

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5380912号
(P5380912)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 L	21/66	(2006.01)	HO 1 L	21/66	P
HO 1 L	21/205	(2006.01)	HO 1 L	21/205	
GO 1 B	11/06	(2006.01)	GO 1 B	11/06	Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-151858 (P2008-151858)	(73) 特許権者	302006854 株式会社 S U M C O
(22) 出願日	平成20年6月10日 (2008. 6. 10)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(65) 公開番号	特開2009-302133 (P2009-302133A)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(43) 公開日	平成21年12月24日 (2009. 12. 24)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
審査請求日	平成23年5月24日 (2011. 5. 24)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
		(72) 発明者	大久保 知洋 東京都港区芝浦一丁目2番1号 株式会社 S U M C O 内
		審査官	堀江 義隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膜厚測定方法、エピタキシャルウェーハの製造方法、および、エピタキシャルウェーハ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

F T I R 法によってシリコンウェーハにおける 0 . 3 μ m 以下の膜厚変化を測定するための膜厚測定方法であって、

前記膜厚変化を測定する面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程と、

該補助膜の膜厚を測定する補助膜厚測定工程と、

前記膜厚変化後に前記補助膜および前記補助膜上の膜厚変化を同時に合算膜厚として測定する測定工程と、

該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から膜厚変化を算出する算出工程と、

を有することを特徴とする膜厚測定方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の膜厚測定方法において、前記測定工程で測定する膜厚変化が、エピタキシャルウェーハ製造時にウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層形成工程におけるウェーハ裏面の裏面デポによる膜厚変化とされることを特徴とする膜厚測定方法。

【請求項 3】

ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜したエピタキシャルウェーハの製造方法であって、

10

20

前記ウェーハ裏面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程と、
 該補助膜の膜厚をFTIR法によって測定する補助膜厚測定工程と、
 前記ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層成膜工程と、
 該表面エピタキシャル層成膜工程後に前記補助膜および該補助膜上の裏面デポによる膜厚変化をFTIR法によって測定する測定工程と、
 該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から前記裏面デポによる0.3 μm以下の膜厚変化を算出する算出工程と、
 を有することを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項4】

請求項3記載のエピタキシャルウェーハの製造方法において、
 前記測定工程における膜厚変化の測定がウェーハ周縁部で、周縁から直径方向1～10 mmの範囲でのみおこなわれることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

10

【請求項5】

請求項4記載のエピタキシャルウェーハの製造方法において、
 前記測定工程における膜厚変化の測定がウェーハ周方向において、中心角15°ピッチでおこなわれることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項6】

請求項3から5のいずれかに記載のエピタキシャルウェーハの製造方法により得られた裏面デポの膜厚変化によりエピタキシャルウェーハの適不適の判定をおこなう判定工程を有することを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、膜厚測定方法、エピタキシャルウェーハ製造方法、および、エピタキシャルウェーハに係り、特に、裏面デポに対応可能なエピタキシャルウェーハの製造に用いて好適な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

シリコン単結晶からなるシリコンウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜したエピタキシャルウェーハの製造における問題点の一つとして、裏面デポの生成がある。すなわち、
 エピタキシャル成長炉内において、エピタキシャル成長させるシリコンウェーハは、裏面がサセプタと称されるウェーハ支持台上で部分的に支持されている。このため、裏面と支持台との非接触部分では、エピタキシャル成長時にエピタキシャル成長炉に供給される反応ガスが裏面に回り込むことがある。

30

【0003】

このように裏面に回り込んだ反応ガスにより、シリコンウェーハの表面のみならず裏面においてもエピタキシャル成長あるいはポリシリコン成長が発生し、結果的に、ウェーハ裏面側に成膜されてしまういわゆる裏面デポが形成される(特許文献1)。

このような裏面デポの厚みは、例えば0.04 μmと非常に薄いものである。

【0004】

また、シリコンウェーハのエピタキシャル層の膜厚は、一般的に、FTIR(Fourier Transform Infrared)法によって測定される。これは、ウェーハ表面に照射した赤外線によって、ウェーハとエピタキシャル層との不純物濃度の差からエピタキシャル層の膜厚を測定するものである(特許文献2)。

40

【特許文献1】特開平10-275776号公報0010段

【特許文献2】特開2003-109991号公報0002段

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、FTIR法によってエピタキシャル膜の膜厚を測定する場合、エピタキシャル

50

膜の表面からの反射による影響が大きいいため、FTIR法によって測定できる膜厚の下限は $0.3\ \mu\text{m}$ である。したがって、FTIR法では、 $0.04\ \mu\text{m}$ と非常に薄い、エピタキシャルウエーハの裏面に生成した裏面デポの膜厚を測定することはできないという問題があった。

【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以下の目的を達成しようとするものである。

1. 裏面デポの膜厚測定を可能とすること。
2. 裏面デポによる平坦度のばらつき解消を図ること。
3. 裏面デポの影響のないエピタキシャルウエーハを判別可能とすること。
4. 裏面デポの影響のないエピタキシャルウエーハを提供可能とすること。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の膜厚測定方法は、FTIR法によってシリコンウエーハにおける $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の膜厚変化を測定するための膜厚測定方法であって、

