(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4270636号
(P4270636)
(45)発行日　平成21年6月3日(2009.6.3)　(24)登録日　平成21年3月6日(2009.3.6)

(51)Int.Cl.　　F I
G01R 27/08 (2006.01)　　G01R 27/08
G01R 27/02 (2006.01)　　G01R 27/02　R

請求項の数 8　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平11-85253
(22)出願日　平成11年3月29日(1999.3.29)
(65)公開番号　特開2000-275286(P2000-275286A)
(43)公開日　平成12年10月6日(2000.10.6)
審査請求日　平成18年3月15日(2006.3.15)

(73)特許権者　000001122
株式会社日立国際電気
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
(74)代理人　100114937
弁理士　松本　裕幸
(72)発明者　村田　等
東京都中野区東中野三丁目１４番２０号
国際電気株式会社内
(72)発明者　北原　健二郎
東京都中野区東中野三丁目１４番２０号
国際電気株式会社内

審査官　神谷　健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】抵抗率測定器

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
試料の抵抗率を温度測定室内で測定する抵抗率計測手段を備えた抵抗率測定器において、
試料の温度を間接的に測定する温度計測手段と、
異なる抵抗率に基づいてそれぞれ定められた温度係数のデータを記憶する温度係数記憶手段と、
前記温度計測手段により得られた試料に対する２つの温度データの差と、前記抵抗率計測手段により得られた温度補正前の抵抗率に応じて温度係数記憶手段から選出された温度係数とに基づいて温度補正係数を求める温度補正係数算出手段と、
前記温度補正前の抵抗率と、前記試料に対する２つの温度データと、前記温度補正係数とに基づいて、温度補正された抵抗率を演算する補正抵抗率演算手段とを備え、
前記温度計測手段は、前記温度測定室内に前記試料を収納して一定時間放置することで前記試料の温度を安定させてから前記温度測定室の温度を測定するよう前記温度測定室に取り付けられたことを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項２】
請求項１に記載の抵抗率測定器において、
前記試料はシリコンウェーハ又はガリウム砒素ウェーハなどのウェーハ類であることを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項３】

請求項２に記載の抵抗率測定器において、
前記シリコンウェーハはＰ型またはＮ型のドーパントを含むことを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項４】
請求項３に記載の抵抗率測定器において、
前記Ｐ型のドーパントはボロンであることを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項５】
請求項１に記載の抵抗率測定器において、
前記温度係数記憶手段はパラメータ・テーブルで構成されたことを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項６】
請求項５に記載の抵抗率測定器において、
前記パラメータ・テーブルは、シリコンウェーハの温度が室内温度である場合におけるシリコンウェーハの抵抗率温度係数表であることを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項７】
請求項６に記載の抵抗率測定器において、
前記シリコンウェーハの温度が１８～２８℃であることを特徴とする抵抗率測定器。
【請求項８】
試料の温度を測定するステップと、前記試料の抵抗率を温度測定室内で測定するステップと、前記試料に対する２つの温度データとの差と異なる抵抗率に基づいてそれぞれ定められた温度係数のデータから前記試料の抵抗率に応じて選出した温度係数とに基づいて温度補正係数を求めるステップと、前記試料の抵抗率と前記試料に対する２つの温度データと前記温度補正係数とに基づいて、温度補正された抵抗率を演算するステップとを備え、前記試料の温度を測定するステップでは、前記温度測定室内に前記試料を収納して一定時間放置することで前記試料の温度を安定させてから前記温度測定室の温度を測定することを特徴とする抵抗率測定方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、例えばシリコンウェーハ等といった試料の抵抗率を例えば四探針法などによって測定する抵抗率測定器に関し、特に測定時の温度の違いによる抵抗率の測定精度の低下を防ぐ自動温度補正機能を有する抵抗率測定器に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より試料の抵抗を測定するために、例えば四探針法を利用した抵抗率を測定する抵抗率測定器が使用されている。
このような抵抗率測定器の一例である、シリコンウェーハの抵抗率を測定する抵抗率測定器を概略説明する。
この抵抗率測定器は、電流計と、直流電流源と、電位差測定器と、４本の探針と、を備えている。したがって、この従来の抵抗率測定器によりシリコンウェーハの抵抗率を求める場合には、シリコンウェーハに対して４本の探針を接触させた状態にして直流電流源から直流電流を流し、電流計の電流値及び探針間の電圧値を表す電位差測定器の電圧値を測定する。これによって、測定された電流値及び電圧値に基づき、シリコンウェーハの抵抗率が求められるのである。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、シリコンウェーハには温度係数が存在する。この温度係数はシリコンウェーハの抵抗率が１０Ω・ｃｍ以上の場合に、１℃当たり０．８％以上にも達する。このため、測定時のシリコンウェーハの温度により抵抗率が変化してしまう。これは、抵抗率を測定した日時で測定値が変動する要因となり、測定値の再現性及び精度に悪影響を与えること

