

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2006-317437
(P2006-317437A)

(43) 公開日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 23/225 (2006.01)	GO 1 N 23/225	2 GO 0 1
GO 1 N 21/88 (2006.01)	GO 1 N 21/88 Z	2 GO 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 39 O L 外国語出願 (全 43 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2006-125815 (P2006-125815) 平成18年4月28日 (2006. 4. 28) 60/676558 平成17年4月29日 (2005. 4. 29) 米国 (US) 11/375625 平成18年3月14日 (2006. 3. 14) 米国 (US)	(71) 出願人 (74) 代理人 (72) 発明者	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050 100101502 弁理士 安齋 嘉章 フェイズ イー アボード アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94566 プレザントン ゼナト プレイス 1859
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インライン電子ビーム検査システム

(57) 【要約】

【課題】 大面積基板上に形成された複数の電子デバイスを検査するための方法及び装置が開示されている。

【解決手段】 一実施例において、本装置は検査されるべき基板の大きさよりもちょっと幅広い少なくとも1つのチャンバ内で、一線形軸において前記基板上において検査を行なう。クリーンルームのスペース及びプロセスの時間は、システムのより小さいサイズ及び容量によって最小化される。

【選択図】 図6

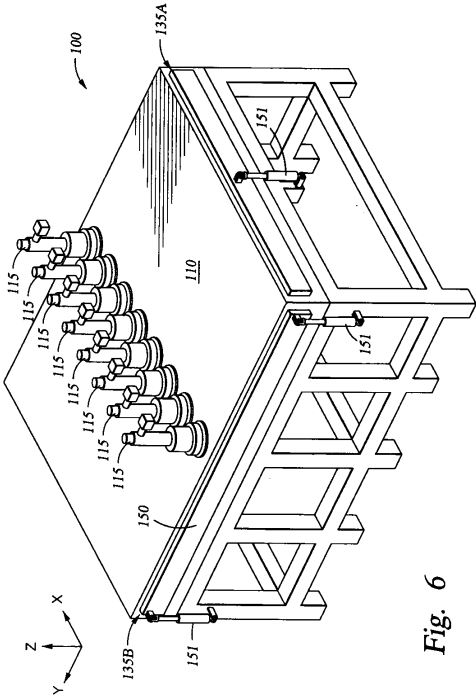


Fig. 6

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動可能な基板支持体と、
前記基板支持体上の少なくとも 1 つの検査コラムとを含み、
前記基板支持体は単一軸方向に移動可能であり、前記単一軸は前記少なくとも 1 つの検査コラムの光軸に直交している大面積基板上の電子デバイスを検査するための装置。

【請求項 2】

前記基板支持体は検査チャンバ内に収容されている請求項 1 の装置。

【請求項 3】

前記検査チャンバは真空ポンプに接続されている請求項 2 の装置。

10

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの検査コラムは検査領域を有する電子ビームコラムである請求項 1 の装置。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの電子ビームコラムの検査領域は第 1 の方向において、約 230 mm ~ 約 270 mm であり、前記第 1 の方向に直交する方向において、約 340 mm ~ 約 380 mm である請求項 4 の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの電子ビームコラムの前記テスト領域は第 1 の方向において、約 325 mm ~ 約 375 mm であり、前記第 1 の方向に直交する方向において、約 240 mm ~ 約 290 mm である請求項 4 の装置。

20

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの検査コラムは 6 個若しくはそれ以上の検査コラムを含む請求項 1 の装置。

【請求項 8】

前記基板支持体はさらにエンド・エフェクタを含む請求項 1 の装置。

【請求項 9】

前記 6 個若しくはそれ以上の検査コラムは前記基板支持体上に、実質的に直線上にある請求項 7 の装置。

【請求項 10】

30

前記 6 個若しくはそれ以上の検査コラムは基板の長さ若しくは幅を検査するに十分な集合的な検査領域を形成する請求項 9 の装置。

【請求項 11】

大面積基板を支持するための支持表面を有する検査プラットフォームと、
前記検査プラットフォームに接続された複数の検査コラムとを含み、
前記複数の検査コラムのそれぞれは検査領域内に光軸を有し、
前記検査プラットフォームは前記光軸に対し線形方向に移動可能であり、
前記複数の検査コラムは前記基板が前記システムを通過移動するにつれ、基板の幅若しくは長さを検査するに十分な集合的な検査領域を有する大面積基板上の電子デバイスを検査するための装置。

40

【請求項 12】

前記線形方向は光軸に対し直交している請求項 11 の装置。

【請求項 13】

前記光軸は垂直方向であり、前記線形方向は前記垂直方向に直交している請求項 11 の装置。

【請求項 14】

前記検査プラットフォームはエンドエフェクタを有する基板支持体を含む請求項 11 の装置。

【請求項 15】

前記検査プラットフォームは検査チャンバ内にあり、前記検査チャンバは真空ポンプに結

50

合している請求項 1 1 の装置。

【請求項 1 6】

チャンバと、
基板を受容する大きさの、前記チャンバ内の基板支持体と、
各々が検査領域を有しており、前記チャンバの上側表面に結合された複数の検査デバイスとを含み、

前記複数の検査デバイスは前記基板が前記システム内を移動するにつれ、前記基板の長さ若しくは幅をテストするに十分な集合的な検査領域を形成するよう離間している大面積基板上の電子デバイスを検査するためのシステム。

【請求項 1 7】

前記複数の検査デバイスの各々は光軸を有しており、前記基板支持体は前記光軸に直交する方向に移動可能である請求項 1 6 のシステム。

【請求項 1 8】

前記チャンバはチャンバへの、及び、チャンバからの 1 つ以上のプローバの搬送を行なう移動可能な側壁を有する請求項 1 6 のシステム。

【請求項 1 9】

前記複数の検査デバイスは少なくとも 6 個の電子ビームコラムを含む請求項 1 6 のシステム。

【請求項 2 0】

前記複数の検査デバイスは実質的に一直線上にある請求項 1 9 のシステム。

【請求項 2 1】

前記基板支持体はエンドエフェクタを含む請求項 1 6 のシステム。

【請求項 2 2】

前記複数の検査デバイスの各々の検査領域は Y 方向において約 2 3 0 m m ~ 約 2 7 0 m m であり、X 方向において約 3 4 0 m m ~ 約 3 8 0 m m である請求項 1 6 のシステム。

【請求項 2 3】

前記複数の検査デバイスの各々の検査領域は Y 方向において約 3 2 5 m m ~ 約 3 7 5 m m であり、X 方向において約 2 4 0 m m ~ 約 2 9 0 m m である請求項 1 6 のシステム。

【請求項 2 4】

下側表面上に複数の接触ピンを有する矩形のフレームを形成する複数の構造部材と、
前記複数の接触ピンと通信を行なう少なくとも 1 つの電気接触接続ブロックと
を含むプローバ・フレームを含むことを特徴とする大面積基板上の電子デバイスを検査するための装置。

【請求項 2 5】

前記複数の構造部材のそれぞれは四角形、三角形若しくはそれらの組み合わせである請求項 2 4 の装置。

【請求項 2 6】

前記電子デバイスは薄膜トランジスタである請求項 2 4 の装置。

【請求項 2 7】

前記プローバ・フレームは前記大面積基板の大きさと等しいか若しくはそれ以上の大きさを有する請求項 2 4 の装置。

【請求項 2 8】

前記複数の構造部材の 1 つ以上は 2 つのメジャーサイドと、少なくとも 1 つのマイナーサイドを含み、メジャーサイドの少なくとも 1 つは斜めになっている請求項 2 4 の装置。

【請求項 2 9】

前記プローバ・フレームはさらに、前記四角形のフレームの少なくとも 2 つの平行なサイドの間に設けられた少なくとも 1 つのプローバ・バーを含む請求項 2 4 の装置。

【請求項 3 0】

前記少なくとも 1 つのプローバ・バーは下方の表面上に複数の接触ピンを含む請求項 2

10

20

30

40

50

9 の装置。

【請求項 3 1】

前記少なくとも 1 つのプローバ・バーは断面形状を有し、その断面形状は四角形か三角形か若しくはその組み合わせである請求項 2 9 の装置。

【請求項 3 2】

前記少なくとも 1 つのプローバ・バーは 2 つのメジャーサイドと少なくとも 1 つのマイナーサイドを有し、少なくとも前記メジャーサイドのうちの少なくとも 1 つは斜めになっている請求項 2 9 の装置。

【請求項 3 3】

前記少なくとも 1 つのプローバ・バーは前記四角形のフレームに対して移動可能である請求項 2 9 の装置。 10

【請求項 3 4】

複数の検査デバイスの下方に基板支持体を設け、
前記基板支持体上に前記複数の電子デバイスを有する基板を位置せしめ、
前記複数の検査コラムからの前記基板の検査領域をもたらし、
前記複数の検査コラムに対して単一の方向軸において前記基板支持体を動かすことを含む大面積基板の複数のデバイスを検査するための方法。

【請求項 3 5】

前記検査領域は第 1 の方向において約 1 9 5 0 m m ~ 約 2 2 5 0 m m の間にあり、前記第 1 の方向に直交する方向において、約 2 4 0 m m ~ 約 2 9 0 m m の間にある請求項 3 4 の方法。 20

【請求項 3 6】

前記検査領域は第 1 の方向において約 1 9 2 0 m m ~ 約 2 3 2 0 m m の間にあり、前記第 1 の方向に直交する方向において、約 3 2 5 m m ~ 約 3 7 5 m m の間にある請求項 3 4 の方法。

【請求項 3 7】

前記電子デバイスのそれぞれは薄膜トランジスタである請求項 3 4 の方法。

【請求項 3 8】

前記複数の検査デバイスのそれぞれは電子ビームコラムである請求項 3 4 の方法。

【請求項 3 9】

前記動かすステップは単一の方向軸において前記基板を断続的に動かすことを含む請求項 3 4 の方法。 30

【発明の詳細な説明】

【発明の分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施例は、主に、基板のための検査システムに関する。より詳細には、本発明はフラット・パネル・ディスプレイの生産において大面積基板のための集積化された検査システムに関する。

【関連技術の説明】

【0 0 0 2】

フラット・パネル・ディスプレイは、しばしばアクティブ・マトリックス・液晶表示 (LCD's) とも称されるが、近年、過去の電子管の代替品として世界中において普及しつつある。LCD は、より高度の画像品質、より軽量の重さ、より低い電圧要件、及び低い電力消費を含む、いくつかの CRT を上回る利点を有する。このディスプレイは、少し例示するだけでも、コンピュータのモニタ、携帯電話、テレビにおいて多くの応用例を有する。

【0 0 0 3】

アクティブ・マトリックス LCD の 1 つのタイプはフラット・パネル基板を形成するために薄膜トランジスタ (TFT) のアレイ基板とカラー・フィルタ基板との間に挟まれた液晶材料を含む。この TFT 基板は薄膜トランジスタのアレイを含み、それぞれは画素電 40 50

極に結合されており、カラーフィルタ基板は異なるカラーフィルタの部分と共通電極を含む。所定の電圧が画素電極に印加されると、電界が画素電極と、共通電極との間に形成され、特定の画素を介して光が通過するよう液晶材料の方向付けを行なう。

【0004】

製造プロセスの一部として、画素の動作性を決めるために、フラット・パネル基板の検査を行なうことが必要である。電圧によるイメージング、チャージ・センシング、及び電子ビームの検査は、製造プロセスの間の欠陥をモニター若しくはトラブルシュートするために用いられるプロセスである。典型的な電子ビームの検査プロセスにおいて、画素内のTFTの応答は欠陥情報を提供するためにモニターされる。電子ビームの検査の一例では、所定の電圧がTFTに印加され、電子ビームは調査される個々の画素電極に向けられる。画素電極エリアから放出される二次電子がTFTの電圧を決定するために感知される。