前記膜厚変化を測定する面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程と、

該補助膜の膜厚を測定する補助膜厚測定工程と、

前記膜厚変化後に前記補助膜および前記補助膜上の膜厚変化を同時に合算膜厚として測定する測定工程と、

20

該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から膜厚変化を算出する算出工程と、

を有することにより上記課題を解決した。

本発明の膜厚測定方法は、上記の膜厚測定方法において、前記測定工程で測定する膜厚変化が、エピタキシャルウエーハ製造時にウエーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層形成工程におけるウエーハ裏面の裏面デポによる膜厚変化とされることができ。

本発明のエピタキシャルウエーハの製造方法は、ウエーハ表面にエピタキシャル層を成膜したエピタキシャルウエーハの製造方法であって、

前記ウエーハ裏面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程と、

該補助膜の膜厚をFTIR法によって測定する補助膜厚測定工程と、

前記ウエーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層成膜工程と、

該表面エピタキシャル層成膜工程後に前記補助膜および該補助膜上の裏面デポによる膜厚変化をFTIR法によって測定する測定工程と、

30

該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から前記裏面デポによる $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の膜厚変化を算出する算出工程と、

を有することが可能である。

また、本発明では、上記のエピタキシャルウエーハの製造方法において、

前記測定工程における膜厚変化の測定がウエーハ周縁部で、周縁から直径方向 $1\sim 10\ \text{mm}$ の範囲でのみおこなわれる手段を採用することもできる。

40

また、上記のエピタキシャルウエーハの製造方法において、

前記測定工程における膜厚変化の測定がウエーハ周方向において、中心角 15° ピッチでおこなわれることができる。

本発明においては、上記のいずれか記載のエピタキシャルウエーハの製造方法により得られた裏面デポの膜厚変化によりエピタキシャルウエーハの適不適の判定をおこなう判定工程を有することが望ましい。

【0008】

本発明の本発明の膜厚測定方法は、FTIR法によってシリコンウエーハにおける $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の膜厚変化を測定するための膜厚測定方法であって、

前記膜厚変化を測定する面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成

50

工程と、

該補助膜の膜厚を測定する補助膜厚測定工程と、

前記膜厚変化後に前記補助膜および前記補助膜上の膜厚変化を測定する測定工程と、

該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から膜厚変化を算出する算出工程と、

を有することにより、従来 F T I R 法では測定できなかった $0.3 \mu\text{m}$ 以下の变化した膜厚（膜厚変化）を、あらかじめエピタキシャル成長によって補助膜を被測定部分である膜厚変化の発生する膜厚変化部分の全域に形成し、この補助膜のみの膜厚を測定しておくことにより、膜厚変化の発生後にこの膜厚変化部分の膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定し、この合算膜厚から前記補助膜のみの膜厚を除いて求めることにより变化した膜厚を得ることができる。

10

【0009】

この際、シリコンウェーハと、補助膜とは、F T I R 法によって検出可能な不純物の濃度差を有することが必要である。

シリコン単結晶からなるシリコンウェーハの主表面上にエピタキシャル成長によってシリコンからなる補助膜を形成させた際には、例えば F T I R (Fourier Transform Infrared) 法等によって補助膜の厚さ（膜厚）の測定が行われる。

【0010】

図3は本発明における F T I R 法での膜厚測定を説明するための模式図である。

F T I R 法とは、図3に示すように、C Z (チョクラルスキー) 法等によって引き上げられたシリコン単結晶からスライス、ラッピング、研削、エッチング、研磨等の工程を経て得られた研磨ウェーハ（基板）P W 上にエピタキシャル成長によって形成された補助膜 A を有するウェーハの主表面に赤外光 L 1 を照射し、補助膜 A の表面 S A で反射する反射光 L 2 と、補助膜 A と基板 P W との界面（境界）S 2 で反射する反射光 L 3 とを検出器（図示略）に入射させ、それらの光路差を測定して補助膜 A の膜厚 T a を検出する方法である。

20

【0011】

この F T I R 法では、基板 P W と補助膜 A との界面 S 2 で光線を反射させる必要があるため、通常、基板 P W と補助膜 A との間には、不純物濃度の差が設定される。

具体的には、基板 P W に不純物が $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 程度以上の高濃度にドーピングされることが好ましい。また、補助膜 A の不純物濃度は、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 程度以下の低濃度とされることができる。

30

ここで、p 型ウェーハの場合、不純物は B 等とされ、N 型ウェーハの場合、不純物は P B、A s、S b 等とされる。

【0012】

さらに、具体的には、基板 P W は、p ++ タイプ、p + タイプとされることができ、補助膜 A は、p - タイプとすることができる。

ここで、p ++ タイプとは不純物濃度が $10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $10 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 以下の低抵抗のものをいい、p + タイプとは不純物濃度が $10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $10 \sim 100 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 程度のものをいい、p - タイプとは不純物濃度が $10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $0.1 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 以上のものを意味している。

