

(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2004-146831

(P2004-146831A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/66

F I  
H01L 21/66

テーマコード(参考)  
4M106

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-360629(P2003-360629)  
(22) 出願日 平成15年10月21日(2003.10.21)  
(31) 優先権主張番号 10/277689  
(32) 優先日 平成14年10月22日(2002.10.22)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591076095  
ソリッド・ステート・メジャメント・イン  
コーポレイテッド  
SOLID STATE MEASURE  
MENTS INCORPORATED  
アメリカ合衆国ペンシルバニア州1527  
5、ピッツバーグ、テクノロジー・ドライ  
ブ110  
(74) 代理人 100079083  
弁理士 木下 實三  
(74) 代理人 100094075  
弁理士 中山 寛二  
(74) 代理人 100106390  
弁理士 石崎 剛

最終頁に続く

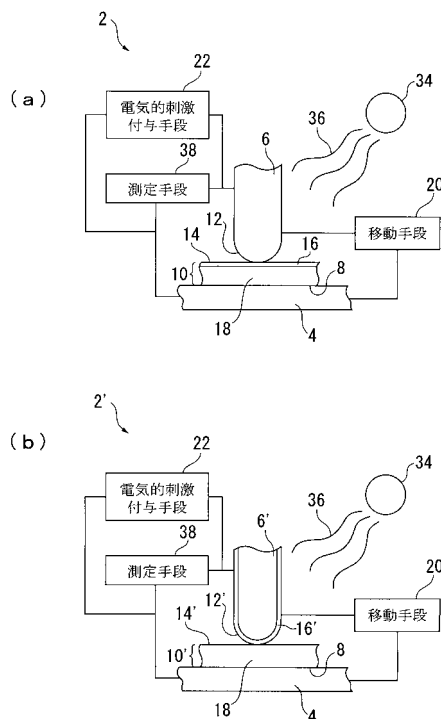
(54) 【発明の名称】 半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定方法及び測定装置

(57) 【要約】

【課題】 非破壊測定を実現することで、製品用半導体ウェハに利用可能な荷電キャリア寿命測定方法及び測定装置を提供すること。

【解決手段】 導電性測定プローブ(6)と半導体ウェハ(10)の表面とを接触させてキャパシタを形成する。交流電圧を重畳した直流電圧を、前記測定プローブと前記半導体ウェハの間に付与し、第1の電圧値と第2の電圧値との間で変化させる。前記半導体ウェハにおける前記測定プローブとの接触点近傍の箇所(36)に光パルス(36)を照射する。前記キャパシタにおける時間ごとの静電容量の変化を前記光パルスの照射終了後に測定する。前記測定した静電容量の変化に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定方法であって、

(a) 導電性測定プローブと半導体ウェハの表面とを接触させてキャパシタを形成するキャパシタ形成工程と、

(b) 交流電圧を重畳した直流電圧を、前記測定プローブと前記半導体ウェハの間に付与する電圧付与工程と、

(c) 前記直流電圧を第 1 の電圧値と第 2 の電圧値との間で変化させる電圧変換工程と、

(d) 前記半導体ウェハにおける前記測定プローブとの接触点近傍の箇所に光パルスを照射する光パルス照射工程と、 10

(e) 前記キャパシタにおける静電容量の時間ごとの変化を前記光パルスの照射終了後に測定する静電容量変化測定工程と、

(f) 前記測定した静電容量の変化に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する荷電キャリア寿命測定工程と、を備えることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、

前記半導体ウェハは、半導体層と、この半導体層を覆う誘電層とを備え、

前記測定プローブが前記誘電層に接触することで前記キャパシタを形成し、 20

前記キャパシタでは、前記測定プローブが第 1 プレートとなり、前記半導体層が第 2 プレートとなり、前記誘電層が前記両プレート間の絶縁体となることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、