10

【0005】

プロセスのスループット時間と同様に、処理装置の大きさは、経済的な観点及び設計の観点の両者から、フラット・パネル・ディスプレイ製造者にとって大きな関心事である。現在のフラット・パネル・ディスプレイ処理装置は一般に、約2200mm×約2500mm及びそれより大きな面積の基板を収容する。このより大きいディスプレイの需要、増加する生産性の要求、及びより低い生産コストの要求は、より大きいサイズの基板を収容し、クリーンルームのスペースを最小化し得る新しい検査システムの必要性を創造した。

【0006】

従って、クリーンルームのスペースを最小化し、検査時間を短縮する、より大きな面積の基板上で検査を行なう検査システムの必要性がある。

20

【発明の要約】

【0007】

本発明は主に、複数の電子ビーム・コラムからの電子ビームの下に基板を動かすことによって、検査シーケンスを実行する、基板上の電子デバイスを検査するための方法及び装置を提供する。この複数の電子ビーム・コラムは基板の全体の幅若しくは長さを検査するように集合的な検査領域を形成する。基板は基板全体が電子ビームの照射対象となるまで、検査領域に対して一方向に動かされる。1つ以上のロード・ロック・チャンバに結合されうる検査チャンバが開示され、この検査チャンバはロード・ロック・チャンバとしても機能し得る。

30

【0008】

一実施例において、大面積基板上の電子デバイスを検査するための装置が記述される。この装置は移動可能な基板支持体と、この基板支持体上にある、少なくとも1つの検査コラムを含み、この基板支持体は単一軸方向に移動可能であり、その単一軸方向は少なくとも1つの検査コラムの光学軸に直交している。

【0009】

別の実施例において、大面積基板上に位置する電子デバイスを検査するための装置が記述される。この装置は大面積基板を支持するための支持表面を有する検査プラットフォームと、この検査プラットフォームに結合される複数の検査コラム等を含み、前記複数の検査コラムのそれぞれは検査領域内に光学軸を有し、前記検査プラットフォームは光軸に対して線形方向に移動可能であり、前記複数の検査コラムは、前記基板がシステムを通過するとき、基板の幅若しくは長さをテストするに十分な集合的な検査領域を有する。

40

【0010】

別の実施例においては、大面積基板上の電子デバイスを検査するためのシステムが記述される。このシステムはチャンバと、このチャンバ内にあり、基板を受ける大きさの基板支持体と、チャンバの上側の表面に結合された複数の検査デバイスとを含み、この複数の検査デバイスのそれぞれは検査領域を有し、複数の検査デバイスは、基板がシステムを通過するときに、基板の長さ若しくは幅をテストするに十分な集合的な検査領域を形成するよう離間している。

50

【 0 0 1 1 】

別の実施例において、大面積基板上の複数の電子デバイスをテストするための方法が記述されている。この方法は複数の検査デバイスの下に設けられた基板支持体を提供し、複数の電子デバイスを有する基板を、その基板支持体上に位置せしめ、基板上に、複数の検査コラムによる検査領域を提供し、複数の検査コラムに対して単一の方向軸において、基板支持体を動かすことを含む。

【 詳細な説明 】

【 0 0 1 2 】

本明細書において用いられている基板という用語は、一般に、その上に形成された電子デバイスを有するためのガラスでできた基板、重合体部材、若しくは、他の基板部材を指す。本応用例において描かれる実施例は、垂直方向の動き、水平方向の動き、及びそれらの組み合わせをもたらす、空気圧シリンダ、油圧シリンダ、磁気ドライブ、ステッパー、若しくは、サーボモータ、若しくは、他のタイプの機械装置、又は、説明される動きの一部分を少なくとも提供するための他のデバイス等のうちの、1つ若しくはその組み合わせであるかもしれない、様々なドライブ、モータ、及びアクチュエータに言及するものである。

【 0 0 1 3 】

本明細書において説明される様々なコンポーネントは水平方向及び垂直方向の平面内での独立な動きをすることができる。垂直とは水平平面に直交する動きとして定義され、Z方向として参照される。水平とは垂直平面に直交する動きとして定義され、X若しくはY方向として参照され、X方向はY方向に直交する動きであり、またその逆でもある。X、Y、及びZ方向は更に読者を助けるために図中において必要に応じて、方向性のある差込図により定義される。

【 0 0 1 4 】

図1は、例えば、約2200mm×2600mm、又はそれを超える大きさを有する大面積基板などの、大きい面積のフラット・パネル基板上にある電子デバイスの動作性を検査するインライン検査システム100の一実施例の等角投影図である。この検査システム100は検査チャンバ110、1つ以上のロード・ロック・チャンバ120A、120B、及び複数の検査コラム115（図1中では6個示されている）を含み、それらは薄膜トランジスタ（TFT）等の大面積基板上に設けられた電子デバイスを検査するための電子ビーム・コラム、若しくはその他のデバイスである。検査システム100は、典型的には、クリーンルームの環境に置かれ、1つ以上の大面積基板を検査システム100Aと又はそれから搬送するロボット装置若しくはコンベアシステム等の基板ハンドリング装置を含む生産システムの一部である。

【 0 0 1 5 】

1つ以上のロード・ロック・チャンバ120Aは、ロード・ロック・チャンバ120Aと検査チャンバ110との間に設けられたバルブ135A、及び、ロード・ロック・チャンバ120Bと検査チャンバ110との間に設けられたバルブ135Bによって、検査チャンバ110の一方の側若しくは両方の側において、検査チャンバ110の近傍に設けられ、且つ、それに接続されている。ロード・ロック・チャンバ120A、120Bは、典型的にはクリーンルーム環境において設けられる搬送ロボット、及び/又は、コンベアシステムにより、検査チャンバ110及び大気圧環境への、又は、それらからの、大面積基板の搬送を行なう。一実施例において、1つ以上のロード・ロック・チャンバ120A、120Bは少なくとも2つの大面積基板の搬送を行なうために構成されたデュアル・スロットのロード・ロック・チャンバである。デュアル・スロットのロード・ロック・チャンバの例は、2004年12月21日に発行された、米国特許第6,833,717号（代理人・ドケット番号008500）及び、2005年6月6日出願された、「集積されたブローバ・ドライブを備えた基板支持体」と題する、米国特許出願第11/298,648号（代理人・ドケット番号010143）に記載されており、その両者はそれらの出願内容が本件開示に共通する範囲内において本明細書において参照され組み込まれる。

【0016】

一実施例において、ロード・ロック・チャンバ120Aは入口ポート130Aを介してクリーンルーム内から基板を受取るようになっており、その一方、ロード・ロック120Bは大面積基板をクリーンルーム内に戻すために選択的に開く出口ポート130Bを有する。ロード・ロック・チャンバ120A、120Bは大気側から遮断可能であり、典型的には1つ以上の排気ポンプ122に結合されており、検査チャンバ110はロード・ロック・チャンバ120Aの排気ポンプから分離している1つ以上の排気ポンプ122に結合されている。大面積基板を検査するための電子ビーム検査システムの様々なコンポーネントの例は先に参照され組み込まれた、「集積化された基板搬送モジュールを備えた電子ビーム検査システム」と題された、2004年12月21日に発行された米国特許第6,833,717号(代理人・ドケット番号008500)に記載されている。

【0017】

一実施例において、検査システム100は大面積基板上にある、いかなる領域をもみる検査システムに結合された顕微鏡158を含む。顕微鏡158は、一実施例においては、図示のとおり、ロード・ロック・チャンバ120Aに結合される顕微鏡アセンブリ160に付加されているが、(図示されていないが、)他の実施例においては、検査チャンバ110及びロード・ロック・チャンバ120Bの1つ若しくは両方に、顕微鏡158及び顕微鏡アセンブリ160が結合されるかもしれない。顕微鏡アセンブリ160はロード・ロック・チャンバ120の上側の表面上で、透明部分162の上において顕微鏡アセンブリ160を動かす構台164を含む。透明部分162は耐熱性であり、負の圧力、及び他のプロセスパラメータに耐えうるよう設計された透明なガラス、クウォーツ、若しくは他の透明部材等の透明な部材から構成されている。

【0018】

構台164は透明部分162を介してロード・ロック・チャンバ120に置かれた大面積基板上の興味のある部分を見るために、少なくともX及びY方向の動きを顕微鏡アセンブリ160に提供するように構成される。例えば、顕微鏡158は大面積基板上の特定の座標を目指し、X及びY方向に動くことができ、また、ロード・ロック・チャンバ120内に設けられた大面積基板上のZ方向にも動くことができる。(図示されていない)コントローラは大面積基板上の検査コラム115によって位置決めされた興味のある領域の入力を受取るために検査システム100及び顕微鏡アセンブリ160に接続され、顕微鏡アセンブリ160に座標を提供する。(図示されていない)一実施例においては、顕微鏡アセンブリは検査コラム115の近傍において、検査チャンバ110に接続され、複数の検査コラム115に平行な少なくともX方向に動くよう構成されている。この実施例においては、検査チャンバ110は検査チャンバ110の上側表面の少なくとも一部分上に透明部分を含み、構台164及び顕微鏡アセンブリ160は検査チャンバ110内にも置かれたときに、大きい領域面積の基板上の興味のある領域を見るために、検査チャンバ110の上側表面に結合される。

【0019】

一実施例において、検査シーケンスにより、図においてY軸として示されている、単一方向の軸に沿って、その上に電子デバイスを有する大面積基板105が搬送されるように、検査システム100は構成されている。他の実施例においては、検査シーケンスはX及びY軸方向に沿った組み合わせの動きを含む。他の実施例において、検査シーケンスは検査コラム115及び検査チャンバ110内の移動可能な基板支持体のうちの、1つ若しくは両者によって提供されるZ方向の動きを含む。基板105は基板の幅方向、若しくは、基板の長さ方向に沿って検査システム100内に導入される。システムは基板105の幅若しくは長さ方向よりも少し大きい大きさであるので、検査システムにおける基板105のY方向の動きが可能となる。

【0020】

また、検査システム100は、検査システム100により少なくともY方向に動くよう構成された移動可能な基板支持テーブルを含む。選択的に、支持テーブルの有無に関わら

ず、基板 105 は、検査システム 100 を通して、基板 105 を搬送するようにしたコンベア、ベルトシステム、シャトルシステム、若しくは他の適宜な搬送体により、検査システムにより搬送される。一実施例において、これらの支持及び／又は搬送メカニズムの何れかは 1 つの水平方向の軸に沿って動くよう構成されている。搬送システムが単一方向であることの結果として、ロード・ロック・チャンバ 120 A、120 B、及び検査チャンバ 110 のチャンバの高さは最小化され得る。検査システムを最小の幅にすることができることに加え、高さをより低くできることにより、ロード・ロック・チャンバ 120 A、120 B、及び検査チャンバ 110 をより小さい容量にすることができる。このように容量をより小さくすることにより、ロード・ロック・チャンバ 120、125 及び検査チャンバ 110 におけるポンプダウン及び通気の時間を減少せしめ、これにより検査システム 100 のスループットを向上せしめる。単一方向軸に沿った支持テーブルの動きは、また、X 方向における支持テーブルを動かすに必要なドライブを削減若しくは最小化する。