40

【0013】

膜厚変化の発生後に膜厚変化部分と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定する際にも、上述した補助膜の膜厚測定と同様に F T I R 法によって測定がおこなわれる。

【0014】

図4は本発明における F T I R 法での膜厚変化部分の膜厚測定を説明するための模式図である。

膜厚変化の発生後に、膜厚変化部分の膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定する際には、上述した補助膜の膜厚測定と同様に F T I R 法によって測定がおこなわれ

50

る。

すなわち合算膜厚は、FTIR法により、図4に示すように、補助膜Aの形成された研磨ウェーハ(基板)PWにおいて、膜厚変化部分Rの発生する付近に赤外光L1を照射し、補助膜A上の膜厚変化部分Rの表面SRで反射する反射光L4と、補助膜Aと基板PWとの界面(境界)S2で反射する反射光L5とを検出器(図示略)に入射させ、それらの光路差を測定して補助膜Aの膜厚Taおよび膜厚変化部分Rの膜厚Trを合算膜厚Traとして検出する方法である。

【0015】

この後、算出工程において、膜厚変化部分Rの膜厚Trは、合算膜厚Traと補助膜Aの膜厚Taとの差として算出される。すなわち、

$$Tr = Tra - Ta \quad (1)$$

として算出される。

【0016】

本発明本発明の膜厚測定方法は、上記の膜厚測定方法において、前記測定工程で測定する膜厚変化が、エピタキシャルウェーハ製造時にウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層形成工程におけるウェーハ裏面の裏面デポによる膜厚変化とされることにより、あらかじめ、デバイス領域となるエピタキシャル層の形成されるウェーハに対して裏面デポの発生するウェーハ裏面にエピタキシャル成長によって補助膜を形成し、エピタキシャル層成膜工程以前にこの補助膜のみの膜厚を測定しておくことにより、エピタキシャル層成膜後に発生した裏面デポ膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定し、この合算膜厚から前記補助膜のみの膜厚を除いて求めることにより、従来FTIR法では測定できなかった裏面デポによる0.3μm以下の膜厚変化の値を正確に得ることが可能となる。

【0017】

ここで、補助膜の不純物濃度は、裏面デポの不純物濃度、つまり、ウェーハ表面に形成されるエピタキシャル層の設定不純物濃度と同じかほぼ等しい濃度に設定されることが好ましく、これは、裏面デポ膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定する際に、被測定物である裏面デポと補助膜との界面(境界)でFTIR法における赤外線反射が起きない範囲の不純物濃度範囲に設定されることを意味する。

また、あらかじめ形成する補助膜の膜厚は0.3~5μm程度が好ましく、より好ましくは1~3μm程度、あるいは2μmとされる。補助膜の膜厚がこの範囲以下であると、FTIR法による合算膜厚の測定が正確におこなわれない可能性があるため好ましくなく、補助膜の膜厚がこの範囲以上であると、補助膜形成工程にかかる時間が増大するとともに補助膜成膜用に必要な成膜ガス等が増大して、作業効率が悪くなるとともに必要なコストが増大するため好ましくない。

【0018】

ここで、FTIR法による膜厚の検出限界が0.3μ程度であることを説明する。

【0019】

図5、図6は本発明におけるFTIR法でのエピタキシャル層膜厚測定結果を示すグラフである。

FTIR法による光路差の測定結果は、図5に示すように、最外表面SA位置を示す部分が大きく、エピタキシャル層と基板との界面S2を示す部分が小さくなる。さらに、最外表面SA付近では、図6に示すように、0.3μの深さまで、最外表面SAからの反射によって、内部での測定結果が影響を受け、結果的に、不純物濃度差の存在する界面位置を正確に検出することができない。したがって、FTIR法による膜厚の検出限界は0.3μ程度となる。

【0020】

本発明本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜したエピタキシャルウェーハの製造方法であって、

前記ウェーハ裏面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程と、

10

20

30

40

50

該補助膜の膜厚を F T I R 法によって測定する補助膜厚測定工程と、
前記ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層成膜工程と、
該表面エピタキシャル層成膜工程後に前記補助膜および該補助膜上の裏面デポによる膜厚変化を F T I R 法によって測定する測定工程と、

該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から前記裏面デポによる $0.3 \mu\text{m}$ 以下の膜厚変化を算出する算出工程と、

を有することにより、あらかじめ、デバイス領域となるエピタキシャル層の形成されるウェーハに対して裏面デポの発生するウェーハ裏面にエピタキシャル成長によって補助膜を形成し、エピタキシャル層成膜工程以前にこの補助膜のみの膜厚を測定しておくことにより、エピタキシャル層成膜後に発生した裏面デポ膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定し、この合算膜厚から前記補助膜のみの膜厚を除いて求めることにより、従来 F T I R 法では測定できなかった裏面デポによる $0.3 \mu\text{m}$ 以下の膜厚変化の値を正確に得ることが可能となる。