前記測定プローブには前記半導体ウェハと接触する誘電層が形成され、

前記誘電層は、前記測定プローブの外周で成長するものまたは前記測定プローブの外周に塗布されるものであることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定方法において、 30

前記測定プローブにおいて少なくとも前記半導体ウェハと接触する箇所は弾性変形可能な材料からなることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定方法において、

前記キャパシタは、前記第 2 の電圧値において最小静電容量値となり、

前記キャパシタの静電容量値は前記光パルスに対応して前記最小静電容量値から増加し、

前記光パルスの照射終了後、前記キャパシタの静電容量値は前記増加した静電容量値から前記最小静電容量値へと減少することを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 6】 40

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定方法において、

前記静電容量変化測定工程では、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率を測定し、

前記荷電キャリア寿命測定工程では、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定することを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、

前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、前記光パルスの照射終了直後の短時間に測定されることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。 50

## 【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定方法において、前記光パルス照射工程及び前記静電容量変化測定工程は、前記直流電圧が前記第 2 の電圧値であるときに行われることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

## 【請求項 9】

半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定装置であって、  
半導体ウェハの第 1 の面を保持する導電性ウェハ保持手段と、  
導電性測定プローブと、  
前記ウェハ保持手段が前記半導体ウェハを保持した状態で、前記測定プローブ及び前記半導体ウェハの第 2 の面を相対移動させて両者を接触させることでキャパシタを形成させる移動手段と、  
交流電圧が重畳された直流電圧を前記キャパシタに付与し、前記直流電圧を第 1 の電圧値から第 2 の電圧値に変化させる電氣的刺激付与手段と、  
前記半導体ウェハにおける前記測定プローブとの接触点近傍の箇所に光パルスを照射する光源と、  
前記光パルスの照射終了後に前記キャパシタにおける静電容量の変化を時間ごとに測定し、この時間ごとの静電容量の変化に基づいて、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する測定手段と、を備えることを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記測定プローブと前記半導体ウェハとの接触は、前記測定プローブと、前記半導体ウェハの半導体層を覆う誘電層との間で行われることを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 11】

請求項 9 に記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記測定プローブには、前記半導体ウェハと接触する誘電層が形成され、  
前記誘電層は、前記測定プローブの外周で成長するものまたは前記測定プローブ外周に塗布されるものであることを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 12】

請求項 9 ないし請求項 11 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記測定プローブにおいて少なくとも前記半導体ウェハと接触する箇所は弾性変形可能な材料からなることを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 13】

請求項 9 ないし請求項 12 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記キャパシタは、前記第 2 の電圧値において最小静電容量値となり、  
前記キャパシタの静電容量値は前記光パルスに対応して増加し、  
前記測定手段は、前記増加した静電容量値から前記最小静電容量値への静電容量値の変化を時間ごとに測定することを特徴とする荷電キャリア測定装置。

## 【請求項 14】

請求項 9 ないし請求項 13 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記測定手段は、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率を測定し、この時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定することを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 15】

請求項 9 ないし請求項 14 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定装置において、  
前記光源による光パルスの照射及び前記測定手段による前記時間ごとの静電容量の変化の測定は、前記直流電圧が前記第 2 の電圧値であるときになされることを特徴とする荷電キャリア寿命測定装置。

## 【請求項 16】

半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定方法であって、

- ( a ) 半導体ウェハの表面を用いてキャパシタを形成するキャパシタ形成工程と、
- ( b ) 前記キャパシタに付与する試験用電圧を第 1 の電圧値から第 2 の電圧値へと変化させる電圧変化工程と、
- ( c ) 前記半導体ウェハに光パルスを照射して前記キャパシタにおける静電容量を増加させる光パルス照射工程と、
- ( d ) 前記キャパシタの静電容量が減少する時間変化率を測定する時間変化率測定工程と、
- ( e ) 前記測定した時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する荷電キャリア寿命測定工程と、を備えることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

