(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2012-248876
(P2012-248876A)
(43)公開日　平成24年12月13日(2012.12.13)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 21/205	***(2006.01)***	H01L	21/205	4K030
C23C 16/52	***(2006.01)***	C23C	16/52	5F045

審査請求 有　請求項の数 25　OL　（全 18 頁）

(21)出願番号　特願2012-175252 (P2012-175252)
(22)出願日　平成24年8月7日 (2012.8.7)
(62)分割の表示　特願2010-546798 (P2010-546798)の分割
原出願日　平成21年2月13日 (2009.2.13)
(31)優先権主張番号　61/066,074
(32)優先日　平成20年2月15日 (2008.2.15)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　12/370,044
(32)優先日　平成21年2月12日 (2009.2.12)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　504225666
ビーコ・インストゥルメンツ・インコーポレイテッド
アメリカ合衆国ニューヨーク州１１８０３、プレインヴュー、ターミナル・ドライヴ
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100114591
弁理士　河村　英文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】バッチ式で非接触な材料特性評価のための装置および方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】短時間で、エピタキシャル成長された基板の非接触材料特性評価を行うことのできる装置を提供する。
【解決手段】非接触な材料特性評価を行うための装置は、複数の基板１２を保持するように適合されたウエハキャリア１０と、材料特性評価装置２０、例えば、フォトルミネッセンス分光法を実行するための装置とを備えている。本装置は、載置されている基板１２を含むウエハキャリア１０の少なくとも一部に非接触な材料特性評価を行うように適合されている。
【選択図】図１

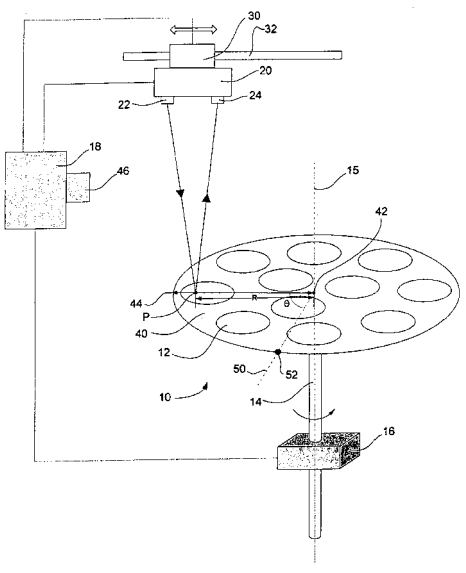


FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板に非接触な材料特性評価を行うための装置であって、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアと、
（ｂ）前記ウエハキャリアがエピタキシャル成長装置のロードロック内または少なくとも１つのエピタキシャルプロセスチャンバに連通している搬送チャンバ内に配置されている間に、前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも１つの部分に非接触な材料特性評価技術を実行するように構成され配置されている、非接触材料特性評価装置と
を備えてなる装置。
【請求項２】
基板に非接触な材料特性評価を行うための装置であって、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアと、
（ｂ）前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも１つの部分に非接触な材料特性評価技術を実行するように構成され配置されている、非接触材料特性評価装置と、
（ｃ）前記非接触材料特性評価装置に接続されていると共にエピタキシャル成長装置に接続されているコンピュータ装置であって、前記非接触材料特性評価装置からのデータを処理するように構成され配置されており、後続する一組の基板のための条件を最適化するために、前記コンピュータ装置によって処理されたデータに基づいて、前記エピタキシャル成長装置における条件を調整するように作動されるようになっている、コンピュータ装置と
を備えてなる装置。
【請求項３】
基板に非接触な材料特性評価を行うための装置において、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアと、
（ｂ）前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも一部に非接触な材料特性評価技術を実行するように構成され配置されており、フォトルミネッセンス分光法を実行する装置を含んでいる、非接触材料特性評価装置と
を備えてなる装置。
【請求項４】
前記ウエハキャリアは、実質的にフォトルミネッセンス特性を有していない材料から構成されていることを特徴とする請求項３に記載の装置。
【請求項５】
ロードロックを有するエピタキシャル成長装置をさらに備えており、前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアが前記エピタキシャル成長装置の前記ロードロック内に配置されている間に、前記非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されていることを特徴とする請求項２または３に記載の装置。
【請求項６】
少なくとも１つのエピタキシャルプロセスチャンバに連通している搬送チャンバをさらに備えており、前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に配置されている間に、前記非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されていることを特徴とする請求項２または３に記載の装置。
【請求項７】
前記非接触材料特性評価装置に接続されていると共に前記エピタキシャル成長装置に接続されているコンピュータ装置をさらに備えており、前記コンピュータ装置は、前記非接触材料特性評価装置からのデータを処理するように、構成され配置されていることを特徴

とする請求項１または３に記載の装置。
【請求項８】
前記コンピュータ装置は、後続する一組の基板のための条件を最適化するために、前記コンピュータ装置によって処理されたデータに基づいて、前記エピタキシャル成長装置における条件を調整するように、作動するようになっていることを特徴とする請求項７に記載の装置。
【請求項９】
前記非接触材料特性評価装置は、フォトルミネッセンス分光法を実行するための装置を含んでいることを特徴とする請求項１または２に記載の装置。
【請求項１０】
前記ウエハキャリアは、実質的にフォトルミネッセンス特性を有していない材料から構成されていることを特徴とする請求項９に記載の装置。
【請求項１１】
前記非接触材料特性評価装置は、少なくとも１つの放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの方に導くように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の装置。
【請求項１２】
前記放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの表面を横切って移動させる手段をさらに備えていることを特徴とする請求項１１に記載の装置。
【請求項１３】
前記ビームを移動させるための前記手段は、枢動機構を含んでいることを特徴とする請求項１２に記載の装置。
【請求項１４】
前記放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの表面を横切って移動させるための並進機構をさらに備えていることを特徴とする請求項１１に記載の装置。
【請求項１５】
前記並進機構は、前記ビームを一次元的に移動させるように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項１６】
前記ウエハキャリアは、中心および外縁を有しており、前記並進機構は、前記ビームを前記中心と前記外縁との間で移動させるように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項１７】
前記並進機構は、前記ビームを二次元的に移動させるように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項１８】
前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアの前記表面を横切ってラスター走査を行うように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項１９】
前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアの前記表面を横切って外方螺旋走査を行うように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項２０】
前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアの前記表面を横切って同心円走査を行うように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１４に記載の装置。
【請求項２１】
前記ウエハキャリアに接続された回転制御装置をさらに備えており、前記回転制御装置は、前記ウエハキャリアを回転させるように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の装置。
【請求項２２】
前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアの上方に配置されていることを特