を意味する。
そこで、これを解消するために、抵抗率測定器が設置された部屋全体を一定温度に制御することが考えられるが、設備が大がかりであり、技術的にも難しい。
これにより、シリコンウェーハの温度を測定して温度補正値を算出し、測定された抵抗率に乗算することで目標温度でのシリコンウェーハの抵抗率を求めることも可能である。しかしながら、この作業には抵抗率測定器以外の器材が必要であり、しかも作業に手間がかかるという問題点があった。

【０００４】

本発明は、上記した従来の事情に鑑みなされたもので、抵抗率測定時の温度の違いによる測定精度の低下を防止することができる抵抗率測定器を提供することを目的としている。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明に係る抵抗率測定器は、試料の抵抗率を測定する抵抗率計測手段を備えた抵抗率測定器において、試料の温度を測定する温度計測手段と、異なる抵抗率に基づいてそれぞれ定められた複数の温度係数のデータを記憶する温度係数記憶手段と、前記温度計測手段により得られた試料に対する経時的な２つの温度データの差と、前記抵抗率計測手段により得られた温度補正前の抵抗率に応じて温度係数記憶手段から選出された温度係数と、に基づき温度補正係数を求める温度補正係数算出手段と、前記温度補正前の抵抗率と、前記試料に対する経時的な２つの温度データと、前記温度補正係数とに基づいて、温度補正された抵抗率を演算する補正抵抗率演算手段とを備えたことを特徴とする抵抗率測定器とする。

【０００６】

試料の種類は限定されない。例えばシリコンウェーハ，ガリウム砒素ウェーハなどのウェーハ類が挙げられる。
また、温度計測手段の種類は限定されない。例えば、試料の表面の温度を直接測定する表面温度計などでもよい。また、間接的な温度の測定手段として、予め測定室内に試料を一定時間放置して温度を安定させた後、この測定室内の温度を温度センサによって測定するものなどを採用することができる。
さらに、温度係数記憶手段においては、複数の温度係数のデータをパラメータ・テーブルで記憶する方が好ましい。なお、シリコンウェーハの場合、この温度係数はウェーハの種類によってもその値が変化する。そのため、そのウェーハ種類に合わせて、複数のパラメータ・テーブルを用意した方が好ましい。

【０００７】

補正抵抗率演算手段では、次式（１）を利用して、温度が補正された後の抵抗率$\rho' t_2$が求められる。

$$\rho' t_2 = \rho t_1 \{1 - \alpha (t_1 - t_2)\} \quad (1)$$

ここで、ρt_1は温度補正前の測定された抵抗率，t_1は試料に対する前回の温度データ，t_2は試料に対する今回の温度データ，αは温度補正前の抵抗率に基づく試料の温度係数である。なお（１）式は、経時的な２つの温度データt_1，t_2の差をΔtに置換すれば次式（２）となる。

【０００８】

$$\rho' t_2 = \rho t_1 (1 - \alpha \Delta t) \quad (2)$$

式（２）中、α（Δｔ）は温度補正係数βである。そこで、この式を（３）式のように書き換えることもできる。

$$\rho' t_2 = \rho t_1 (1 - \beta) \quad (3)$$

なお、温度補正後の$\rho' t_2$は、必要に応じてコンピュータ処理を施して、等高線マップ、３次元マップとして図形表示することができる。

【０００９】

【作用】

上記抵抗率測定器によると、抵抗率計測手段により試料の温度補正前の抵抗率を測定し

、しかも温度計測手段によりこの試料の温度を経時的に複数回測定するとともに、温度補正係数算出手段により温度補正係数βを求める。この温度補正係数βは、温度係数記憶手段から選出された温度係数αと、経時的な２つの温度データt_1，t_2の差Δｔとを乗算することで得られる（α・Δｔ）。