10

**【請求項 17】**

請求項 16 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、  
前記時間変化率測定工程は、前記光パルスの照射終了後に行われることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

**【請求項 18】**

請求項 16 または請求項 17 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、  
前記キャパシタ形成工程では、導電性測定プローブと前記半導体ウェハの半導体層との間に誘電層を挟むことを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

**【請求項 19】**

請求項 18 に記載の荷電キャリア寿命測定方法において、  
前記誘電層は、前記半導体層を覆う誘電層、前記測定プローブの外周で成長する誘電層、前記測定プローブの外周に塗布された誘電層のいずれかであることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

20

**【請求項 20】**

請求項 16 ないし請求項 19 のいずれかに記載の荷電キャリア寿命測定方法において、  
前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、前記光パルスの照射終了直後の短時間に測定されることを特徴とする荷電キャリア寿命測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は製品用半導体ウェハの荷電キャリア寿命 (charge carrier lifetime) を測定する測定方法及び測定装置に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

半導体ウェハのプロセスでは、半導体ウェハに形成された集積回路の寿命が、半導体層の欠陥や不純物濃度に影響されることがよく知られている。半導体層の欠陥や不純物濃度を判定するためには荷電キャリア寿命測定が用いられている。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかし、従来の荷電キャリア寿命測定は試験用半導体ウェハに対してのみ行うことが意図され、製品用半導体ウェハに利用できるものはなかった。そして、試験用ウェハに対する荷電キャリア寿命測定を用いると、試験用ウェハに対する測定と製品用ウェハに対する測定との間に必ずしも十分な相関関係が得られないという問題があった。

40

**【0004】**

本発明の目的は、上記問題を解決し、製品用半導体ウェハの荷電キャリア寿命を非破壊で測定可能な方法及び装置を提供することである。

本発明の別の目的は、後述する詳細説明を読みこれ理解すれば明らかになるであろう。

**【課題を解決するための手段】**

50

## 【0005】

本発明に係る半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定方法は、

(a) 導電性測定プローブと半導体ウェハの表面とを接触させてキャパシタを形成するキャパシタ形成工程と、

(b) 交流電圧を重畳した直流電圧を、前記測定プローブと前記半導体ウェハの間に付与する電圧付与工程と、

(c) 前記直流電圧を第1の電圧値と第2の電圧値との間で変化させる電圧変化工程と、

(d) 前記半導体ウェハにおける前記測定プローブとの接触点近傍の箇所に光パルスを照射する光パルス照射工程と、

(e) 前記キャパシタにおける時間ごとの静電容量の変化を前記光パルスの照射終了後に測定する静電容量変化測定工程と、

(f) 前記測定した静電容量の変化に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する荷電キャリア寿命測定工程と、を備えることを特徴とする。

10

## 【0006】

本発明において、前記半導体ウェハが、半導体層と、この半導体層を覆う誘電層とを備え、前記測定プローブが前記誘電層に接触することで前記キャパシタを形成し、前記キャパシタでは、前記測定プローブが第1プレートとなり、前記半導体層が第2プレートとなり、前記誘電層が前記両プレート間の絶縁体となるように構成することができる。

これとは別に、前記測定プローブには前記半導体ウェハと接触する誘電層が形成され、前記誘電層は、前記測定プローブの外表面で成長するものまたは前記測定プローブの外表面に塗布される構成とすることもできる。

20

## 【0007】

本発明では、前記測定プローブにおいて少なくとも前記半導体ウェハと接触する箇所を弾性変形可能な材料から構成することが好ましい。

また、前記キャパシタは、前記第2の電圧値において最小静電容量値となり、前記キャパシタの静電容量値は前記光パルスに対応して前記最小静電容量値から増加し、前記光パルスの照射終了後、前記キャパシタの静電容量値は前記増加した静電容量値から前記最小静電容量値へと減少することが好ましい。