【0021】

図 2 はロード・ロック・チャンバとしても機能する検査チャンバ 210 を有する電子ビーム検査システム 100 の他の実施例である。この実施例において、検査チャンバ 210 はバルブ 135 A、135 B により外気から選択的に遮断され、検査チャンバ 210 の内部に負の圧力をもたらすよう設計された排気システム 122 に接続される。バルブ 135 A、135 B の各々は必要とときに、このバルブを開閉するための少なくとも 1 つのアクチュエータ 220 を有する。ブローバ交換器 300 は検査チャンバ 210 の近傍に位置し、検査チャンバ 210 への、又は、それからの 1 つ以上のブローバ 205 の搬送を行なう。この 1 つ以上のブローバ 205 は検査チャンバ 210 に結合された移動可能な側壁 150 を介して、検査チャンバ 210 に入ったり又はそこから出たりする。移動可能な側壁 150 は移動可能な側壁 150 及び検査チャンバ 210 のフレーム部分に接続された 1 つ以上のアクチュエータ 151 を用いて、選択的に開閉するように構成されている。また、移動可能な側壁 150 は、ブローバの搬送に供することに加え、検査チャンバ 210 内へのアクセス及びメンテナンスを行わしめるものである。

【0022】

この 1 つ以上のブローバ 205 が使用されていないとき、この 1 つ以上のブローバ 205 が検査チャンバ 210 の下方のブローバ保管領域 200 に収容されている。ブローバ交換器 300 は、検査チャンバ 210 への、又は、それからの 1 つ以上のブローバ 205 の搬送を行なう、1 つ以上の移動可能な柵 310 A、310 B を含む。他の実施例において、この 1 つ以上のブローバ 205 は検査チャンバ 210 の近傍若しくはそれに接続されている他の領域に保管されてもよい。

【0023】

一実施例において、移動可能な側壁 150 は検査チャンバ 210 の長さにほぼ及ぶ長さのものである。他の実施例において、移動可能な側壁 150 は検査チャンバ 210 の長さよりも短いものであり、検査チャンバ 210 のサイド若しくは長さに結合された 1 つ以上のロード・ロック・チャンバのための十分な空間をもたらすよう構成される。さらに、他の実施例において、移動可能な側壁 150 は、少なくともブローバの搬送のためには用いられず、ブローバの搬送は検査チャンバ 210 の上側の表面を通して行われうる。

【0024】

ブローバ交換器及び移動可能な側壁の詳細な説明は、以前に本明細書に組み込まれ参照される、「集積化されたブローバ・ドライブを備えた基板支持体」と題され、2005 年 6 月 6 日に出願された米国特許出願第 11/298,648 号（代理人・ドケット番号 010143）内の図面の記述の中に見出されうる。検査システム 100 内において用いられる適宜なブローバの例は 2004 年 7 月 12 日に提出された米国特許出願第 10/889,695 号（代理人・ドケット番号 008500・P1）及び、2004 年 7 月 30 日に提出された米国特許出願第 10/903,216 号（代理人・ドケット番号 008500・P2）に記載されており、その両者は「TF T L C D アレイ検査のための構成しうるブローバ」と題され、それらの出願はその出願が本開示に整合する範囲内で本明細書

において組み込まれ参照される。

【 0 0 2 5 】

図 3 は検査チャンバ 2 1 0 の内部に收容されるよう構成された基板支持体 3 6 0 の一実施例の概略平面図を図示しており、この検査チャンバは明確化には図示されていない。一実施例において、基板支持体 3 6 0 は第 1 及び第 2 及び第 3 のステージを有する複数段のパネルステージのものである。三つのステージは、実質的に平面のプレートであり、一段ずつ上に重ねられ、一面においては、適宜なドライブ若しくはベアリングによって、直交軸又は次元に沿って独立に動く。説明を簡単にし容易にするために、第 1 のステージは X 方向に動くステージとして以下にさらに説明され、下側のステージ 3 6 7 として参照される。第 2 のステージは Y 方向に動くステージとして以下に説さらに説明され、上側のステージ 3 6 2 として参照される。第 3 のステージは Z 方向に動くステージとして以下にさらに説明され、Z ステージ 3 6 5 として参照される。

10

【 0 0 2 6 】

更に、基板支持体 3 6 0 はエンド・エフェクタ 3 7 0 を含む。一実施例において、エンド・エフェクタ 3 7 0 は、基板 1 0 5 が支持されうる、平面若しくは実質的に平面の上側面を有する、上側のステージ 3 6 2 の上側面を基礎とする複数のフィンガーを含む。一実施例において、エンド・エフェクタ 3 7 0 は支持体接続子 3 6 9 によって少なくとも一端に接続される 2 つ以上のフィンガーを有する。この支持体接続子 3 6 9 は全てのフィンガーが同時に動くことができるようフィンガーのそれぞれに接続されるようになっている。エンド・エフェクタ 3 7 0 の各フィンガーは Z ステージ 3 6 5 内のスロット若しくはスペースによって分離されている。フィンガーの実際の数 は 設計事項であり、操作されるべき基板のサイズに対して必要な適宜な数のフィンガーを決定するために、本技術の当業者にはよく知られている。

20

【 0 0 2 7 】

例えば、エンド・エフェクタ 3 7 0 は均等に離間した四つのフィンガー 3 7 1 A、3 7 1 B、3 7 1 C、及び 3 7 1 D を持つことができ、それらの上に置かれたときに、フィンガーは基板 1 0 5 に接触し、基板を支持する。エンド・エフェクタ 3 7 0 は、ロード・ロック・チャンバ (図 1) への、及び、それからの、又は、搬送ロボットやコンベアシステム等の大気圧下のハンドリングシステムへの、及び、それからの、基板の取出し、若しくは、載置を行うために検査チャンバから延長するように構成されている。フィンガー 3 7 1 A - 3 7 1 D は、エンド・エフェクタ 3 7 0 が Z ステージ 3 6 5 と実質的に同じ平面内に置かれたときに、フィンガー 3 7 1 A 3 7 1 D がセグメント 3 6 6 A、3 6 6 B、3 6 6 C、3 6 6 D、及び 3 6 6 E と互いに噛み合うように、Z ステージ 3 6 5 に入ったり出たりする。この構成により、エンド・エフェクタ 3 7 0 は、ロード・ロック・チャンバ若しくは大気下のハンドリングシステムへ、基板支持台 3 6 0 から自由に延長したり、引っ込んだりすることができる。引っ込んだとき、平面の Z ステージ 3 6 5 に接触して基板 1 0 5 を載置するように、Z ステージ 3 6 5 はエンド・エフェクタ 3 7 0 より上に上昇するようになっている。複数段のパネルステージの詳細な説明は、(以前に参照され組み込まれた) 2 0 0 4 年 1 2 月 2 1 日に発行された米国特許第 6 , 8 3 3 , 7 1 7 号 (代理人・ドケット番号 0 0 8 5 0 0)、及び、2 0 0 5 年 7 月 2 7 日に出願された米国特許出願第 1 1 / 1 9 0 , 3 2 0 号 (代理人・ドケット番号 0 0 8 5 0 0 . P 3) 内の図面の記述されており、それらは本開示と整合する範囲内で本明細書において組み込まれ参照される。

30

40

【 0 0 2 8 】

図 4 は検査チャンバ内に收容されるよう構成された基板支持体 3 6 0 の一部分の斜視図であり、検査チャンバは明確化のために図示されていない。エンド・エフェクタのフィンガー 3 7 1 C、3 7 2 D は Z ステージ 3 6 5 の上方の、引っ込んだ位置に示されている。ブローバ 2 0 5 はブローバ位置決めアセンブリ 4 2 5 によって支持された Z ステージ 3 6 5 の上部の搬送位置に示されている。ブローバ位置決めアセンブリ 4 2 5 は (この図では 1 つのみしか示されていないが)、基板支持体 3 6 0 の対向する両側に置かれた 2 つのブ

50

ローバ・リフト部材 4 2 6 を含む。プローバ・リフト部材 4 2 6 は（本図においては 1 つのみしか示されていないが）、支持体 3 6 0 のそれぞれの角のところで複数の Z モータ 4 2 0 に結合されている。本実施例において、Z ドライブ 4 2 0 はプローバ支持体 4 3 0 の近傍の基板支持体 3 6 0 に接続される。プローバ 2 0 5 はまた、大面積基板上に位置するデバイスに接触するようになっている複数のプローバ・ピン（図示せず）と電気的な通信を行なう少なくとも 1 つの電気接続ブロック 4 1 4 を有する。また、プローバ支持体 4 3 0 は適宜にコントローラに接続される接触ブロック接続子 4 7 4 を介してプローバ 2 0 5 の電気接触ブロック 4 1 4 のためインターフェースを提供する。

【0029】

プローバ・リフト部材 4 2 6 に接続される複数の摩擦低減部材を有する、プローバ位置決めアセンブリ 4 2 5 の 1 つの側が図 4 に示される。摩擦低減部材はプローバ・フレーム 4 1 0 の突設部位 4 1 8 を動的に移動可能に支持することによりプローバ 2 0 5 の搬送を可能ならしめるようになっている。本実施例において、プローバ・リフト部材 4 2 6 はプローバ・フレーム 4 1 0 の突設部位 4 1 8 を受容するようになっているチャンネル 4 2 7 を含む。本実施例の複数の摩擦低減部材は、チャンネル 4 2 7 の近傍のプローバ・リフト部材 4 2 6 に接続された上側のローラーベアリング 4 5 0 及び下側のローラーベアリング 4 6 0 である。下側のローラーベアリング 4 6 0 は突設部位 4 1 8 を支持し、上側のローラーベアリングはプローバ・フレーム 4 1 0 の搬送の間、突設部位 4 1 8 のためのガイドとして動く。また、プローバ支持体 4 3 0 上に位置するときに、プローバ 2 0 5 を整列させ支持するために、プローバ支持体 4 3 0 に一体の対応するレセプタクル 4 2 2 にはまり込むよう位置する、プローバ 2 0 5 と一体の位置決め部材 4 1 6 が示されている。

【0030】

動作中、大面積基板はエンド・エフェクタのフィンガー 3 7 1 C、3 7 1 D によって支持され、Z ステージは基板を上側の表面上に置くために Z 方向に起動される。プローバ 2 0 5 はプローバ交換器 3 0 0 から検査チャンバ 1 1 0、2 1 0 へ搬送される（図 2）。プローバ 2 0 5 はプローバ交換器 3 0 0 からプローバ位置決めアセンブリ 4 2 5 上に横方向に搬送され、プローバ 2 0 5 の横方向の動きはプローバフレーム 4 1 0 が静止部材 4 2 5 に接触したときに終了する。シャフト 4 2 3 によりプローバ位置決めアセンブリに接続された Z ドライブ 4 2 0 は、大面積基板上の選択された領域若しくはデバイスに接触するようプローバピン（図示せず）を置くように、Z 方向に下げられる。プローバ 2 0 5 が基板に接触すると、基板支持体 3 6 0 は検査コラム 1 1 5 の下の大面積基板を動かすことにより検査シーケンスを自由に開始する。

【0031】

図 1 乃至図 4 を参照する例示的な検査動作において、大面積基板 1 0 5 はコンベア・システム若しくは搬送ロボットであり得る基板ハンドリングシステムからロード・ロック・チャンバ 1 2 0 A へと導入される。ロード・ロック・チャンバ 1 2 0 A は排気ポンプ 1 2 2 により適宜な圧力までポンプダウンされ、密閉される。そして、バルブ 1 3 5 A は開かれ、基板はエンド・エフェクタ 3 7 0 の延長及び収縮により検査チャンバ 1 1 0 へと搬送される。本明細書に記述される実施例の何れかを参照して、大面積基板は本システムの両側からアンロードされうる。例えば、大面積基板はシステムの一方端から入り、反対側の端から出て、若しくは同じ端から入ったり出たりする。