徴とする請求項１から３のいずれかに記載の装置。
【請求項２３】
基板に非接触な材料特性評価を行うための方法であって、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアを準備するステップと、
（ｂ）前記ウエハキャリアがエピタキシャル成長装置のロードロック内または多数のエピタキシャルプロセスチャンバを接続している搬送チャンバ内に配置されている間に、前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも一部に非接触な材料特性評価技術を実行するステップと
を含んでなる方法。
【請求項２４】
基板に非接触な材料特性評価を行うための方法であって、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアを準備するステップと、
（ｂ）前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも一部に非接触な材料特性評価技術を実行するステップであって、前記少なくとも１つの基板の１以上の特性を監視することを含んでいる、ステップと、
（ｃ）後続する一組の基板のための条件を最適化するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャル成長装置における条件を調整するステップと
を含んでなる方法。
【請求項２５】
基板に非接触な材料特性評価を行うための方法であって、
（ａ）少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有しているウエハキャリアを準備するステップと、
（ｂ）前記ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも一部に非接触な材料特性評価技術を実行するステップであって、フォトルミネッセンス分光法を実行することを含んでいる、ステップと
を含んでなる方法。
【請求項２６】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、フォトルミネッセンス分光法を実行することを含んでいる請求項２３または２４に記載の方法。
【請求項２７】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、少なくとも１つの放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの方に導くことを含んでいる請求項２３から２５のいずれかに記載の方法。
【請求項２８】
前記ビームを導くステップは、前記放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの表面を横切って移動させることを含んでいる請求項２７に記載の方法。
【請求項２９】
前記放射エネルギーのビームを移動させることは、並進機構を一次元的に移動させることを含んでいる請求項２８に記載の方法。
【請求項３０】
前記ウエハキャリアは、中心および外端を有しており、前記放射エネルギーのビームを移動させるステップは、前記ビームを前記中心と前記外端との間で移動させることを含んでいる請求項２８に記載の方法。
【請求項３１】
前記放射エネルギーのビームを移動させるステップは、並進機構を二次元的に移動させることを含んでいる請求項２８に記載の方法。
【請求項３２】
前記キャリアの中心軸を中心として前記ウエハキャリアを回転させるステップをさらに

含んでいる請求項２７に記載の方法。
【請求項３３】
前記少なくとも１つの放射エネルギーのビームと接触した材料の１以上の特性を監視するステップをさらに含んでいる請求項２７に記載の方法。
【請求項３４】
前記監視された特性を記憶装置に記憶することをさらに含んでいる請求項３３に記載の方法。
【請求項３５】
前記少なくとも１つの放射エネルギーのビームと接触した前記ウエハキャリアの位置の幾何学座標を識別することをさらに含んでおり、前記監視された特性を該特性に対応する前記幾何学座標と関連付けることをさらに含んでいる請求項３３に記載の方法。
【請求項３６】
前記ウエハキャリア上の少なくとも１つの基板にエピタキシャルプロセスを実行するステップをさらに含んでいることを特徴とする請求項２３から２５のいずれかに記載の方法。
【請求項３７】
前記エピタキシャル成長装置のロードロック内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記ロードロック内に配置されている間に行われるようになっている請求項２３または２５に記載の方法。
【請求項３８】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記少なくとも１つの基板の１以上の特性を監視することをさらに含んでいる請求項３７に記載の方法。
【請求項３９】
後続する一組の基板のための条件を最適化するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャル成長装置における条件を調整するステップをさらに含んでいる請求項３８に記載の方法。
【請求項４０】
多数のエピタキシャルプロセスチャンバを接続している搬送チャンバ内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に配置されている間に、行われるようになっている請求項２３または２５に記載の方法。
【請求項４１】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記少なくとも１つの基板の１以上の特性を監視することをさらに含んでいる請求項４０に記載の方法。
【請求項４２】
前記ウエハキャリアに保持された前記少なくとも１つの基板に施されるプロセスを調整するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャルプロセスチャンバの少なくとも１つにおける条件を調整するステップをさらに含んでいる請求項４１に記載の方法。
【請求項４３】
前記ウエハキャリアに保持された前記少なくとも１つの基板に施されるプロセスを最適化するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャルプロセスチャンバの１つを付加的な処理のために選択するステップをさらに含んでいる請求項４１に記載の方法。
【請求項４４】
前記エピタキシャル成長装置のロードロック内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記ロードロック内に配置されている間に、行われるようになっている請求項２４に記載の方法。

