

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4774071号
(P4774071)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 21/66	(2006.01)	HO 1 L	21/66	Y
GO 1 R 31/28	(2006.01)	HO 1 L	21/66	B
		GO 1 R	31/28	K

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-65625 (P2008-65625)	(73) 特許権者	302062931
(22) 出願日	平成20年3月14日(2008.3.14)		ルネサスエレクトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2008-277769 (P2008-277769A)		神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(43) 公開日	平成20年11月13日(2008.11.13)	(74) 代理人	100102864
審査請求日	平成20年3月14日(2008.3.14)		弁理士 工藤 実
(31) 優先権主張番号	特願2007-99090 (P2007-99090)	(72) 発明者	道又 重臣
(32) 優先日	平成19年4月5日(2007.4.5)		神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		NECエレクトロニクス株式会社内
前置審査		(72) 発明者	柳澤 正之
			神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
			NECエレクトロニクス株式会社内
		(72) 発明者	黒柳 一誠
			神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
			NECエレクトロニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブ抵抗値測定方法、プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板上に設けられた半導体回路と電気的に分離し、プローブユニットが備える複数のプローブにそれぞれ対応する3以上のパッドと、

前記3以上のパッドを直列に接続し、互いに同一の抵抗値を有する配線とを具備し、

前記3以上のパッドは、隣接パッド間の抵抗が最も低くなる配線経路で接続される

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

【請求項2】

請求項1に記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記3以上のパッドは4以上のパッドである

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

10

【請求項3】

請求項1に記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記3以上のパッドのうちの1つは前記半導体基板上に設けられた半導体領域に接続されている

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

【請求項4】

請求項3に記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記3以上のパッドは3つのパッドのみからなる

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

更に、前記半導体回路と接続された素子用パッドを具備し、

前記 3 以上のパッドと前記素子用パッドとは同一線上に配置される

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記抵抗値測定用パッドは、前記半導体基板上の半導体回路が設けられる領域よりも周縁の基板の上に配置される

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記半導体基板の前記抵抗値測定用パッドが設けられる領域には導体膜とその導体膜を覆う絶縁体が設けられ、

前記抵抗値測定用パッドは、前記絶縁体に窓が設けられ前記導体膜が露出した領域である

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

更に、前記半導体基板の上に半導体回路を形成する際に前記半導体回路のアライメント基準位置またはアライメント誤差を計測するために使用されるアライメント関連パターンと、寸法または厚さを計測するために使用される工程モニタ関連パターンと、半導体回路とのうち少なくともひとつを具備し、

前記 3 以上のパッドは、前記アライメント関連パターン、前記工程モニタ関連パターン又は前記半導体回路が形成された領域に配置される

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

30

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記半導体基板にはスクライブ線が形成され、

前記 3 以上のパッドは、前記スクライブ線と重なる位置に配置される

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記 3 以上のパッドは、第 1 の露光工程によって形成された第 1 部分と、第 2 の露光工程によって形成された第 2 部分とを含む

プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれかに記載されたプローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置であって、

前記 3 以上のパッドは互いに第 1 の方向に整列し、

更に、前記半導体基板の上に設けられた半導体回路と電気的に分離した他の 3 以上のパッドと、

前記他の 3 以上のパッドを直列に接続し、互いに同一の抵抗値を有する他の配線とを具備し、

50

前記他の3以上のパッドは、前記第1の方向と異なる第2の方向に整列する
プローブ抵抗値測定用パッドを有する半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デバイスの電気的特性を評価する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デバイスの電気的特性を評価するために、プローブをパッドに接触させて配線間の電気抵抗を測定する方法が行われている。抵抗の測定値には、プローブの接触抵抗が影響する。デバイスの電気的特性評価に用いるオート測定装置のプローブ接触抵抗の影響について、従来までは、ゴミ等の影響でプローブに余計な抵抗が付加し、特性が少々ずれていても、製造ばらつき範囲内に収まり、許容される範囲であった。

10

【0003】

以下に、プローブとパッドの接触状態について考慮した検査方法に関連する特許文献1～6を記載する。図1～6は特許文献1～6にそれぞれ対応する。これらの文献について詳しくは[発明を実施するための最良の形態]の末尾部分を参照。

【特許文献1】特開2004-85377号公報

【特許文献2】特開2001-343426号公報

【特許文献3】特開平8-82657号公報

【特許文献4】特開平11-39898号公報

【特許文献5】特開2004-119774号公報

【特許文献6】特開2006-59895号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、微細化が進むにつれ、一層の精度ばらつき低減が要求され、オープン・ショートチェックおよびパッド間の大雑把な抵抗チェックでは、測定要求をみたすことが出来なくなかった。

【0005】

一例として、近年、高性能のLSIでは、製品ウェハ上に設けられた特性モニター用のMOSFETのテストを行う選別工程にて、電圧による選別ではなく電流による選別が行われるようになってきている。そうした選別においては、MOSFETの閾値電圧 V_{th} で選別判定されるのではなく、MOSFETのオン電流 I_{on} で判定が行われる。閾値電圧 V_{th} の場合はマイクロアンペア程度の微小電流を測定すればよいのに対して、オン電流 I_{on} の場合はミリアンペア程度の比較的大きな電流を測定する必要がある。よって、ひとつのプローブに10程度の接触抵抗が付いている場合でも、その接触抵抗による電圧降下が電源電圧に対して無視できず電流がかなりの割合で低減するため、オン電流 I_{on} による選別に影響を与えてしまう。さらに、オン電流 I_{on} の厳しい選別規格を満足させるために、測定ばらつきが無視できないレベルになる。したがって、常にプローブの接触抵抗を低抵抗に保って測定することが必要である。理想的には、各プローブの接触抵抗値を1以下に保つ必要がある。このため、プローブの接触抵抗値を測定する手段が求められている。特に、 n 本($n \geq 3$)のプローブの各々の接触抵抗値を測定することのできる技術が求められている。

30

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下に、[発明を実施するための最良の形態]で使用される番号を括弧付きで用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号は、[特許請求の範囲]の記載と[発明を実施するための最良の形態]との対応関係を明らかにするために付加されたものである。ただし、それらの番号を、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲

50

の解釈に用いてはならない。

【 0 0 0 7 】

本発明によるプローブ抵抗値測定方法は、プローブユニット(5)が備える複数のプローブ(1)と抵抗値測定用パッド(7、8、20)が備える3以上のノード(2)との間に設定された第一の一対一の対応関係に従って、プローブユニットと抵抗値測定用パッドとを接触させて、3以上のノードの相互間の抵抗値を測定して第一測定結果として記録する第一測定ステップと、第一測定結果に基づいて、プローブユニットが備える複数のプローブの各々の接触抵抗値を計算する計算ステップとを備える。

【 0 0 0 8 】

本発明によるプローブ抵抗値測定用パッド(20)は、半導体基板(9)上に設けられた半導体回路(10)と電氣的に分離した3以上のパッド(2)と、3以上のパッドを直列に接続し、互いに同一の抵抗値を有する配線(3)とを備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、配線パターン、もしくは、低抵抗配線で3個以上のパッド間をつないだテストエレメントグループ(以下、TEGという)を、製品ウェハ上、評価ウェハ上に用意しておくことにより、各プローブごとの接触抵抗値をそれぞれ測定できる。製品ウェハの選別・テスト工程、および、デバイスの電氣的特性評価の際に、プローブの接触抵抗値および状態を容易に確実に確認することが出来、一例として、接触抵抗によって顕著な影響を受けやすいMOSFETのオン電流測定において、誤測定を防止することが出来る。

【 0 0 1 0 】

本発明を実施することにより、各プローブの接触抵抗値を1本毎に測定することが出来、精度よくデバイスの電流値を測定することが可能である。

【 0 0 1 1 】

本発明により、n本の各プローブの接触抵抗値を1本ごとにそれぞれ測定することにより、各プローブごとの合否を判定でき、従来は判別が困難であった、10程度の接触抵抗値の異常も見逃すことなく、精度の高い測定が可能となる。

【 0 0 1 2 】

また、常に全プローブの接触抵抗値変動を、測定毎に記録しておくことにより、プローブユニットのメンテ・管理も可能である。この他、高温、常温、低温の温度特性評価においても、温度毎にプローブの接触抵抗値を測定しモニターすることにより、精度の高い測定が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

[実施例1]

以下、図面を参照しながら本発明を実施するための最良の形態について説明する。図7Aのように、n本のプローブ1(n=3)を備えたプローブユニットに対して、直列に接続したm個のパッド2(m=3、必ずしもn=mである必要はない)を備え、隣接パッド2間の抵抗値(配線3の抵抗値)が等価となるようにレイアウトされた接触抵抗測定用TEG20が配置される。こうしたプローブユニットとパッド2によりn本の各プローブ1の接触抵抗値が測定される。測定される接触抵抗値は、プローブ1の先端からプローブユニットを通じ、装置内配線等の抵抗を含んでいる。

【 0 0 1 4 】

(a) n=4, n=mの場合の一例を示す。接触抵抗測定用TEG20の端に配置されたパッド2から順にパッド2に1、2、3...と番号を割り当て、まず、そのうちの番号1から4の直列に接続した4個のパッド2に着目する。番号1-2間、2-3間、1-3間、3-4間、2-4間のパッド2間の抵抗測定値をそれぞれR12, R23, R13, R34, R24とし、番号1, 2, 3, 4のパッド2に一対一の対応関係に従って接触している一組の4本の各プローブ1の接触抵抗値をそれぞれRc1, Rc2, Rc3, Rc4

とする。

【 0 0 1 5 】

例えば、プローブ 1 とパッド 2 は同じピッチで配列されているものと仮定し、隣接パッド 2 間の配線抵抗を r (= 一定) と仮定すると、以下の関係が成り立つ。

$$R_{12} = R_{c1} + R_{c2} + r$$

$$R_{23} = R_{c2} + R_{c3} + r$$

$$R_{13} = R_{c1} + R_{c3} + 2r$$

$$R_{34} = R_{c3} + R_{c4} + r$$

$$R_{24} = R_{c2} + R_{c4} + 2r$$

これらの式を $R_{c1} \sim R_{c4}$ について解くと、

$$R_{c1} = (2R_{12} - R_{23} + R_{34} - R_{24}) / 2$$

$$R_{c2} = (R_{12} + R_{23} - R_{13}) / 2$$

$$R_{c3} = (R_{23} + R_{34} - R_{24}) / 2$$

$$R_{c4} = (2R_{34} - R_{23} + R_{12} - R_{13}) / 2$$

と、一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が求まる。

【 0 0 1 6 】

このように、直列に接続した 4 個のパッド 2 間の抵抗を測定することにより、当該 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定される。同様にして、 n 本の各プローブ 1 に対し、順次直列に接続した 4 個のパッド 2 間の抵抗測定を行うことにより、順次当該 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定され、結果として n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値を測定することができる。図 7 A に示されたレイアウトであれば、1 回の接触で、順次直列に接続した 4 個のパッド 2 間の抵抗測定を行うことにより、 n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値が求まる。

