

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4796142号
(P4796142)

(45) 発行日 平成23年10月19日(2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/66 (2006.01)	H O 1 L 21/66 B
G O 1 R 31/26 (2006.01)	G O 1 R 31/26 Z

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-523984 (P2008-523984)	(73) 特許権者	507381385
(86) (22) 出願日	平成18年7月19日(2006.7.19)		ネクステスト システムズ コーポレイシ ョン
(65) 公表番号	特表2009-503854 (P2009-503854A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(43) 公表日	平成21年1月29日(2009.1.29)		138 サン ホセ エンベデッド ウェ イ 875
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/028283	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開番号	W02007/015952		弁理士 熊倉 禎男
(87) 国際公開日	平成19年2月8日(2007.2.8)	(74) 代理人	100067013
審査請求日	平成21年5月12日(2009.5.12)		弁理士 大塚 文昭
(31) 優先権主張番号	11/192,631	(74) 代理人	100086771
(32) 優先日	平成17年7月29日(2005.7.29)		弁理士 西島 孝喜
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100109070
			弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層可能な半導体テストシステム用の可搬式マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローバに対してテストヘッドを配置するための装置であって、
フレームと、

第1及び第2の細長いリードスクリュウ(elongate lead screws)であって、各リードスクリュウは、一端が前記フレームに枢着(pivotably coupled)され、第1リードスクリュウは、第1ピボット軸の周りでピボット運動でき、第2リードスクリュウは、第1ピボット軸に平行に延びる第2ピボット軸の周りでピボット運動でき、第1及び第2のリードスクリュウは、第1及び第2の各回転軸の周りで回転可能であり、第1回転軸は、第1ピボット軸に垂直に延び、又、第2回転軸は、第2ピボット軸に垂直に延びるような第1及び第2のリードスクリュウと、

前記第1リードスクリュウに回転可能に結合された第1端部、及び前記第2リードスクリュウに回転可能に結合された第2端部を有するリンクと、

前記第1回転軸の周りで第1及び第2の互いに逆の方向に前記第1リードスクリュウを回転すると共に、前記第2回転軸の周りで第1及び第2の互いに逆の方向に前記第2リードスクリュウを回転するために、前記第1及び第2のリードスクリュウに結合された少なくとも1つのアクチュエータと、

前記リンクに結合され且つ前記テストヘッドを支持するようにされたアームと、
を備え、前記第1及び第2のリードスクリュウを前記第1方向に回転すると、前記リンクを前記第1及び第2のリードスクリュウに対して並進移動させ、前記テストヘッドを前記

10

20

フレームに対して並進移動させると共に、前記第 1 リードスクリューを前記第 1 方向に回転し且つ前記第 2 リードスクリューを前記第 2 方向に回転すると、前記リンクを前記第 1 及び第 2 のリードスクリューに対して回転し、前記テストヘッドを前記フレームに対してピボット運動させるようにした装置。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは、前記第 1 リードスクリューに結合された第 1 アクチュエータと、前記第 2 リードスクリューに結合された第 2 アクチュエータを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記アームは、前記テストヘッドを前記アームに沿って第 1 及び第 2 の互いに逆の方向に移動するための並進移動メカニズムを含む、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 4】

前記並進移動メカニズムは、直線的ガイドレールを含む、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記リードスクリューは、ローリング要素スクリュー(rolling element screws)である、請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、重さ及びサイズのために扱い難いモジュールを配置するためのマニピュレータに係り、より詳細には、テストヘッドを自動テストシステムの他の要素に対して配置するためのマニピュレータ、及びその使用方法に係る。

20

【背景技術】

【0002】

経済効率が半導体産業を推進し、スペース、スピード、及びコストオブオーナーシップ(cost of ownership)を資本装置設計の重要なファクタにしている。スペースが重要であるのは、設備が非常に高価で、しばしば、構築するのに数十億ドルのコストになるからである。このような設備の所有者は、資本に対する収益を最大にするために機械を密に配置することを次第に望むようになった。従って、資本装置設計のトレンドは、床の設置面積が最小である垂直に積層可能なシステム及び機械に向かっている。

30

【0003】

スピードが重要であるのは、それが出力量を決定するためである。製造スピードを高めるために、製造及びテストシステムが自動化及びモジュール化される。典型的なテストシステムでは、ロボット型のハンドリング機械が、測定装置を含むモジュラーテストヘッドとの間で物品をやり取りする。測定に基づいて、テストヘッドは、ハンドラーに対して「ヘッドオーバー」、「ヘッドアンダー」又は「垂直平面」位置にある。テストヘッド全体を、マニピュレータを使用して、システムの残り部分に取り付けたり、取外したりすることができ、テストヘッド又はインターフェイス要素を素早く交換して、異なる測定、又はテストヘッドの校正、又はメンテナンスを行うことができる。

【0004】

40

コストオブオーナーシップ(所有コスト)も重要である。テストヘッドマニピュレータの場合、コストは、一般に、自由度及び重量支持能力と共に増大する。従って、マニピュレータ設計には、コストフレキシビリティテンション(cost-flexibility tension)があり、これにより、既知のテストヘッドマニピュレータは、「専用」又は「汎用」と分類される。専用マニピュレータは、通常、テストシステムの別の要素に固定され、カスタマイズされた設計重量限界、サイズ限界、及び移動範囲を有する。しかしながら、カスタマイズすることは、テストヘッドの重量、サイズ、配置又は積層要件が変化したときに、オフデザイン適用性に悪影響を及ぼす。その結果、専用マニピュレータは、時間のかかる又は高価な変更や交換を必要とすることがある。

【0005】

50

これに対して、汎用マニピュレータは、通常、自立式で、移動について６つまでの自由度を有する。しかしながら、広い目的を達成するのに必要な設計上の妥協は、このようなマニピュレータを、多くの用途に対してオフデザインのカスタマイズされた装置と同程度に不適切なものにするか、又はマニピュレータを著しく高価なものにすることがある。