【請求項４５】
多数の前記エピタキシャルプロセスチャンバを接続している搬送チャンバ内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に配置されている間に、行われるようになっている請求項２４に記載の方法。
【請求項４６】
前記ウエハキャリアに保持された前記少なくとも１つの基板に施されるプロセスを調整するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャルプロセスチャンバの少なくとも１つにおける条件を調整するステップをさらに含んでいる請求項４５に記載の方法。
【請求項４７】
前記ウエハキャリアに保持された前記少なくとも１つの基板に施されるプロセスを最適化するために、前記監視された特性に基づいて、前記エピタキシャルプロセスチャンバの１つを付加的な処理のために選択するステップをさらに含んでいる請求項４５に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
［関連出願の相互参照］
本願は、２００９年２月１２日に出願された米国出願第１２／３７０，０４４号および２００８年２月１５日に出願された米国仮特許出願第６１／０６６，０７４号の利益を主張するものであり、これらの開示内容を引用することにより本明細書の一部をなすものとする。
【背景技術】
【０００２】
種々の非接触な材料特性評価技術が知られており、半導体ウエハを評価するのに一般的に用いられている。非接触な材料特性評価技術の例として、とりわけ、Ｘ線回折（ＸＲＤ）や、渦電流測定や、フォトルミネッセンス分光法などが挙げられる。例えば、フォトルミネッセンス分光法は、光をポンプビームから半導体ウエハのような試料上に導く技術である。このような光は、まず、材料によって吸収され、次いで、消失し、例えば、（「ルミネッセンス」とも呼ばれる）発光をもたらすことになる。このルミネッセンスの強度およびスペクトル量を集光光学系によって測定することによって、種々の重要な材料特性を探り出すことができる。フォトルミネッセンスによって明らかになるこのような特性の例として、とりわけ、バンドギャップ、材料品質（例えば、不純物および欠陥の濃度）、または種々の半導体層の組成の特定が挙げられる。データを解析する１つの有用な方法として、フォトルミネッセンス強度を波長の関数としてプロットすることが挙げられる。次いで、半値全幅（ＦＷＨＭ）を測定し、プロットしてもよい。
【０００３】
現在、このような材料特性評価技術は、半導体ウエハが生成されるエピタキシャル成長装置の外側において行われている。一般的に、ウエハは、エピタキシャル成長装置から取り出され、ウエハカセット内に配置される。次いで、これらのカセットは、循環され、非接触な材料特性評価技術が、（一度に一枚のウエハが試験される）枚葉式で行われることになる。このプロセスは、著しく時間がかかる可能性がある。
【０００４】
上記の処理時間は、典型的な処理装置が、主プロセスチャンバに加えて、「ロードロック（load lock）」と呼ばれるチャンバを利用しているという事実によって、さらに延長されることになる。基板または多数の基板を保持しているウエハキャリアは、ロードロック内に挿入され、エピタキシャル成長プロセスに適合しているロードロック内の不活性雰囲気と平衡に保たれるようになっている。基板がロードロック内の不活性雰囲気との平衡に達した時点で、ロードロックとプロセスチャンバ自体との間のドアが開けられ、基板が

プロセスチャンバ内に前進する。処理後、基板は、ロードロックを通ってプロセスチャンバから取り出される。エピタキシャル成長装置へのこの出入りの操作が多くなると、著しく時間がかかり、これによって、プロセスの遅れが生じることになる。

【０００５】

フォトルミネセンス技術に関して、例えば、ウエハは、典型的には、ステージ上に配置されており、ポンプビーム光学系および集光光学系が、ラスター走査または外方螺旋パターンのいずれかによって、移動されるようになっている。すなわち、ラスター走査の場合、ポンプビーム光学系および集光光学系は、ウエハの一端から他端に向かう第１の方向に沿って、ウエハ表面を直線状に移動するようになっている。ウエハを横切って第１の線を完全に走査した後、ポンプビーム光学系および集光光学系は、第１の方向と直交する方向にわずかな増分距離だけ移動し、次いで、第１の線と平行にかつ隣接して、表面を直線状に走査するようになっている。この過程が、ウエハの全表面が走査されるまで、繰り返されることになる。この技術は、例えば、テキストの行をページ面の左から右に向かって読み、次いで、上の行から下の行に一行分だけ移行することに、類似している。一方、外方螺旋パターンの場合、ポンプビーム光学系および集光光学系は、ウエハの中心において走査を開始し、ウエハの全表面が走査されるまで、中心から外方に螺旋を描いて進むようになっている。

【０００６】

前述した先行技術による非接触な材料特性評価技術を実行する方法は、極めて不適切な場合がある。特に、一群の半導体ウエハに対して多数のプロセスを行い、各プロセス間において、材料特性評価を行う場合、全プロセスを終了するのに、かなりの時間がかかることがある。具体的には、１つのプロセスが終了した後、まず、ウエハの全てをエピタキシャル成長装置から取り外し、次いで、各ウエハを一度に一枚ずつ試験し、その後、これらのウエハをウエハキャリアに再び着座させ、さらに処理を行うために、これらのウエハを同一または別の装置に導入するのに、多大な時間が浪費される可能性がある。

【発明の概要】

【０００７】

本発明の一態様は、基板に非接触な材料特性評価を行うための装置を提供している。本発明のこの態様による装置は、望ましくは、ウエハキャリアと、非接触材料特性評価装置と、を備えている。ウエハキャリアは、望ましくは、少なくとも１つの基板を載置させて保持するように構成され配置された上面を有している。非接触材料特性評価装置は、望ましくは、ウエハキャリア上に保持された少なくとも１つの基板の少なくとも一部に非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されている。

【０００８】

本装置は、ロードロックを有するエピタキシャル成長装置をさらに備えていてもよい。非接触材料特性評価装置は、望ましくは、ウエハキャリアがエピタキシャル成長装置のロードロック内に配置されている間に非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されている。

【０００９】

コンピュータ装置が、非接触材料特性評価装置に接続されていると共にエピタキシャル成長装置に接続されていてもよい。コンピュータ装置は、好ましくは、非接触材料特性評価装置からのデータを処理するように、構成され配置されている。さらに、コンピュータ装置は、コンピュータ装置によって処理されたデータに基づいて、エピタキシャル成長装置における条件を調整するように、作動されるようになっていてもよい。