## 【0008】

本発明において、前記静電容量変化測定工程では、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率を測定し、前記荷電キャリア寿命測定工程では、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定することができる。

ここで、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、前記光パルスの照射終了直後の短時間に測定されることが好ましい。

また、前記光パルス照射工程及び前記静電容量変化測定工程は、前記直流電圧が前記第2の電圧値であるときに行うことが好ましい。

30

## 【0009】

本発明に係る半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定装置は、

半導体ウェハの第1の面を保持する導電性ウェハ保持手段と、

導電性測定プローブと、

前記ウェハ保持手段が前記半導体ウェハを保持した状態で、前記測定プローブ及び前記半導体ウェハの第2の面を相対移動させて両者を接触させることでキャパシタを形成させる移動手段と、

交流電圧が重畳された直流電圧を前記キャパシタに付与し、前記直流電圧を第1の電圧値から第2の電圧値へと変化させる電氣的刺激付与手段と、

前記半導体ウェハにおける前記測定プローブとの接触点近傍の箇所に光パルスを照射する光源と、

前記光パルスの照射終了後に前記キャパシタにおける静電容量の変化を時間ごとに測定

40

50

し、この時間ごとの静電容量の変化に基づいて、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する測定手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】

本発明において、前記測定プローブと前記半導体ウェハとの接触は、前記測定プローブと、前記半導体ウェハの半導体層を覆う誘電層との間で行うことができる。

これとは別に、前記測定プローブに、前記半導体ウェハと接触する誘電層を形成し、前記誘電層が、前記測定プローブの外表面で成長するものまたは前記測定プローブ外表面に塗布されるものとすることもできる。

また、前記測定プローブにおいて少なくとも前記半導体ウェハと接触する箇所は弾性変形可能な材料で構成することが好ましい。

10

【0011】

本発明において、前記キャパシタは、前記第2の電圧値において最小静電容量値となり、前記キャパシタの静電容量値は前記光パルスに対応して増加し、前記測定手段は、前記増加した静電容量値から前記最小静電容量値への静電容量値の変化を時間ごとに測定することが好ましい。

また、前記測定手段は、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率を測定し、この時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定してもよい。

更に、前記光源による光パルスの照射及び前記測定手段による前記時間ごとの静電容量の変化の測定は、前記直流電圧が前記第2の電圧値であるときになされることが好ましい。

20

【0012】

本発明に係る半導体ウェハの荷電キャリア寿命測定方法は、

(a) 半導体ウェハの表面を用いてキャパシタを形成するキャパシタ形成工程と、

(b) 前記キャパシタに付与する試験用電圧を第1の電圧値から第2の電圧値へと変化させる電圧変化工程と、

(c) 前記半導体ウェハに光パルスを照射して前記キャパシタにおける静電容量を増加させる光パルス照射工程と、

(d) 前記キャパシタの静電容量が減少する時間変化率を測定する時間変化率測定工程と、

(e) 前記測定した時間変化率に基づき、前記半導体ウェハの荷電キャリア寿命を測定する荷電キャリア寿命測定工程と、を備えることを特徴とする。

30

【0013】

本発明において、前記時間変化率測定工程は、前記光パルスの照射終了後に行われることが好ましい。

また、前記キャパシタ形成工程では、導電性測定プローブと前記半導体ウェハの半導体層との間に誘電層を挟むことが好ましい。

ここで、前記誘電層は、前記半導体層を覆う誘電層、前記測定プローブの外表面で成長する誘電層、前記測定プローブの外表面に塗布された誘電層のうち少なくとも1つとすることができる。

また、前記キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、前記光パルスの照射終了直後の短時間に測定されることが好ましい。

40

【実施例】

【0014】

以下、本発明の各実施形態を図面に基づいて説明する。尚、以下の説明では、同一または類似の部分、部材等については、同一または類似の符号を付してその説明を省略または簡略する。