【０００６】

設計バランスを見出すときに、多くの既知の汎用及び専用マニピュレータは、ヒンジを使用して、テストヘッドの重量を支持しながら、ヒンジ軸の周りで回転できるようにする。このようなヒンジ構造は、数千ポンドのテストヘッド重量を支持し、十分な移動の自由度を与えることができるが、不都合なことに、テストヘッドが揺動する弧を受け容れるために著しい頭上スペース及び床スペースを必要とする。更に、垂直の並進移動が望まれる場合には、ヒンジに加えて他の構造が必要とされ、コストを増加させる。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

むしろ、高いスペース効率のために半導体産業が必要としているのは、重いテストヘッドを「ヘッドオーバー(head over)」、「ヘッドアンダー(head under)」又は「垂直平面」配向へと並進移動し、回転するためのコンパクトな可搬式マニピュレータであり、このような機能を、減少された床スペース及び頭上スペース要件並びにコストで、且つカスタマイズせずに、達成することである。

【課題を解決するための手段】

20

【０００８】

本発明は、テストヘッドをブローバ又は他の基準に対して配置するためのマニピュレータを提供する。このマニピュレータは、フレームと、このフレームに結合されたリンケージであって、各ピボットの周りで回転する自由度を有する第１及び第２リンク、並びにこれら第１及び第２リンクに結合された第３リンクを含み、この第３リンクが並進移動及び回転の移動自由度を有するようなリンケージと、第３リンクに結合され且つテストヘッドに取り付ける構成にされたアダプタとを有している。又、本発明は、このマニピュレータを制御する方法も提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

30

図１は、本発明による自動テストシステムの斜視図である。本発明の広い原理を教示するものであるこの実施形態では、テストシステム３０は、ブローバ４０と、このブローバに接近して配置されたマニピュレータ５０と、取外し可能なテストヘッド９０とを備えている。図１のテストシステムは、明瞭化のために垂直に積層されるシステムではないが、他の実施形態は、積層型であることが容易に明らかであろう。

【００１０】

図１の実施形態では、ブローバ４０は、ウェハブローバである。通常のウェハブローバは、典型的に、供給源からウェハを取り上げそしてウェハをインターフェイスに対して穏やかに且つ正確に配置するためのロボット型取り扱いメカニズムを備えている。インターフェイスの反対側に位置されたテストヘッドは、種々のブローピングテストを行うことができる。別の実施形態では、ブローバがパッケージハンドラー又は他の装置に置き換えられる。本発明により多数の変更がなされ得る。

40

【００１１】

図１は、ヨーク６５によりマニピュレータ５０に取り付けられたテストヘッド９０を、ブローバ４０に対して取外した位置で示している。しかしながら、テストを行なうために、マニピュレータは、テストヘッドを上方に持ち上げ、９０°回転し、ガイドレール６１に沿って並進移動し、そしてシャーシ４５の取り付け面４６に下げることにより、テストヘッドを再配置する。テストヘッドのこのような取り付け及び取り外しは、本書のいずれかで参照する一連の添付図面に示され、以下に詳細に説明される。異なる実施形態のテストヘッドは、いったん配置されると、その使用目的及び状況に基づいて、数分から、数日

50

、数ヶ月、又は数年までの異なる長さの期間にわたりそのままにされる。

【 0 0 1 2 】

図 1 において、シャーシ 4 5 を含むプローバ 4 0 は、設備の支持面又は床に固定される。対照的に、マニピュレータ 5 0 は、フレーム 5 1 に結合されたホイール 5 3 を任意に備え、これは、好都合にも、ユーザがマニピュレータを設備内で必要に応じて移動できるようにする。荷重を支持する前にマニピュレータを固定し安定化するために、フレームは、ジャッキスタンド 5 4 を備え、これは、下方に延びるように回転して床に接触させ、そしてホイールがもはや床に接触しなくなるまでマニピュレータを上方に持ち上げることができる。固定マニピュレータのオプションのように、本発明により、ローラー(rollers)又はスキッド(skids)又はエアクッションのような多数の他の移動及び安定化手段も考えら

10

【 0 0 1 3 】

シャーシ 4 5 に取り付けられると、テスト物品は、種々のそして従来の運搬手段によりテストヘッド 9 0 へ及びテストヘッド 9 0 から運搬される。図 1 の実施形態は、ロボット型運搬手段をプローバ 4 0 内に備えているが、明瞭化のために図示されていない。典型的な運搬手段は、ウェハのボート(boat)からウェハを取り上げそして所定のテスト位置にウェハを配置するウェハ取り上げ配置ハンドラー又はロボットを備えている。本発明の原理により多数の他の運搬手段も考えられる。

【 0 0 1 4 】

テストヘッド 9 0 は、素早い交換を可能にする上で効果的である取外し可能なモジュールである。モジュラーテストヘッドが何らかの理由で交換又は修理を必要とする場合には、素早く取外すことができる。本発明の好ましい実施形態は、テストヘッドを操作するものであるが、重量及びサイズのために扱い難い他のモジュールを操作することも、本発明の広い技術思想の範囲内である。

20

【 0 0 1 5 】

テストヘッド 9 0 は、典型的には、製造プロセス中に物品をテストするための測定装置を含む。テストヘッドは、半導体ウェア、回路板等の上の電子デバイスを評価するための装置を含む。同様に、テストヘッドは、テスト物品の表面又は構造を光学的に診断するための装置を含む。他の実施形態では、テストヘッドは、スタイラス(stylus)での表面プロファイリング(surface profiling)のような機械的テストを行なう装置を含む。したがっ

30

【 0 0 1 6 】

1 つの好ましい実施形態では、テストヘッド 9 0 は、半導体ウェハ上に形成された電子装置をテストするための電子テストである。プローバ 4 0 の取り付け面 4 6 に取り付けられると、ピンがテストヘッドの一部分から下方に延びる。テストを行なうために、プローバ内の運搬手段がテストウェハを、下方に延びるピンに向かって持ち上げる。したがって、ウェハ上の構造体が、電子的テストを行なうために、テストヘッドのピンと正確に且つ穏やかに機械的接触状態にされる。例えば、参考としてここに全体を援用する 2 0 0 4 年 7 月 2 8 日に出版された "Apparatus for Planarizing a Probe Card and Method for Using Same" と題する米国特許出願第 1 0 / 9 0 2 1 8 8 号を参照されたい。