【００１０】

非接触材料特性評価装置は、フォトルミネッセンス分光法を実行するための装置を含みうる。

【００１１】

本発明のさらに他の態様は、基板に非接触な材料特性評価を行うための方法を提供している。

【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】本発明の一実施形態による装置の概略図である。
【図２】本発明の一実施形態による装置と関連するエピタキシャル成長装置およびロードロックの概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
添付の図面に示されている本発明の好ましい実施形態を説明するにあたって、明瞭にするために、特定の専門用語が用いられている（なお、図面において、同様の参照番号は、同様の要素を指すものとする）。しかし、本発明は、そのように選択された特定の用語に制限されることを意図するものではなく、各特定用語は、同様の目的を果たすために同様に機能する全ての技術的等価物を含んでいることを理解されたい。
【００１４】
本発明の一実施形態による装置が、図１に示されている。ウエハ１２のような複数の基板を保持しているウエハキャリア１０が示されている。ウエハ１２は、好ましくは、ポケット（図示せず）のような構造によって保持されている。ウエハキャリア１０は、好ましくは、略円形の形状を有しているが、これは、必ずしも必要ではない。また、キャリア１０は、好ましくは、黒鉛のような材料から成っている。
【００１５】
ウエハキャリア１０は、スピンドル１４に取り付けられた状態で示されている。スピンドル１４は、モータ１６のような回転制御装置によって、軸１５を中心として回転するようになっている。モータ１６は、好ましくは、以下に詳細に説明する制御装置１８に接続されている。モータ１６は、好ましくは、ウエハキャリア１０の角位置および回転速度を正確に制御するように適合されている。この用途に有用なモータとして、例えば、ステッピングモータおよびサーボモータが挙げられる。
【００１６】
スピンドル１４とウエハキャリア１０との間の接続部（図示せず）は、ウエハキャリア１０がスピンドル１４に取外し可能に結合するように、設計されている。この接続部は、好ましくは、ウエハキャリア１０およびスピンドル１４が一定の角度関係で回転するように、ウエハキャリア１０がスピンドル１４に固定されるように、構成されている。また、この接続部は、好ましくは、ウエハキャリア１０がスピンドル１４から容易に取り外されることが可能となるように構成されており、これによって、ウエハキャリア１０は、移動可能になっている。
【００１７】
図２に概略的に示されているように、ウエハキャリア１０は、エピタキシャル成長チャンバ１００のロードロック１０２内に位置している。ロードロック１０２は、チャンバドア１０４および外ドア１０６を具備している。チャンバドア１０４が開くと、ロードロック１０２の内部空間が、エピタキシャル成長チャンバ１００の内部空間と連通することになる。ドア１０４が閉じると、ロードロック１０２は、エピタキシャル成長チャンバ１００から隔離されることになる。ドア１０６が開くと、ロードロック１０２は、装置の外部、最も典型的には、室内空気に開放されることになる。ロードロック１０２の内部空間は、実質的に不活性なガスの源に接続されており、これによって、ロードロック１０２の内部空間は、実質的に不活性なガス下で保持されていることになる。この開示に用いられている「実質的に不活性なガス」という用語は、ロードロック内の条件下で基板または基板上に配置された層と実質的に有害な反応をもたらさないガスを意味している。単なる例示にすぎないが、ＩＩＩ－Ｖ族半導体の層を有している典型的な基板に対して、窒素、水素、ＶＩＩＩ族の希ガスなどのガスや、これらのガスの混合物を用いることができる。
【００１８】
コンベヤ（図示せず）が、ロードロック１０２内に設けられていてもよい。このコンベヤは、チャンバドア１０４が開いている間に、ウエハキャリア１０をエピタキシャル成長

チャンバ１００の内外に移動させるように構成されている。このコンベヤの例として、ウエハキャリア１０を操作することができるどのような形式の機械的な要素、例えば、ロボットアーム、リニアスライド、ピックアンドプレース機構、可動式チェーンまたは可動式ベルト、またはこれらの要素の組合せが挙げられる。

【００１９】

本発明の装置の好ましい使用中に、ウエハ１２に非接触な材料特性評価技術を実行するために、以下のステップが実施されるようになっている。ウエハ１２へのエピタキシャル成長処理の一サイクルが終了した後、ドア１０４が開き、ウエハキャリア１０がスピンドル１１６から取り外される。次いで、キャリア１０は、コンベヤによって、エピタキシャル成長チャンバ１００からロードロック１０２内に移動される。その後、キャリア１０は、スピンドル１６に結合される。このようにして、ウエハキャリア１０がロードロック１０２内に配置されている間に、以下に詳細に説明するように、少なくとも１つの非接触な材料特性評価技術が実行されることになる。

【００２０】

ウエハキャリア１０がロードロック１０２内にある間に非接触な材料特性評価の測定を行うことによって、好ましくは、基板に対する全体的な処理時間が短縮されることに留意されたい。具体的には、基板の試験を行うために、ドア１０６を介してキャリア１０をロードロック１０２の内外に移動させるのに必要な時間が排除されることになる。また、試験中にウエハキャリア１０をロードロック１０２から取り出す必要がないと共に、外ドア１０６を開ける必要もないので、ロードロック１０２内の雰囲気を平衡に至らせるのに必要な付加的な時間も排除されることになる。

【００２１】

ロードロック１０２内において材料特性評価技術を実行するさらに他の利益は、試験によって収集された情報を１以上のプロセスを制御するのに用いることができるという事実にある。例えば、収集された情報は、エピタキシャル成長装置に統合されているプログラム化されたコンピュータ装置によって、処理されるようにすることができる。コンピュータ装置は、制御装置１８に接続されていてもよいし、または組み込まれていてもよい。コンピュータ装置は、好ましくは、コンピュータ装置によって収集された情報に基づいて、成長チャンバ１００における条件が後続する一組の基板のための条件を最適化するように調整されるように、エピタキシャル成長装置に統合されている。代替的または付加的に、コンピュータ装置は、非接触測定によって得られた情報を用いて、後続するステップにおいて、例えば、プロセスチャンバ１００または別のプロセスチャンバ内におけるさらに他の処理中に、この特定のキャリア１０上の基板に施されるプロセスを調整することもできる。

【００２２】

典型的なエピタキシャル成長装置では、ウエハ１２は、まず、エピタキシャル成長装置から取り出され、次いで、遠隔ラボにおいて試験され、その後、試験のデータが成長チャンバにおける条件を最適化するのに用いられるようになっている。これらのステップを実行するのに必要な時間は、著しい「ループ遅延」をもたらし、条件が材料特性評価試験に基づいて修正される前に、いくつかのプロセスが、前回のプロセス条件下で成長チャンバ内において実行されてしまうこともある。対照的に、ロードロック１０２内において材料特性評価技術を実行することによって、従って、後続するプロセスを制御するための情報を迅速にもたらすことによって、本発明の装置は、このような「ループ遅延」を低減させることになる。

【００２３】

以下、本発明の好ましい実施形態による非接触な材料特性評価を行う機構について説明する。図１を再び参照すると、ウエハキャリア１０の上方に取り付けられた状態で示されているのは、非接触材料特性評価装置、例えば、フォトルミネッセンス装置２０である。フォトルミネッセンス装置２０は、ポンプビームエミッタ２２および集光光学系２４を備えているとよい。ポンプビームエミッタ２２は、正確に確定された光ビームをウエハキャ