【0032】

大面積基板上のデバイスへの、又は、からの信号を提供若しくは検知するよう構成されるプローバ 2 0 5 は、検査システム 1 0 0 の近傍にあるプローバ交換器 3 0 0 から移動可能な側壁 1 5 0 を介して導入され得る。選択的に、プローバ 2 0 5 はロード・ロック・チャンバ 1 2 0 A に搬送され、ロード・ロック・チャンバ 1 2 0 A 内の基板に結合され、ロード・ロック・チャンバ 1 2 0 A への搬送に先立ち基板に接続される。別の選択例として、検査システム 1 0 0 は、検査システム 1 0 0 を介しての搬送経路に亘り、基板に接続される集積化されたプローバを含む移動可能なテーブルを含みうる。

【0033】

図5は光学軸510を有する電子ビームコラムである検査コラム115の一実施例である。一実施例において、光学軸510は各検査コラム115の長手方向の軸であり、基板105上の検査領域500の中央領域を含む。各検査コラム115は基板105上で電子ビームコラムによって生成される電子ビームのアドレス領域若しくはアドレス指定可能な品質領域として定義されうる検査領域500を生成するよう構成されている。一実施例において、各電子ビームコラムが基板105上で生成する検査領域500はY方向において約230mm～約270mmの間であり、X軸方向において約140mm～約180mmの間である。

【0034】

別の実施例において、検査領域500は、Y方向において約240mm～約260mmの間であり、例えば、約250mmである。X方向において約350mm～約370mmの間であり、例えば、約360mmである。この実施例において、検査コラム115の近傍は約0.001mm～約2mmの間、例えば、約1mmの検査領域のオーバーラップとし、又は、オーバーラップがない。近傍のビームの検査領域はオーバーラップのない部分と接触しないようになっている。他の実施例において、各検査コラムの検査領域500はY方向において、約325mm～約375mmの間であり、X方向において約240mm～約290mmの間である。別の実施例において、検査領域500はY方向において約355mm～約365mmの間、例えば、約345mmである。X方向において、約260mm～約280mmの間、例えば、約270mmである。

【0035】

別の実施例において、集合的な検査領域はX方向において、約1950mm～約2250mmの間であり、Y方向において約240mm～約290mmの間である。別の実施例において、集合的検査領域はX方向において、約1920mm～約2320mmの間であり、Y方向において、約325mm～約375mmの間である。一実施例において、隣接する検査コラム115は約0.001mm～約2mmの間、例えば、約1mmの範囲で検査領域においてオーバーラップするかもしれない。別の実施例において、隣接する検査コラム115の検査領域とはオーバーラップがない。

【0036】

接続されたプローバによって基板105は検査チャンバ110に導入されると、検査チャンバ110は密閉され、ポンプダウンされる。検査コラム115の各々は基板の方向に向けて電子ビームを送出するよう構成されている。この実施例において、複数の検査コラム115は、基板が検査コラムの下を移動するにつれ、基板の全体の幅若しくは長さをテストするようになっている集合的な検査領域を提供する。一実施例において、基板105は検査システム100の長さ方向に送り出され、6個の検査コラム115は基板がシステムを通過するときに、基板の全体幅を検査するよう用いられる。別の実施例において、基板は幅方向に検査システム100に送り出され、8個の検査コラム115が基板がシステムを通過するにつれ、基板の全長を検査するよう用いられ得る。本発明は開示された検査コラムの数に限定されるものではなく、実際数は基板のサイズ及び電子ビームにより基板上に形成される検査領域に依存する。図1及び図2に示される検査コラム115の千鳥状の配置構成により、隣接する基板上の検査領域が少なくともX方向において、部分的にオーバーラップするかもしれない。これにより、一方向軸において、検査の間、基板上の各画素に電子ビームを照射せしめることができる。

【0037】

図6は直線上に構成された、検査チャンバ110に接続された複数の検査コラム115を有する検査チャンバ110の別の実施例である。複数の検査コラム115の直線上の構成は基板がシステムを通過するにつれ、大面積基板の長さ若しくは幅をテストするに十分な集合的検査領域をもたらす。8個の検査コラムが示されているが、他の実施例ではプロセス要件に従い、より多く又は少ないコラムを必要とするかもしれない。

【0038】

基板105は検査の間、連続的な動きをするか、若しくは、基板は検査シーケンスの間

、断続的に送られる。いずれのケースにおいても基板全体 105 は検査チャンバ 110 内での一搬送路において検査される。検査シーケンスが完了すると、検査チャンバ 110 は通気され、ブローバは検査チャンバから搬出され、基板 105 は次に大気へ戻るために、ロード・ロック・チャンバ 120 A と搬送される。図 2 及び図 6 に示される実施例において、基板 105 はロード・ロック・チャンバに搬送されることなく大気圧下に戻される。

【0039】

図 7 は検査システム 700 の別の実施例である。検査システムは複数の検査コラム 115 を有する検査チャンバ 710 と 1 つ以上のサイド部分 705、706、707 及び 708 を含む。この 1 つ以上のサイド部分 705、706、707 及び 708 は、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A 120 D に結合するように構成され、それらは様々な基板の搬送路への適用性を示すためにチャンバ 710 に接続された破線で示されている。チャンバ 710 に接続された、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A 120 D を用いる様々な構成及び基板の搬送路は、クリーンルームのスペースを節約し、様々なクリーンルームのワークフローパスに整合するように検査システム 700 を適合させる。

【0040】

一実施例においては、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A 120 D は T 字型の構成をとり、大面積基板は 1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A 120 D を介して検査チャンバ 710 へ搬送され、又、そこから搬出される。例えば、大面積基板はクリーンルームの大気圧下からロード・ロック・チャンバ 120 A に搬送され、検査シーケンスの後、ロード・ロック・チャンバ 120 B から大気圧下に戻される。

【0041】

別の実施例において、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D は U 字型の構成をとり、そこでは大面積基板は 1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D へ搬送され、又は、そこから搬送され搬出される。例えば、大面積基板はクリーンルーム内の大気圧下からロード・ロック・チャンバ 120 A へ搬送され、検査シーケンスの後、ロード・ロック・チャンバ 120 C から大気圧下に戻される。

【0042】

別の実施例において、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D は Z 字型の構成であり、そこでは大面積基板は 1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D へ搬送され、又は、そこから搬出される。例えば、大面積基板はクリーンルーム内の大気圧下から、ロード・ロック・チャンバ 120 A へ搬送され、検査シーケンスの後、ロード・ロック・チャンバ 120 D から大気圧下に戻される。

【0043】

1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D の T 字型，U 字型，及び Z 字型の構成を示す実施例において、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D は、上述のように単一スロットのロード・ロック、若しくは、デュアルスロットのロード・ロック・チャンバであってもよい。デュアルスロットの構成により検査チャンバへの未検査の大面積基板を搬送し、検査済みの大面積基板を大気下に搬送を行なう。移動可能な側壁は、1 つ以上のサイド部分 705、706、707、及び 708 に接続された 1 つ以上のロード・ロック・チャンバのための空間スペースを許容するようになっている。サイド部分 705、706、707、及び 708 は大面積基板の搬送を行なうために、1 つ以上のロード・ロック・チャンバ 120 A - 120 D の間にバルブ（図示せず）を有するかもしれない。一実施例において、ブローバ交換シーケンスは上述のようなブローバ交換器によりもたらされ得る。別の実施例においてブローバの交換は検査チャンバの上方部分により行なわれ、1 つ以上のブローバが 1 つ以上のロード・ロック・チャンバのうちの 1 つ若しくはそれ以上において大面積基板に接続される。

【0044】

図 8 A は大面積基板上にあるデバイスからの信号を提供又は検知するよう構成された四角形のブローバ・フレーム 410 を有するブローバ 205 の一実施例である。一実施例において、四角形のブローバ・フレームは大面積基板と等しいか又はそれより大きい大きさ

を有する大面積基板の周辺をカバーするよう構成されており、複数の構造部材 4 1 1 を含む。このように、プローバ 2 0 5 は大面積基板及びその上の電子デバイスの少なくとも中央部分を、視認する若しくは目で見えるラインを提供する。別の実施例において、プローバ 2 0 5 はプローバ・フレーム 4 1 0 内に設けられた又はプローバ・フレーム 4 1 0 の平行部分の間に設けられた 1 つ以上のプローバ・バー 8 1 0 を含む。この 1 つ以上のプローバ・バー 8 1 0 はプローバ・フレーム 4 1 0 内で固定されるか若しくは移動可能なものである。この実施例において、検査コラムからの一次電子ビームがプローバ・フレームにより遮断される部分が最小になるように、若しくは、遮断されないように、及び / 又は、二次電子が遮断される部分が、最小になるように、若しくは、遮断されないように、1 つ以上のプローバ・バー及びフレーム 4 1 0 が基板上に位置決めされる。このように、一次電子若しくは二次電子のオプスキュアリング若しくは大面積基板の部分にかけてのシェーディング効果が最小化され、若しくは、存在しないようにされる。

10

【 0 0 4 5 】

8 B 図及び 8 C 図は、各々、構造部材 8 0 5 及び 8 0 6 の実施例の断面図である。構造部材 8 0 5 及び 8 0 6 はプローバ・フレームの構造部材 4 1 1 の断面図であり、及び / 又は、1 つ以上のプローバ・バー 8 1 0 の断面図である。一実施例において、構造部材 8 0 5 及び 8 0 6 は、2 つの主要なサイド及び少なくとも 1 つのマイナーサイドを有し、2 つの主要なサイドのうちの少なくとも 1 つは斜めになっている。この斜めの部分は邪魔されないビームパス 8 0 2 をもたらすように構成されており、それは一次電子ビームパス、及び / 又は、二次電子ビームパスである。他の実施例において、構造部材 8 0 5、8 0 6 は堅固性を提供し、シェーディング効果を最小化するように多角形に形作られている。堅固性をもたらし、シェーディング効果を最小化する構造的形の例は、三角形、台形、直角を有する台形、若しくは、その組み合わせである。

20

【 0 0 4 6 】

以上は本発明の実施例に基づいて説明されてきたが、本発明の他の実施例及び更なる実施例は本発明の基本範囲から逸脱することなく想起され、その範囲は以下の請求の範囲によって決定される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

本発明の上述に述べられた特徴がより詳細に理解されるように、上記に要約された本発明のより特定の説明が実施例を参照してなされる。実施例のいくつかは添付の図面に図示されている。しかしながら、添付の図面は本発明の典型的な実施例のみを説明するものであり、従って、その範囲を制限すると考えるべきものではなく、本発明は同等の効果的な他の実施例も含み得る。

30

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 検査システムの一実施例である。

【 図 2 】 検査システムの別の実施例を図示するものである。

【 図 3 】 基板支持体の一実施例の概略平面図である。

【 図 4 】 基板支持体の他の実施例の斜視図である。

【 図 5 】 検査コラムの一実施例である。

40

【 図 6 】 検査システムの別の実施例である。

【 図 7 】 検査システムの別の実施例である。

【 図 8 A 】 プローバの一実施例である。

【 図 8 B 】 構造的部材の一実施例の断面図である。

【 図 8 C 】 構造的部材の別の実施例の断面図である。

【 0 0 4 9 】

理解のために、図中において共通な同等の要素を示すために、同じ参照番号が用いられている。一実施例において開示された要素は特定の参照なくして他の実施例においても便宜のために用いられている。