40

【 0 0 1 7 】

本発明により、多数の他のテストヘッド - テスト物品構成が考えられる。例えば、上述した「ヘッドオーバー(head over)」構成に代わって、テストヘッドは、「垂直平面」配向にあってもよく、この場合には、運搬手段は、テスト物品を、テストヘッドの側部に面した垂直部分へ移動する。別の実施形態では、テストヘッドを「ヘッドアンダー(head under)」構成にすることができ、この場合には、運搬手段は、テスト物品をテストヘッドの頂部に向けて下げる。

【 0 0 1 8 】

50

同様に、テストヘッドは、「垂直平面」配向にあってもよく、この場合、運搬手段は、テスト物品を、テストヘッドの側部に面した垂直部分へ移動する。

【0019】

また、図1は、位置及び傾斜センサ(図2を参照)に結合されて、マニピュレータ50、ひいては、テストヘッド90の配置を制御するデジタルコンピュータプロセッサを含む制御システム75も示している。典型的に、デジタルコンピュータプロセッサは、通常のデスクトップコンピュータの一部分である。図1は、外部取り付け構成を示している。しかしながら、ある範囲の別の実施形態は、内部即ちマニピュレータ内に取り付けられる「単一ボード(a single board)」構成のコンピュータプロセッサを有する。このような「単一ボード」の効果は、図1に示すように外部に取り付けられるデスクトップコンピュータに比して、スペースを節約することである。キーパッド又はキーボード及びモニタ、例えば、CRT又はLCDが外部に取り付けられる。

10

【0020】

制御システム75は、デジタル、又はアナログ/デジタル混合の制御システムであるのが好ましい。しかしながら、マニピュレータ50の他の実施形態は、完全にアナログの電気機械的制御システムを有する。更に別の実施形態は、制御システムをもたず、手で操作される。また必ずしもそうでないが、制御システムは、運搬手段(図示せず)によりテストヘッドへ及びテストヘッドからテスト物品を運搬し、そしてテストヘッドによりテストするのを制御するように構成されるのが好ましい。

【0021】

20

図2は、図1に示すマニピュレータの内部構造の側面図で、一部を断面図で詳細に示した図である。図1の例示とは対照的に、図2の例示は、マニピュレータ50の内部構造を示すために、テストヘッド90、カバー52、アーム60、ヨーク65、及びフレーム51の部分を省略している。この実施形態は、図1と同様に、教示例である。図2に示すものからの多数の変更が本発明により考えられる。

【0022】

本発明の広い原理によれば、マニピュレータ50は、マルチリンクリンケージ100を備えている。リンケージの結合されたリンクは、テストヘッドの外側を通過するヒンジ軸とは対照的に、テストヘッドを通過する軸の周りでテストヘッドを回転する間にテストヘッドの重量を支持することにより、スペース効率のよいテストヘッド移動を可能にする。ヒンジマニピュレータの広い揺動弧に比して、本発明の好ましい実施形態では、テストヘッドをテストヘッドの影のサイズに関して減少された設置面積内で「転倒」できるようにする。また、本発明の好ましい実施形態では、1つの構造体が2つの自由度の運動、即ち並進移動及び回転に作用できるようにする。これは、各運動自由度に対して個別のハードウェアを有するマニピュレータに比して、コスト効果を与える。

30

【0023】

図2において、リンケージ100は、各々細長いリードスクリュー(lead screws)である第1及び第2のリンク110及び120を含む。第1及び第2のリードスクリューは、各々、ベアリングアッセンブリ175により回転可能に支持される末端部111を有する。従って、第1及び第2のリードスクリューは、各々、これらリードスクリューを通る長手軸に各々対応する第1及び第2の回転軸191及び196の周りで回転する自由度を有する。更に、以下に述べるように、リードスクリューのねじは、重量を支持し、リードナットを駆動して他の要素を作動させる。

40

【0024】

第1及び第2のリンク110及び120は、底部プレート55に枢着され、底部プレートは、次いで、フレーム51に取り付けられる(図1を参照)。ベアリングアッセンブリ175は、フランジ176間に支持される。これらフランジは、これらフランジ及びピボットブロック182の穴を通過するシャフト・ベアリングアッセンブリによりピボットブロック182に結合される。従って、第1及び第2のリードスクリューは、第1及び第2のピボット180及び185並びにそれに対応するピボット軸181及び186の周りで

50

回転する自由度を有する。各リードスクリュウのピボット及び回転軸は、互いに垂直である。

【 0 0 2 5 】

リンケージ 1 0 0 は、更に、第 3 のリンク、即ちクロスするリンク 1 3 0 も備えている。図 2 の実施形態では、リードナット(lead nuts) 1 4 0 が第 1 及び第 2 のリードスクリュウ 1 1 0 及び 1 2 0 に各々ねじ込まれる。リードナットは、次いで、通常の慣習的な手段により第 3 リンクの両端に枢着される。従って、第 3 リンク即ちクロスリンクは、細長い第 1 及び第 2 リンクの長さに沿って移動する自由度を有する。第 3 リンクの両端が第 1 及び第 2 リンクに沿って同じ速度で移動する場合には、第 3 リンクが並進移動し、回転はしない。他方、第 3 リンクの両端が第 1 及び第 2 リンクに沿って異なる速度で移動する場合には、第 3 リンクが第 3 ピボット 1 8 3 の周りで回転する。

10

【 0 0 2 6 】

第 1 及び第 2 リンク 1 1 0 及び 1 2 0 のピボット各々 1 8 0 及び 1 8 5 とは対照的に、第 3 ピボット 1 8 3 は、底部プレート 5 5 又は第 1 及び第 2 リンクに対して固定されず、第 3 リンクと共に並進移動する。