リア１０の上面４０に投射し、これによって、光が集光光学系２４に向かって後方に反射するように、または、キャリア１０の上面４０における材料のルミネッセンスが集光光学系２４によって測定されるように、構成されているとよい。

【００２４】

フォトルミネッセンス装置２０は、好ましくは、放出された光ビームの周波数を正確に制御するように、構成されている。フォトルミネッセンスシステムの種々のパラメータ、例えば、放出された光の周波数の正確な制御は、好ましくは、システムの全体をより正確なものとする。さらに、半導体の種々の層を解析対象とするために、ポンプビームエミッタ２２から放出される光の周波数が可変になっているとよい。すなわち、種々のバンドギャップを有する半導体の種々の層は、互いに異なる周波数の光を吸収するので、半導体の種々の層の各々を、その層によって吸収される光の適切な周波数を選択することによって、解析対象とすることができる。

【００２５】

前述したようなフォトルミネッセンス装置２０は、本質的に、従来型の装置である。

【００２６】

本発明の好ましい実施形態による装置２０は、好ましくは、並進機構３０に取り付けられている。並進機構３０は、フォトルミネッセンス装置２０をガイドレール３２のような案内装置に沿って並進させるように、作動されるようになっている。並進機構３０は、装置を少なくとも一次元的に並進させるどのような周知の機構から成っていてもよい。適切な並進機構３０として、例えば、リニアアクチュエータ、ベルト駆動装置、ネジ駆動装置、などが挙げられる。

【００２７】

並進機構３０およびガイドレール３２は、好ましくは、フォトルミネッセンス装置２０がウエハキャリア１０の少なくとも一部を走査するように、配置されている。図１に示されている実施形態では、並進機構３０およびガイドレール３２は、フォトルミネッセンス装置２０がウエハキャリア１０の上面４０を一次元的に前後に並進するように、配置されている。具体的には、図示されている実施形態では、フォトルミネッセンス装置２０は、好ましくは、ウエハキャリア１０の中心４２から外縁４２に向かって移動し、上面４０を軸１５に対して半径方向に走査するようになっている。このようにして、装置２０は、ウエハキャリア１０の上面４０の全体を走査することができる。すなわち、フォトルミネッセンス装置２０は、例えば、ウエハキャリア１０の中心４２から半径方向において縁４４に向かって、上面４０を横切って１本の線に沿って走査することができる。装置２０が縁４４に達した時点で、好ましくは、モータ１６が、軸１５を中心としてウエハキャリア１０をわずかな増分だけ回転させるようになっている。次いで、装置２０は、例えば、縁４４から中心４２に向かって、再び走査することになる。ウエハキャリア１０が完全に一周するまで、フォトルミネッセンス装置２０のパスごとにウエハキャリア１０の位置を一増分だけ回転させて、この過程が繰り返されることになる。

【００２８】

フォトルミネッセンス装置の前述の移動中、ポンプビームエミッタ２２がウエハキャリア１０の上面４０に光を投射し、集光光学系２４が材料の目標部分の発光を測定するようになっている。集光光学系２４によって得られる情報の例として、集光の強度および波長のようなデータが挙げられる。このデータは、ウエハキャリア１０の上面４０における離散的な各採集位置に対応する各変数の測定値を表す一連のサンプルとして、収集されることになる。サンプルを（互いに極めて近接している）多くの離散的位置において採集することによって、ウエハ１２の上面を含むウエハキャリア１０の上面４０の全体が正確にマッピングされることになる。

【００２９】

フォトルミネッセンス装置２０から収集されたデータは、好ましくは、制御装置１８の一構成要素である記憶装置４６に記憶されるようになっている。このデータは、好ましくは、各採集点Ｐの幾何学的な位置に関連付けられている。各点Ｐの位置は、多くの手法、

例えば、カルテシアン座標によって、記述されてもよい。しかし、一実施形態では、各採集点Ｐの位置は、軸１５を中心とするその点の動径座標によって、記述されているとよい。動径座標を定めるために、ウエハキャリア１０は、好ましくは、ウエハキャリア１０の中心４２から延在している基準軸５０を有している。従って、各点Ｐは、ウエハキャリア１０の中心４２からのその半径距離Ｒおよび基準軸５０からのその角度θによって、定められることになる。

【００３０】

ウエハキャリア１０の走査が完了した後、記憶装置４６は、好ましくは、上面４０に関するフォトルミネッセンスデータの全てを有していることになる。記憶装置４６は、好ましくは、ウエハキャリア１０の幾何学配列に関する情報、例えば、基準軸５０に対する（ウエハ１２を保持している）ポケットの関係および中心４２からのこのようなポケットの半径距離も含んでいる。このデータから、各半導体ウエハ１２に関する情報を計算することができる。すなわち、入力データをその対応する動径座標と組み合わせることによって、そして、これらの座標を記憶されているウエハキャリア１０の幾何学配列に関する情報と比較することによって、制御装置１８は、各フォトルミネッセンス測定値からのデータを適切なウエハ１２およびウエハ１２の適切な位置と正確に関連付けることができる。

【００３１】

本発明の装置のこの実施形態では、制御装置１８は、装置の全ての構成部品を十分に作動させるように、設計されている。すなわち、制御装置１８は、モータ１６の運動を制御するように適合されているとよい。また、制御装置１８は、好ましくは、適切な信号を並進機構３０に供給することによって、フォトルミネッセンス装置２０の移動を制御するように構成されている。さらに、制御装置１８は、好ましくは、ポンプビームエミッタ２２を含むフォトルミネッセンス装置２０自体、およびポンプビームエミッタ２２から放出される光の強度および周波数を制御するようになっている。また、制御装置１８は、好ましくは、前述したように、集光光学系２４からの入力を受信して処理するようになっている。制御装置１８は、プログラム化された汎用コンピュータまたはこのようなコンピュータの一部を備えていてもよいし、または互いに物理的に分離されていながら互いに接続されている複数のコンピュータ要素を備えていてもよい。