【 0 0 1 7 】

(b) 次に、 $n > 4$ 、 $m = 4$ の場合の一例を示す。 n 本のプローブ 1 を備えたプローブユニットに対して、直列に接続した 4 個のパッド 2 を備えた接触抵抗測定用 T E G 2 0 を用いて、プローブ 1 の n 本のプローブの接触抵抗値を測定する場合の実施例を示す。このとき、当該プローブユニットが備えている複数のプローブのうちの接触抵抗測定対象のプローブ 1 は n 本であり、当該 n 本のプローブ 1 は、前記直列に接続した 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触させることが可能な 4 本のプローブ 1 の一組を複数組み合わせるよう配列されている、と仮定する。

【 0 0 1 8 】

直列に接続した 4 個のパッド 2 間の抵抗を測定することにより、当該 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定されるところまでは、前述した (a) の実施例の最初のステップと同様である。続いて、当該直列に接続した 4 個のパッド 2 に他の一組の 4 本の各プローブ 1 を接触させることにより、他の一対一の対応関係に従って接触している当該他の一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定される。この操作を繰り返し、 n 本のうち一組の 4 本の各プローブ 1 を順次接触させることにより、順次当該一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定され、結果として n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値を測定することができる。

【 0 0 1 9 】

なお、上記 (a) $n = 4$ 、 $m = 4$ の場合と (b) $n > 4$ 、 $m = 4$ の場合の一例として、直列に接続した 4 個のパッド 2 に着目し、当該 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している一組の 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定されることを順次繰り返して、結果として n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値を測定する実施例を示したが、 m の最小単位は 4 ではなく 5 以上であってもよく、すなわち、前記の 4 個のパッド 2 もしくは一組の 4 本のプローブ 1 は 5 個以上のパッド 2 もしくは一組の 5 本以上のプローブ 1 であってもよく、同様にパッド 2 間で測定された抵抗値をプローブ 1 の接触抵抗値について解くことによって n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値が算出される。

10

20

30

40

50

【0020】

上記接触抵抗値は、隣接パッド2間の配線抵抗 $r =$ 一定と仮定して計算された。しかし現実には配線抵抗には一定値からの誤差があると考えられる。一定値 r からの番号1 - 2間, 2 - 3間, 3 - 4間のパッド2間の配線抵抗誤差分をそれぞれ r_1 , r_2 , r_3 とすると、以下の式が成り立つ。

$$R_{12} = R_{c1} + R_{c2} + (1 + r_1) r$$

$$R_{23} = R_{c2} + R_{c3} + (1 + r_2) r$$

$$R_{13} = R_{c1} + R_{c3} + (2 + r_1 + r_2) r$$

$$R_{34} = R_{c3} + R_{c4} + (1 + r_3) r$$

$$R_{24} = R_{c2} + R_{c4} + (2 + r_2 + r_3) r$$

10

これらの式を $R_{c1} \sim R_{c4}$ について解くと、

$$R_{c1} = (R_{12} - R_{23} + R_{13}) / 2 - r_1 r$$

$$R_{c2} = (R_{12} + R_{23} - R_{13}) / 2$$

$$R_{c3} = (R_{23} + R_{34} - R_{24}) / 2$$

$$R_{c4} = (R_{34} - R_{23} + R_{24}) / 2 - r_3 r$$

となる。すなわち、 R_{c2} および R_{c3} は配線抵抗 r の誤差に影響を受けず、 R_{c1} に $r_1 r$ 、 R_{c4} に $r_3 r$ の配線抵抗誤差分が加わる。ここで、例えば、 $r < 1$ ($r = 10\%$, $r_1 = 10\%$) とし、配線の幅、長さ、膜厚、および配線材料の抵抗率全体で 10% 程度ばらつきが発生した場合、 R_{c1} , R_{c4} に加わる配線抵抗誤差分は 0.1 程度以下である。実際は、レイアウト上、隣接パッド2間配線の幅、長さは、数 $10 \mu\text{m}$ と十分長く、番号1 ~ 4のパッド2間の距離も高々数 $100 \mu\text{m}$ 程度にレイアウトすることは十分可能なので、膜厚、抵抗率を含めた配線抵抗が 10% もの大きなばらつきをもつことはない。よって、接触抵抗値を 1 以下にする場合でも r のばらつきは無視できるため、 $r =$ 一定と仮定することができる。

20

【0021】

(c) $n = 3$, $m = 3$ の場合の一例を示す。3本のプローブ1 ($n = 3$) を備えたプローブユニットの場合、上記とは異なる方法により接触抵抗値が測定される。チップ基板用端子を利用し、図7Bに示されるように、直列に接続した3個のパッド2を備え1つのパッド2 (ここでは番号3のパッド2) をチップ基板 (SUBで示される) に接続した接触抵抗測定用TEG20を用いることにより、3本すべてのプローブ1の接触抵抗値が測定可能である。チップ基板用端子の接触抵抗値を R_s , 番号3のパッド2とチップ基板間の内部抵抗値を r_s , チップ基板用端子と番号1, 2, 3のパッド2との間の抵抗測定値をそれぞれ R_{1s} , R_{2s} , R_{3s} とすると、以下の式が成り立つ。

30

$$R_{12} = R_{c1} + R_{c2} + r$$

$$R_{23} = R_{c2} + R_{c3} + r$$

$$R_{13} = R_{c1} + R_{c3} + 2r$$

$$R_{3s} = R_{c3} + R_s + r_s$$

$$R_{2s} = R_{c2} + R_s + r + r_s$$

$$R_{1s} = R_{c1} + R_s + 2r + r_s$$

これらの式を R_{c1} , R_{c2} , R_{c3} について解くと、以下のように接触抵抗値が求まる。

40

$$R_{c1} = (2R_{12} - R_{23} + R_{3s} - R_{2s}) / 2$$

$$R_{c2} = (R_{12} + R_{23} - R_{13}) / 2$$

$$R_{c3} = (R_{23} + R_{3s} - R_{2s}) / 2$$

【0022】

(d) 次に、 $n > 3$, $m = 3$ の場合の一例を示す。上記(c)では3本のプローブ1 ($n = 3$) を備えたプローブユニットの3本のプローブ1の接触抵抗値を測定する実施例を示したが、前述した直列に接続した3個のパッド2を備え1つのパッド2をチップ基板に接続した接触抵抗測定用TEG20を用いれば、3本に限定されることなく n 本のプローブ1 ($n > 3$) を備えたプローブユニットの n 本の全プローブ1の接触抵抗値を測定する

50

ことができる。このとき、当該プローブユニットが備えている複数のプローブのうちの接触抵抗測定対象のプローブ 1 は n 本であり、当該 n 本のプローブ 1 は、前記直列に接続した 3 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触させることが可能な 3 本のプローブ 1 の一組を複数組み合わせるよう配列されている、と仮定する。

【 0 0 2 3 】

すなわち、前述した直列に接続した 3 個のパッド 2 を備え 1 つのパッド 2 をチップ基板に接続した接触抵抗測定用 T E G 2 0 の 3 個のパッド 2 に、 n 本のうち一組の 3 本の各プローブ 1 を順次接触させることにより、順次当該 3 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している当該一組の 3 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が測定され、結果として n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値を測定することができる。

10

【 0 0 2 4 】

以上 (a) , (b) , (c) , (d) で示したように、 n 本のプローブ 1 ($n \geq 3$) を備えたプローブユニットに対して、直列に接続した 3 個以上のパッド 2 を備え隣接パッド間の抵抗値 (配線 3 の抵抗値) が等価となるようにレイアウトされた接触抵抗測定用 T E G 2 0 を測定することにより、当該 3 個以上のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している一組の 3 本以上のプローブ 1 の接触抵抗値が測定される。測定を順次繰り返すことによって、 n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値を測定することができる。

【 0 0 2 5 】

ここで、配線 3 は、たとえばアルミニウム等のように、なるべく低抵抗でかつ隣接パッド 2 間の配線抵抗が等価となる幅、長さ、膜厚、および配線材料の抵抗率を選択して形成されることが望ましい。具体的には数 程度以下にすることができる配線幅、長さ、膜厚、および配線材料の抵抗率を選択するのが望ましい。隣接パッド 2 間の配線抵抗が等価でありさえすれば、それぞれの配線 3 の幅、長さ、膜厚、および配線材料の抵抗率の各々は異なってもよく、また、配線 3 は複数の配線材料を組み合わせる構成してもよい。

20

【 0 0 2 6 】

このときのプローブ 1 の接触抵抗値とは、プローブ 1 の先端からプローブユニット内および測定系配線等の抵抗を含む。

【 0 0 2 7 】

オート制御装置のアルゴリズムにより、接触抵抗値は測定時直ちに算出可能である。すなわち、図 7 A の例において、接触抵抗測定用 T E G 2 0 の端に配置されたパッド 2 から順にパッド 2 に 1、2、3... と番号を割り当て、まず、そのうちの番号 1 から 4 の直列に接続した 4 個のパッド 2 に着目し、番号 1 - 2 間、2 - 3 間、1 - 3 間、3 - 4 間、2 - 4 間のパッド 2 間の抵抗 R_{12} 、 R_{23} 、 R_{13} 、 R_{34} 、 R_{24} を測定し、測定された測定値から番号 1、2、3、4 のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している各プローブ 1 の接触抵抗値 R_{c1} 、 R_{c2} 、 R_{c3} 、 R_{c4} を算出する。同様にして、順次直列に接続した 4 個のパッド 2 間の抵抗測定を行うことにより、順次当該 4 個のパッド 2 に一対一の対応関係に従って接触している 4 本の各プローブ 1 の接触抵抗値が算出され、結果として n 本の全プローブ 1 の接触抵抗値が算出される。算出された接触抵抗値を所定の基準と比較することによって各プローブ 1 毎に良否判定を行って出力する過程を自動的に行うことが可能である。更に、良否判定の結果が N G であったプローブ 1 に対してクリーニングやメンテナンスが施されるように自動的に識別することも可能である。

30

40

【 0 0 2 8 】

[実施例 2]