【 0 0 2 7 】

ある範囲の別の実施形態では、リードナット及びリードスクリュウのねじ間が金属対金属のスライド接触である上述したリードスクリュウ及びリードナット構成体が、第 1 及び第 2 リンク 1 1 0 及び 1 2 0 のスクリュウねじが、例えば、ボール又は円筒ローラーのようなローリング素子に係合する低摩擦構成体に置き換えられる。比較的低い摩擦は、リンクを作動するのに低いトルクしか要求されず、小型で且つ低廉の駆動装置になるという点で、効果を奏する。他方、ボールスクリュウを使用するもののような比較的low摩擦の実施形態は、第 1 及び第 2 リンクからトルクが取り去られたときに「バックドライブ(backdrive)」又はスリップを生じることがある。従って、この範囲の好ましい実施形態は、ブレーキ又は他のブレーキ手段、或いはアンチバックドライブメカニズム(anti-backdrive mechanism)又は他のアンチバックドライブ手段を含んでもよい。

20

【 0 0 2 8 】

典型的な実施形態において、リンケージ(linkage) 1 0 0 は、アクチュエータに結合される。しかしながら、他の実施形態では、手で操作されてもよい。第 1 及び第 2 リンクが 2 つの独立したアクチュエータに結合されるか、又は電力を分割できる単一のアクチュエータに結合されるのが最も好ましい。リンケージの異なる部分を独立して操作すると、好都合にも、安定性及び制御性が改善される。

30

【 0 0 2 9 】

図 2 において、アクチュエータは、2 つの独立した電気モータ 1 6 5 であり、これらは、チェーン及びsprocket駆動装置(a chain and sprocket drive train)に結合される。第 1 及び第 2 の各リードスクリュウが各リンクsprocket(link sprocket) 1 7 3 に取り付けられる。チェーン 1 7 2 は、リンクsprocketを駆動sprocket(drive sprocket) 1 7 1 に結合し、この駆動sprocketは、ギアボックス 1 7 0 に取り付けられる。ギアボックスは、更に、取り付けプレート 1 6 6 に取り付けられる。電気モータは、ギアボックスに固定される。

40

【 0 0 3 0 】

別の実施形態では、アクチュエータが機械又は電磁又は他の原理で動作して、リンケージに電力を供給することができる。アクチュエータは、例えば、電気モータ、及び空気圧又は液圧ピストンである。本発明では、多数の変更が考えられる。

【 0 0 3 1 】

リンケージ 1 0 0 の好ましい実施形態は、曲げ又はねじれ或いはその両方の剛性を改善するために補剛(stiffening)手段を含むのも任意である。補剛は、重たいテストヘッド 9 0 (図 1 を参照)と共に使用する場合に効果的である。テストヘッドは通常数千ポンドの重さであり、過剰な静的又は動的撓み(deflection)があると、リンケージの故障を招くことがある。

50

【 0 0 3 2 】

図 2 において、第 1 ピボット 1 8 0 と第 2 ピボット 1 8 5 との間の底部プレート 5 5 の一部分は、堅牢な固定リンクとして働く。更に、垂直プレート 1 0 5 は、この垂直プレートにおける細長い又は実質的に長方形の穴であるスリット 1 2 5 を含む。スロットの制限内でボックス 1 5 0 が配置され、ガイドホイール及びレールシステム（図示せず）に接続される。ボックスは、このボックスに対する第 3 リンク 1 3 0 の回転を受け容れるための第 3 ベアリングアセンブリ 1 8 4 を含む。更に、底部プレート及び垂直プレートは、互いにしっかりと取り付けられる。従って、ボックス及び垂直プレートは、好都合にも、重いテストヘッド 9 0 に対し曲げ又はねじれの剛性を与える。

【 0 0 3 3 】

リンケージ 1 0 0 は、多数のリンク及び多数の自由度の動きを有するので、マニピュレータ 5 0 の好ましい実施形態は、リンケージの操作を制御するシステムを備えるのも任意である。コンピュータプロセッサを含むデジタル制御システムが最も好ましいが、別の実施形態は、アナログ制御システム又は手動制御ハードウェアを備えている。

【 0 0 3 4 】

図 2 において、ブラケット 1 1 2 は、各回転軸 1 9 1 及び 1 9 6 の周りでの第 1 及び第 2 リードスクリュー 1 1 0 及び 1 2 0 の回転を感知するエンコーダ 1 1 3 を保持する。エンコーダは、部分回転をカウントするのが好ましい。精度の低い実施形態では、全回転のみがカウントされる。任意の傾斜計 (inclinometer) 1 1 4 が、通常、第 3 ピボット 1 8 3 の付近で第 3 リンク 1 3 0 に取り付けられる。以下に詳細に述べるように、このようなエンコーダ及び任意の傾斜計は、制御システム 7 5（図 1 を参照）が第 3 リンクの位置、スピード及び角度配向を決定できるようにする。傾斜計を含まない実施形態は、エンコーダの値に基づいて角度又は傾斜を決定する。エンコーダ及び傾斜計は、コンピュータプロセッサと通信し、このプロセッサは、モータ 1 6 5 とも通信する。エンコーダ及び傾斜計のようなセンサからのデータで、コンピュータは、フィードバック制御アルゴリズムを実行して、リンケージの動きを制御することができる。

【 0 0 3 5 】

運転中に、モータ 1 6 5 は、スプロケット 1 7 1、1 7 3 及びチェーン 1 7 2 を経て、第 1 及び第 2 の各リードスクリュー 1 1 0 及び 1 2 0 を駆動する。これらリードスクリューは、第 1 及び第 2 の各回転軸 1 9 1 及び 1 9 0 の周りで時計方向又は反時計方向の各々回転することができる。リードスクリューのねじは、第 3 リンク（及び取り付けられたテストヘッド 9 0）の重量を支持する。第 3 リンクを垂直に並進移動するために、モータは、第 3 リンクの両端を駆動し、リードスクリューに沿って等しい速度で移動する。第 3 リンクを回転するために、モータは、第 3 リンクの両端を異なる速度で駆動する。速度は、各リンクに沿った異なる速度又はリンクに沿った異なる方向で相違させる。異なる速度で移動すると、第 3 ピボットが固定されたままであるか又は垂直に並進移動する間に、第 3 リンクの両端が第 3 ピボット 1 8 3 に対して回転する。第 3 リンクがピボット運動するときには、第 1 及び第 2 リンクが、第 1 及び第 2 ピボット 1 8 0 及び 1 8 5 で各々回転することにより変化を受け容れる。