【0021】

図4は本発明における F T I R 法での裏面デポの膜厚変化測定を説明するための模式図である。

エピタキシャル膜成膜後に発生した裏面デポの膜厚（膜厚変化部分）と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定する際には、上述した膜厚測定と同様に F T I R 法によって測定がおこなわれる。

すなわち合算膜厚は、F T I R 法により、図4に示すように、裏面 S 2 に補助膜 A の形成された研磨ウェーハ（基板）P W の表面 S 1 にエピタキシャル成長によって形成されたデバイス領域となるエピタキシャル層 E を有するウェーハにおいて、裏面デポの発生するウェーハ裏面 S 2 の周縁部 F に赤外光 L 1 を照射し、補助膜 A 上の裏面デポ R の表面 S R で反射する反射光 L 4 と、補助膜 A と基板 P W との界面（境界）S 2 で反射する反射光 L 5 とを検出器（図示略）に入射させ、それらの光路差を測定して補助膜 A の膜厚 T a および裏面デポ R の膜厚 T r を合算膜厚 T r a として検出する方法である。

【0022】

この後、算出工程において、裏面デポ R の膜厚 T r は、合算膜厚 T r a と補助膜 A の膜厚 T a との差として算出される。すなわち、以下の式（1）

$$T r = T r a - T a \quad (1)$$

として算出される。

【0023】

また、また、本発明では、上記のエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記測定工程における膜厚変化の測定がウェーハ周縁部で、周縁から直径方向 $1 \sim 10 \text{mm}$ の範囲でのみおこなわれることにより、裏面デポの発生する可能性のあるウェーハ周縁部のみを測定することで測定工程に要する作業時間を短縮することができるとともに、裏面デポの発生を確実に検出することが可能となる。またこの際、補助膜厚測定工程における補助膜の膜厚測定も、上記のウェーハ周縁部のみとすることが好ましく、補助膜厚測定工程に要する作業時間を短縮することができる。

【0024】

また、また、上記のエピタキシャルウェーハの製造方法において、

前記測定工程における膜厚変化の測定がウェーハ周方向において、中心角 15° ピッチでおこなわれることにより、後工程であるデバイス工程において裏面デポの影響を充分予測しうる検出精度とすることが可能になるとともに、測定工程に必要な作業時間を短縮して、エピタキシャルウェーハ製造のトータル時間を短縮しコストを削減することができる。

ここで、中心角 15° ピッチとは、図7に示すように、測定点 P を、ウェーハ周縁部においてウェーハ中心からみた角度で、 15° 毎に設定することを意味する。これにより、直径 300mm のエピタキシャルウェーハにおいて、 $20 \sim 30 \text{mm}$ 角、好ましくは 25mm 角のデバイス製造に対して各デバイスに相当する箇所において必要な裏面デポの測定

10

20

30

40

50

をおこなうことが可能となる。

【0025】

またこの際、補助膜厚測定工程における補助膜の膜厚測定も、上記の中心角ピッチのみとすることが好ましく、これにより補助膜厚測定工程に要する作業時間を短縮することができる。

【0026】

本発明本発明においては、上記のいずれか記載のエピタキシャルウェーハの製造方法により得られた裏面デポの膜厚変化によりエピタキシャルウェーハの適不適の判定をおこなう判定工程を有することにより、上記(1)式によって算出した裏面デポの膜厚 T_r が、 $0.04\mu\text{m}$ 以上であるものは不適、これ以下であれば適合、あるいは、より好ましくは、裏面デポの膜厚 T_r が、 $0.02\mu\text{m}$ 以上であるものは不適、これ以下であれば適合とすることができる。なお、エピタキシャルウェーハの適不適を判断する裏面デポの膜厚 T_r は、適応するデバイスによって異なるが、 $0.01\sim 0.2\mu\text{m}$ の間で設定することが可能である。

10

【0027】

本発明本発明、のエピタキシャルウェーハにおいては、上記のエピタキシャルウェーハの製造方法により製造されたことを特徴とすることにより、裏面デポの影響を低減したエピタキシャルウェーハを製造することが可能となる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、従来FTIR法では測定できなかった $0.3\mu\text{m}$ 以下の变化した膜厚(膜厚変化)を、あらかじめエピタキシャル成長によって補助膜を被測定部分である膜厚変化の発生するウェーハ面の全面に形成し、この補助膜のみの膜厚を測定しておくことにより、膜厚変化の発生後にこの膜厚変化部分の膜厚と補助膜の膜厚とを同時に合算膜厚として測定し、この合算膜厚から前記補助膜のみの膜厚を除いて求めることにより变化した膜厚を得ることができる、という効果を奏することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明に係る膜厚測定方法、エピタキシャルウェーハの製造方法、および、エピタキシャルウェーハの一実施形態を、図面に基づいて説明する。