図 8 に示されるように、ウェハを 180°ローテーションし、接触抵抗値を測定することも可能である。図 8 (a) に示されるように、本実施例において、 n 個 (n は偶数) のパッドを備える T E G は、一端から $n / 2$ 個のパッド 2 を含む接触抵抗測定用 T E G 2 0 と、他端から $n / 2$ 個の素子用パッドを含むデバイス特性評価用 T E G 2 1 とを備える。接触抵抗測定用 T E G 2 0 の構成は図 7 A に示された T E G と同様である。

【 0 0 2 9 】

まず接触抵抗測定用 T E G 2 0 に対して、 n 本のプローブ 1 のうちの $n / 2$ 本のプロー

50

プローブ1を接触し、実施例1で説明した方法により接触抵抗値が測定される。その後、オートプローバの特性を生かしてウェハを180°回転させることにより、接触抵抗値が測定されていない残りのn/2本のプローブ1を接触抵抗測定用TEG20に接触し、接触抵抗値が測定される。こうした方法により、2回の接触でn本全てのプローブ1の接触抵抗値が測定される。

【0030】

本実施例によれば、接触抵抗値を測定するためのパッド2の個数をプローブ1の本数(n本)に比べて半分(n/2個)に減らすことができる。よって、そのパッド数減少によって得られた領域に、デバイスの電気的特性評価のための素子用パッドなどを配置することができる。つまり、レイアウトエリアの有効活用化を図れる。

10

【0031】

[実施例3]

図9のように、パッド2の配置は、一直線上にレイアウトする必要はなく、まげて配置することも可能。隣接パッド2間の抵抗が等価となるようレイアウトすることにより、図7Aと同様にプローブ1の接触抵抗値が測定できる。

【0032】

[実施例4]

本実施例においては、図10Aに示されるような直列に接続した3個以上のパッド2を備えた接触抵抗測定用TEG20により接触抵抗値が測定される。図10Bのように、デバイスの電気的特性評価のための素子用パッドの隙間に、直列に接続した3個以上のパッド2を備えた接触抵抗測定用TEG20が配置される。こうした接触抵抗測定用TEG20付きTEGを備えたウェハに対して、プローブ1をシフト、あるいはウェハをローテーションして接触することにより、プローブ1の接触抵抗測定が可能となる。プローブ1がシフト、あるいはウェハをローテーションして接触する際には、プローブ1が接触する位置にパッドが配置される。この特徴により、接触抵抗測定用TEG20のために大きなエリアを確保する必要がなく、プローブ1の接触抵抗値の測定が可能である。

20

【0033】

ここで、プローブ1が接触する位置にパッドを配置したが、このパッドは接触抵抗測定用TEG20のパッド2であってもよく、デバイスの電気的特性評価のための素子用パッドであってもよく、また、単にパッドのみを配置しただけのダミー用パッドであってもよい。プローブ1が接触する位置にパッドを配置することにより、プローブ1はパッドに対してだけ接触するので、ウェハ上の他の部分、たとえば半導体回路を保護するためのパッシベーション用絶縁膜などに接触することによってプローブ1の精度に何らかの影響が与えられる可能性を排除することができ、好適な実施形態となる。

30

【0034】

使用するプローブ1の本数により、レイアウトの仕方(配置位置、パッド2の個数、パターンの個数等)はいろいろあるが、説明の便宜上、1個のパッド飛びごとに3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20を配置した場合の一例にて説明する。まず、図10B(a)のように、プローブ1を接触し、パッド2間の抵抗値が測定される。

$$R_{12} = R_{c1} + R_{c2} + r$$

$$R_{23} = R_{c2} + R_{c3} + r$$

$$R_{13} = R_{c1} + R_{c3} + 2r$$

40

次に、図10B(b)のように、プローブ1を左へ1個のパッド2分シフトして接触し、再び測定を行う。動かす方向・距離は、最初にプローブ1を当てた位置および、レイアウトによる。このとき、厳密には接触抵抗値 R_{c2} および R_{c3} は1回目の接触と2回目の接触との間で若干異なる値となる場合があるが、実用的には接触抵抗値 R_{c2} および R_{c3} の1回目の接触と2回目の接触との間の差がたとえば0.1程度以下であれば同一値であると仮定してもよい。ここでは、接触抵抗値 R_{c2} および R_{c3} は1回目の接触と2回目の接触との間で同一値であると仮定している。

$$R_{34} = R_{c3} + R_{c4} + r$$

50

$$R_{24} = R_{c2} + R_{c4} + 2r$$

図10B(a)(b)に示された2回の接触による測定から、

$$R_{c1} = (2R_{12} - R_{23} + R_{34} - R_{24}) / 2$$

$$R_{c2} = (R_{12} + R_{23} - R_{13}) / 2$$

$$R_{c3} = (R_{23} + R_{34} - R_{24}) / 2$$

$$R_{c4} = (2R_{34} - R_{23} + R_{12} - R_{13}) / 2$$

のように、接触抵抗値 R_{c1} 、 R_{c2} 、 R_{c3} 、 R_{c4} が計算される。 R_{c5} から R_{cn} までの接触抵抗値も同様に測定される。

【0035】

この例のような、ひとつの1個のパッドと他の1個のパッドとの間に、3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20を配置した場合は、2回の接触による測定でn本すべてのプローブ1の接触抵抗値が測定できる。使用するプローブユニットのプローブ1の本数nおよび、3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20の配置位置、配置数により、接触抵抗測定用TEG20を含んだパッドの総数、シフトして接触させる回数、シフト量、ローテーション有無などの条件が決まる。

【0036】

[実施例5]

図11を参照して、実施例4に示されたような3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20で24本のプローブ1を備えたプローブユニットの各プローブ1の接触抵抗値を測定する方法の例を示す。本実施例においては、38個のパッドを備えたTEG4の中央付近に2箇所の3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20が配置されている。

【0037】

図11(a)の上図は、パッドの配列を示す。2箇所の3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20がTEG4のパッド位置15~17と23~25に配置されている。図11(a)の下図は、TEG4に対するプローブユニット5の位置を示す。最上列は1回目の接触の時のプローブユニット5の位置を示す。以下、2回目の接触、3回目の接触...におけるプローブユニット5の位置が、2列目、3列目...に示されている。枠目の中に描かれているのは、すでに3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20に接触したプローブ1であることを示す。8回の接触で24本の全プローブ1の接触抵抗値が測定可能である。図11(b)は、3個のパッド2を直列に接続した接触抵抗測定用TEG20の位置が異なる例を示す。この場合は、9回の接触で24本の全プローブ1の接触抵抗値が測定される。

【0038】

[実施例6]

図12(a)には、幅がパッドサイズ程度の棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド7が描かれている。このような抵抗値測定用パッド7を用いても、接触抵抗値が測定可能である。配線パターンの膜厚が均一で十分薄く、かつ、n本のプローブ1はほぼ等間隔で配列され間隔の誤差が小さいと仮定すれば、ほぼ等間隔の隣接したプローブ1が接触しているノード間の抵抗値測定用パッド7の抵抗は、それぞれ $r = \text{一定}$ となり、図12(b)のパターンとほぼ等価、すなわち図7Aの接触抵抗測定用TEG20とほぼ等価とみなせ、図7Aで説明した方法と同様に測定できる。

【0039】

[実施例7]

図13は、大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド8を示す。半導体ウェハ9の広い領域が導電体の膜で覆われており、この導電体の膜が抵抗値測定用パッド8として用いられる。一例として、ウェハ1枚ベタに低抵抗の配線材料を形成したウェハを用いることにより、実施例6と同じ理由により、n本の全プローブ1の接触抵抗値を測定することが可能である。半導体ウェハ9内に収まるサイズのn本のプローブ1(n=3)を備えたプローブユニットであれば、プローブ1の接触抵抗測定が可能である。ここで、大面

10

20

30

40

50

積配線ベタパターン終端付近では、隣接した2本のプローブ1間で測定される抵抗値測定用パッド8の抵抗は、厳密には当該終端からの距離により抵抗値が変わるが、その誤差は無視しても問題ない程度である。

【0040】

[実施例8]

図14は、接触抵抗測定用TEG20付きTEG4が適用された製品チップ10のレイアウトを示す。図14のように、ウェハ内すべての製品チップ10の中に、接触抵抗測定用TEG20付きTEG4を1つ以上レイアウトしておく。既述の実施例に示された方法により、ひとつの製品チップ10に含まれる接触抵抗測定用TEG20を用いてプローブ1の接触抵抗値を測定した後、直ちに当該プローブ1を用いて当該製品チップ10内の評価に入ることにより、プローブ1の接触抵抗値による影響をあまり受けることなく評価できる。

10

【0041】

以上説明した実施例1から実施例8のいずれかの方法を用いて、ウェハ面内の複数の箇所においてプローブ1の接触抵抗値を測定することにより、ウェハ面内の位置に依存する針圧の相違等によるプローブ1の接触抵抗値の分布をモニターすることも可能である。

【0042】

[実施例9]

図15Aは、製品外周などの未使用領域を有効活用してプローブ1の接触抵抗値の測定を行うための構成を示す。図は、便宜上、ウェハの一部分の外周のみ描いているが、全周にわたり、接触抵抗測定用パターンを用意しておくことが可能である。図15Aのように、ウェハ9上の製品外周などの未使用領域に接触抵抗測定用TEG20、または棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド7を用意しておくことにより、実施例6と同じ理由により、プローブ1の接触抵抗値を測定することができる。

20

【0043】

応用例として、図15Bのように、製品外周などの未使用領域に、最上層の配線等で導電体の膜を形成し、その上を絶縁膜23でカバーし、その絶縁膜23に窓24を形成して導電体の膜を露出させ、大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド8として使用することにより、専用マスク不要で、プローブ1の接触抵抗値を測定することが出来る。この例で示したように、前述した接触抵抗測定用TEG20、棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド7、大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド8のいずれも、それらのパターンを保護するため最上層の導電体の上を絶縁膜23でカバーし、その絶縁膜23に窓24を形成することによりノードとなる領域を露出させて形成することができる。

30

【0044】

[抵抗値測定用パッドの配置]

次に、抵抗値測定用パッドを配置する位置に関する実施例を説明する。実際に半導体製品に付属したTEGを設計するとき、付属TEG用与えられた領域の範囲内で可能な限り多種類のTEGを設けようとする傾向がある。そのため、抵抗値測定用パッドのために専用の領域を確保するのは困難な場合が多い。