【 0 0 3 6 】

テストヘッド又は他の物体を操作するために、第 3 リンク 1 3 0（図 2 を参照）がアダプタに取り付けられ、アダプタがテストヘッドに取り付けられる。好ましい実施形態は、拡張型アダプタを含む。しかしながら、他の実施形態は、非拡張型アダプタを含む。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、図 1 に示すマニピュレータのアームの斜視図である。アーム 6 0 は、ボックスビーム (box beam) 6 4 を備えている。ボックスビームの側部 5 9 は、通常の且つ従来の手段、例えば、機械的固定具により、ピボット 1 8 3 の付近で第 3 リンク 1 3 0（図 2 を参照）にしっかりと取り付けられる。第 3 リンクにしっかりと取り付けられて、アームは、第 3 リンクと共に回転し並進移動する。

【 0 0 3 8 】

アーム 60 は、ボックスビーム 64 に取り付けられた一対のアームガイドレール 61 を含む拡張型アダプタである。テストヘッド 90 (図 1 を参照) を受け入れ且つそれに固定するように形成され且つそのような寸法にされたヨーク 65 は、取り付けられたガイドホイール (図示せず) 上のガイドレールに載る。

【0039】

ボックスビーム 64 内には、アームモータ 62 が位置される。アームリードスクリューと、このリードスクリューにねじ込まれてヨーク 65 に結合されたリードナット (図示せず) は、ガイドレール 61 に沿って互いに逆の第 1 及び第 2 方向のいずれかにヨークを移動するための並進移動メカニズムを形成する。好ましい実施形態は、アームモータ、アームリードスクリュー及びリードナットに届くためのアクセスポート 66 を含む。

10

【0040】

ガイドレール 61 に沿った水平の並進移動は、比較的僅かな力しか必要としないので、ある範囲の別の実施形態のアーム 60 は、手で並進移動するための簡単な取っ手を備えている。他の範囲の実施形態は、モータ作動のリードスクリュー及びリードナット構成体に代わって、空気圧又は液圧アクチュエータのような加圧アクチュエータを含む。本発明により多数の他の代替も考えられる。

【0041】

ここで、機能の例に注意を向けると、図 4 ないし 9 は、テストヘッド取り付け操作の進行につれて図 1 のシステムを側面から示している。図 4 a ないし 9 a は、マニピュレータが図 4 ないし 9 の位置に各々あるときのマニピュレータの内部構造の側面図である。図 4 a ないし 9 a に示す構造は、図 2 に示す構造に対応する。

20

【0042】

図 4 において、テストヘッド 90 は、プローバ 40 から取り外され、「修理(service)」位置にある。図 4 a は、修理位置(service position)におけるリンケージ 100 の位置を示す。一連の動きで前進すると、マニピュレータ 50 は、プローバ上の最終取り付け位置即ち「ドックされた(docked)」位置へテストヘッドを並進移動し回転させる。

【0043】

対応する図 5 及び図 5 a により示された第 1 制御ステップにおいて、ユーザは、スイッチ又は他の装置をトグル(toggle)し、そして制御システム 75 (図 1 を参照) は、第 1 及び第 2 のリードスクリュー 110 及び 120 を同期状態で駆動することにより第 3 リンク 130 の垂直並進移動を開始する。第 1 及び第 2 のリードスクリューが回転するときに、第 3 リンクの両端が同じ速度で各リードスクリューに沿って移動する。従って、第 3 リンクの回転は生じない。アーム 60 及びテストヘッド 90 は、各々第 3 リンクに取り付けられているので、垂直に並進移動する。リードスクリューに結合されてその回転又は部分回転をカウントするエンコーダのような通常の慣習的なセンサは、リードスクリューに沿った距離、ひいては、リードスクリューの既知のねじ込みに基づく高さを決定するためのフィードバックを与える。この動きは、第 3 リンクが所定の「回転高さ」に達するまで続く。

30

【0044】

対応する図 6 及び図 6 a により示された第 2 ステップにおいて、第 3 リンク 130 が回転し、ひいては、アーム 60 及びテストヘッド 90 を回転させる。回転を行なうために、制御システム 75 は、第 3 リンク 130 の両端を異なる速度で駆動する。第 2 のリードスクリュー 120 が回転を続けるときに、第 1 のリードスクリュー 110 が回転を停止するのが好ましい。或いは又、第 1 のリードスクリューが非ゼロの回転速度に低速化するか、又はその回転方向を逆転してもよい。第 3 リンクが第 3 ピボット 183 の周りで回転するときに、第 1 及び第 2 のリードスクリューは、各々、第 1 及び第 2 のピボット 180 及び 185 の周りでピボット運動する。この回転運動は、第 3 リンクが、例えば、図 6 a のような所定の傾斜に達するまで続き、これは、図 6 に示すように、45° のテストヘッド回転を生じさせる。

40

【0045】

50

上述した回転運動の間に、リンケージ 100 に結合されたエンコーダ 113 のような通常の慣習的なセンサは、傾斜を決定するためのフィードバックを与える。エンコーダよりも比較的低廉な任意の傾斜計 114 が、通常、地球重力に対する初期基準傾斜を与える。傾斜計等で初期化されると、制御システム 75 は、エンコーダの「カウント」（回転量）を記憶する。エンコーダのカウントと共に、制御システムは、リードスクリュウの既知のねじ込みが与えられると、傾斜を決定する。エンコーダのカウントは、典型的に、1 回転の一部分であるから、高い精度及び再現性で所定の傾斜（所定の垂直位置と同等）が得られる。

【0046】

対応する図 7 及び図 7 a により示された任意の第 3 ステップにおいて、第 3 リンク 130 は、垂直に並進移動し、ひいては、アーム 60 及びテストヘッド 90 を垂直に並進移動させる。この並進移動を達成するために、制御システム 75 は、上述した第 1 ステップと同様に、第 1 及び第 2 のリードスクリュウを同期状態で駆動する。この動きは、第 3 リンクがプロバ 40 上の所定の位置に到達するまで続けられる。