【図 1】

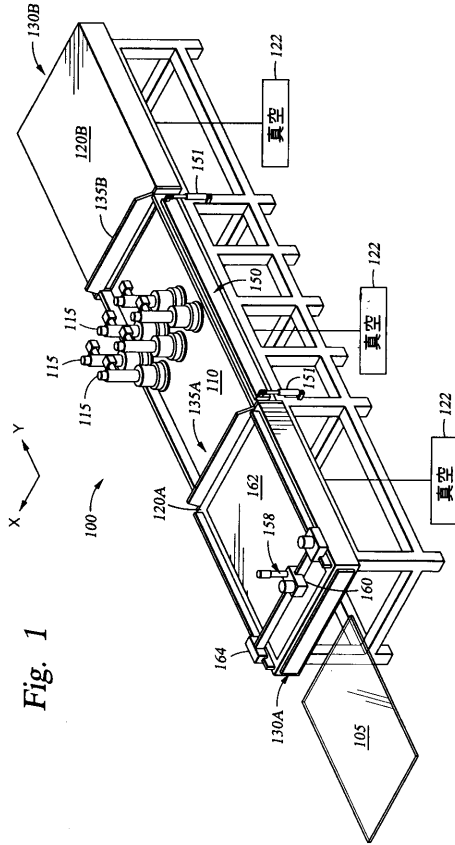


Fig. 1

【図 2】

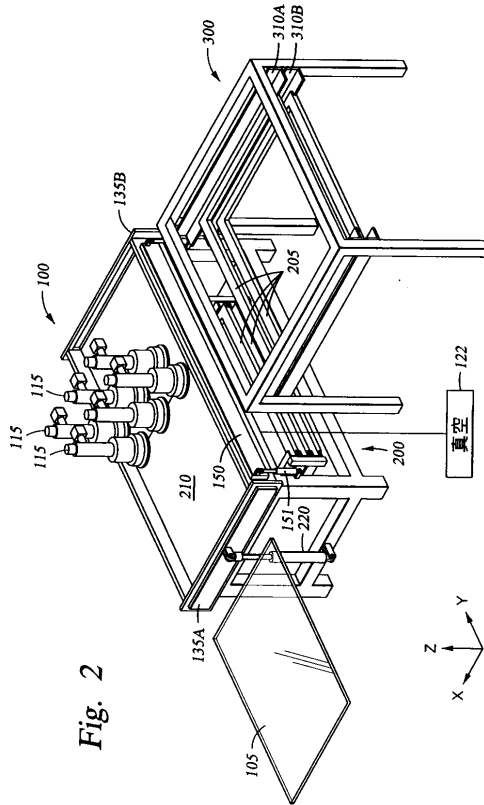


Fig. 2

【図 3】

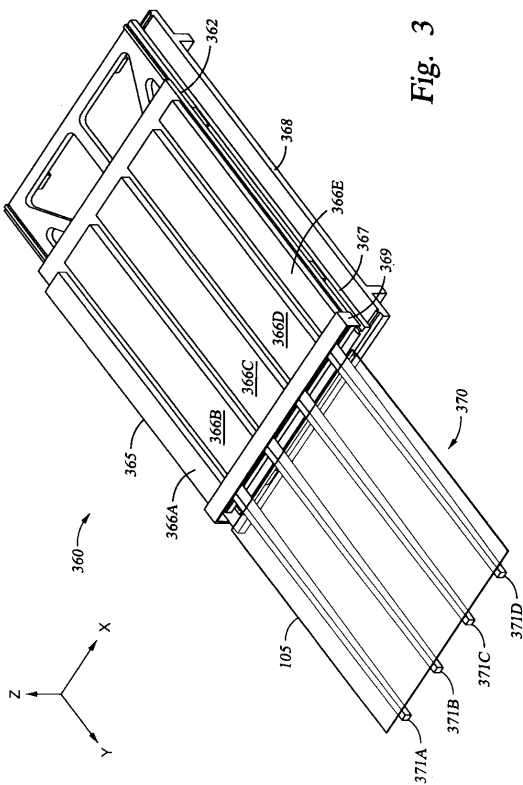


Fig. 3

【図 4】

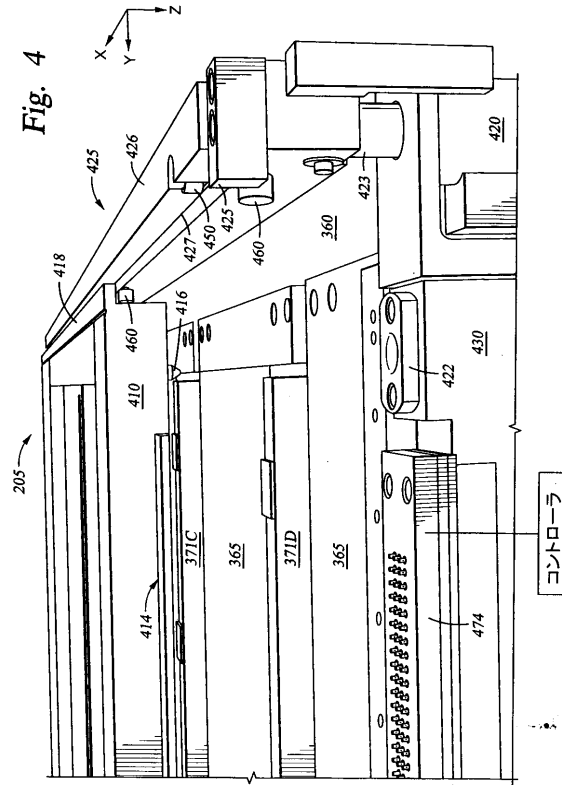


Fig. 4

【 図 5 】

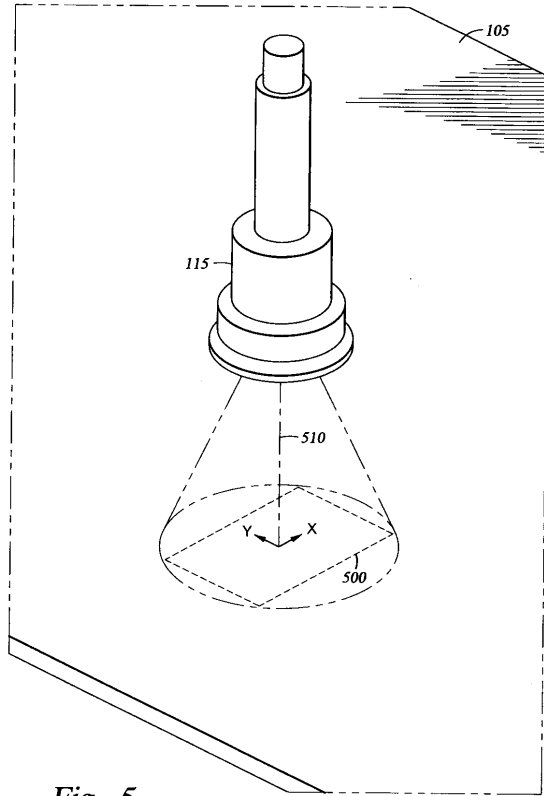


Fig. 5

【 図 6 】

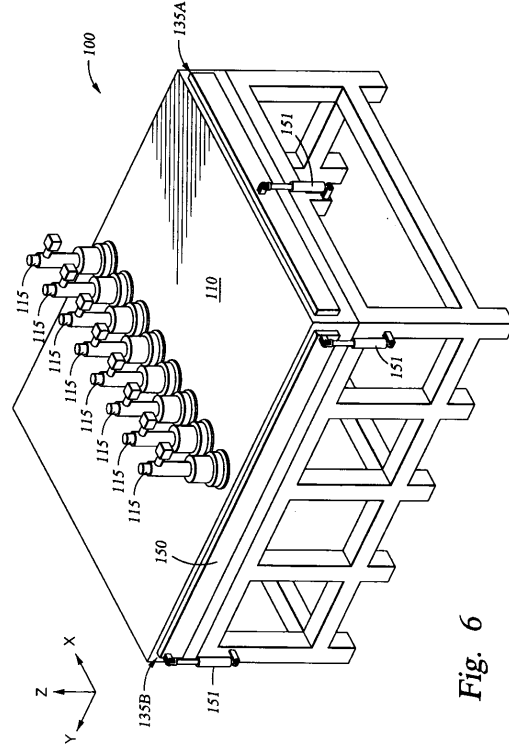


Fig. 6

【 図 7 】

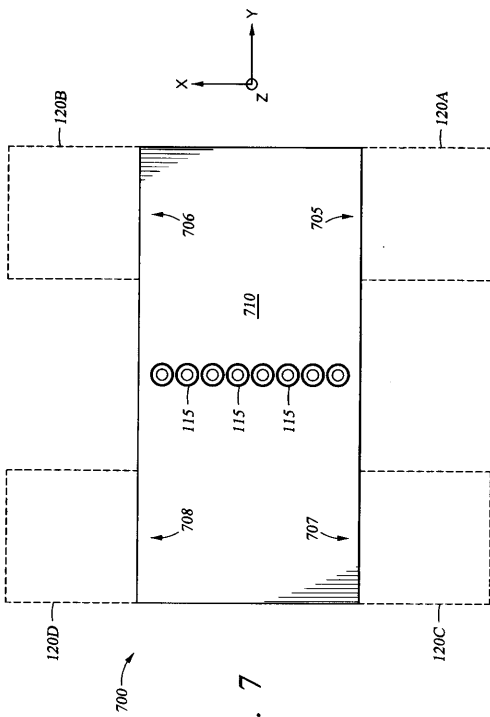


Fig. 7

【 図 8 A 】

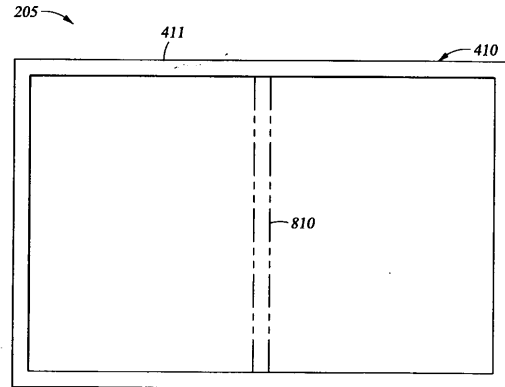
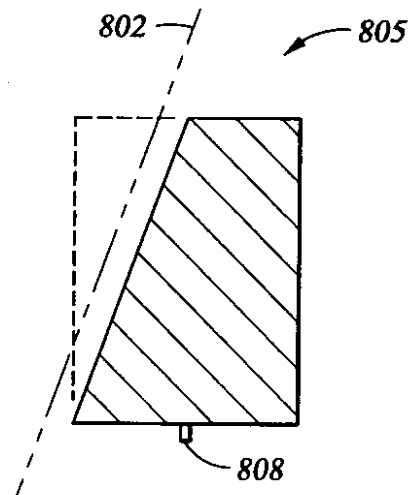
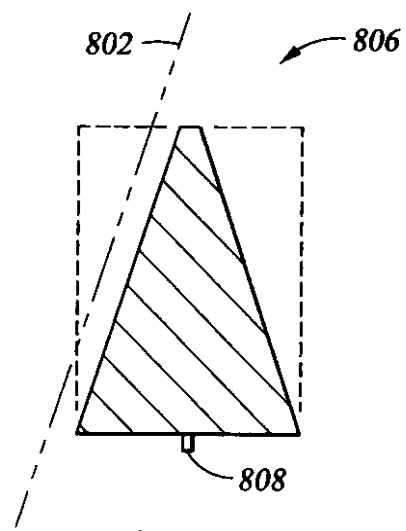


Fig. 8A

【図 8 B】

*Fig. 8B*

【図 8 C】

*Fig. 8C*

フロントページの続き

- (72)発明者 スリラム クリシャナスワミ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 7 0 サラトガ キャンディ レーン 1 2 1 7 5
- (72)発明者 ベンジャミン エム ジョンストン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 3 3 ロス ガトス ロカスト ドライブ 2 0 7 0
1
- (72)発明者 ハング ティー ヌグエン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 5 フリーモント マクベス サークル 4 3 9 9
- (72)発明者 マティアス ブルンネル
ドイツ連邦共和国 キリヒハイム 8 5 5 5 1 グラーフ - アンデックス ストリート 3 0
- (72)発明者 ラルフ シュミット
ドイツ連邦共和国 ポイング 8 5 5 8 6 ナルツィセンウェーグ 5
- (72)発明者 ジョン エム ホワイト
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 4 1 ヘイワード コロニー ビュー プレイス 2
8 1 1
- (72)発明者 栗田 真一
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 4 8 サンノゼ ローリングサイド ドライブ 3 5
3 2
- (72)発明者 ジェイムズ シー ハンター
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 3 2 ロス ガトス アザレア ウェイ 1 6 2 5 4
- F ターム(参考) 2G001 AA03 BA07 CA03 FA15 GA01 GA06 HA13 KA03 LA11 MA05
2G051 AA73 AB02 AC02 DA07

【 外国語明細書 】

Title of the Invention
IN-LINE ELECTRON BEAM TEST SYSTEM

BACKGROUND OF THE INVENTION**Field of the Invention**

[0001] Embodiments of the present invention generally relate to a test system for substrates. More particularly, the invention relates to an integrated testing system for large area substrates in the production of flat panel displays.