40

【0045】

そこで、デバイスの電気的特性評価用TEGを配置することができない領域に抵抗値測定用パッドを配置することにより、半導体製品の付属TEGの一部として抵抗値測定用パッドの配置を容易にすることが可能である。そうした領域は、例えばアライメント用パターン等の下地パターンの領域、特に、縮小投影型露光装置を用いて露光工程を実施する場合の、1回の露光工程で形成される領域(以下、露光フィールドという)の端部において、隣接する複数の露光フィールドの合成によって形成されるスクライブ線上に配置された、アライメント用パターン等の下地パターンの領域である。

【0046】

本実施の形態によれば、どのような半導体製品であっても必ず配置されているアライメ

50

ント用パターンなどの領域を利用できる。そのため、付属 T E G 用に与えられた領域の広さにかかわらず、どのような半導体製品にも、付属 T E G の一部として抵抗値測定用パッドを配置することが可能となる。

【 0 0 4 7 】

以下、こうした抵抗値測定用パッドの配置について、より詳細に説明する。以下に説明する抵抗値測定用パッドの配置は、既述の実施例 1 - 9 のそれぞれに記載の抵抗値測定用パッドに矛盾の無い範囲で適用可能である。なお、以下の実施例では抵抗値測定用パッドのうち接触抵抗測定用 T E G 2 0 を用いて説明しているが、抵抗値測定用パッドは棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド 7 や大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド 8 であってもよい。

10

【 0 0 4 8 】

[実施例 1 0]

接触抵抗測定用 T E G 2 0 は、当該接触抵抗測定用 T E G 2 0 を形成する工程以前の工程で形成された下地パターン領域との間で少なくとも一方が他方に悪影響を及ぼすことがなければ、当該下地パターン領域の上層に少なくとも一部を重ねて形成してもよい。下地パターン領域としては、アライメント基準位置計測用パターン、アライメント誤差計測用パターン等のアライメント関連のパターン領域や、寸法測定パターン、膜厚測定パターン等の工程モニタ関連のパターン領域や、デバイスの電気的特性評価用 T E G 等の T E G 関連のパターン領域が例示される。

20

【 0 0 4 9 】

図 1 6 A、図 1 6 B、図 1 6 C に一例を示す。図 1 6 C は図 1 6 B の線 a - a ' における断面図である。図 1 6 A では、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が下地パターン領域 2 5 とは高さ方向において重ならず分離した位置に形成されている場合を示している。

【 0 0 5 0 】

図 1 6 B では、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が下地パターン領域 2 5 と高さ方向において重なる位置に形成されている。このとき、図 1 6 C に示す断面図では接触抵抗測定用 T E G 2 0 の一部である導電体パターン 2 6 と下地パターン領域 2 5 の一部である下地パターン 2 7 とを表している。接触抵抗測定用 T E G 2 0 の一部である導電体パターン 2 6 の表面は下地パターン領域 2 5 の上層に重なる位置か否かにかかわらず平坦性が維持されている。この例のように、接触抵抗測定用 T E G 2 0 は、当該接触抵抗測定用 T E G 2 0 を形成する工程以前の工程で形成された下地パターン領域 2 5 との間で少なくとも一方が他方に悪影響を及ぼすことがなければ、当該下地パターン領域 2 5 の上層に少なくとも一部を重ねて形成してもよい。なお、図 1 6 C では、接触抵抗測定用 T E G 2 0 の上方に絶縁膜 2 3 が形成され、プローブ 1 が接触するノードとなる領域については絶縁膜 2 3 が除去されることにより窓 2 4 が形成されている例を示している。

30

【 0 0 5 1 】

図 1 6 B に示す下地パターン領域 2 5 としては、アライメント関連のパターン領域や、工程モニタ関連のパターン領域や、T E G 関連のパターン領域が例示される。アライメント関連のパターン領域は、アライメント基準位置計測用パターン、アライメント誤差計測用パターンなどのリソグラフィ工程で使用されるパターン領域である。工程モニタ関連のパターン領域は、寸法測定用パターン、膜厚測定用パターンなどの工程モニタ関連のパターン領域である。T E G 関連のパターン領域は、デバイスの電気的特性評価を行う目的で設けた半導体回路のパターン領域である。

40

【 0 0 5 2 】

前述したアライメント関連のパターンは一般的に複数の要素パターンの配列や組み合わせによって構成されたパターン群からなる。「パターン領域」とは、その構成されたパターン群の全体の領域のことを示している。

【 0 0 5 3 】

下地パターン領域の上層に重なる位置に接触抵抗測定用 T E G が形成されると、以下に例示したように、それらの少なくとも一方が他方に悪影響を及ぼす場合が考えられる。

50

(1) パッド上にパッシベーション膜の開口を形成するリソグラフィ工程で用いるアライメント関連のパターンの上層に重ねて当該TEGを形成したことによって、アライメント関連のパターンが計測不可能になる場合には、下地パターンの使用目的が損なわれる。
 (2) 段差の影響がある下地パターンの上層に重ねたことによって接触抵抗測定用TEGの導電体パターンの表面が平坦ではなくなり測定精度が悪化する場合には、接触抵抗測定用TEGの使用目的が損なわれる。

接触抵抗測定用TEGは、これらの悪影響を避ける位置に配置されることが望まれる。

【0054】

例えば図16B、図16Cに示すように、接触抵抗測定用TEG20を形成する工程以降では用いることのない下地パターン領域25の上層に、平面視した場合に両者が重なるように形成したときに、接触抵抗測定用TEG20の導電体パターン26の表面が平坦で測定精度に悪影響がない場合には、好適である。

10

【0055】

[実施例11]

接触抵抗測定用TEG20は、複数の回数の露光工程を用いて形成してもよい。複数の回数の露光によって、接触抵抗測定用TEG20の一部が多重露光されてもよい。多重露光によって、接触抵抗測定用TEG20の一部が変形してもよい。

【0056】

図17A、図17B、図17C、図17D、図17E、図17Fに一例を示す。

図17Aは、たとえば縮小投影型露光装置を用いて露光工程を実施する場合の、露光フィールドの下端部を描いた概略図である。線b-b'はスクライプ線領域の中心線を表している。製品領域29Aに隣接した露光フィールド下端部のスクライプ線領域30A上に、接触抵抗測定用TEG上側20Aが形成される。

20

【0057】

図17Bは、図17Aと同様に露光フィールドの上端部を描いた概略図である。線b-b'はスクライプ線領域の中心線を表している。製品領域29Bに隣接した露光フィールド上端部のスクライプ線領域30B上に、接触抵抗測定用TEG下側20Bが形成される。

【0058】

図17Cは、図17Aと図17Bで例示した部分がウェハ上で上下方向に隣接したことによって形成された接触抵抗測定用TEG20を示す。線b-b'はスクライプ線領域の中心線を表している。この接触抵抗測定用TEG20は、上側の領域の下端部に図17Aで示した接触抵抗測定用TEG上側20Aが形成され、下側の領域の上端部に図17Bで示した接触抵抗測定用TEG20Bが形成されることにより形成される。図17Aと図17Bの線b-b'は、図17Cの線b-b'に一致する。

30

【0059】

図17Cは、たとえば縮小投影型露光装置を用いて、露光フィールドのサイズで規定された一定のピッチでウェハをシフトさせながら順次露光したときの、隣接する複数の露光フィールドの境界部を示す。露光フィールド下端部のスクライプ線領域30Aと露光フィールド上端部のスクライプ線領域30Bとが合成されてスクライプ線領域30が形成される。また、接触抵抗測定用TEG上側20Aと接触抵抗測定用TEG下側20Bとが合成されて接触抵抗測定用TEG20が形成されている。このように、接触抵抗測定用TEGは、複数の回数の露光工程を用いて形成してもよい。

40

【0060】

複数の回数の露光工程により、接触抵抗測定用TEGに変形が生じる場合がある。以下、その変形について説明する。図17Dおよび図17Eは、それぞれ図17Aおよび図17Bの一部を拡大して露光フィールドの下端部および上端部を描いた詳細図である。ここで、線c-c'および線d-d'はスクライプ線領域の中心線を表している。

【0061】

図17Aおよび図17Bの概略図では露光フィールドの下端および上端は線b-b'で

50

表したスクライブ線領域の中心線と一致させて描かれている。しかし通常は、図17Dおよび図17Eの詳細図で示すように、露光フィールドの下端および上端は線c-c'および線d-d'で表したスクライブ線領域の中央よりもそれぞれ寸法Xだけはみ出している。このはみ出した領域により、上側露光フィールドの下端と下側露光フィールドの上端は幅2X分、重なり合う。

【0062】

この重なり合いは、以下の理由によって設けられる。たとえば縮小投影型露光装置を用いて、露光フィールドのサイズで規定された一定のピッチでウェハをシフトさせながら順次露光したときに、隣接する複数の露光フィールドの境界部を正確に一致させるのは一般に困難である。それは、ウェハ上に転写される露光フィールドのサイズの光学的誤差、ウェハをシフトさせるときの機械的誤差、ウェハ自体の変形による寸法誤差、などの複数の誤差の要因が存在することに起因している。そのため、誤差により隣接する複数の露光フィールドの境界部に未露光の隙間ができてしまう可能性がある。図17D、図17Eに示された幅Xのはみ出した領域は、こうした隙間ができてしまうのを防ぐ目的で設けられている。

10

【0063】

図17Fは、図17Dで示した露光フィールド下端部と図17Eで示した露光フィールド上端部とを、重ね合わせて形成したときの接触抵抗測定用TEG20を示している。線e-e'はスクライブ線領域の中心線を表している。線e-e'は、誤差により若干のずれがあるが線c-c'および線d-d'と概略一致している。

20

【0064】

露光フィールドの下端および上端において線c-c'および線d-d'で表したスクライブ線領域の中央よりもそれぞれ寸法Xだけはみ出している部分は相互に重なり合う。その結果、概略幅2Xの多重露光部が線e-e'で表したスクライブ線領域の中央上に形成されている。接触抵抗測定用TEG上側20Aと接触抵抗測定用TEG下側20Bとが合成されて形成された接触抵抗測定用TEG20においても、概略幅2Xの多重露光部が形成される。

【0065】

一般に、多重露光を受けた部分は通常の部分に比べてより多くのエネルギーがフォトリソグラーフに与えられる。そのため、フォトリソグラーフ工程の条件設定によっては、フォトリソグラーフ膜が変形する可能性がある。パターンの端部でフォトリソグラーフ膜の変形が起こると直ちにパターンの内側方向もしくは外側方向への変形につながり、フォトリソグラーフによってウェハ上のパターンを加工する段階でその変形が転写される結果に帰着する可能性がある。図17Fの変形領域31はパッドのパターンの端部が多重露光により変形した部分を示している。