30

図1は、本実施形態における膜厚測定方法、エピタキシャルウェーハの製造方法を示すフローチャートであり、図2は各工程におけるウェーハを示す模式断面図であり、図において、符号Wはウェーハである。

【0030】

本実施形態の膜厚測定方法においては、被測定部分である膜厚変化部分として、エピタキシャルウェーハ製造時に発生する裏面デポの膜厚測定をおこなうものとし、これをエピタキシャルウェーハの製造方法として説明する。

【0031】

本実施形態のエピタキシャルウェーハの製造方法は、ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜したエピタキシャルウェーハの製造方法であって、図1に示すように、前記ウェーハ裏面に所定の膜厚とされる測定用の補助膜を成膜する補助膜形成工程S01と、該補助膜の膜厚をFTIR法によって測定する補助膜厚測定工程S02と、前記ウェーハ表面にエピタキシャル層を成膜する表面エピタキシャル層成膜工程S03と、該表面エピタキシャル層成膜工程後に前記補助膜および該補助膜上の裏面デポによる膜厚変化をFTIR法によって測定する測定工程S04と、該測定工程の結果および前記補助膜厚測定工程の結果から前記裏面デポによる $0.3\mu\text{m}$ 以下の膜厚変化を算出する算出工程S05と、得られた裏面デポの膜厚変化によりエピタキシャルウェーハの適不適の判定をおこなう判定工程S06とを有する。

40

【0032】

まず、図2(a)に示すように、CZ(チョクラルスキー)法等によって引き上げられ

50

たシリコン単結晶からスライス、ラッピング、研削、エッチング、研磨等の工程を経て得られた研磨ウェーハ（基板）PWを準備する。ここで、研磨ウェーハPWは、デバイス領域となるエピタキシャル層を成膜する表面S1が少なくとも研磨されている片面研磨ウェーハであればよい。本実施形態においては、研磨ウェーハPWとして、表面S1，裏面S2ともに研磨された両面研磨ウェーハとする。

【0033】

ここで、研磨ウェーハPWとしては、たとえばp型ウェーハとして、FTIR法で界面検出可能な不純物濃度を有するものとされ、不純物としてのボロンが $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 程度以上の高濃度にドーピングされたものが好ましく、p++タイプ、または、p+タイプとすることができる。

ここで、p++タイプとはボロン濃度が $10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $10 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 以下の低抵抗のものをいい、p+タイプとはボロン濃度が $10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $10 \sim 100 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 程度のものを意味している。

【0034】

補助膜形成工程S01においては、図2(b)に示すように、研磨ウェーハPWの裏面S2に測定用の補助膜Aをエピタキシャル成長により成膜する。

この補助膜Aは、後述するエピタキシャル層Eと同型の不純物を含むとともに、ほぼ同じ不純物濃度に設定され、あるいは、研磨ウェーハPWと同型で異なる濃度の不純物を含むものとされる。この補助膜Aの不純物濃度は、FTIR法で界面検出可能な不純物濃度を有するもの、例えば $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 程度以下の低濃度にドーピングされたp-タイプとすることができる。ここで、p-タイプとはボロン濃度が $10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 程度で、抵抗値が $0.1 (\text{m} \cdot \text{cm})$ 以上のものを意味している。

【0035】

また、補助膜形成工程S01においてあらかじめ形成する補助膜Aの膜厚Taは $0.3 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度が好ましく、より好ましくは $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度とされ、具体的には、 $2 \mu\text{m}$ 程度とされる。補助膜Aの膜厚がこの範囲以下であると、後述するFTIR法による合算膜厚Traの測定が正確におこなわれない可能性があるため好ましくなく、補助膜Aの膜厚がこの範囲以上であると、補助膜形成工程S01に要する時間が増大するとともに補助膜成膜用に必要な成膜ガス等が増大して、作業効率が悪くなるとともに必要なコストが増大するため好ましくない。

補助膜Aの成膜においては、バッチ式の枚葉エピ炉を使用し、加熱温度 1130 、原料ガスとしてトリクロロシラン、ドーパントガスとしてジボラン(B_2H_6)を、キャリアガスとしての水素とともに枚葉エピ炉内に載置した研磨ウェーハPW裏面S2上に所定の時間流通させる。

【0036】

次いで、補助膜厚測定工程S02において、図2(c)および図3に示すように、補助膜形成工程S01で成膜した補助膜Aの膜厚を測定する。

【0037】

図3は本実施形態におけるFTIR法での補助膜厚測定工程S02を説明するための模式図である。

補助膜厚測定工程S02においては、図2(c)および図3に示すように、補助膜Aを有する研磨ウェーハPWの裏面S2側に赤外光L1を照射し、補助膜Aの表面SAで反射する反射光L2と、補助膜Aと基板PWとの界面(境界)S2で反射する反射光L3とを検出器(図示略)に入射させ、それらの光路差を測定して補助膜Aの膜厚Taを検出する。この際の補助膜Aの膜厚測定は、後述するようにウェーハWの周縁部Fのみでおこなわれるが、他の検査等と同時にこない、ウェーハW全面あるいは、周縁部Fを含む大部分でおこなってもよい。