Description of the Related Art

[0002] Flat panel displays, sometimes referred to as active matrix liquid crystal displays (LCD's), have recently become commonplace in the world as a replacement for the cathode ray tubes of the past. The LCD has several advantages over the CRT, including higher picture quality, lighter weight, lower voltage requirements, and low power consumption. The displays have many applications in computer monitors, cell phones and televisions to name but a few.

[0003] One type of active matrix LCD includes a liquid crystal material sandwiched between a thin film transistor (TFT) array substrate and a color filter substrate to form a flat panel substrate. The TFT substrate includes an array of thin film transistors, each coupled to a pixel electrode and the color filter substrate includes different color filter portions and a common electrode. When a certain voltage is applied to a pixel electrode, an electric field is created between the pixel electrode and the common electrode, orienting the liquid crystal material to allow light to pass therethrough for that particular pixel.

[0004] A part of the manufacturing process requires testing of the flat panel substrate to determine the operability of pixels. Voltage imaging, charge sensing, and electron beam testing are some processes used to monitor and troubleshoot defects during the manufacturing process. In a typical electron beam testing process, TFT response within the pixels is monitored to provide defect information. In one example of electron beam testing, certain voltages are applied to the TFT's, and an electron beam may be directed to the individual pixel electrodes under investigation. Secondary

electrons emitted from the pixel electrode area are sensed to determine the TFT voltages.

[0005] The size of the processing equipment as well as the process throughput time is a great concern to flat panel display manufacturers, both from a financial standpoint and a design standpoint. Current flat panel display processing equipment generally accommodates large area substrates up to about 2200 mm by 2500 mm and larger. The demand for larger displays, increased production and lower manufacturing costs has created a need for new testing systems that can accommodate larger substrate sizes and minimize clean room space.

[0006] Therefore, there is a need for a test system to perform testing on large area substrates that minimizes clean room space and reduces testing time.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0007] The present invention generally provides a method and apparatus for testing electronic devices on a substrate that performs a testing sequence by moving the substrate under a beam of electrons from a plurality of electron beam columns. The plurality of electron beam columns form a collective test area adapted to test the entire width or length of the substrate. The substrate is moved relative the test area in one direction until the entire substrate has been subjected to the beam of electrons. A testing chamber is disclosed that may be coupled to one or more load lock chambers, or the testing chamber may also function as a load lock chamber.

[0008] In one embodiment, an apparatus for testing electronic devices on a large area substrate is described. The apparatus includes a movable substrate support, and at least one testing column above the substrate support, wherein the substrate support is movable in a single axis, the single axis orthogonal to an optical axis of the at least one testing column.

[0009] In another embodiment, an apparatus for testing electronic devices located on a large area substrate is described. The apparatus includes a testing platform having a support surface for supporting the large area substrate, and a plurality of

testing columns coupled to the testing platform, each of the plurality of testing columns having an optical axis within a test area, wherein the testing platform is movable in a linear direction relative to the optical axis and the plurality of testing columns have a collective test area sufficient to test a width or a length of the substrate as the substrate is moved through the system.

[0010] In another embodiment, a system for testing electronic devices located on a large area substrate is described. The system includes a chamber, a substrate support within the chamber, the substrate support sized to receive the substrate, and a plurality of testing devices coupled to an upper surface of the chamber, each of the plurality of testing devices having a test area, wherein the plurality of testing devices are spaced to form a collective test area sufficient to test a length or a width of the substrate as the substrate is moved through the system.

[0011] In another embodiment, a method for testing a plurality of electronic devices on a large area substrate is described. The method includes providing a substrate support disposed below a plurality of testing devices, positioning the substrate having the plurality of electronic devices located thereon on the substrate support, providing a test area on the substrate from the plurality of testing columns, and moving the substrate support in a single directional axis relative to the plurality of testing columns.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0012] So that the manner in which the above recited features of the present invention can be understood in detail, a more particular description of the invention, briefly summarized above, may be had by reference to embodiments, some of which are illustrated in the appended drawings. It is to be noted, however, that the appended drawings illustrate only typical embodiments of this invention and are therefore not to be considered limiting of its scope, for the invention may admit to other equally effective embodiments.

[0013] Figure 1 is one embodiment of a test system.

[0014] Figure 2 shows another embodiment of a test system.

[0015] Figure 3 is a schematic plan view of one embodiment of a substrate support.

[0016] Figure 4 is a perspective view of another embodiment of a substrate support.

[0017] Figure 5 is one embodiment of a testing column.

[0018] Figure 6 is another embodiment of a test system.

[0019] Figure 7 another embodiment of a test system.

[0020] Figure 8A is one embodiment of a prober.

[0021] Figure 8B is a cross-sectional view of one embodiment of a structural member.

[0022] Figure 8C is a cross-sectional view of another embodiment of a structural member.

[0023] To facilitate understanding, identical reference numerals have been used, where possible, to designate identical elements that are common to the figures. It is contemplated that elements disclosed in one embodiment may be beneficially utilized on other embodiments without specific recitation.

DETAILED DESCRIPTION

[0024] The term substrate as used herein refers generally to large area substrates made of glass, a polymeric material, or other substrate materials suitable for having an electronic device formed thereon. Embodiments depicted in this application will refer to various drives, motors and actuators that may be one or a combination of the following: a pneumatic cylinder, a hydraulic cylinder, a magnetic drive, a stepper or servo motor, a screw type actuator, or other type of motion device that provides vertical movement, horizontal movement, combinations thereof, or other device suitable for providing at least a portion of the described motion.

[0025] Various components described herein may be capable of independent movement in horizontal and vertical planes. Vertical is defined as movement

orthogonal to a horizontal plane and will be referred to as the Z direction. Horizontal is defined as movement orthogonal to a vertical plane and will be referred to as the X or Y direction, the X direction being movement orthogonal to the Y direction, and vice-versa. The X, Y, and Z directions will be further defined with directional insets included as needed in the Figures to aid the reader.

[0026] Figure 1 is an isometric view of one embodiment of an in-line test system 100 adapted to test the operability of electronic devices located on large area flat panel substrates, for example, the large area substrates having dimensions up to and exceeding about 2200 mm by about 2600 mm. The test system 100 includes a testing chamber 110, one or more load lock chambers 120A, 120B, and a plurality of testing columns 115 (six are shown in Figure 1), which may be electron beam columns or any device adapted to test electronic devices located on large area substrates, such as thin film transistors (TFT's). The test system 100 is typically located in a clean room environment and may be part of a manufacturing system that includes substrate handling equipment such as robotic equipment or a conveyor system that transports one or more large area substrates to and from the testing system 100.

[0027] The one or more load lock chambers 120A may be disposed adjacent and connected to the testing chamber 110 on one side, or on both sides of the testing chamber 110 by a valve 135A disposed between load lock chamber 120A and the testing chamber 110, and a valve 135B disposed between load lock chamber 120B and the testing chamber 110. The load lock chambers 120A, 120B facilitate transfer of large area substrates to and from the testing chamber 110 and ambient environment from a transfer robot and/or a conveyor system typically located in the clean room environment. In one embodiment, the one or more load lock chambers 120A, 120B may be a dual slot load lock chamber configured to facilitate transfer of at least two large area substrates. Examples of a dual slot load lock chamber is described in U.S. Patent No. 6,833,717 (Attorney Docket No 008500), which issued December 21, 2004, and United States Patent application No. 11/298,648 (Attorney Docket No. 010143), entitled "Substrate Support with Integrated Prober Drive," filed June 6, 2005, both of

which are incorporated herein by reference to the extent the applications are not inconsistent with this disclosure.

[0028] In one embodiment, the load lock chamber 120A is adapted to receive the substrate from the clean room environment through an entry port 130A, while the load lock chamber 120B has an exit port 130B that selectively opens to return the large area substrate to the clean room environment. The load lock chambers 120A, 120B are sealable from ambient environment and are typically coupled to one or more vacuum pumps 122, and the testing chamber 110 may be coupled to one or more vacuum pumps 122 that are separate from the vacuum pumps of the load lock chambers 120A, 120B. An example of various components of an electron beam test system for testing large area substrates are described in U.S. Patent No. 6,833,717 (Attorney Docket No. 008500), which issued December 21, 2004, entitled "Electron Beam Test System with Integrated Substrate Transfer Module," previously incorporated by reference.

[0029] In one embodiment, the test system 100 includes a microscope 158 coupled to the test system to view any areas of interest encountered on the large area substrate. The microscope 158 is shown attached to a microscope assembly 160 that, in one embodiment, is coupled to the load lock 120A, while alternative embodiments (not shown) may couple the microscope 158 and microscope assembly 160 to one or both of the testing chamber 110 and the load lock chamber 120B. The microscope assembly 160 includes a gantry 164 which facilitates movement of the microscope assembly 160 above a transparent portion 162 on the upper surface of the load lock chamber 120. The transparent portion 162 may be fabricated from a transparent material such as glass, quartz, or other transparent material designed to withstand heat, negative pressure, and other process parameters.

[0030] The gantry 164 is configured to provide at least X and Y movement to the microscope assembly 160 to view the areas of interest on the large area substrate disposed in the load lock chamber 120 through the transparent portion 162. For example, the microscope 158 can move in the X and Y directions to a particular coordinate on the large area substrate, and may also move in the Z direction above the large area substrate disposed in the load lock chamber 120. A controller (not shown)

may be coupled to the testing system 100 and the microscope assembly 160 to receive input of areas of interest located by the testing columns 115 on the large area substrate and provide coordinates to the microscope assembly 160. In one embodiment (not shown), the microscope assembly may be coupled to the testing chamber 110 adjacent the testing columns 115 and configured to move in at least the X direction parallel to the plurality of testing columns 115. In this embodiment, the testing chamber 110 includes a transparent portion on at least a portion of the upper surface of the testing chamber 110, and the gantry 164 and microscope assembly 160 may be coupled to the upper surface of the testing chamber 110 to view areas of interest on the large area substrate when disposed in the testing chamber 110.

[0031] In one embodiment, the test system 100 is configured to transport a large area substrate 105 having electronic devices located thereon through a testing sequence along a single directional axis, shown in the Figure as the Y axis. In other embodiments, the testing sequence may include a combination of movement along the X and Y axis. In other embodiments, the testing sequence may include Z directional movement provided by one or both of the testing columns 115 and a movable substrate support within the testing chamber 110. The substrate 105 may be introduced into the test system 100 along either the substrate width or substrate length. The Y directional movement of the substrate 105 in the test system allows the system dimensions to be slightly larger than the width or length dimensions of the substrate 105.