30

【0066】

これに対して、図17Fでパッドとパッドとを接続する配線部分は変形していない。たとえばパッドと接続配線とが同じ配線材料で形成される場合には、パッドとパッドとを接続する配線部分は多重露光部ではあってもパターン端部ではない。そのため、フォトリソグラーフ膜の変形はフォトリソグラーフ膜が薄くなるなどの膜厚方向の変形にとどまる。フォトリソグラーフ膜の膜厚に若干の影響があったとしてもウェハ上のパターン自体が変形しないように形成することが可能である。この場合は、接続配線部分の配線材料の形状が変形しないため、配線抵抗への影響がなく、接触抵抗測定用TEG20の測定精度にも悪影響がない。

40

【0067】

本実施例11で示したように、接触抵抗測定用TEG20は、複数の回数の露光によって、TEGの一部が多重露光されて形成されてもよい。また、測定精度に悪影響がなければ、多重露光によってTEG20の一部が変形してもよい。

【0068】

[実施例12]

50

接触抵抗測定用 T E G 2 0 は、横方向のスクライプ線領域と縦方向のスクライプ線領域との両方に形成してもよい。

【 0 0 6 9 】

図 1 8 に一例を示す。1つの露光フィールド 3 2 内に 4 箇所の製品領域 2 9 が形成されている。隣接する複数の製品領域 2 9 の間にはスクライプ線領域 3 0 が形成されている。こうした露光フィールド 3 2 が一定のピッチで周期的に形成されている。

【 0 0 7 0 】

露光フィールド 3 2 の境界部分では、隣り合う露光フィールド同士によってスクライプ線領域 3 0 が合成されている。また、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が合成されている。接触抵抗測定用 T E G 2 0 は、横方向、縦方向の両方の向きのスクライプ線領域上に形成されている。

10

【 0 0 7 1 】

横方向のスクライプ線領域と縦方向のスクライプ線領域との両方に各種のデバイスの電気的特性評価用 T E G が配置されていることがある。そのような場合、たとえば複数のプローブを備えたプローブユニットを用いて横方向のスクライプ線領域上の T E G と縦方向のスクライプ線領域上の T E G の両方の測定を行うときは、ウェハステージ上のウェハの向きを 9 0 度回転する必要がある。通常はウェハを回転して置きなおすことによりウェハの向きが変えられる。仮にウェハステージの軸が傾いているような場合には、横方向の T E G を測定するときと、ウェハを回転して縦方向の T E G を測定するときとで、針圧の相違等の原因によりプローブ接触抵抗が異なる。このことに起因して誤測定を誘引する可能性がある。

20

【 0 0 7 2 】

この課題を解決するためには、ウェハの向きをどちらにした場合でもプローブ接触抵抗を確認できるように、複数の接触抵抗測定用 T E G 2 0 の少なくともひとつを横方向に延長するように配置し、少なくとも他のひとつを縦方向に延長するように配置しておくことが望まれる。

【 0 0 7 3 】

実施例 1 0 と実施例 1 1 とを組み合わせ、露光フィールド 3 2 の境界部分に配置されているアライメント関連のパターン領域の上層に重ねて接触抵抗測定用 T E G 2 0 を設けることにより、この課題が解決される。どのような半導体製品であっても必ず横方向、縦方向の両方の向きにアライメント関連のパターン領域が配置されている。それらのパターン領域を利用して、接触抵抗測定用 T E G 2 0 を横方向、縦方向の両方の向きに配置することが可能となる。また、本実施例 1 2 で示したように、接触抵抗測定用 T E G 2 0 は、横方向、縦方向の両方の向きのスクライプ線領域上に形成してもよい。

30

【 0 0 7 4 】

[先行技術]

以下、背景技術欄に掲げた先行技術文献について説明する。

特許文献 1 (図 1 参照) には、プローブの接触抵抗測定方法が記載されている。この測定方法において、電気的な試験を行う半導体デバイスに、導電性の配線にて接続された複数の電極パッドが設けられる。[解決手段] に記載されている接触抵抗測定方法では、「ウェハ 1 0 1 2 の試験時には 1 0 1 6 A をテスト 1 0 1 4 の電圧源と接続し、プローブの接触抵抗測定時にはプローブ 1 0 1 6 A を接地するリレー 1 0 3 8 を備え」、「プローブ 1 0 1 6 B、1 0 1 6 C に電流を供給して電圧を測定する。この測定値と供給した電流の電流値とからプローブ 1 0 1 6 A ~ 1 0 1 6 C の全体の接触抵抗値を求める」。

40

【 0 0 7 5 】

この特許文献 1 において、プローバとプローブユニットで構成された装置は、どのパッドにも移動可能で、ウェハ回転制御もできる。測定パッドも隣同士とはかぎらない。抵抗値の判定とクリーニング動作が含まれる。

【 0 0 7 6 】

(第 2 実施形態) [0 0 7 2] から [0 0 7 5] に記載されている実施形態では、「 [

50

0074]このように、ウェハ1012の試験時にはプローブ1016Aがオープンとなり非接続状態となるため、プローブ1016Aには電流が流れてない。これにより、プローブ1016Aは1016B、1016Cと比較して汚れが少なくなる」。1016B、1016Cの接触抵抗値と比べ、1016Aの接触抵抗値が小さいことを利用して、プローブ1016Bのみ、1016Cのみの接触抵抗を測定することができると主張している。

【0077】

この文献に記載されているのは「[解決手段](略)この測定値と供給した電流の電流値とからプローブ1016A~1016Cの全体の接触抵抗値を求める」と(第2実施形態)「[0075]このためプローブ1016Aの接触抵抗RAは、接触抵抗RB、接触抵抗RCと比較して小さいため、実質的にプローブ1016B、1016Cの接触抵抗のみを測定することが可能となり、この場合測定値を2で除算することにより、プローブ1016Bのみ、1016Cのみの接触抵抗を測定することができる」(第2実施形態を略して一部抜粋)という手法である。この従来技術では、各プローブ毎の接触抵抗値を正確に測定するには不十分である。

10

【0078】

本実施例1~12に開示された発明によれば、電流の誤差を少なく測定することを目的とした、各プローブ毎の接触抵抗値の詳細な測定が可能である。また、3本以上のプローブを備えるプローブユニットの全プローブの接触抵抗値を測定することができるという効果がある。

20

【0079】

特許文献2(図2参照)には、半導体装置の検査方法が記載されている。この検査方法は、半導体装置の内部回路の測定を行う工程において得られた測定値が異常を示す場合に、複数パッドの互いに接続された少なくとも2つのプローブ間の電流経路のインピーダンスを求める工程と、その値が所定の値より大きい場合、プローブの洗浄を行う工程を特徴とする。

【0080】

この特許文献2において、互いに接続された少なくとも2つのパッドに電流を流すことにより、電流経路の抵抗が求められ、その抵抗値の判定により、プローブの洗浄が行われる。

30

【0081】

図2に示されるように、すくなくとも2つのパッド間がショートさせられ、電流が流されることにより、経路の抵抗が測定される。検査が繰り返される時、付着するゴミ等の影響は、全プローブほぼ均一に進行する為、特定のプローブをチェックすることにより、すべてのプローブ状態が推定できる。配線等の抵抗を観察する為に用いるパターンやダミーに配置しているパッドを測定用に使用することも可能である。

【0082】

この文献の段落[0006]に「ここで、工程(b)において、少なくとも2つのパッドにそれぞれのプローブを介して電流を流して発生する電圧を測定することにより、電流経路のインピーダンスを求めるようにしても良い。あるいは、工程(b)において、少なくとも2つのパッドにそれぞれのプローブを介して電圧を印加して流れる電流を測定することにより、電流経路のインピーダンスを求めるようにしても良い。以下略」とあるが、この手法は、全プローブの接触抵抗値を測定しない手法であり、各プローブにどの程度の抵抗が付いているか判別できず、各プローブ毎の接触抵抗値を詳細に求めることができない。

40

【0083】

また、[0009]の記載によれば、「多数の半導体装置についてこのような検査を繰り返していると、例えば、アルミパッドの場合には、プローブの針先にパッドを形成するアルミ配線層の酸化皮膜が付着し、プローブとパッド間の接触抵抗が増加してくる。この接触抵抗の増加は、全てのプローブについてほぼ均一に進行する。そこで、特定のプロー

50

ブ2020および2030とパッド2001および2002との間の接触抵抗を測定することにより、全てのプローブの状態を推定することが出来る」が、この仮定に問題があり、これでは、各プローブの正確な状態を調査したことになるが、電流の誤差を少なく測定するという目的をみとすことができない。

【0084】

特許文献3(図3参照)には、集積回路装置の試験装置およびその試験方法が記載されている。この試験装置は、複数の導電性電極からなる第1パッド部と、抵抗値の異なる複数の抵抗からなる第1抵抗部と、複数の導電性電極からなる第2パッド部と、抵抗値の異なる複数の抵抗からなる第2抵抗部と、第1抵抗部の各抵抗の他端と第2抵抗部の各抵抗の他端を接続する接続部とを具備し、第1パッド部と第2パッド部とプローブとの接触状態(接触位置および押圧)を検出する。

10

【0085】

図3に示されるように、パッド内が3001a-3002a, 3001b-3002b, 3001c-3002cとエリア毎それぞれ異なる抵抗で接続され、プローブ間の抵抗により、パッド接触位置・ズレ等、接触状態が詳細に判定される。

【0086】

この文献には「[0005]本発明は、複数の導電性電極からなる第1のパッド部と(略)~[0007]上記第1のパッド部と上記第2のパッド部との間の抵抗値を測定し、この測定された抵抗値に基づいて上記第1のパッド部および第2のパッド部と上記プローブとの接触状態を検出する」と記載されている。この技術によれば、2パッド間の抵抗、接触状態、針圧などは検出できるが、電流測定の為に行う各プローブ毎の接触抵抗値を詳細に求めることが出来ない。また、抵抗の異なる導電性電極を用意するのに、レイアウトおよびプロセスにて、コストがかかる点も問題である。

20

【0087】

本実施例1~12に開示された発明によれば、電流の誤差を少なく測定することを目的とした、3本以上のプローブを備えるプローブユニットの全プローブの接触抵抗値の詳細な測定が可能である。また、レイアウト手段に工夫があり、容易に製品等に盛り込めるといった効果が得られる。