【0038】

検出器から出力された膜厚Taのデータは、図示しない制御手段によって、たとえば、

ウェーハWにレーザーマーク等で形成されるかあるいは、ウェーハ加工フロー制御装置内で管理されているものでウェーハWを特定する整理番号等とともに、図示しない記憶手段に格納される。

【0039】

次いで、表面エピタキシャル層成膜工程S03において、図2(d)に示すように、研磨ウェーハPWを反転させ、その表面S1にデバイス領域となるエピタキシャル層Eを成膜する。

【0040】

このエピタキシャル層Eは、たとえば、研磨ウェーハPWと同型の不純物を含むものとされるが、製品としてのエピタキシャルウェーハの仕様に即して形成される。したがって、このエピタキシャル層Eの不純物濃度に対して、前述の補助膜Aの不純物濃度がほぼ同じになるように設定されている。

本実施形態においては、エピタキシャル層Eの不純物濃度は、例えば 1×10^{15} atoms/cm³程度以下の低濃度にドーピングされたp-タイプとすることができる。ここで、p-タイプとはボロン濃度が 10^{15} atoms/cm³程度で、抵抗値が0.1(Ω・cm)以上のものを意味している。

【0041】

また、表面エピタキシャル層成膜工程S03において形成するエピタキシャル層Eの膜厚はたとえば2~10μm程度とされ、この膜厚となるように、バッチ式の枚葉エピ炉内で、加熱温度1130℃、原料ガスとしてトリクロロシラン、ドーパントガスとしてジボラン(B₂H₆)を、キャリアガスとしての水素とともに研磨ウェーハPW表面S1上に所定の時間流通させる。

【0042】

表面エピタキシャル層成膜工程S03においては、研磨ウェーハPW裏面S2側にも、エピタキシャル層E成膜中に原料ガスが裏面への回り込むことなどにより、補助膜A上に裏面デポRが形成されることがある。

【0043】

次いで、測定工程S04において、図2(e)および図4に示すように、表面エピタキシャル層成膜工程S03において形成された裏面デポRと補助膜Aの膜厚を合算膜厚T_{ra}としてFTIR法によって測定する。

【0044】

図4は、本実施形態におけるFTIR法での測定工程S04を説明するための模式図である。

測定工程S04においては、表面S1にエピタキシャル層Eの形成されたエピタキシャルウェーハ(ウェーハ)Wを反転させて裏面S2を上側にして測定可能な状態とした後、FTIR法により、図2(e)および図4に示すように、ウェーハWにおいて、裏面デポRの発生するウェーハ周縁部Fに赤外光L1を照射し、補助膜A上の裏面デポRの表面SRで反射する反射光L4と、補助膜Aと基板PWとの界面(境界)S2で反射する反射光L5とを検出器(図示略)に入射させ、それらの光路差を測定して補助膜Aの膜厚T_aおよび裏面デポRの膜厚T_rを合算膜厚T_{ra}として検出する方法である。

【0045】

ここで、補助膜Aとエピタキシャル層Eとの不純物濃度の設定がほぼ同じとされているので、補助膜Aと裏面デポRとの不純物濃度も差のない状態、いわゆるFTIR法で「見えない」状態となっており、この補助膜Aと裏面デポRとの界面では検出用の赤外線が反射しない。したがって、補助膜Aと裏面デポRとの合算膜厚T_{ra}を測定することが可能となる。

【0046】

検出器から出力された合算膜厚T_{ra}のデータは、図示しない制御手段によって、たとえば、ウェーハWにレーザーマーク等で形成されるかあるいは、ウェーハ加工フロー制御装置内で管理されているものでウェーハWを特定する整理番号等とともに、図示しない記

10

20

30

40

50

憶手段に格納される。

【 0 0 4 7 】

測定工程 S 0 4 における測定は、図 4 および図 7 に示すように、裏面デポ R の発生する可能性のあるウェーハ W 周縁部 F とされる。周縁部 F は、図 7 に破線の外側で示すように、周縁から直径方向 1 ~ 1 0 mm の範囲のみとされる。

【 0 0 4 8 】

また、この周縁部 F 内での測定は、ウェーハ全周にわたるその周方向において、複数の測定点 P ごとにおこなわれる。なお、測定点 P は、図 7 において右下 4 分円の部分のみを示していない。

測定点 P は、ウェーハ周縁部 F において、図 7 に示すように、ウェーハ中心 C に対する中心角が 1 5 ° となるように中心角 1 5 ° ピッチとして設定される。これにより、直径 3 0 0 mm のエピタキシャルウェーハにおいて、2 0 ~ 3 0 mm 角、好ましくは 2 5 mm 角のデバイス製造用エピタキシャルウェーハ W に対して各デバイスに相当する箇所において必要な裏面デポ R の測定をおこなうことが可能となるとともに、測定作業の繁雑さを低減し、測定にかかる作業時間を短縮することが可能となる。