[0032] The test system 100 may also include a movable substrate support table configured to move in at least a Y direction through the test system 100. Alternatively, the substrate 105, with or without a support table, may be transferred through the test system by a conveyor, a belt system, a shuttle system, or other suitable conveyance adapted to transport the substrate 105 through the test system 100. In one embodiment, any of these support and/or transfer mechanisms are configured to only move along one horizontal directional axis. The chamber height of the load locks 120A, 120B, and the testing chamber 110 can be minimized as a result of the unidirectional transport system. The reduced height combined with the minimal width of the testing system provides a smaller volume in the load locks 120A, 120B, and the testing

chamber 110. This reduced volume decreases pump-down and vent time in the load lock chambers 120, 125, and the testing chamber 110, thereby enhancing throughput of the test system 100. The movement of the support table along a single directional axis may also eliminate or minimize the drives required to move the support table in the X direction.

[0033] Figure 2 is another embodiment of an electron beam test system 100 having a testing chamber 210 that also functions as a load lock chamber. In this embodiment, the testing chamber 210 is selectively sealed from ambient environment by valves 135A, 135B, and is coupled to a vacuum system 122 designed to provide negative pressure to the interior of the testing chamber 210. Each of the valves 135A, 135B have at least one actuator 220 to open and close the valves when needed. A prober exchanger 300 is positioned adjacent the testing chamber 210 and facilitates transfer of one or more probers 205 into and out of the testing chamber 210. The one or more probers 205 enter and exit the testing chamber 210 through a movable sidewall 150 coupled to the testing chamber 210. The movable sidewall 150 is configured to selectively open and close using one or more actuators 151 coupled to the movable sidewall 150 and a frame portion of the testing chamber 210. In addition to facilitating prober transfer, the movable sidewall 150 also facilitates access and maintenance to the interior of the testing chamber 210.

[0034] When the one or more probers 205 are not in use, the one or more probers 205 may be housed in a prober storage area 200 below the testing chamber 210. The prober exchanger 300 includes one or more movable shelves 310A, 310B that facilitate transfer of the one or more probers 205 into and out of the testing chamber 210. In other embodiments, the one or more probers 205 may be stored in other areas adjacent or coupled to the testing chamber 210.

[0035] In one embodiment, the movable sidewall 150 is of a length that spans substantially a length of the testing chamber 210. In other embodiments, the movable sidewall 150 is shorter than the length of the testing chamber 210 and is configured to allow sufficient space for one or more load lock chambers coupled to a side or length of the testing chamber 210. In yet another embodiment, the movable sidewall 150 is not

used, at least for prober transfer, and the prober transfer is employed through an upper surface of the testing chamber 210.

[0036] A detailed description of a prober exchanger and movable sidewall can be found in the description of the Figures in United States Patent application No. 11/298,648 (Attorney Docket No. 010143), entitled "Substrate Support with Integrated Prober Drive," filed June 6, 2005, which was previously incorporated by reference. An example of a prober suitable for use in the test system 100 is described in U.S. Patent Application No's. 10/889,695 (Attorney Docket No. 008500.P1), filed July 12, 2004, and 10/903,216 (Attorney Docket No. 008500.P2), filed July 30, 2004, both entitled "Configurable Prober for TFT LCD Array Testing," which applications are both incorporated herein by reference to the extent the applications are consistent with the disclosure.

[0037] Figure 3 shows a schematic plan view of one embodiment of a substrate support 360 that is configured to be housed within the interior volume of the testing chamber 210, the testing chamber not shown for clarity. In one embodiment, the substrate support 360 is a multi panel stage which includes a first stage, a second stage, and third stage. The three stages are substantially planar plates, and are stacked on one another and, in one aspect, independently move along orthogonal axes or dimensions by appropriate drives and bearings. For simplicity and ease of description, the first stage will be further described below as representing the stage that moves in the X direction and will be referred to as the lower stage 367. The second stage will be further described below as representing the stage that moves in the Y direction and will be referred to as the upper stage 362. The third stage will be further described below as representing the stage that moves in the Z direction and will be referred to as the Z-stage 365.

[0038] The substrate support 360 may further include an end effector 370. In one embodiment, the end effector 370 includes a plurality of fingers that rests on an upper surface of the upper stage 362 having a planar or substantially planar upper surface on which the substrate 105 may be supported. In one embodiment, the end effector 370 has two or more fingers connected at least on one end by a support connection 369.

The support connection 369 is adapted to couple each of the fingers to allow all of the fingers to move simultaneously. Each finger of the end effector 370 may be separated by a slot or space within the Z stage 365. The actual number of fingers is a matter of design and is well within the skill of one in the art to determine the appropriate number of fingers needed for the size of substrate to be manipulated.

[0039] For example, the end effector 370 can have four fingers 371A, 371B, 371C, and 371D that are evenly spaced, which contact and support the substrate 105 when placed thereon. The end effector 370 is configured to extend out of the testing chamber to retrieve or deposit the substrate to and from a load lock chamber (Figure 1), or to and from an atmospheric handling system, such as a transfer robot or conveyor system. The fingers 371A-371D move in and out of the Z-stage 365 such that the fingers 371A-371D interdigitate with the segments 366A, 366B, 366C, 366D, and 366E when the end effector 370 is disposed in substantially the same plane as the Z-stage 365. This configuration allows the end effector 370 to freely extend and retract from the substrate support 360 to the load lock chamber or atmospheric handling system. When retracted, the Z-stage 365 is adapted to elevate above the end effector 370 to place the substrate 105 in contact with the planar Z-stage 365. A detailed description of a multi panel stage can be found in the description of the Figures in U.S. Patent No. 6,833,717 (Attorney Docket No. 008500), which issued December 21, 2004 (previously incorporated by reference), and U.S. Patent application No. 11/190,320 (Attorney Docket No. 008500.P3), filed July 27, 2005, incorporated herein by reference to the extent the application is not inconsistent with this disclosure.

[0040] Figure 4 is a perspective view of a portion of the substrate support 360 configured to be housed within the testing chamber, the testing chamber not shown for clarity. The fingers 371C, 371D of the end effector are shown in a retracted position above the Z stage 365. A prober 205 is shown in a transfer position above the Z stage 365 supported by a prober positioning assembly 425. The prober positioning assembly 425 includes two prober lift members 426 disposed on opposing sides of the substrate support 360 (only one is shown in this view). The prober lift members 426 are coupled to a plurality of Z-motors 420 at each corner of the substrate support 360 (only one is

shown in this view). In this embodiment, the Z-drive 420 is coupled to the substrate support 360 adjacent a prober support 430. The prober 205 also has at least one electrical connection block 414 that is in electrical communication with a plurality of prober pins (not shown) that are adapted to contact devices located on the large area substrate. The prober support 430 also provides an interface for the electrical connection block 414 of the prober 205 via a contact block connection 474 that is appropriately connected to a controller.

[0041] One side of the prober positioning assembly 425 is shown in Figure 4 having a plurality of friction reducing members coupled to the prober lift member 426. The friction reducing members are adapted to facilitate transfer of the prober 205 by movably supporting an extended member 418 of the prober frame 410. In this embodiment, the prober lift member 426 includes a channel 427 adapted to receive the extended member 418 of the prober frame 410. The plurality of friction reducing members in this embodiment are upper roller bearings 450 and lower roller bearings 460 coupled to the prober lift member 426 adjacent the channel 427. The lower roller bearings 460 support the extended member 418 and the upper roller bearings 450 act as a guide for the extended member 418 during transfer of the prober frame 410. Also shown is a locating member 416 integral to the prober 205 adapted to seat in a corresponding receptacle 422 integral to the prober support 430 in order to facilitate alignment and support of the prober 205 when positioned on the prober support 430.

[0042] In operation, a large area substrate may be supported by the fingers 371C, 371D of the end effector and the Z stage is actuated in a Z direction to place the substrate on an upper surface thereof. The prober 205 is transferred into the testing chamber 110, 210 from the prober exchanger 300 (Figure 2). The prober 205 is transferred laterally from the prober exchanger 300 onto the prober positioning assembly 425, wherein lateral movement of the prober 205 ceases when the prober frame 410 contacts a stop 425. The Z drive 420, coupled to the prober positioning assembly by a shaft 423, may then be lowered in the Z direction to place the prober pins (not shown) in contact with selected areas or devices located on the large area substrate. Once the prober 205 is in contact with the substrate, the substrate support

360 is free to begin a testing sequence by moving the large area substrate supported thereon under the testing columns 115.

[0043] In an exemplary testing operation in reference to Figures 1-4, the large area substrate 105 is introduced into the load lock chamber 120A from a substrate handling system that could be a conveyor system or a transfer robot. The load lock chamber 120A is sealed and pumped down to a suitable pressure by the vacuum pump 122. The valve 135A is then opened and the substrate is transferred to the testing chamber 110 by extension and retraction of the end effector 370. With reference to any of the embodiments described herein, the large area substrate may be unloaded from either end of the system. For example, a large area substrate may enter through one end of the system and exit an opposing end, or enter and exit through the same end.

[0044] A probe 205, configured to provide or sense a signal to or from the devices located on the large area substrate, may be introduced through a movable sidewall 150 from the probe exchanger 300 adjacent the test system 100. Alternatively, the probe 205 may be transferred to the load lock chamber 120A and coupled to the substrate 105 in the load lock chamber 120A, or coupled to the substrate prior to transfer into the load lock chamber 120A. As another alternative, the testing system 100 may comprise a movable table that includes an integrated probe that is coupled to the substrate throughout the travel path through the test system 100.

[0045] Figure 5 is one embodiment of a testing column 115 that is an electron beam column having an optical axis 510. In one embodiment, the optical axis 510 is the longitudinal axis of each testing column 115 and generally includes a center region of a test area 500 on the substrate 105. Each testing column 115 is configured to produce a test area 500 that may be defined as the address area or addressable quality area of the beam of electrons generated by the electron beam column on the substrate 105. In one embodiment, the test area 500 each electron beam column produces on the substrate 105 is between about 230 mm to about 270 mm in the Y direction and about 340 mm to about 380 in the X direction.

[0046] In another embodiment, the test area 500 is between about 240 mm to about 260 mm in the Y direction, for example about 250 mm, and about 350 mm to about 370 mm in the X direction, for example about 360 mm. In this embodiment, adjacent testing columns 115 may have an overlap in test area between about 0.001 mm to about 2 mm, for example about 1 mm, or may have no overlap, wherein the test areas of adjacent beams are adapted to touch with no overlap. In another embodiment, the test area 500 of each testing column is between about 325 mm to about 375 mm in the Y direction and about 240 mm to about 290 mm in the X direction. In another embodiment, the test area 500 is between about 355 mm to about 365 mm in the Y direction, for example about 345 mm, and about 260 mm to about 280 mm in the X direction, for example about 270 mm.

[0047] In another embodiment, the collective test area is between about 1950 mm to about 2250 mm in the X direction and about 240 mm to about 290 mm in the Y direction. In another embodiment, the collective test area is between about 1920 mm to about 2320 mm in the X direction and about 325 mm to about 375 mm in the Y direction. In one embodiment, adjacent testing columns 115 may have an overlap in test area ranging between about 0.001 mm to about 2 mm, for example about 1 mm. In another embodiment, the test areas of adjacent testing columns 115 may not overlap.

[0048] Once the substrate 105 has been introduced into the testing chamber 110 with a probe connected thereto, the testing chamber 110 may be sealed and pumped down. Each of the testing columns 115 are configured to emit a beam of electrons directed toward the substrate. In this configuration, the plurality of testing columns 115 provide a collective test area that is adapted to test the entire width or length of the substrate as the substrate is moved under the testing columns. In one embodiment, a substrate 105 is provided to the test system 100 lengthwise and six testing columns 115 may be used to test the entire width of the substrate as the substrate is moved through the system. In another embodiment, the substrate 105 is provided to the test system 100 widthwise and eight testing columns 115 may be used to test the entire length of the substrate as the substrate is moved through the system. The invention is not limited to the number of testing columns disclosed and the actual number may be

more or less depending on substrate size and test area formed on the substrate by the electron beam or beams. The staggered configuration of testing columns 115 shown in Figures 1 and 2 produce test areas on the substrate that are adjacent and may partially overlap, at least in the X direction, to allow each pixel on the substrate to be subjected to the beam of electrons during testing in one directional axis.