【0015】

図1(a)において、本発明に係る半導体ウェハ荷電キャリア寿命測定装置の第1実施形態である荷電キャリア寿命測定装置2は、半導体ウェハ10の下面8を保持する導電性チャック4と、弾性変形可能な導電性測定プローブ6とを備える。

50

測定プローブとしては、弾性変形可能かつ導電性を有するもの、例えばタンタル等の金属に化学的にエッチング処理を施したものをを用いることができる。

プローブ6の先端部12には、半導体ウェハ10の上面14に接触する球状面が形成される。但し、プローブ6の先端部12は任意の形状とすることができるため、本発明は上記形状に限られるものではない。

チャック4及び/またはプローブ6には移動手段20が接続され、プローブ6の先端部12と半導体ウェハ10の上面14とを相対移動させることで両者を接触させる。

#### 【0016】

チャック4とプローブ6とを接続するように電氣的刺激付与手段22が設けられ、半導体ウェハ10がチャック4に保持されかつプローブ6の先端部12が半導体ウェハ10の上面14に接触しているとき、半導体ウェハ10に試験用の電氣的刺激を付与する。

試験用電氣的刺激としては、例えば、図2に示されるような静電容量 - 電圧(CV)型の電氣的刺激24がある。電氣的刺激24は交流電圧(図示せず)が重畳された直流電圧であり、半導体ウェハ10の閾値電圧( $V_T$ )28よりも小さい第1の電圧値( $V_{START}$ )26から、閾値電圧28よりも大きい第2の電圧値( $V_{MEAS}$ )30まで変化する。

#### 【0017】

直流電圧をゆっくりと変化させることで、半導体層18におけるプローブ6との接触点の下方に位置する箇所にも少数キャリアを発生させる。

本実施形態で用いるCV型の電氣的刺激24は、半導体ウェハ10がp型シリコンから形成される場合に用いるものである。半導体ウェハ10がn型シリコンから形成される場合にはCV型の電氣的刺激24を反転させればよい。

#### 【0018】

測定装置2にはキセノンランプなどの光源34を設け、この光源34からプローブ6との接触点付近にある半導体ウェハ10に対して光パルス36を照射する。

チャック4とプローブ6との間には測定手段38が接続され、光パルス36に対する半導体ウェハ10の反応を測定し、この測定値から半導体ウェハ10の荷電キャリア寿命を測定する。

#### 【0019】

図1(a)に示される半導体ウェハ10は、半導体層18と、この半導体層を覆う誘電層16とを有する。このため、本実施形態において、半導体ウェハ10の上面14は、半導体層18の反対側に位置する誘電層の面を指す。

#### 【0020】

図1(b)には、本発明に係る半導体ウェハ荷電キャリア寿命測定装置の第2実施形態である荷電キャリア寿命測定装置2'が示される。測定装置2'には、弾性変形可能な導電性プローブ6'が設けられ、このプローブには先端部12'と、少なくとも先端部12'を覆う誘電層16'とが形成される。

#### 【0021】

導電性プローブ6'に誘電層16'を形成することで、半導体ウェハ10'の半導体層18に対して直接電気測定を行うことができるようになる。即ち、半導体層18を覆う誘電層を半導体ウェハ10'に形成しなくても、先端部12'を覆う誘電層16'が形成されたプローブ6'は、半導体層18の上面14'に直接接触可能となる。

#### 【0022】

プローブ6'の材料としては、弾性変形可能かつ導電性を有するもの、例えばタンタルを用いることができる。プローブ6の少なくとも先端部12にタンタルを用いた場合、先端部12の外面には外気への露出に伴って自生の酸化層が成長する。この酸化層が誘電層16'となる。また、プローブ6'をタンタル製としつつ、誘電層16'は熱により成長した金属酸化物とすることもできる。

