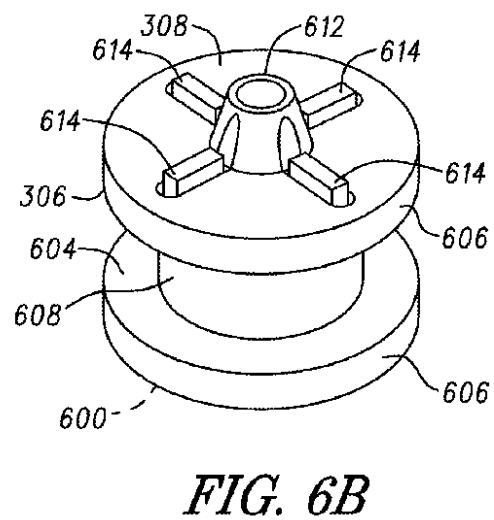
【図 5 A】



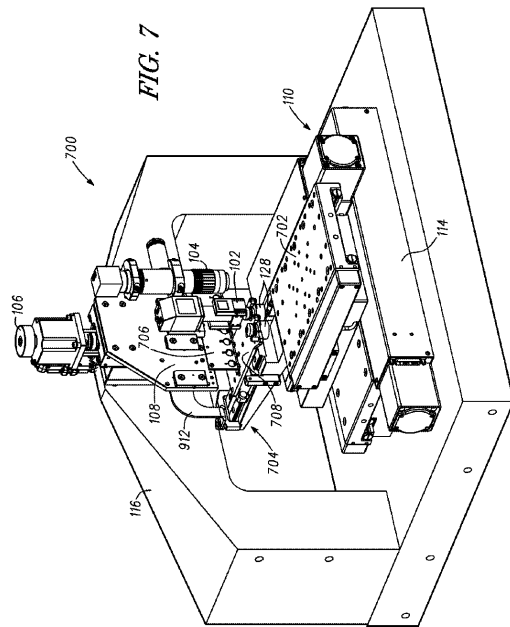
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7】