【0047】

任意の第 4 ステップにおいて、第 3 リンク 130 の傾斜が、前述の第 2 ステップと同様に、回転により微調整又は修正される。

【0048】

対応する図 8 及び図 8 a によって示された第 5 ステップにおいて、第 3 リンク 130 が固定のままとされ、そしてアーム 60 は、テストヘッド 90 を水平に並進移動するように延びる。並進移動を行なうために、制御システム 75 は、アームモータ 62 を付勢して、アームのリードスクリュウ 63 を駆動し、ヨーク 65 をガイドレール 61（図 3 を参照）に沿って並進移動させる。アームのリードスクリュウに結合されたエンコーダのような通常の慣習的なセンサは、プロバ 40 上の実際の位置を決定するためのフィードバックを与える。この動きは、ヨーク、ひいては、取り付けられたテストヘッドが、プロバ 40 上の所定の位置に達するまで続けられる。

【0049】

対応する図 9 及び図 9 a によって示された第 6 ステップにおいて、第 3 リンク 130 が垂直方向下方に並進移動し、ひいては、アーム 60 及びテストヘッド 90 を垂直方向下方に並進移動する。この並進移動を行なうために、制御システム 75 は、第 1 及び第 2 のリードスクリュウを、前述の第 1 ステップと同様に、同期状態で駆動するが、回転方向は逆転される。この動きは、第 3 リンクがプロバ 40 上の所定の位置に達するまで続けられ、ここでは、テストヘッドがプロバに対して取り付け位置又は「ドックされた(docked)」位置となる。

【0050】

テストヘッド 90 をプロバ 40 から取り外し又は「ドック解除(de-dock)」し、そして「修理(service)」位置に戻るために、ユーザはスイッチをトグルし、そして制御システム 75（図 1 を参照）は、上述したステップを逆に開始する。ドッキングシーケンスに任意のステップが含まれた場合でも、傾斜修正の第 4 ステップを省略することができる。

【0051】

従って、マニピュレータ 50 は、最小量の頭上スペース及び床設置面積でテストヘッド 90 を「修理(service)」位置から「ドックされた(docked)」位置へ又はその逆にもっていく。リンケージ 100（図 2 を参照）は、テストヘッドの外側を通過するヒンジ軸とは対照的に、テストヘッドを通過する軸の周りでテストヘッドを回転する間にテストヘッドの重量を支持することにより、このスペース効率のよいテストヘッドの動きを可能にする。ヒンジマニピュレータの広い揺動弧に比して、本発明の好ましい実施形態では、図 4 ないし 9 に示すように、テストヘッドをテストヘッドの影のサイズに関して減少された設置面積内で「転倒(tumbled)」できるようにする。明らかなように、垂直の並進移動及びびったりとした転倒移動(tight tumbling)は、垂直積層システムに対して特に効果的である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

更に、マニピュレータ 5 0 は、 1 つの構造で、 2 つの自由度の運動、即ち並進移動及び回転を行なえるようにする。これは、各自由度の運動に対して個別のハードウェアを有するマニピュレータに比してコスト効率を与える。

【 0 0 5 3 】

更に、制御システム 7 5 では、ユーザは、ボタンにタッチすることで上述した複雑な動きを行うことができる。これは、典型的にオン/オフアクチュエータ動作しかない多数の既知のマニピュレータに勝る効果である。

【 0 0 5 4 】

制御方法に話を転じると、本発明により多数の制御アルゴリズム又は技術が考えられる。例えば、リードスクリュウ 1 1 0 及び 1 2 0 (図 2 を参照) を制御するための 1 つの技術は、リードスクリュウの希望回転数 (これは、リードスクリュウの長さ及びねじの数が既知であるから位置に関係している) を入力し、そして希望回転数が所定の公差内で達成されるまでリードスクリュウを駆動する制御ループを実施することである。希望回転数が所定の公差内になると、リードスクリュウが停止する。

【 0 0 5 5 】

例示的な制御ループ内では、リードスクリュウの公称回転速度が、 2 つの項の和として決定される。一方の項は、希望の回転数に達するためになすべき回転に関係している。この項は、駆動シーケンスの始めに最大であり、そしてなすべき回転数が減少するにつれて減少する。希望の回転数に速く近付くために、第 2 の項は、各位置から先へなすべき回転の位置にわたる和に関係している。この第 2 の項は、駆動シーケンスにわたる和であるから、駆動シーケンスの始めに最小であり、そして増加する。異なる実施形態では、これらの項は、直線的でも非直線的でもよく、本発明により多数の変更が考えられる。

【 0 0 5 6 】

同期回転については、制御システム 7 5 は、第 1 及び第 2 の両リードスクリュウ 1 1 0 及び 1 2 0 を公称速度 (nominal speed) で駆動する。公称速度を得るために、モータ 1 6 5 (図 2 を参照) への入力、モータ入力を 3 つの項の和として表わすことによって例示的な制御ループ内で決定される。第 1 の項は、上述した公称速度に対するモータ入力に対応する。公称速度に対する表現と同様に、第 2 の項は、第 1 及び第 2 のリードスクリュウの回転の差に関係し、そして第 3 の項は、第 1 及び第 2 のリードスクリュウの回転の差の位置にわたる和に関係している。従って、第 1 及び第 2 のリードスクリュウ間に速度差があるときには、対応する第 2 項及び第 3 項が、等しい速度に向かう修正を与える。

【 0 0 5 7 】

非同期回転については、制御システム 7 5 は、第 1 及び第 2 のリードスクリュウ 1 1 0 及び 1 2 0 を異なる速度で駆動する。公称速度及びモータ入力の場合と同様に、例示的な制御アルゴリズムは、リードスクリュウの回転にわたるループを備え、異なる傾向の項の和からモータ入力決定される。