但し、誘電層16'は、少なくとも先端部12'付近のプローブ6'の外面で成長するまたは同外面に塗布されかつ高誘電率を有するものであればいかなる材料でもよい。

ここで、誘電率は3.9以上であることが好ましい。

10

20

30

40

50

成長した誘電層としては、例えば酸化タンタルがあり、塗布された誘電層 16' としては例えばシリコンゴムがある。

【0023】

図1(a)に示す測定装置2では、プローブ6の先端部12と半導体ウェハ10の上面14とが接触することでキャパシタを形成する。即ち、プローブ6がキャパシタの第1のプレートとなり、半導体層18がキャパシタの第2のプレートとなり、誘電層16が両者の間に配置された絶縁体となる。

【0024】

同様に、図1(b)に示す測定装置2'では、プローブ6'の先端部12'と半導体ウェハ10'の上面14'とを接触させることでキャパシタを形成する。即ち、プローブ6'の導電部がキャパシタの第1のプレートとなり、半導体層18がキャパシタの第2のプレートとなり、誘電層16'が両者の間に配置された絶縁体となる。

10

【0025】

図1(a)に示す測定装置2を用いた測定方法では、半導体ウェハ10の下面8をチャック4に保持させた状態で、プローブ6の先端部12と半導体ウェハ10の上面14とを相対移動させて両者を接触させる。

その後、電氣的刺激付与手段22を用いて、プローブ6とチャック4との間にCV型の電氣的刺激24を付与する。より具体的には、電氣的刺激付与手段22により、交流電圧を重畳した直流電圧を第1の電圧値26と第2の電圧値30との間で変化させる。

【0026】

CV型の電氣的刺激24を付与する間、測定手段38により、プローブ6及び半導体ウェハ10から形成されたキャパシタにおける静電容量の変化を、第1の電圧値26における最大静電容量値( $C_{max}$ )40から第2の電圧値30における最小静電容量( $C_{min}$ )42まで計測する。

20

【0027】

CV型の電氣的刺激が第2の電圧値30になったとき、光源34から光パルス36を照射する。照射された光パルス36は、半導体層18のうちプローブ6との接触点下方に位置する箇所吸収される。この吸収は光電効果による電子と正孔の対の発生に伴って起こるものであり、これにより、プローブ6と半導体ウェハ10から形成されたキャパシタの静電容量は、図2の矢印44で示すように増加する。

30

【0028】

光パルス36の強度は、測定手段38が測定する静電容量が最大静電容量値40に到達するのに十分であることが好ましいがこれに限られるものではない。

光パルス36の照射が終了すると、プローブ6及び半導体ウェハ10からなるキャパシタの静電容量は、図2の矢印46で示すように、最大静電容量値40から最小静電容量値42へと減少する。

【0029】

図3において、光パルス36を所定の照射時間50の間照射させると、プローブ6及び半導体ウェハ10からなるキャパシタの静電容量は、最小静電容量値42から最大静電容量値40へと増加する。

40

照射時間50が経過し、光パルス36の照射を終了させると、光パルス36と半導体ウェハ10の半導体層18との相互作用に対応して発生した電子・正孔の対が再結合を開始するとともに、プローブ6及び半導体ウェハ10からなるキャパシタの静電容量は所定時間52の間に最大静電容量値40から最小静電容量値42に向かって減少し始める。

【0030】

再結合の割合、即ち、静電容量の減少は、半導体ウェハ18の欠陥及び不純物濃度に大きく依存する。測定手段38はキャパシタの静電容量の変化を時間ごとに測定し、この結果に基づき、半導体ウェハ10の荷電キャリア寿命を測定する。

より具体的には、測定手段38は、キャパシタにおける静電容量の時間変化率を測定し、この結果に基づき、半導体ウェハ10の荷電キャリア寿命を測定する。

50

## 【0031】

光電効果により発生した電子・正孔の対の再結合率は光パルス36の照射終了直後に最大となるため、キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、光パルス36の照射終了直後の短時間に測定する。