【0088】

特許文献4(図4参照)には、半導体装置が記載されている。第1~N(N3以上)のパッド、および第1~Nのプローブ針とパッドのコンタクトチェックを行うためのコンタクトチェック回路を備えた半導体装置において、コンタクトチェック回路は第2からN-1のパッドに接続され、第1~N間に直列に接続されたトランジスタを含み、第2~N-1のプローブ針各々に、第1~N-2のトランジスタ各々導通させるテスト信号が与えられるとともに、1および第Nのプローブ間の導通状態がチェックされる。

30

【0089】

図4のような、グランドパッドP0、チップ選択パッドP5、チェックパッドP6を有し、P1からP5にNMOSTr.を接続。図4のP1~P5にHレベルを与え、P0とP6の導通状態をチェックすることにより、プローブ群のコンタクト状態チェックが可能である。

40

【0090】

特許文献5(図5参照)には、半導体装置が記載されている。この半導体装置は、信号の入力、または出力に用いられる複数の外部接続用パッドを有する半導体装置であって、コンタクトチェックのための信号を入力するテストパッドと、結果を外部に出力するモニターパッドと、前記複数の外部接続用パッドに対応してアノードが接続された複数の整流素子と、テストパッドに接続された電圧にしたがって、導通状態または非導通状態が設定される電流路を有し、電流路の一端がカソードに接続され、他モニターパッドに接続されている複数のスイッチ素子を具備し、スイッチング素子が導通状態になる信号を与え、外部接続用パッド1つに所定の電位を与えた時モニターパッドに現れる電圧によって、コンタクトチェック結果が出力されることを特徴とする。また、モニター抵抗で発生する発熱

50

を赤外線検知装置に出力することを特徴とする。

【0091】

この半導体装置は、図5に示されるようにコンタクトチェック用のテストパッド5011とモニターパッド5012を備え、5010、5021、5023にTrダイオード接続、5020、5022、5024にTrスイッチが直列に接続等されている。5011および、各5016、5017、5018のパッドにパルスジェネレータで信号が与えられ、5012にオシロスコープ等接続し波形が観察され、電氣的にプローブとパッドの導通チェックが行われる。

【0092】

特許文献4には「[解決手段](略)パッドP0とP6間の導通状態をチェックする。」と記載されている。特許文献5には「[0012](略)前記テストパッドに前記複数のスイッチ素子が導通状態となる信号を与え、前記複数の外部接続用パッドの一つに所定の電位を与えた時に前記モニターパッドに現れる電圧によってコンタクトチェック結果が出力されるようにしたことを特徴としている」と記載されている。これら手法では、各プローブ接触状態の良否判定しか行えない。

10

【0093】

これに対し、本発明は、電流の誤差を少なく測定することを目的とした、各プローブ毎の接触抵抗値の詳細な測定が可能である。また、特許文献4のコンタクトチェック回路や特許文献5のスイッチ素子を必要とせず、配線パターンのみ用意しておく簡単なTEG、配線パターンでコンタクトチェック可能である。

20

【0094】

特許文献6(図6参照)には、コンタクトプラグまたはビアプラグの導通チェック不良判定について記載されている。この検査手法によれば、層間膜中に形成されたコンタクトプラグまたはビアプラグの上層配線に測定用電極パッド、下2つの解析用パッドで電氣的測定を行うことにより、導通不良の有無が判定される。図6のように解析用パッドを広範囲で配置できるよう多数接続して、広い範囲での不良を確認することができ、不良が見つかった場合は、さらに狭い範囲で電氣的測定を行うことにより、不良範囲が特定される検査手法。導通不良の箇所が段階的に限定できる。

【0095】

この文献に記載の技術は、「[課題]コンタクトプラグまたはビアプラグでの導通不良発生箇所を特定することができる半導体装置検査用TEG、半導体装置の検査方法、半導体装置の検査装置を提供する」であり、本発明と目的が異なる。

30

【0096】

本発明の効果は、電流の誤差を少なく測定することを目的とした、各プローブ毎の接触抵抗値の詳細な測定ができ、3本以上のプローブを備えるプローブユニットの全プローブの接触抵抗値を測定できることである。

【0097】

また、「[請求項4]前記一对の測定用電極パッド間で電気測定を行うことにより、当該一对の測定電極パッド間でのコンタクトプラグまたはビアプラグの導通不良の有無を判定する第1の判定工程と、(以下略)」と記載されているが、本発明は使用するn本のプローブを備えるプローブユニットの全プローブの接触抵抗値を測定できるように、ウェハやプローブの移動を考慮した、直列に接続した3個以上のパッドを備えたレイアウトで、全プローブの接触抵抗値を測定できるという効果がある。

40

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】図1は、従来技術の一例である。

【図2】図2は、従来技術の一例である。

【図3】図3は、従来技術の一例である。

【図4】図4は、従来技術の一例である。

【図5】図5は、従来技術の一例である。

50

【図 6】図 6 は、従来技術の一例である。

【図 7 A】図 7 A は、実施例 1 におけるプローブ 1 と接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【図 7 B】図 7 B は、3 本のプローブ 1 を備えたプローブユニットの場合の接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【図 8】図 8 は、ウェハを回転してプローブ 1 の接触抵抗値を測定する方法を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、パッド 2 が一直線上に配置されていない例を示す。

【図 1 0 A】図 1 0 A は、直列に接続した 3 個以上のパッド 2 を備えた接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【図 1 0 B】図 1 0 B は、直列に接続した 3 個以上のパッド 2 を備えた接触抵抗測定用 T E G 2 0 を用いて n 本のプローブ 1 を備えたプローブユニットの各プローブ 1 の接触抵抗値を測定する方法を説明するための図である。

10

【図 1 1】図 1 1 は、直列に接続した 3 個以上のパッド 2 を備えた接触抵抗測定用 T E G 2 0 を用いて 2 4 本のプローブ 1 を備えたプローブユニットの各プローブ 1 の接触抵抗値を測定する方法を説明するための図である。

【図 1 2】図 1 2 は、棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド 7 を示す。

【図 1 3】図 1 3 は、大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド 8 を用いて n 本のプローブ 1 を備えたプローブユニットの各プローブ 1 の接触抵抗値を測定する方法を説明するための図である。

【図 1 4】図 1 4 は、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が適用された製品チップ 1 0 のレイアウトを示す。

20

【図 1 5 A】図 1 5 A は、製品外周部などの未使用領域を有効活用してプローブ 1 の接触抵抗値の測定を行うための構成例を示す。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、製品外周部などの未使用領域を有効活用してプローブ 1 の接触抵抗値の測定を行うための構成例を示す。

【図 1 6 A】図 1 6 A は、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が下地パターン領域と高さ方向において重ならず分離している構成を示す。

【図 1 6 B】図 1 6 B は、接触抵抗測定用 T E G 2 0 が下地パターン領域と高さ方向において重なっている構成を示す。

【図 1 6 C】図 1 6 C は、下地パターン 2 7 と接触抵抗測定用 T E G 2 0 の断面図である。

30

【図 1 7 A】図 1 7 A は、露光フィールド下端部に形成される部分的な接触抵抗測定用 T E G 2 0 A を示す。

【図 1 7 B】図 1 7 B は、露光フィールド上端部に形成される部分的な接触抵抗測定用 T E G 2 0 B を示す。

【図 1 7 C】図 1 7 C は、隣接する露光フィールドの境界に形成された接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【図 1 7 D】図 1 7 D は、露光フィールド下端部に形成される部分的な接触抵抗測定用 T E G 2 0 A を示す。

【図 1 7 E】図 1 7 E は、露光フィールド上端部に形成される部分的な接触抵抗測定用 T E G 2 0 B を示す。

40

【図 1 7 F】図 1 7 F は、隣接する露光フィールドの境界に形成された接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【図 1 8】図 1 8 は、横方向、縦方向の両方の向きのスクライブ線領域上に形成された接触抵抗測定用 T E G 2 0 を示す。

【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

1 ... プローブ

2 ... 接触抵抗測定用 T E G のパッド

3 ... 接触抵抗測定用 T E G の配線

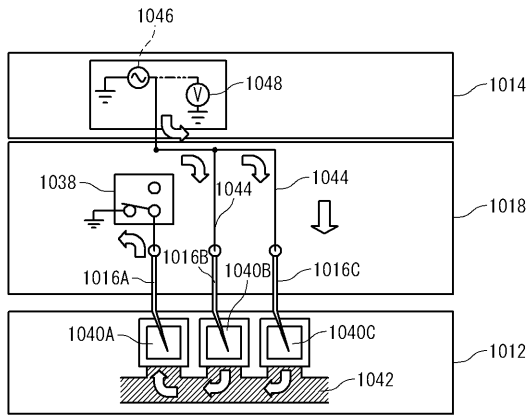
50

- 4 ... T E G
- 5 ... プローブユニット
- 7 ... 棒状の配線パターンである抵抗値測定用パッド
- 8 ... 大面積配線ベタパターンである抵抗値測定用パッド
- 9 ... 半導体ウェハ
- 1 0 ... 製品チップ
- 2 0 ... 接触抵抗測定用 T E G
- 2 0 A ... 接触抵抗測定用 T E G 上側
- 2 0 B ... 接触抵抗測定用 T E G 下側
- 2 1 ... デバイス特性評価用 T E G
- 2 3 ... 絶縁膜
- 2 4 ... 窓
- 2 5 ... 下地パターン領域
- 2 6 ... 接触抵抗測定用 T E G の一部である導電体パターン
- 2 7 ... 下地パターン
- 2 9 ... 製品領域
- 2 9 A ... 露光フィールド下端部の製品領域
- 2 9 B ... 露光フィールド上端部の製品領域
- 3 0 ... スクライブ線領域
- 3 0 A ... 露光フィールド下端部のスクライブ線領域
- 3 0 B ... 露光フィールド上端部のスクライブ線領域
- 3 1 ... 多重露光により変形した部分
- 3 2 ... 露光フィールド