【 0 0 5 8 】

所有コスト (コストオブオーナーシップ : cost of ownership) に関して付加的な効果を与えるために、ある範囲の好ましい実施形態のマニピュレータ 5 0 は、停電が生じた場合に回転数を失い得るエンコーダを備えている。このようなエンコーダは、停電があっても回転数を保存する絶対的なエンコーダよりも比較的低廉である。これらの実施形態では、制御システム 7 5 は、位置センサからの入力、エンコーダがリセットされる基準位置即ち「ホーム」を見出すアルゴリズムを実行することができる。

【 0 0 5 9 】

一実施形態では、制御システム 7 5 は、最初に、リードスクリュウ 1 1 0 及び 1 2 0 を同期状態で作動して、テストヘッド 9 0 を、垂直「ホーム (home) 」センサがトリガーされるまで並進移動することにより、「ホーム (home) 」アルゴリズムを実行する。第 2 に、制御システムは、リードスクリュウを非同期で作動し、次いで、前記第 1 ステップと同様に垂直位置を再調整することにより、テストヘッドの傾斜を垂直「ホーム (home) 」において

所定の傾斜で確立する。第 3 に、制御システムは、ヨーク 6 5 がガイドレール 6 1 上の一方の移動端又は他方の移動端に達するまでアームモータ 6 2 を作動し、次いで、ヨークをガイドレールに沿って移動の「ホーム(home)」へもっていく。次いで、制御システムは、アームのリードスクリュウ 6 3 に結合されたエンコーダをリセットする。第 4 に、制御システムは、アームモータを作動して、ヨークをガイドレール上の「修理(service)」位置へもっていく。第 5 に、制御システムは、第 1 及び第 2 のリードスクリュウを同期状態で作動して、テストヘッドを若干下げる。第 6 に、制御システムは、リードスクリュウを非同期状態で作動することによりテストヘッドの傾斜を高い精度で確立する。最終的に、制御システムは、垂直「ホーム(home)」センサがトリガーされるまでリードスクリュウを同期状態で作動する。次いで、制御システムは、第 1 及び第 2 のリードスクリュウに結合されたエンコーダをリセットする。