【００３２】

前述したような装置は、好ましくは、基板、例えば、半導体ウエハ１２の全体的な処理時間を速めるようになっている。前述したように、ウエハ１２を試験するためにロードロック１０２から取り出すのに必要な時間を排除することに加えて、本発明の装置は、多数のウエハ１２をバッチ式で処理することによって、効率をさらに高めることができる。すなわち、本装置は、好ましくは、各ウエハ１２を一度に一枚ずつ走査するのではなく、多くのウエハ１２を保持しているウエハキャリア１０の上面４０の全体を走査するように、構成されている。

【００３３】

好ましい実施形態の多くの代替案が本発明に含まれているが、それらの全てがここに記載されているわけではない。例えば、前述の基準軸５０は、好ましくは、モータ１６によって画定されたものであるが、代替的な実施形態では、回転エンコーダ（図示せず）がスピンドル１４に接続されていてもよく、この回転エンコーダが、角度θに関するデータを制御装置１８に供給するようになっていてもよい。代替的に、ウエハキャリア１０の上面４０上の物理的な軸またはマーク５２が、軸５０を画定するようになっていてもよい。このようなマーク５２は、好ましくは、フォトルミネッセンス装置２０によって、例えば、マーク５２を既知のフォトルミネッセンス特性を有する材料から構成することによって、観察できるようになっている。このようにして、表面４０の完全な走査が終了し、データが観察された基準軸５０に関連付けられた後、制御装置１８は、ウエハキャリア１０の半径方向の配向を推定することができる。さらに他の代替例では、物理的マーク４０を設ける必要がなく、その代わりに、ウエハキャリア１０の上面４０の幾何学配列が、例えば、ウエハポケット間の少なくとも１つの間隔を他のものよりも大きくすることによって、非

軸対称にされていてもよい。この実施形態では、上面４０の完全な走査によるデータは、ウエハキャリア１０の幾何学配列に関する既知の情報と比較され、これによって、制御装置１８は、各採集点Ｐの回転座標を推定し、正確なデータを適切なウエハ１２に割り当てることができる。ウエハキャリア１０をフォトルミネッセンス特性を有していない材料から構成することによって、制御装置１８は、ウエハ１２とキャリア１０とを識別することができ、これによって、制御装置２８は、正確なデータを適切なウエハ１２に割り当てることができる。

【００３４】

さらに、本発明は、ウエハキャリア１０の表面４０を走査する前述の方法に制限されるものではない。代替的な方法が、本発明に準じて用いられてもよい。例えば、フォトルミネッセンス装置２０は、同心円状に走査することによって、表面４０を走査するようになっていてもよい。例えば、フォトルミネッセンス装置２０からのビームは、ウエハキャリア１０の中心４２から開始され、半径方向に一増分だけ繰り上がるようになっていてもよい。次いで、装置２０は、モータ１６がウエハキャリアを軸１５を中心として完全に一回転させることによって、走査を行うことができる。その後、装置２０は、ビームを再び繰り上げ、キャリア１０が再び一回転されることになる。この過程は、上面の全体が走査されるまで、継続されることになる。同様の代替例では、ウエハキャリア１０を連続的に回転させながら、装置２０を中心４２から半径方向外方に徐々に移動させることによって、外方螺旋走査を行ってもよい。

【００３５】

さらに他の代替的な実施形態では、並進機構３０およびガイドレール３２は、フォトルミネッセンス装置２０がウエハキャリア１０の上面４０を二次元的に並進するように、配置されていてもよい。例えば、ガイドレール３２は、他の装置、例えば、ガイドレール３２と直交する軸に沿って並進するように構成された第２のガイドレール（図示せず）上に取り付けられていてもよい。本発明のこのような実施形態によれば、ウエハキャリア１０は、例えば、フォトルミネッセンス装置２０を前述したようなラスター走査、外方螺旋パターン、または同心円パターンに従って移動させることによって、キャリア１０の上面４０の全体にわたって、走査されることになる。

【００３６】

さらに他の代替的な実施形態では、並進機構３０は、一次元的または二次元的に枢動することによって光ビームを周辺に移動させる枢動機構（a pivoting mechanism）と置き換えられてもよい。

【００３７】

本発明は、非接触材料特性評価装置、例えば、フォトルミネッセンス装置２０をウエハキャリア１０の直上の位置に配置することに制限されるものではないことにもさらに留意されたい。装置２０の代替的な実施形態が用いられてもよい。例えば、ミラーまたは他の光学装置が、フォトルミネッセンス装置２０の代わりに、並進機構３０に取り付けられていてもよい。このような実施形態では、フォトルミネッセンス装置２０は、光学装置から遠く離れた位置に配置されており、光ビームを光学装置に投射し、光学装置から戻る反射光を受けるように構成されている。光学装置は、このような光ビームをウエハキャリア１０の上面４０の方へ方向転換することになる。その結果、前述したように、光学装置をフォトルミネッセンス装置２０に対して並進させることによって、フォトルミネッセンス装置２０自体を並進させることなく、ウエハキャリア１０の上面４０を同様に走査することができる。このような光学装置は、前述したように、並進する代わりに、枢動するようになっていてもよい。

【００３８】

さらに他の代替例では、本発明による装置は、必ずしもロードロック１０２に組み入れられていなくてもよい。その代りに、装置は、２００８年２月１５日に「ＩＩＩ－Ｖ族材料用のクラスターツールおよびプロセス」という表題で出願された米国仮特許出願第６１／０６６，０３１号明細書（以後、「クラスターツール出願」と呼ぶ）に図示され記載さ

れているような搬送チャンバ内に配置され組み込まれていてもよい。なお、この開示内容を引用することにより、本明細書の一部をなすものとする。このクラスターツール出願の搬送チャンバは、複数の互いに隣接するプロセスチャンバに連通しているチャンバである。このような出願に記載されているように、このような構成は、１つの基板に対して、多数の異なるプロセスが、それぞれ、異なるプロセスチャンバ内において施されるようになっているので、有益である。このような基板への全体的なプロセス時間を速めるために、搬送チャンバは、不活性雰囲気をもたらすように適合されており、この不活性雰囲気を介して、基板が１つのプロセスチャンバから他のプロセスチャンバに移送されるようになっている。本発明によれば、本発明の装置をこのような搬送チャンバ内に組み入れることによって、すなわち、ウエハキャリア１０が搬送チャンバ内に配置されている間にウエハキャリア１０に非接触な材料特性評価を行うように構成することによって、基板の全体的なプロセス時間をさらに速めることができる。