その後、補正抵抗率演算手段により次の演算を行う。すなわち、この温度補正係数βと、経時的な温度データt_1，t_2とに基づいて、前記（３）式の$\rho' t_2 = \rho t_1 (1-\beta)$より温度補正後の抵抗率$\rho' t_2$を求める。

このように、自動的に温度補正係数を求めて、抵抗率の温度補正を行うように構成したので、抵抗率測定時の温度の違いによって、測定精度が低下してしまうのを防止することができる。

【００１０】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施例に係る抵抗率測定器を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、ここではシリコンウェーハの抵抗率を測定する抵抗率測定器を例に説明する。

図１はこの発明の一実施例に係る抵抗率測定器の自動温度補正機能の動作に関するフローチャートである。図２はこの発明の一実施例に係る抵抗率測定器の模式図である。図３はこの発明の一実施例に係る抵抗率測定器に用いられる温度計測手段の外観を示す斜視図である。

【００１１】

図２に示すように、この抵抗率測定器は、電流計１と、直流電流源２と、電位差測定器３と、４本の探針４～７と、制御部８とを備えている。

この制御部８は、シリコンウェーハWの抵抗率（温度補正前の抵抗率）を測定する抵抗率計測手段と、シリコンウェーハWの温度を測定する温度計測手段と、異なる抵抗率に基づいてそれぞれ定められた多数の温度係数のデータを、温度係数のパラメータ・テーブルとして記憶する温度係数記憶手段と、温度補正係数を算出する温度補正係数算出手段と、温度補正された抵抗率を演算する補正抵抗率演算手段とを有している。

【００１２】

なお、この温度補正係数算出手段による温度補正係数βの算出方法は、まず温度計測手段によりシリコンウェーハWに対する前回の温度データｔ1と、今回の温度データｔ2との差Δｔを求める。また一方、温度係数記憶手段のパラメータ・テーブル（シリコンウェーハの抵抗率温度係数表）の中から、温度補正前の抵抗率ρt_1に対応した温度係数αを選出する。その後、Δｔ，αを乗算することで温度補正係数βが求められる。このパラメータ・テーブルを表１に示す。なお、このパラメータ・テーブルは、Ｐ型またはＮ型のドーパントを含むシリコンウェーハWの温度が１８～２８℃である場合に適用される。

【００１３】

【表１】

抵抗率	温度係数〔Ω・cm/Ω・cm・℃〕		抵抗率	温度係数〔Ω・cm/Ω・cm・℃〕	
〔Ω・cm〕	N 型	P 型	〔Ω・cm〕	N 型	P 型
0.0006	0.00200	0.00160	1.0	0.00736	0.00707
0.0008	0.00200	0.00160	1.2	0.00747	0.00722
			1.4	0.00755	0.00734
0.0010	0.00200	0.00158	1.6	0.00761	0.00744
0.0012	0.00184	0.00151	2.0	0.00768	0.00759
0.0014	0.00169	0.00149	2.5	0.00774	0.00773
0.0016	0.00161	0.00148			
0.0020	0.00158	0.00148	3.0	0.00778	0.00783
0.0025	0.00159	0.00145	3.5	0.00782	0.00791
			4.0	0.00785	0.00797
0.0030	0.00156	0.00137	5.0	0.00791	0.00805
0.0035	0.00146	0.00127	6.0	0.00797	0.00811
0.0040	0.00131	0.00116	8.0	0.00806	0.00819
0.0050	0.00096	0.00094			
0.0060	0.00060	0.00074	10	0.00813	0.00825
0.0080	0.00006	0.00046	12	0.00818	0.00829
			14	0.00822	0.00832
0.010	-0.00022	0.00031	16	0.00824	0.00835
0.012	-0.00031	0.00025	20	0.00826	0.00840
0.014	-0.00026	0.00025	25	0.00827	0.00845
0.016	-0.00013	0.00029			
0.020	0.00025	0.00045	30	0.00828	0.00849
0.025	0.00083	0.00073	35	0.00829	0.00853
			40	0.00830	0.00857
0.030	0.00139	0.00102	50	0.00830	0.00862
0.035	0.00190	0.00131	60	0.00830	0.00867
0.040	0.00235	0.00158	80	0.00830	0.00872
0.050	0.00309	0.00208			
0.060	0.00364	0.00251	100	0.00830	0.00876
0.080	0.00439	0.00320	120	0.00830	0.00878
			140	0.00830	0.00879
0.10	0.00486	0.00372	160	0.00830	0.00880
0.12	0.00517	0.00412	200	0.00830	0.00882
0.14	0.00540	0.00444	250	0.00830	0.00884
0.16	0.00558	0.00471			
0.20	0.00585	0.00512	300	0.00830	0.00886
0.25	0.00609	0.00548	350	0.00830	0.00888
			400	0.00830	0.00891
0.30	0.00627	0.00575	500	0.00830	0.00897
0.35	0.00643	0.00596	600	0.00830	0.00900
0.40	0.00656	0.00613	800	0.00830	0.00900
0.50	0.00678	0.00639			
0.60	0.00696	0.00659	1000	0.00830	0.00900
0.80	0.00720	0.00687			