10

【 0 0 4 9 】

この後、算出工程 S 0 5 において、制御手段により記憶手段から補助膜 A の膜厚 T a と合算膜厚 T r a を読み出し、裏面デポ R の膜厚 T r として、合算膜厚 T r a と補助膜 A の膜厚 T a との差を算出する。すなわち、以下の式 (1)

$$T r = T r a - T a \quad (1)$$

20

として算出される。

【 0 0 5 0 】

判定工程 S 0 6 においては、算出工程 S 0 5 で得られた裏面デポ R の膜厚 T r すなわち膜厚変化によりエピタキシャルウェーハ W の適不適の判定をおこなう。

ここで、判定基準としての膜厚 T r の値は、0 . 0 1 ~ 0 . 2 μ m の間で設定することができるが、これは、製品としてのエピタキシャルウェーハの仕様に即して決定される。たとえば、判定基準として、裏面デポ R の膜厚 T r が、0 . 0 5 5 μ m 以上であるものは不適、これ以下であれば適合、あるいは、より好ましくは、裏面デポの膜厚 T r が、0 . 0 2 μ m 以上であるものは不適、これ以下であれば適合とすることができる。

【 0 0 5 1 】

30

この判定工程 S 0 6 においては、製造されたエピタキシャルウェーハ W の判定をおこない、不適と判断されたものは、製造ラインから排除される。

これにより、裏面デポの影響を低減したエピタキシャルウェーハ W を製造することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

< 実施例 >

以下本発明に係る実施例について説明する。

【 0 0 5 3 】

本実施例においては、不純物（具体的にはボロン）濃度： 1×10^{17} atoms / cm³ の、p + タイプまたは p + + タイプの両面研磨シリコンウェーハ（研磨ウェーハ）PW を準備し、以下の工程で、裏面デポの膜厚を測定した。

40

【 0 0 5 4 】

(1) 研磨ウェーハ PW の裏面 S 2 に、不純物（具体的にはボロン）濃度： 1×10^{15} atoms / cm³ で目標膜厚 2 μ m の補助膜 A をエピタキシャル成長させる。

(2) 上記補助膜 A の膜厚 T a を F T I R 法によって測定した結果、膜厚は 2 . 0 1 μ m であった。

(3) 補助膜 A を成長させた裏面 S 2 と反対の表面 S 1 が成長面となるように、研磨ウェーハ PW を反転させる。

(4) 反転させた研磨ウェーハ PW の表面に、不純物（具体的にはボロン）濃度： 1×10^{15} atoms / cm³ で目標膜厚 2 μ m のエピタキシャル層 E を成長させる。

50

(5) 再度、裏面S2に成長させた補助膜Aと裏面デポRとの合算膜厚 T_{ra} をFTIR法によって測定した結果、合算膜厚 T_{ra} は $2.04\ \mu\text{m}$ であった。

(6) 上記式(1)から、裏面デポRの膜厚 T_r は、 $T_{ra} - T_a = 0.03\ \mu\text{m}$ となる。

【0055】

上記の結果から、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の裏面デポRの膜厚を正確に測定することができることがわかる。また、この裏面デポRによるウェーハの厚み変化により、エピタキシャルウェーハWの合否を判断することが可能となる。

【0056】

これに対して、図5、図6に示すように、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下の膜厚は検出信号が乱れて正確に測定できないことがわかる。

10

【0057】

ここで、図5は、膜厚別interferogramを示すものであり、縦軸は反射強度、横軸は任意値を示す

また、図6は、 $5.32\ \mu\text{m}$ のinterferogramを示すものであり、縦軸は反射強度、横軸は膜厚を示す。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】図1は、本発明に係る膜厚測定方法、エピタキシャルウェーハの製造方法の一実施形態を示すフローチャートである。