10

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の一実施形態による自動テストシステムの斜視図である。

【図 2】図 1 に示すマニピュレータの内部構造の側面図で、一部を断面図で詳細に示した図である。

【図 3】図 1 に示すマニピュレータのアームの斜視図である。

【図 4】図 1 のシステムの側面図で、テストヘッドをプローバに取り付けるための一連の位置における第 1 位置即ち修理位置を示す図である。

【図 4 a】マニピュレータが図 4 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

20

【図 5】テストヘッドの上方垂直並進移動を行なった後の、図 4 のシステムの側面図である。

【図 5 a】マニピュレータが図 5 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

【図 6】テストヘッドの回転を行なった後の、図 5 のシステムの側面図である。

【図 6 a】マニピュレータが図 6 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

【図 7】テストヘッドの更なる回転を行なった後の、図 6 のシステムの側面図である。

【図 7 a】マニピュレータが図 7 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

30

【図 8】テストヘッドの水平並進移動を行なった後の、図 7 のシステムの側面図である。

【図 8 a】マニピュレータが図 8 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

【図 9】テストヘッドの下方垂直並進移動を行なった後の、図 8 のシステムの側面図である。

【図 9 a】マニピュレータが図 9 に示す位置にあるときの、図 2 に対応するマニピュレータの内部構造の側面図である。

【図 1】

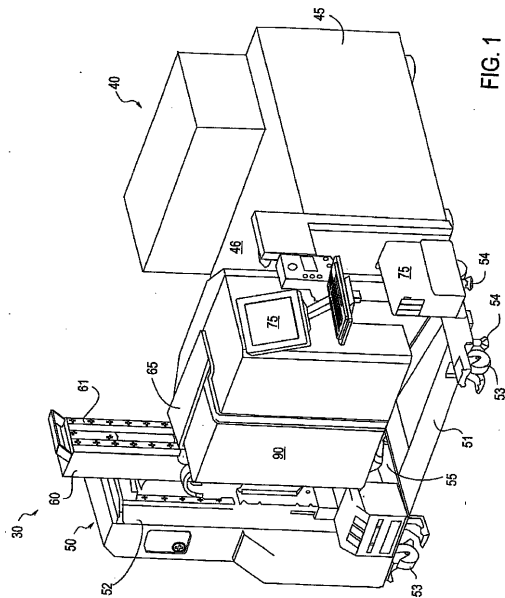


FIG. 1

【図 2】

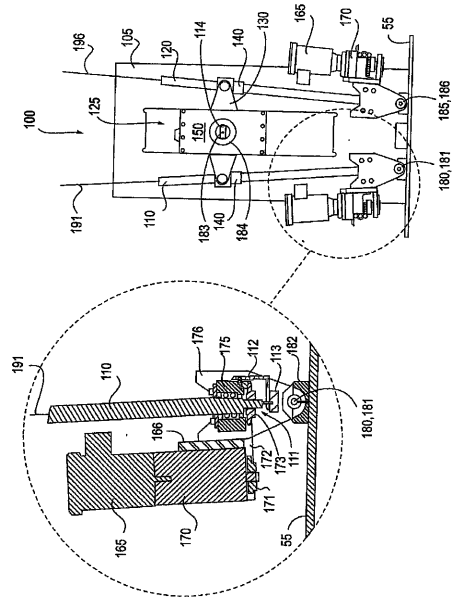


FIG. 2

【図 3】

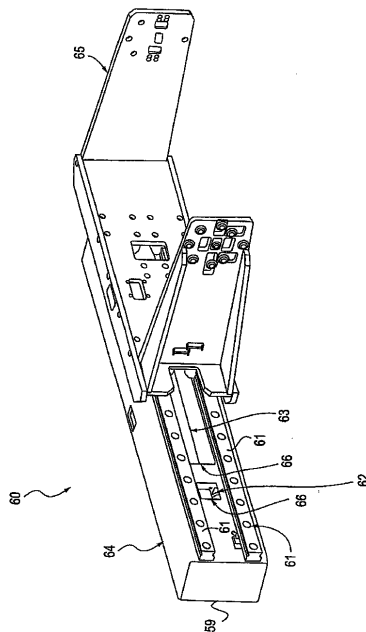


FIG. 3

【図 4】

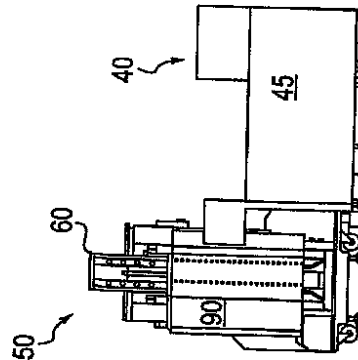


FIG. 4

【図 4 A】

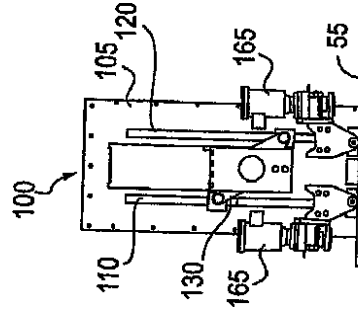


FIG. 4A

【図 5】

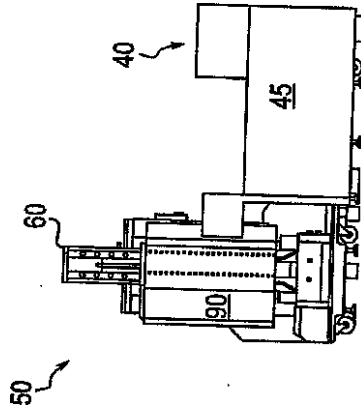


FIG. 5

【図 5 A】

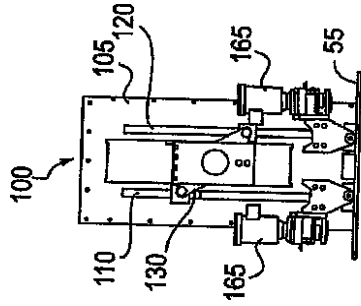


FIG. 5A

【図 6】

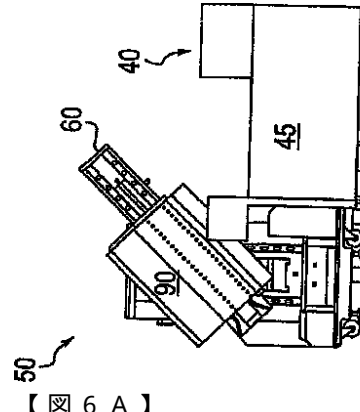


FIG. 6

【図 6 A】

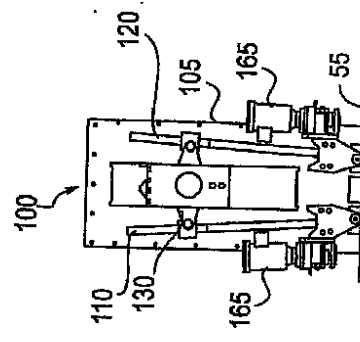


FIG. 6A

【図 7】

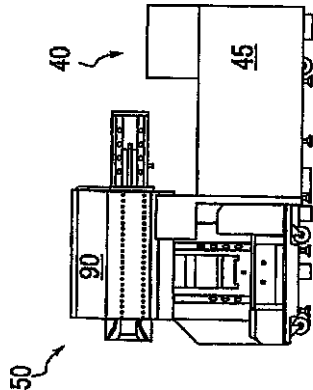


FIG. 7

【図 7 A】

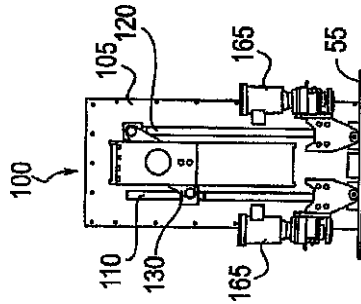


FIG. 7A

【図 8】

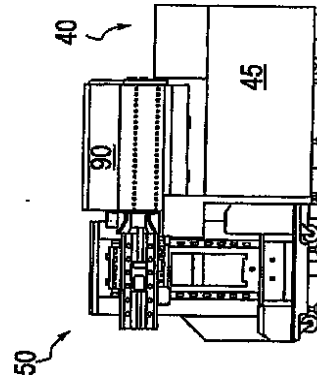


FIG. 8

【図 8 A】

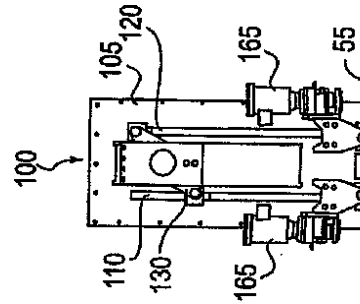


FIG. 8A

【図 9】

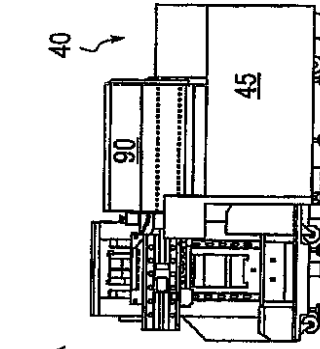


FIG. 9

【図 9 A】

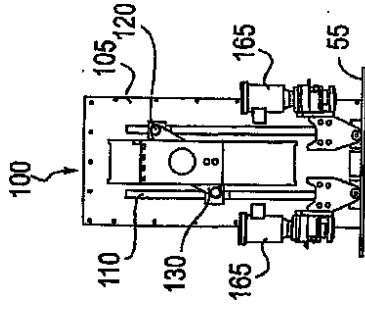


FIG. 9A

フロントページの続き

(72)発明者 トルドー ボール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 4 0 マウンテン ヴィュー ペアトゥリー レーン
1 7 6 5

(72)発明者 カラドンナ マイケル

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 5 1 サンタ クララ ハバード アベニュー 6 3
7

審査官 今井 拓也

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 6 4 6 4 5 (J P , A)

特開平 0 7 - 1 4 7 3 0 5 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 4 8 3 8 8 (J P , A)

特開昭 5 9 - 0 6 0 2 0 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/66

G01R 31/26