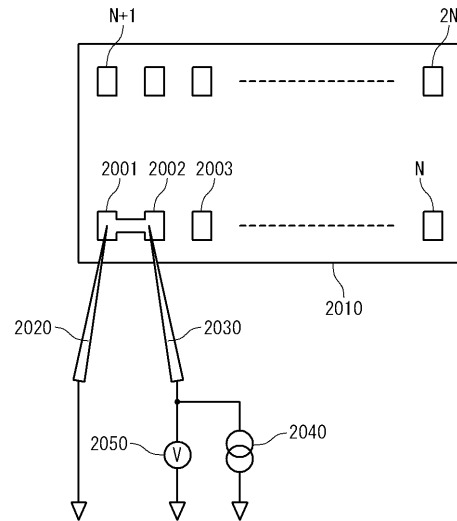
10

20

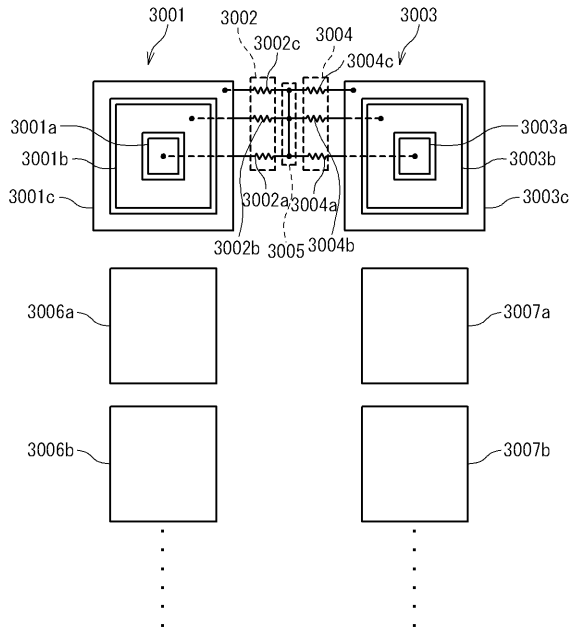
【 図 1 】



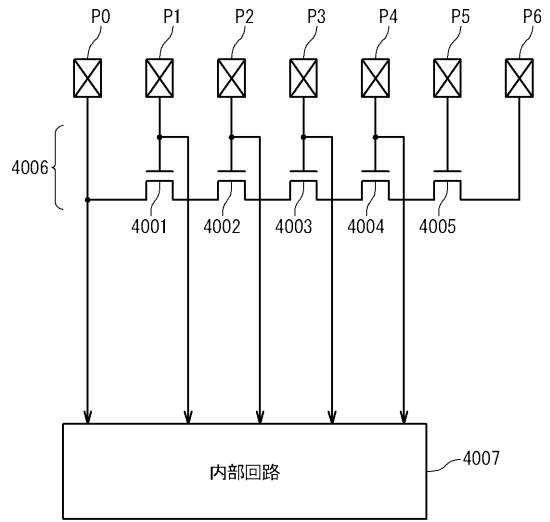
【 図 2 】



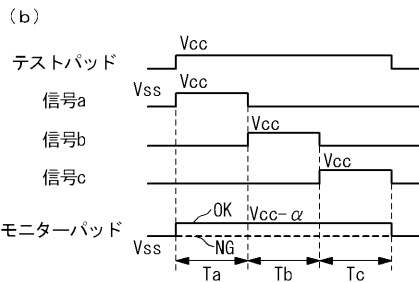
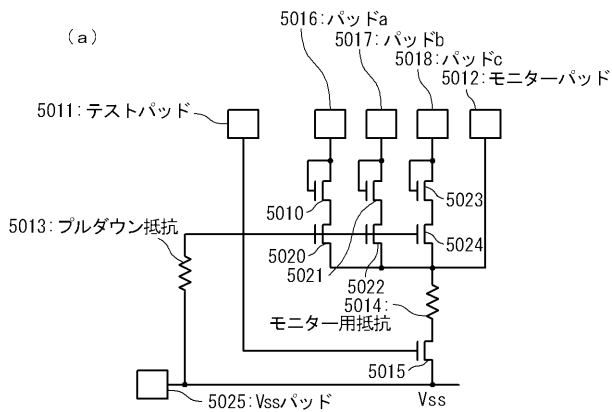
【図3】



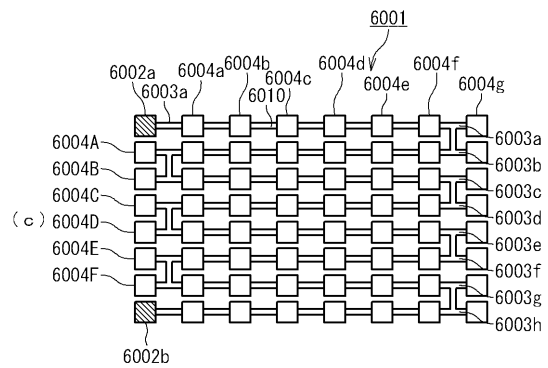
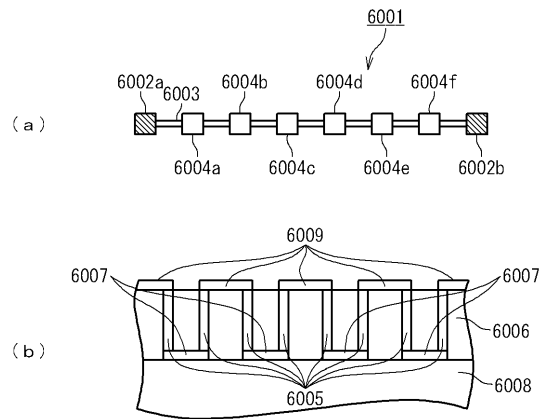
【図4】