【００３９】

本発明の前述の実施形態は、特定の非接触な材料特性評価技術、すなわち、フォトルミネッセンス分光法と組合せて説明されているが、本発明は、このような技術の使用に制限されるものではないことにさらに留意されたい。他のどのような非接触な材料特性評価技術が、本発明の装置と関連して用いられてもよい。例えば、光ビームをウエハ１２の表面に導き、反射ビームの位置を検出することによって、非接触な表面曲率測定を行ってもよい。このような表面曲率測定技術は、２００５年５月１２日に「反射面の曲率を測定するための方法および装置」の表題で出願された係属中の米国特許出願第１１／１２７，８３４号（‘８３４出願）（米国特許出願公開第２００５／０２８６０５８号）明細書に図示され記載されている。この出願の開示内容を引用することにより、本明細書の一部をなすものとする。

【００４０】

また、本発明の装置は、エピタキシャル成長処理のサイクルが終了した後に非接触な材料特性評価を行うことに制限されるものではない。本装置は、ウエハキャリア１０がロードロック１０２または搬送チャンバ内に配置されている間であって、ウエハキャリア１０が処理のためにエピタキシャル成長チャンバ１００内に移動される前に、ウエハ１２の処理前チェックを行うこともできる。例えば、本発明による非接触材料特性評価装置の例として、‘８３４出願に記載されている非接触表面曲率測定装置と同じように機能する撓み計が挙げられる。具体的には、このような撓み計は、光ビームをウエハ１２の表面上に導き、反射ビームの位置を検出するようになっている。もし反射ビームの位置がその予測位置から外れている場合、ウエハ１２がキャリア１０に適切に着座していないことを示していることになる。これは、例えば、ウエハ１２がウエハキャリア１０上に載置されたとき、粒子がウエハ１０の底面にあり、その結果、ウエハ１２がキャリア１０と平行に着座していないときに、生じることがある。ウエハ１２への処理が行われる前に、この情報が得られると有益である。何故なら、非平行な着座は、処理中に不均一な熱伝達をウエハ１２にもたらす傾向にあるからである。

【００４１】

さらに、ウエハ１２との物理的な接触を含む材料特性評価技術が、本発明に準じて行われてもよいことを理解されたい。例えば、前述のフォトルミネッセンス装置２０は、ウエハキャリア１０の表面に延在するように構成されたプローブを有する装置と置き換えられてもよく、このプローブがプローブと接触する材料を試験するようになっていてもよい。このような装置は、前述したように、並進機構３０に取り付けられていてもよく、この並進機構３０が、プローブがウエハキャリア１０の全表面４０を走査することができるように、プローブを同様に移動させるようになっていてもよい。

【００４２】

ここでは、本発明を特定の実施形態を参照して説明してきたが、これらの実施形態は、本発明の原理および用途の単なる例示にすぎないことを理解されたい。従って、例示的な実施形態に対して多くの修正がなされてもよいこと、および添付の請求項に記載されてい