このため、キャパシタにおける静電容量の時間変化率は、光パルス36の照射終了後から所定時間54を経た時点で測定される。所定時間54を経た時点でのキャパシタにおける静電容量の時間変化率は、半導体層18の欠陥及び不純物濃度に関連付けることができる。

## 【0032】

複数の半導体ウェハ10に形成されたキャパシタにおける静電容量の時間変化率の測定は、光パルス36の照射終了時点から略同一の時点で行うことにより、複数の半導体ウェハ10間で半導体層の欠陥及び不純物濃度を関連付けることが好ましい。しかし、本発明はこの構成に限られるものではない。

## 【0033】

図3において、実線60は不純物濃度の高い半導体層18に関する時間ごとの静電容量の変化を示し、破線62は不純物濃度の低い半導体層18に関する時間ごとの静電容量の変化を示す。

図示されるように、所定時間54を経た時点における実線60の時間変化率は破線62の時間変化率よりも大きい。即ち、不純物濃度の高い半導体層18に関する実線60は、不純物濃度の低い半導体層18に関する破線62よりも傾斜が大きい。実線60及び破線62における傾斜の相違は、2枚の半導体ウェハ10の荷電キャリア寿命に関連付けることができる。

## 【0034】

上記測定方法は図1(a)に示した第1実施形態の測定装置2を参照して説明したが、当業者にとって、図1(b)に示した第2実施形態の測定装置2'でも同様に利用可能であることは自明であろう。従って、不必要な繰返しを避けるため、図1(b)に示す測定装置2'に関する詳細説明は省略する。

## 【0035】

以上のように、本発明では、半導体ウェハの荷電キャリア寿命の測定方法及び測定装置を提供できる。また、本発明の測定装置及び測定方法は非破壊式であるため、製品用半導体ウェハにも用いることができる。

## 【0036】

好適な実施形態を参照して本発明を説明してきた。上記説明を読みこれを理解したとき、その他の変形や変更も明らかになるであろう。

例えば、前記実施形態ではp型シリコンからなる半導体ウェハ10に対してCV型の電氣的刺激24を用いたが、これに限られず、CV型の電氣的刺激24を反転させてn型シリコンからなる半導体ウェハ10に用いることもできる。

また、前記実施形態では、半導体ウェハの面として上面14、14'と下面8を示したが、これに限られず、電氣的刺激24の付与により、時間ごとの静電容量の変化を測定可能であればどのような位置関係でもよい。

## 【0037】

前記第1実施形態では、プローブ6は誘電層を備えないものとしたが、備えるもの(例えば、第2実施形態のプローブ6'と同様の構成)であってもよい。即ち、プローブ6をキャパシタの第1のプレートとし、半導体層18を第2のプレートとし、プローブ6の誘電層及び半導体ウェハ10の誘電層16を誘電層とする構成とすることも可能である。この場合、プローブ6の誘電層が加わる分キャパシタンスがより大きくなり、この結果、インピーダンスがより小さくなる。ここで、プローブ6の誘電層のキャパシタンスを事前に測定しておき、これを実際のデータに反映させる処理を加えることもできるが、そのような処理なしに静電容量の時間変化率を比較することも可能である。

本発明は、説明の範囲内にある変形や変更はすべて含むものと理解されたい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0038】

【図1】(a)は本発明に係る半導体ウェハ荷電キャリア寿命測定装置の第1実施形態の概略構成図であり、(b)は本発明に係る半導体ウェハ荷電キャリア寿命測定装置の第2実施形態の概略構成図である。