【図 8】

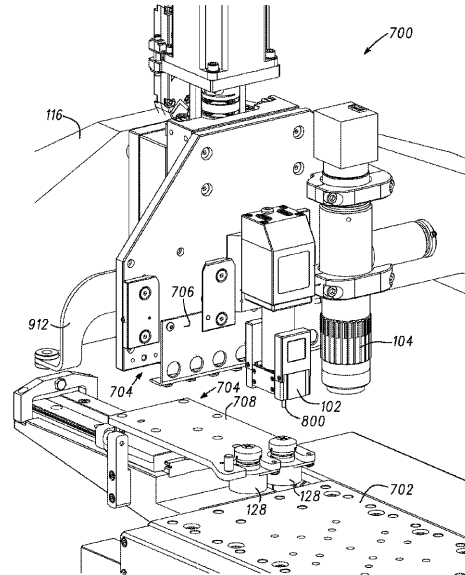


FIG. 8

【図 9 A】

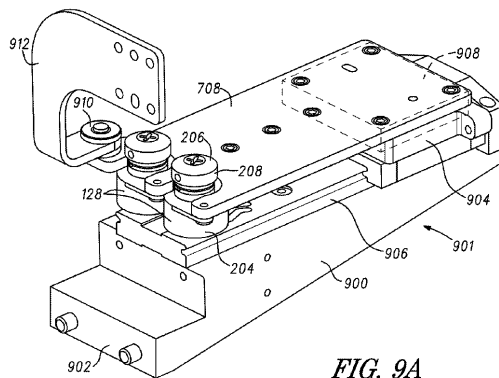


FIG. 9A

【図 10】

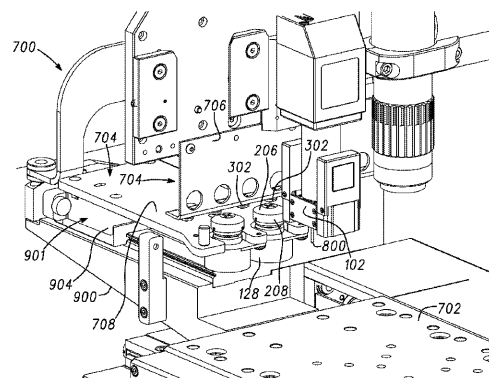


FIG. 10

【図 9 B】

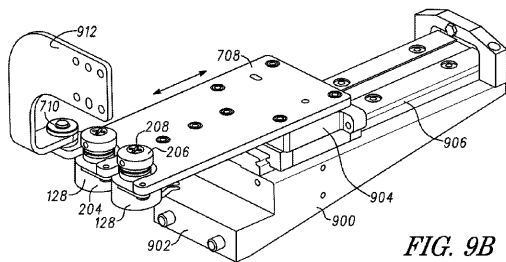


FIG. 9B



【図 1 1】

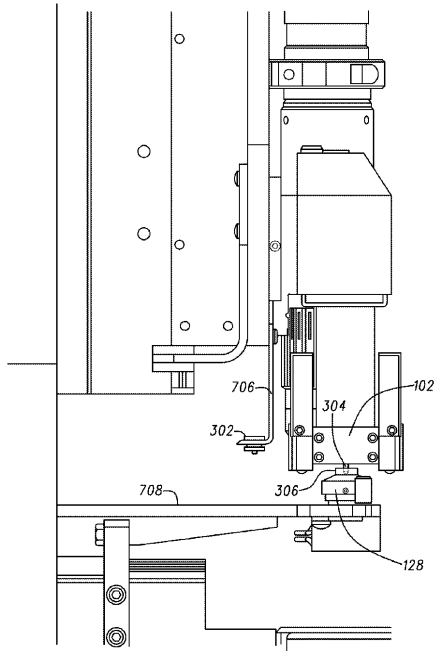


FIG. 11

【図 1 2】

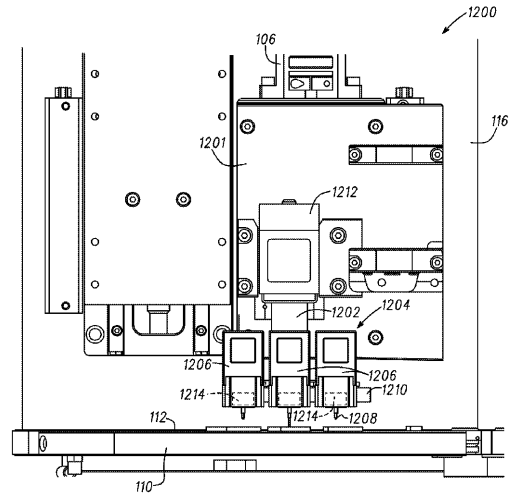


FIG. 12

【図 1 3】

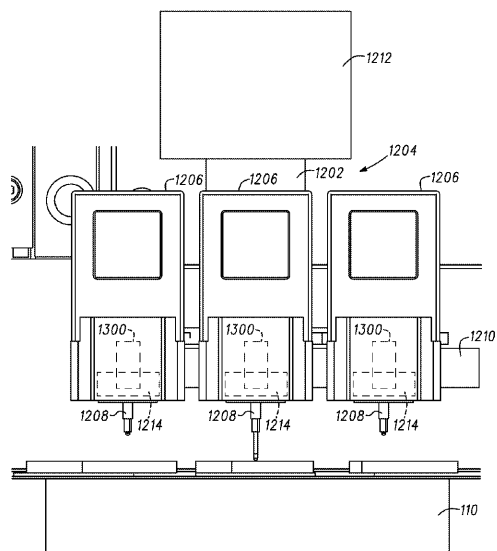


FIG. 13

---

フロントページの続き

(74)代理人 100142907

弁理士 本田 淳

(72)発明者 ダーマ, ラジブ

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 3 1 7, チャンハッセン, オリンピック サークル 9 3

(72)発明者 ツィーゲルマン, スヴェトラナ

アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 3 4 4, エデン プレーリー, ウエスト 7 6 番 ストリート  
9 6 2 5

審査官 山口 剛

(56)参考文献 国際公開第2012/109577(WO, A1)

特開2004-085387(JP, A)

米国特許第5327657(US, A)

特開2000-171472(JP, A)

特開平08-320284(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 3/00 - 3/62