[0049] Figure 6 is another embodiment of a testing chamber 110 having a plurality of testing columns 115 coupled to the testing chamber 110 in a straight line configuration. This straight line configuration of the plurality of testing columns 115 provides a collective test area sufficient to test a length or width of a large area substrate as the substrate is moved through the system. Although eight testing columns are shown, other embodiments may require more or less, depending on process requirements.

[0050] The substrate 105 may be in continuous motion during testing, or the substrate may be moved incrementally during the test sequence. In either case, the entire substrate 105 may be tested in one travel path in the testing chamber 110. Once the testing sequence is complete, the testing chamber 110 may be vented, the prober transferred out of the testing chamber, and the substrate 105 may be transferred to the load lock chamber 120A, 120B, for subsequent return to ambient environment. In the embodiments depicted in Figures 2 and 6, the substrate 105 may be returned to ambient environment without transfer to a load lock chamber.

[0051] Figure 7 is another embodiment of a test system 700. The test system comprises a testing chamber 710 having a plurality of testing columns 115 and one or more side portions 705, 706, 707, and 708. The one or more of the side portions 705, 706, 707, and 708 are configured to couple to one or more load lock chambers 120A-120D, which are shown in phantom coupled to the chamber 710 in order to show the adaptability to various substrate travel paths. The various configurations and substrate travel paths using the one or more load lock chambers 120A-120D coupled to the chamber 710 are adaptations to the test system 700 to conserve clean room space and conform to varied clean room work flow paths

[0052] In one embodiment, the one or more load lock chambers 120A-120D may define a "T" configuration wherein a large area substrate is transferred into and out of the testing chamber 710 through the one or more load lock chambers 120A-120D. For example, the large area substrate may be transferred from the ambient environment of the clean room into the load lock chamber 120A and then transferred back to ambient environment out of the load lock chamber 120B after a testing sequence.

[0053] In another embodiment, the one or more load lock chambers 120A-120D may define a "U" configuration wherein a large area substrate is transferred into and out of the one or more load lock chambers 120A-120D. For example, the large area substrate may be transferred from the ambient environment in the clean room into the load lock chamber 120A and then transferred back to ambient environment from the load lock chamber 120C after a testing sequence.

[0054] In another embodiment, the one or more load lock chambers 120A-120D may define a "Z" configuration wherein a large area substrate is transferred into and out of the one or more load lock chambers 120A-120D. For example, the large area substrate may be transferred from the ambient environment in the clean room into the load lock chamber 120A and then transferred back to ambient environment from the load lock chamber 120D after a testing sequence.

[0055] In the embodiments showing the T, U, and Z configurations of the one or more load lock chambers 120A-120D, the one or more load lock chambers 120A-120D may be a single slot load lock, or a dual slot load lock chamber as described above. The dual slot configuration facilitates transfer of an untested large area substrate to the testing chamber and transfer of a tested large area substrate to ambient environment. The movable sidewall may be adapted to allow space for the one or more load lock chambers coupled to one or more of the side portions 705, 706, 707, and 708. The side portions 705, 706, 707, and 708 may have valves (not shown) between the one or more load lock chambers 120A-120D to facilitate transfer of the large area substrate therebetween. In one embodiment, a prober exchange sequence may be provided by the prober exchanger as described above. In other embodiments, the prober exchange may be provided through an upper portion of the testing chamber, or one or more

probers may be coupled to the large area substrate in one or more of the one or more load lock chambers.

[0056] Figure 8A is one embodiment of a prober 205 having a rectangular prober frame 410 configured to provide or sense a signal from the devices located on the large area substrate. In one embodiment, the rectangular prober frame 410 is configured to cover a perimeter of the large area substrate having a dimension equal to or greater than the large area substrate and includes a plurality of structural members 411. In this manner, the prober 205 provides a line of sight access or view of at least a center portion of the large area substrate and the electronic devices located thereon. In another embodiment, the prober 205 may include one or more prober bars 810 disposed within, and between parallel portions of, the prober frame 410. The one or more prober bars 810 may be fixed or movable within the prober frame 410. In this embodiment, the one or more prober bars 810 and frame 410 are positioned above the substrate such that minimal or no portions of a primary beam of electrons from the testing columns are covered by the prober frame, and/or minimal or no portions of the secondary electrons are obscured by the prober bars. In this manner, the obscuring of the primary beam or secondary electrons, or the "shading" effect over portions of the large area substrate, is minimized or non-existent.

[0057] Figures 8B and 8C are cross-sectional views of embodiments of a structural member 805 and 806, respectively. The structural members 805 and 806 are cross-sectional views of the structural members 411 of the prober frame, and/or a cross-sectional view of the one or more prober bars 810. In one embodiment, the structural members 805, 806 have two major sides and at least one minor side, and at least one of the two major sides is slanted. The slanted portion is configured to provide an unobstructed beam path 802, which may be a primary beam path and/or a secondary electron beam path. In other embodiments, the structural members 805, 806 are polygons in a shape to provide rigidity and minimize the shading effect. Examples of structural shapes that provide rigidity and minimize the shading effect are triangles, trapezoids, a trapezoid having one right angle, or combinations thereof.

[0058] While the foregoing is directed to embodiments of the present invention, other and further embodiments of the invention may be devised without departing from the basic scope thereof, and the scope thereof is determined by the claims that follow.

Claims:

1. An apparatus for testing electronic devices on a large area substrate, comprising:
 - a movable substrate support; and
 - at least one testing column above the substrate support, wherein the substrate support is movable in a single axis, the single axis orthogonal to an optical axis of the at least one testing column.
2. The apparatus of claim 1, wherein the substrate support is housed within a testing chamber.
3. The apparatus of claim 2, wherein the testing chamber is coupled to a vacuum pump.
4. The apparatus of claim 1, wherein the at least one testing column is an electron beam column having a test area.
5. The apparatus of claim 4, wherein the test area of the at least one electron beam column is about 230 mm to about 270 mm in a first direction, and about 340 mm to about 380 mm in a direction orthogonal to the first direction.
6. The apparatus of claim 4, wherein the test area of the at least one electron beam column is about 325 mm to about 375 mm in a first direction, and about 240 mm to about 290 mm in a direction orthogonal to the first direction.
7. The apparatus of claim 1, wherein the at least one testing column includes six or more testing columns.
8. The apparatus of claim 1, wherein the substrate support further comprises:
 - an end effector.

9. The apparatus of claim 7, wherein the six or more testing columns are in a substantially straight line above the substrate support.
10. The apparatus of claim 9, wherein the six or more testing columns form a collective test area sufficient to test a length or a width of the substrate.
11. An apparatus for testing electronic devices located on a large area substrate, comprising:
 - a testing platform having a support surface for supporting the large area substrate; and
 - a plurality of testing columns coupled to the testing platform, each of the plurality of testing columns having an optical axis within a test area, wherein the testing platform is movable in a linear direction relative to the optical axis and the plurality of testing columns have a collective test area sufficient to test a width or a length of the substrate as the substrate is moved through the system.
12. The apparatus of claim 11, wherein the linear direction is orthogonal to the optical axis.
13. The apparatus of claim 11, wherein the optical axis is oriented in a vertical direction and the linear direction is orthogonal to the vertical direction.
14. The apparatus of claim 11, wherein the testing platform comprises:
 - a substrate support having an end effector.
15. The apparatus of claim 11, wherein the testing platform is within a testing chamber and the testing chamber is coupled to a vacuum pump.
16. A system for testing electronic devices located on a large area substrate, comprising:

a chamber;
a substrate support within the chamber, the substrate support sized to receive the substrate; and
a plurality of testing devices coupled to an upper surface of the chamber, each of the plurality of testing devices having a test area, wherein the plurality of testing devices are spaced to form a collective test area sufficient to test a length or a width of the substrate as the substrate is moved through the system.

17. The system of claim 16, wherein each of the plurality of testing devices have an optical axis and the substrate support is movable in a direction orthogonal to the optical axis.

18. The system of claim 16, wherein the chamber comprises a movable sidewall to facilitate transfer of one or more probers to and from the chamber.

19. The system of claim 16, wherein the plurality of testing devices include at least six electron beam columns.

20. The system of claim 19, wherein the plurality of testing devices are in a substantially straight line.

21. The system of claim 16, wherein the substrate support comprises:
an end effector.

22. The system of claim 16, wherein the test area of each of the plurality of testing devices is about 230 mm to about 270 mm in the Y direction, and about 340 mm to about 380 mm in the X direction.

23. The system of claim 16, wherein the test area of each of the plurality of testing devices is about 325 mm to about 375 mm in the Y direction, and about 240 mm to about 290 mm in the X direction.

24. An apparatus for testing electronic devices located on a large area substrate, comprising:
a prober frame comprising:
a plurality of structural members defining a rectangular frame having a plurality of contact pins on a lower surface thereof; and
at least one electrical connection block in communication with the plurality of contact pins.
25. The apparatus of claim 24, wherein each of the plurality of structural members are rectangular, trapezoidal, triangular, or combinations thereof.
26. The apparatus of claim 24, wherein the electronic devices are thin film transistors.
27. The apparatus of claim 24, wherein the prober frame includes a dimension equal to or greater than the dimension of the large area substrate.
28. The apparatus of claim 24, wherein one or more of the plurality of structural members comprises two major sides and at least one minor side, and at least one of the major sides is slanted.
29. The apparatus of claim 24, wherein the prober frame further comprises:
at least one prober bar disposed between at least two parallel sides of the rectangular frame.
30. The apparatus of claim 29, wherein the at least one prober bar includes a plurality of contact pins on a lower surface thereof.

31. The apparatus of claim 29, wherein the at least one prober bar comprises a cross-sectional shape, the cross-sectional shape being rectangular, trapezoidal, triangular, or combinations thereof.
32. The apparatus of claim 29, wherein the at least one prober bar comprises two major sides and at least one minor side, and at least one of the major sides is slanted.
33. The apparatus of claim 29, wherein the at least one prober bar is movable relative to the rectangular frame.
34. A method for testing a plurality of electronic devices on a large area substrate, comprising:
providing a substrate support disposed below a plurality of testing devices;
positioning the substrate having the plurality of electronic devices located thereon on the substrate support;
providing a test area on the substrate from the plurality of testing columns; and
moving the substrate support in a single directional axis relative to the plurality of testing columns.
35. The method of claim 34, wherein the test area is between about 1950 mm to about 2250 mm in a first direction and about 240 mm to about 290 mm in a direction orthogonal to the first direction.
36. The method of claim 34, wherein the test area is between about 1920 mm to about 2320 mm in a first direction and about 325 mm to about 375 mm in a direction orthogonal to the first direction.
37. The method of claim 34, wherein each of the electronic devices are thin film transistors.

38. The method of claim 34, wherein each of the plurality of testing devices are electron beam columns.

39. The method of claim 34, wherein the moving step includes incrementally moving the substrate in the single directional axis.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE**1 Abstract**

A method and apparatus for testing a plurality of electronic devices formed on a large area substrate is described. In one embodiment, the apparatus performs a test on the substrate in one linear axis in at least one chamber that is slightly wider than a dimension of the substrate to be tested. Clean room space and process time is minimized due to the smaller dimensions and volume of the system.

2 Representative Drawing

Figure 6

455152_1