【図2】前記第1・第2実施形態の測定プローブ及び半導体ウェハから形成されたキャパシタにおける電圧と静電容量の関係を示す図である。

【図3】図3は、前記第1・第2実施形態のキャパシタにおける時間と静電容量の関係を示す図である。

## 【符号の説明】

10

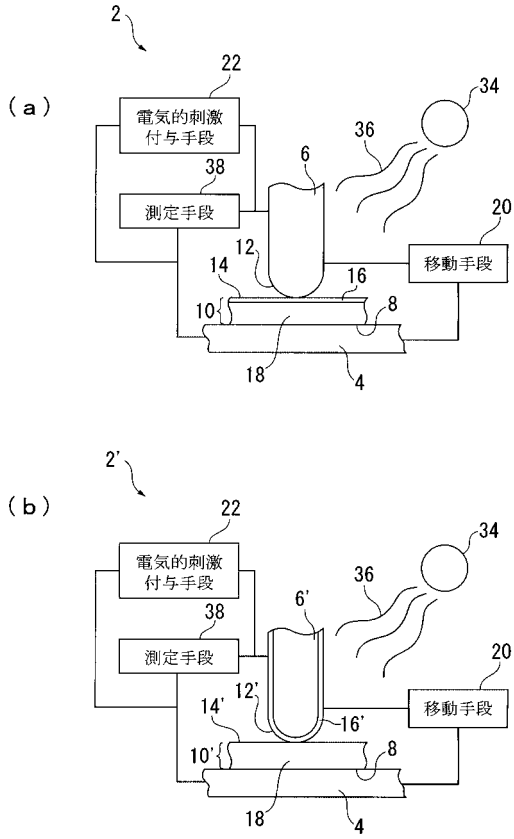
## 【0039】

2、2'	荷電キャリア寿命測定装置
4	ウェハ保持手段であるチャック
6、6'	測定プローブ
8	半導体ウェハの下面
10、10'	半導体ウェハ
12	測定プローブの先端部
14	半導体ウェハの上面
16	半導体ウェハの誘電層
16'	測定プローブの誘電層
18	半導体ウェハの半導体層
20	移動手段
22	電氣的刺激付与手段
24	電氣的刺激(直流電圧)
26	第1の電圧値
28	閾値電圧
30	第2の電圧値
34	光源
36	光パルス
38	測定手段
40	キャパシタの最大静電容量値
42	キャパシタの最小静電容量値

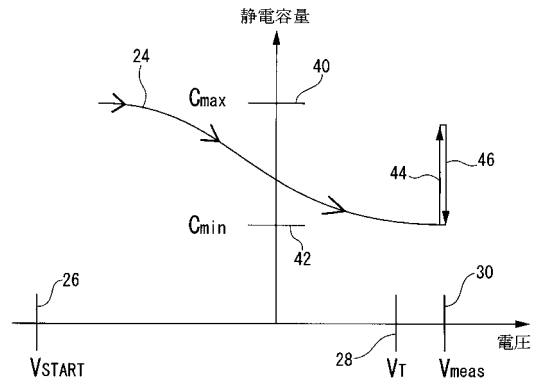
20

30

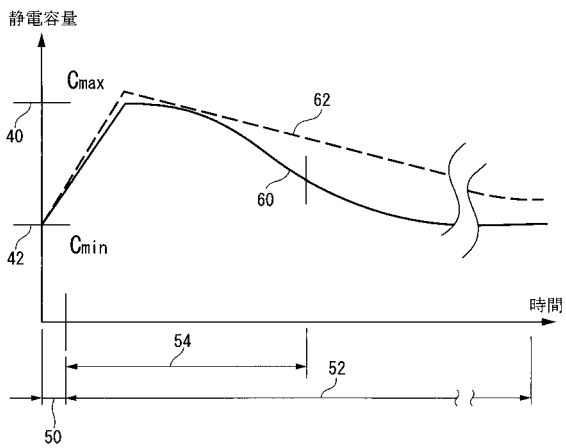
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 ハウランド・ウィリアム・エイチ

アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 15090 ウェクスフォード セクレタリアットドライブ  
2535

Fターム(参考) 4M106 AA01 AA20 BA04 BA14 CA11 CB11 DH16 DH31 DJ20