注）p型シリコンについては、ボロンをドープしたもののみ適用される。

【００１４】

また、この補正抵抗率演算手段は、温度補正前の抵抗率ρt_1と、温度データt_1，t_2と、温度補正係数βとを、前述の式（３）に代入することで、温度補正された抵抗率$\rho' t_2$を求める手段である。

さらに、この一実施例では、前記温度計測手段として、シリコンウェーハWの温度を間接的に測定するものが採用されている。すなわち、図３に示すように、シリコンウェーハWの温度を測定するウェーハ温度測定室２０の一側板に、この室内温度を測定する温度センサ２１が、片持ち状態で取り付けられている。よって、ウェーハ温度を測定する際には、このウェーハ温度測定室２０の中にシリコンウェーハWを収納して一定時間放置するこ

とで、ウェーハ温度を室内温度と等しくさせる。その後、温度センサ２１によりこの測定室２０の温度を測定することで、間接的にシリコンウェーハＷの温度を測定する。

【００１５】

このように構成される抵抗率測定器を用いて、シリコンウェーハＷの温度補正後の抵抗率を求める際には、まず図２に示すように、シリコンウェーハＷの表面に探針４～７を接触させ、この状態を保持して直流電流源２から直流電流を流し、電流計１の電流値Ａ及び探針５及び探針６間の電圧値Ｖを表す電位差測定器３の電圧値を測定する。これによって、測定された電流値Ａ及び電圧値Ｖに基づいて、温度補正前のシリコンウェーハＷの抵抗率ρt_1が求められる。

【００１６】

次に、図１のフローチャートを参照して、この発明の一実施例に係る抵抗率測定器の自動温度補正機能の動作を説明する。

まず、ステップＳ１０１では、温度測定に関する設定を行う。すなわち、例えば温度補正を行うかどうか、基準になる温度を何度にするか、ウェーハの種類は何かなどの各種の設定をあらかじめ行っておく。

ステップＳ１０２では、シリコンウェーハＷの温度を測定する。具体的な方法としては、前記ウェーハ温度測定室２０に装着された温度センサ２１を用いて行われる。

【００１７】

すなわち、ウェーハ温度測定室２０の中でシリコンウェーハＷを一定時間放置することで、ウェーハ温度を室内温度と同じ温度とし、その後、この温度センサ２１によってその測定室２０内の温度を測定することで、間接的にこのシリコンウェーハＷの温度t_2を測定する。この方法を採用するようにしたので、温度が安定するまでに若干長い時間がかかるものの、比較的廉価な設備コストでもって、シリコンウェーハＷの温度を測定することができる。なお、この抵抗率の温度補正を行う以前（例えば前日など）に、シリコンウェーハＷの温度t_1がこの測定方法でもって測定されているものとする。