20

【図2】図2は、図1の各工程におけるウェーハを示す模式断面図である。

【図3】図3は、図1における補助膜厚測定工程S02を説明するための模式図である。

【図4】図4は、図1における測定工程S04を説明するための模式図である。

【図5】図5は、本発明におけるFTIR法での膜厚測定結果を示すグラフである。

【図6】図6は、本発明におけるFTIR法での膜厚測定結果を示すグラフである。

【図7】図7は、本発明にかかる一実施形態における測定工程S04の測定点Pを説明するための模式図である。

【符号の説明】

【0059】

W...エピタキシャルウェーハ

30

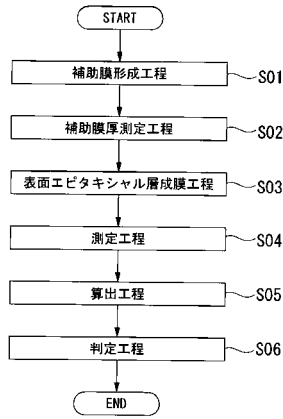
PW...研磨ウェーハ

A...補助膜

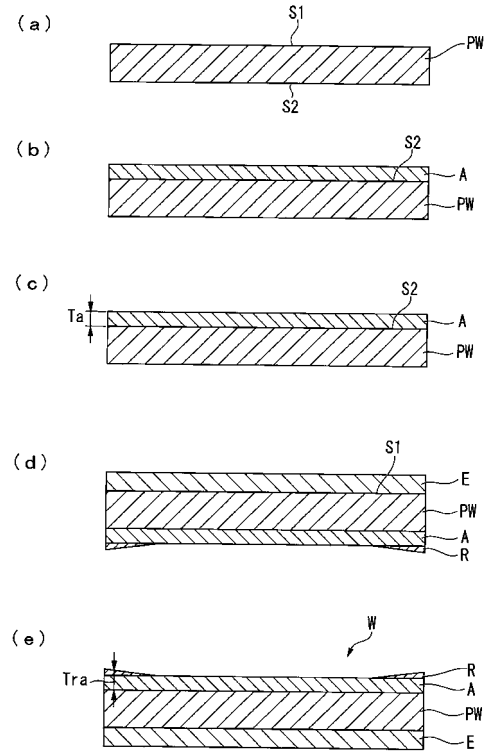
E...エピタキシャル層

R...裏面デポ(膜厚変化部分)

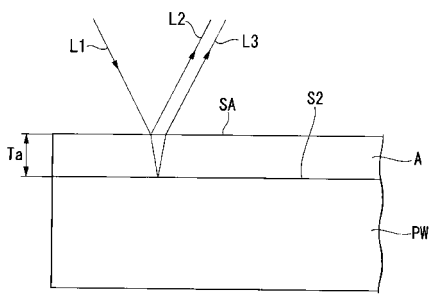
【 図 1 】



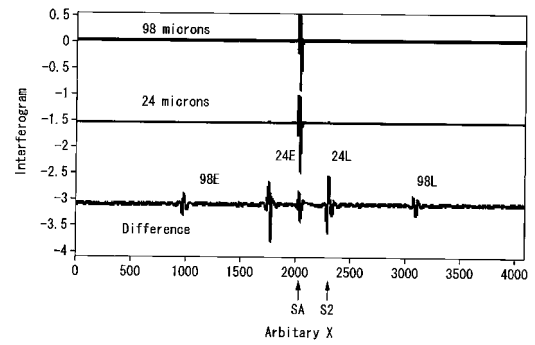
【 図 2 】



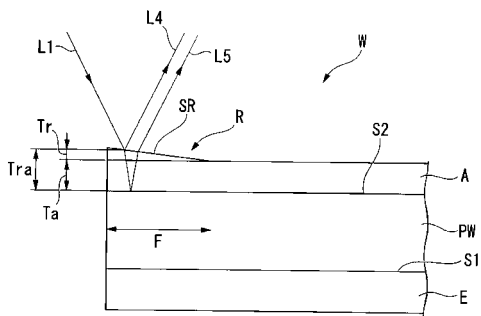
【 図 3 】



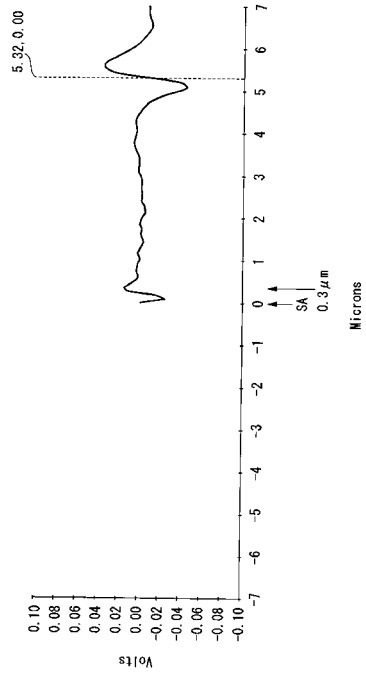
【 図 5 】



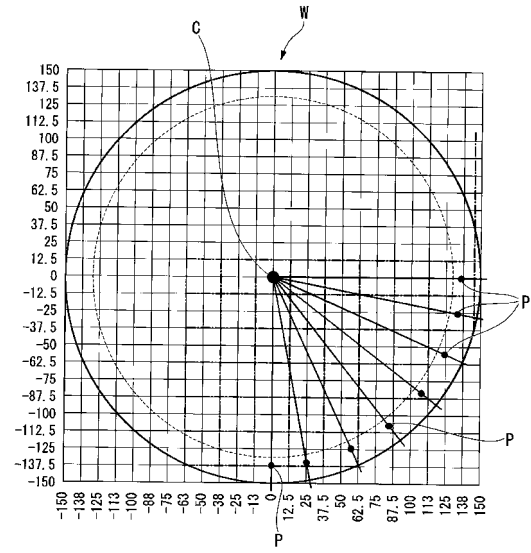
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-159976(JP,A)
特開平08-088261(JP,A)
特開昭54-032970(JP,A)
特開2003-254741(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66
H01L 21/205
G01B 11/06