る本発明の精神および範囲から逸脱することなく、他の構成が案出されてもよいことを理解されたい。

【図１】

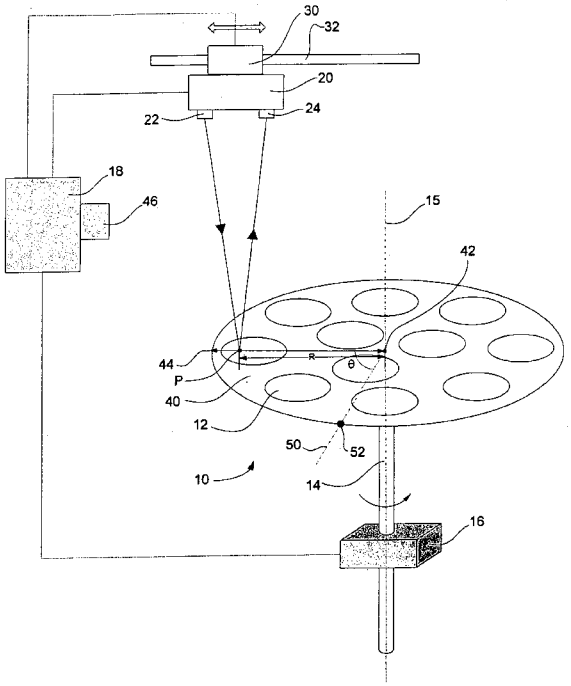


FIG. 1

【図２】

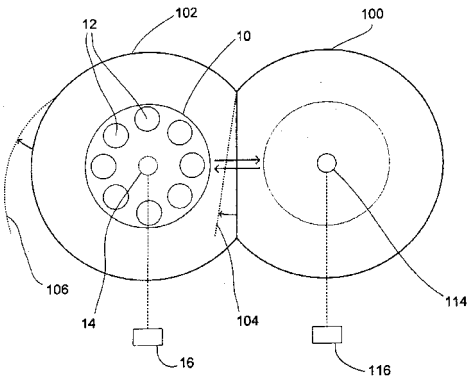


FIG. 2

【手続補正書】
【提出日】平成24年8月8日(2012.8.8)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板に非接触な材料特性評価を行うための装置であって、
（ａ）ウエハキャリアの上面に保持された基板上に材料を堆積するためのプロセスチャンバを有するエピタキシャル成長装置と、
（ｂ）前記ウエハキャリアの前記上面の二次元領域にわたって非接触な材料特性評価技術を実行するように構成され配置されている、非接触材料特性評価装置であって、前記二次元領域は複数の前記基板を含み、前記非接触材料特性評価装置は前記二次元領域に広がるいくつかの場所からの測定値を得るものである、非接触材料特性評価装置と
を備えてなり、
前記装置は、それぞれの前記測定値が得られた前記場所の幾何学的な位置に、それぞれの前記測定値を関連付けるものであり、前記装置は、前記基板上のいくつかの場所から得られたそれぞれの前記測定値を、前記それぞれの測定値が得られた特定の基板に関連付けるものであることを特徴とする装置。
【請求項２】
前記装置は、前記基板上のいくつかの場所から得られたそれぞれの前記測定値を、前記それぞれの測定値が得られた前記基板上の特定の位置に関連付けるものである請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記幾何学的な位置は、前記ウエハキャリアの中心座標についての動径座標によって規定されるものである請求項１に記載の装置。
【請求項４】
前記装置は、前記二次元領域のスキャンを終了した後に得られた前記測定値に基づいて、それぞれの前記測定値に関連した前記幾何学的な位置を推定するものである請求項１に記載の装置。
【請求項５】
前記エピタキシャル成長装置がロードロックを有しており、前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアが前記エピタキシャル成長装置の前記ロードロック内に配置されている間に、前記非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【請求項６】
前記ウエハキャリアに接続された回転制御装置をさらに備えており、前記回転制御装置は、前記ウエハキャリアを回転させるように、構成され配置されている請求項５に記載の装置。
【請求項７】
前記エピタキシャル成長装置が前記プロセスチャンバに連通している搬送チャンバをさらに備えており、前記非接触材料特性評価装置は、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に配置されている間に、前記非接触な材料特性評価技術を実行するように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【請求項８】
前記ウエハキャリアに接続された回転制御装置をさらに備えており、該回転制御装置は、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に位置している間に、前記ウエハキャリアを構成して配置することを特徴とする請求項７に記載の装置。

【請求項９】
前記非接触材料特性評価装置に接続されていると共に前記プロセスチャンバに接続されているコントローラをさらに備えており、前記コントローラは、前記非接触材料特性評価装置からの前記測定値に基づいて前記プロセスチャンバにおけるプロセス条件を調整するように、作動するものであることを特徴とする請求項１または３に記載の装置。
【請求項１０】
前記非接触材料特性評価装置は、フォトルミネッセンス分光法を実行するための装置を含んでいることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【請求項１１】
前記非接触材料特性評価装置は、少なくとも１つの放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの方に導くように、構成され配置されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【請求項１２】
前記放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの前記上面を横切って移動させる手段をさらに備えていることを特徴とする請求項１１に記載の装置。
【請求項１３】
前記非接触材料特性評価装置は、ラスタースキャンとスパイラルスキャンと同心円スキャンとからなるグループから選択されたスキャンを、前記ウエハキャリアの前記上面にわたって実行するように構成され配置されていることを特徴とする請求項１に記載の装置。
【請求項１４】
基板に非接触な材料特性評価を行うための方法であって、
（ａ）エピタキシャル成長装置内にウエハキャリアを位置決めするステップであって、該エピタキシャル成長装置は、前記ウエハキャリアの上面に保持された少なくとも１つの基板上に材料を堆積するプロセスチャンバを有するものである、位置決めするステップと、
（ｂ）前記ウエハキャリアの前記上面の二次元領域にわたって、非接触な材料特性評価技術を実行するステップであって、前記二次元領域は複数の前記基板を含み、前記二次元領域に広がるいくつかの場所からの測定値を得ることを含むものである、非接触な材料特性評価技術を実行するステップと、
（ｃ）それぞれの前記測定値が得られた前記場所の幾何学的な位置に、それぞれの前記測定値を関連付けるステップと、
（ｄ）前記基板上のいくつかの場所から得られたそれぞれの前記測定値を、前記それぞれの測定値が得られた特定の基板に関連付けるステップと
を含んでなる方法。
【請求項１５】
前記基板上のいくつかの場所から得られたそれぞれの前記測定値を、前記それぞれの測定値が得られた前記基板上の特定の位置に関連付けるステップをさらに含むものである請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記幾何学的な位置は、前記ウエハキャリアの中心座標についての動径座標によって規定されるものである請求項１４に記載の方法。
【請求項１７】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、フォトルミネッセンス分光法を実行することを含んでいる請求項１４に記載の方法。
【請求項１８】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、少なくとも１つの放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの方に導くことを含んでいる請求項１４に記載の方法。
【請求項１９】
前記ビームを導くことは、前記放射エネルギーのビームを前記ウエハキャリアの前記上面を横切って移動させることを含んでいる請求項１８に記載の方法。

【請求項２０】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、ラスタースキャンとスパイラルスキャンと同心円スキャンとからなるグループから選択されたスキャンを、前記ウエハキャリアの前記上面にわたって実行することを含むものである請求項１４に記載の方法。
【請求項２１】
前記二次元領域のスキャンを終了した後に得られた前記測定値に基づいて、それぞれの前記測定値に関連した前記幾何学的な位置を推定するステップをさらに含むものである請求項１４に記載の方法。
【請求項２２】
前記エピタキシャル成長装置のロードロック内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記ロードロック内に配置されている間に行われるようになっている請求項１４に記載の方法。
【請求項２３】
多数のプロセスチャンバを接続している搬送チャンバ内に前記ウエハキャリアを移動させることをさらに含んでおり、前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアが前記搬送チャンバ内に配置されている間に、行われるようになっている請求項１４に記載の方法。
【請求項２４】
前記非接触な材料特性評価技術を実行するステップは、前記ウエハキャリアを回転することを含むものである請求項１４に記載の方法。
【請求項２５】
前記測定値に基づいて前記プロセスチャンバにおけるプロセス条件を調整することをさらに含むものである請求項１４に記載の方法。

フロントページの続き

(72)発明者　クイン，ウィリアム・イー
アメリカ合衆国ニュージャージー州０８８８９，ホワイトハウス・ステーション，ミリティア・ロード　１４
(72)発明者　ベローソフ，ミハイル
アメリカ合衆国ニュージャージー州０８５３６，プレインズボロ，グリック・レイン　１６
(72)発明者　リー，ドン・スン
アメリカ合衆国ニュージャージー州０８８０７，ブリッジウォーター，パーセル・ロード・イースト　３４
(72)発明者　アーマー，エリック・エイ
アメリカ合衆国ニュージャージー州０８５３４，ペニントン，レイニング・アヴェニュー　１４

Ｆターム(参考) 4K030 CA12 GA07 HA14 KA39 KA41
5F045 AA04 AA06 AB09 BB08 DP15 DQ10 EB08 GB04 GB11 GB15