【００１８】

ステップＳ１０３では、前述した通常の四探針法によって温度補正前の抵抗率ρt_1の測定を行う。

ステップＳ１０４では、この温度補正前の抵抗率ρt_1に基づき、表１に示すパラメータ・テーブルの中から、対応する温度係数αを選出する。

また、ステップＳ１０５では、温度補正係数算出手段により温度補正係数βを求める。具体的にはこの選出された温度係数αと、経時的な２つの温度データの温度差（前回の温度データt_1から今回の温度データt_2を引いた値）Δｔと、を乗算することで得られる。

【００１９】

さらに、ステップＳ１０６では、補正抵抗率演算手段により、温度補正前の抵抗率と、温度データt_1，t_2と、温度補正係数βとを、前述の式（３）に代入して、温度補正後の抵抗率$\rho' t_2$を求める。

ステップＳ１０７では、この温度補正後の抵抗率$\rho' t_2$を、必要に応じてコンピュータ処理して、等高線マップまたは３次元マップなどに図形表示する。このように温度補正された抵抗率$\rho' t_2$は、そのままコンピュータへ入力することができるために、このような処理時の作業効率が高まる。

【００２０】

【発明の効果】

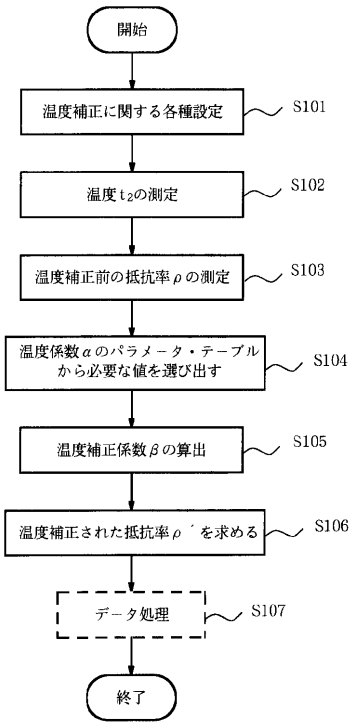
以上説明したように、本発明に係る抵抗率測定器では、自動的に温度補正係数を求めた後、得られた温度補正係数、温度補正前の抵抗率及び試料の経時的な温度データに基づいて、温度補正後の抵抗率を算出するようにしたので、抵抗率測定時の温度の違いにより、測定精度が低下するのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

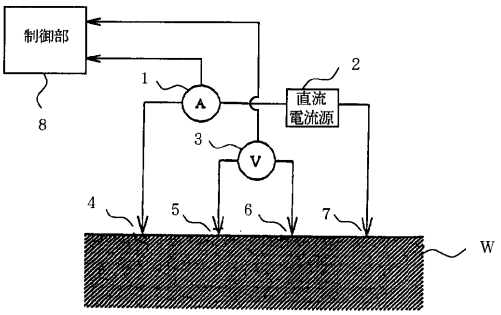
【図１】この発明の一実施例に係る抵抗率測定器の自動温度補正機能の動作に関するフローチャートである。

【図２】この発明の一実施例に係る抵抗率測定器の模式図である。
【図３】この発明の一実施例に係る抵抗率測定器に用いられる温度計測手段の外観を示す斜視図である。
【符号の説明】
２１　温度センサ（温度計測手段）、
Ｗ　シリコンウェーハ（試料）。

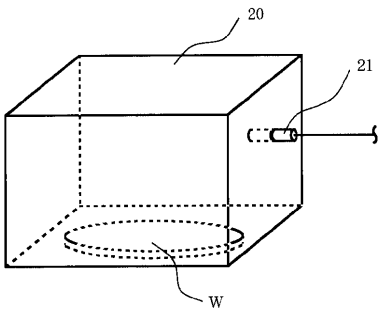
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０３－０９９２８０（ＪＰ，Ａ）
実開昭５２－１４８９７２（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５８－１０３３６１（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６２－０２４１５７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０９８２７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２３６４６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１３６５９７（ＪＰ，Ａ）
ＪＩＳハンドブック 電気計測，日本，財団法人 日本規格協会，１９９４年 ４月２０日，第１版第１刷，pp. 497-508

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01R 27/00-27/32
G01N 27/00-27/10
G01N 27/14-27/24
H01L 21/64-21/66