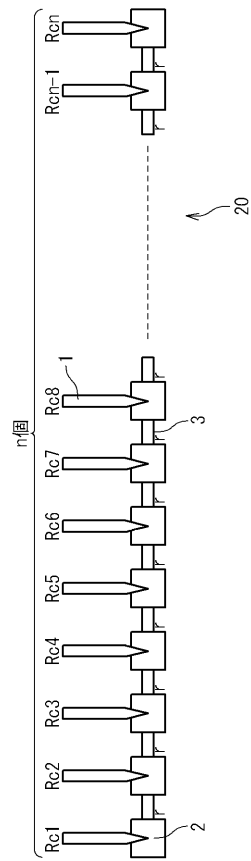
【図5】



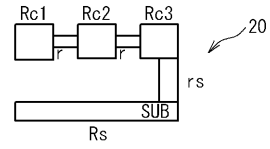
【図6】



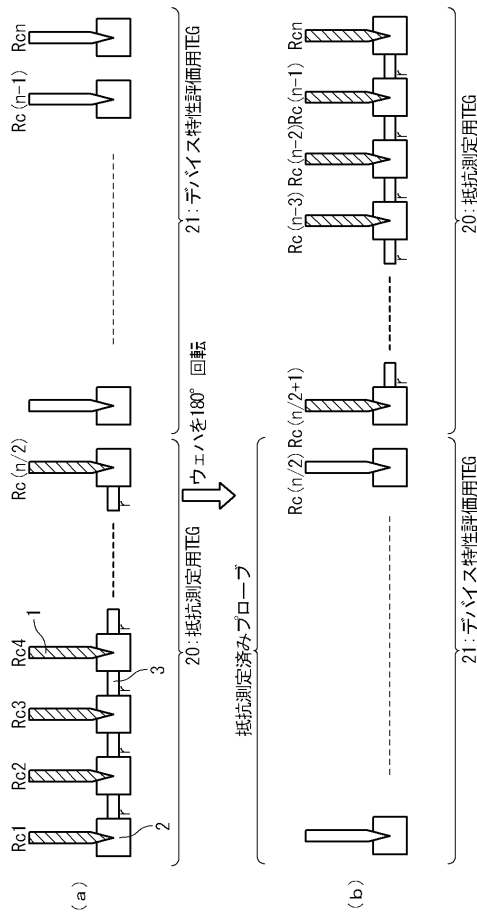
【図7A】



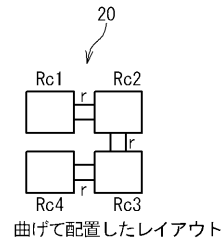
【図7B】



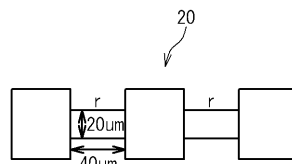
【図8】



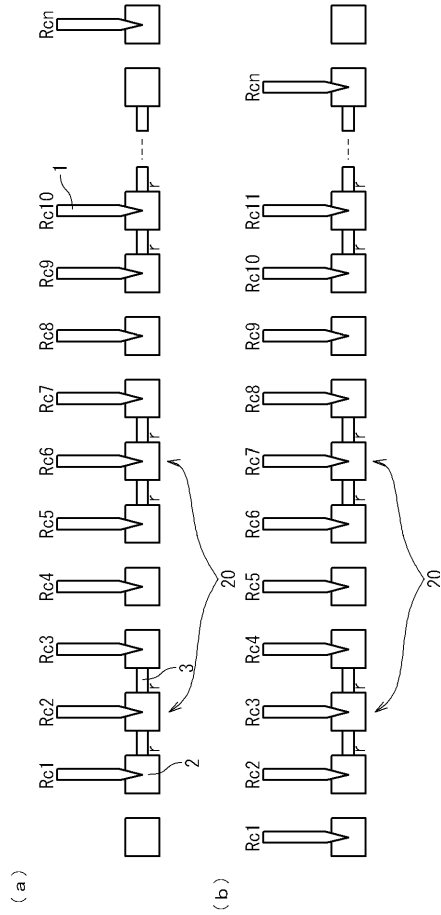
【図9】



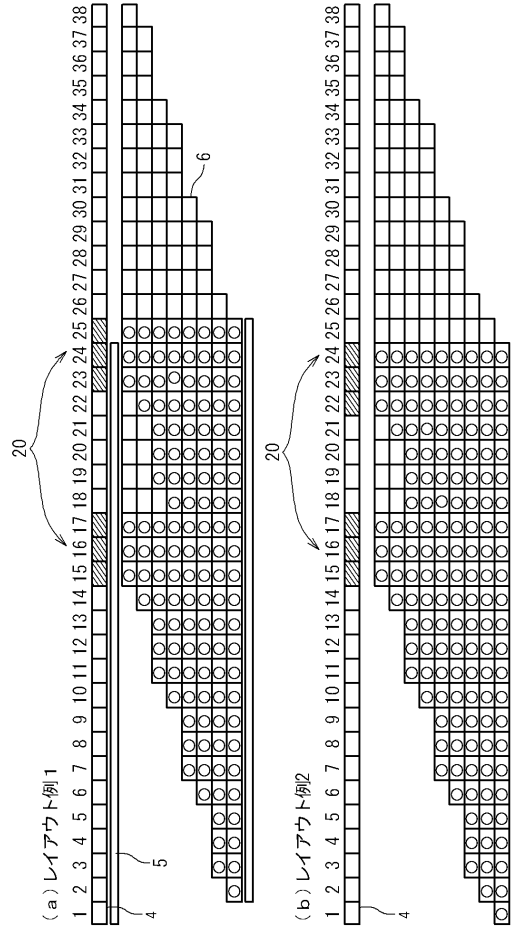
【図10A】



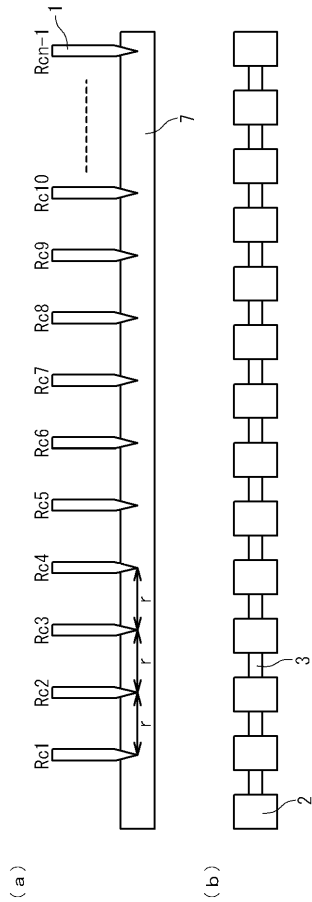
【図10B】



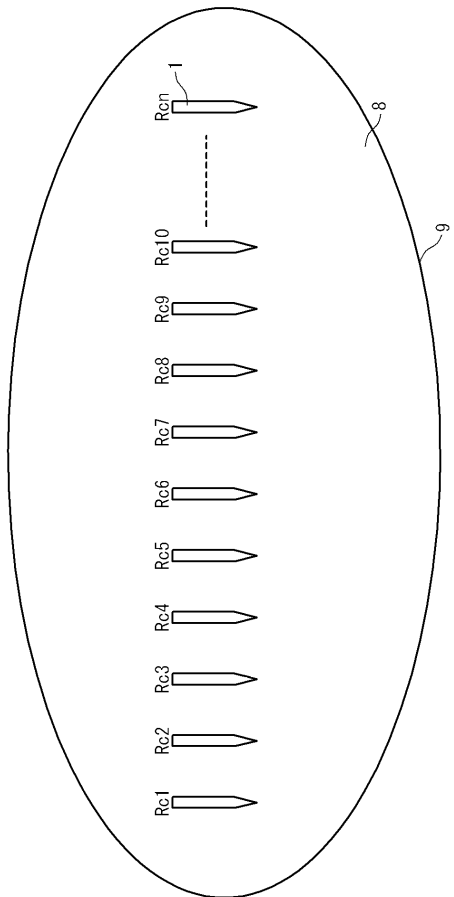
【図11】



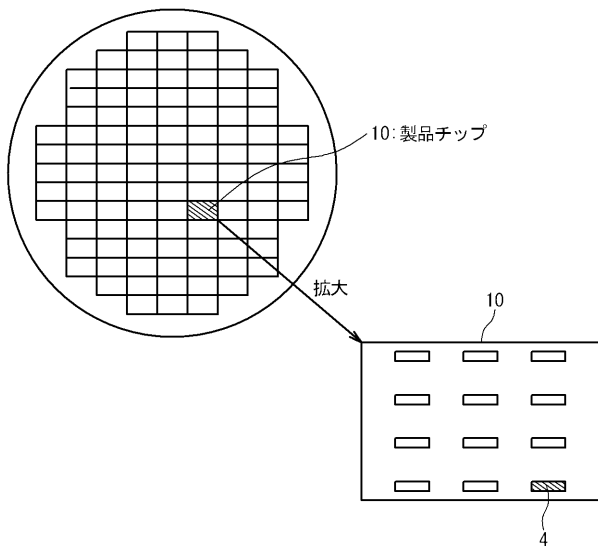
【図12】



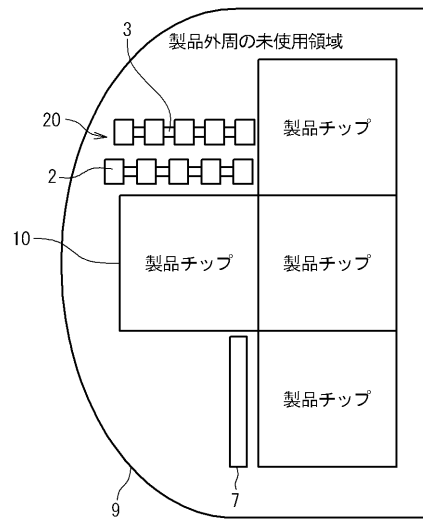
【図13】



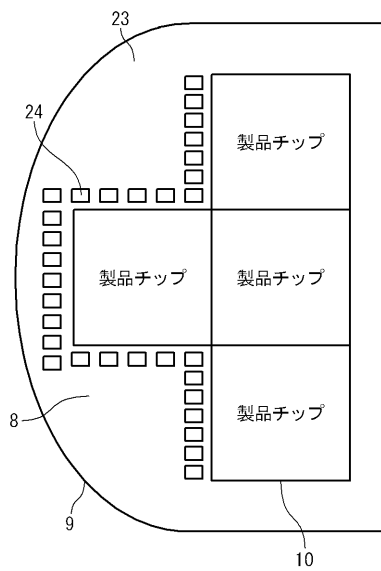
【図14】



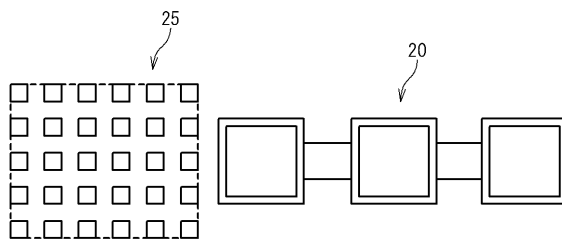
【図15A】



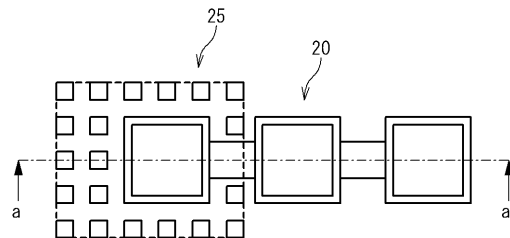
【図15B】




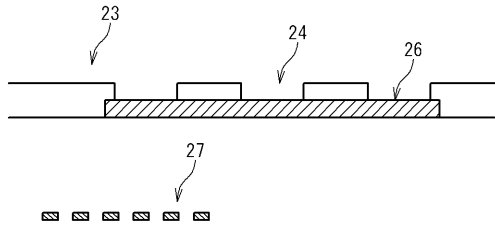
【図16A】




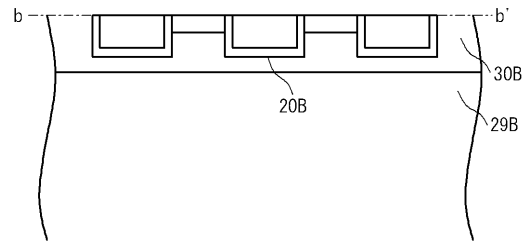
【図16B】




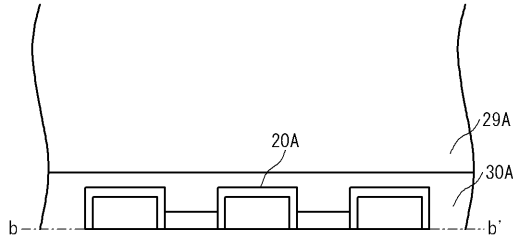
【 16 C】




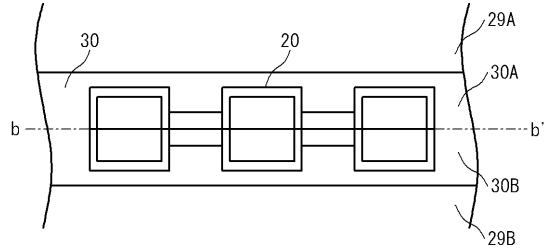
【 17 B】




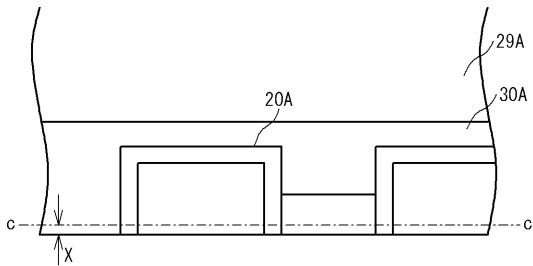
【 17 A】




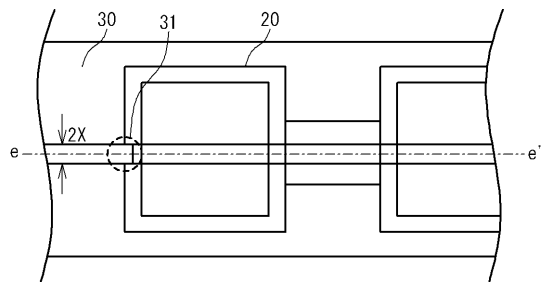
【 17 C】




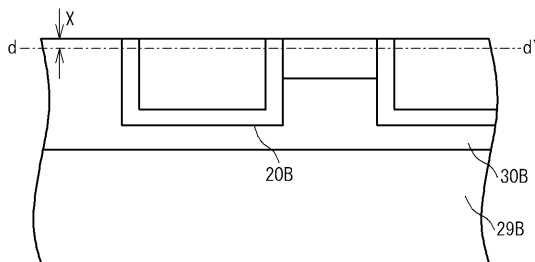
【 17 D】



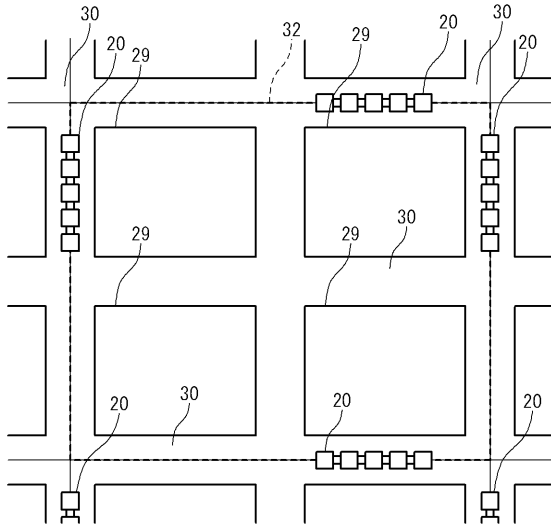
【 17 F】



【 17 E】



【図18】



フロントページの続き

審査官 板谷 一弘

- (56)参考文献 特開2006-038599(JP,A)
特開2005-049314(JP,A)
特開2003-059987(JP,A)
特開平11-352151(JP,A)
特開2007-067327(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/66