

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3733424号

(P3733424)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006.1.11)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005.10.28)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 21/28 (2006.01) HO 1 L 21/28 3 O 1 S  
 HO 1 L 21/3205 (2006.01) HO 1 L 21/88 Q  
 HO 1 L 23/52 (2006.01)

請求項の数 13 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-198369 (P2002-198369)	(73) 特許権者	504139662
(22) 出願日	平成14年7月8日(2002.7.8)		国立大学法人名古屋大学
(65) 公開番号	特開2004-40013 (P2004-40013A)		愛知県名古屋市千種区不老町1番
(43) 公開日	平成16年2月5日(2004.2.5)	(74) 代理人	100072051
審査請求日	平成14年7月8日(2002.7.8)		弁理士 杉村 興作
特許法第30条第1項適用 2002年3月27日~30日 社団法人応用物理学会主催の「2002年(平成14年)春季第49回応用物理学関係連合講演会」において文書をもって発表		(74) 代理人	100100125
			弁理士 高見 和明
		(74) 代理人	100101096
			弁理士 徳永 博
		(74) 代理人	100107227
			弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100114292
	弁理士 来間 清志		
(74) 代理人	100124280		
	弁理士 大山 健次郎		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ニッケルシリコン系薄膜、ニッケルシリコン系多層膜構造及びニッケルシリコン系薄膜の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ニッケル、シリコン及び炭素を含み、この炭素の含有割合が0.01原子%~10原子%であって、ゲルマニウムを含まないことを特徴とする、ニッケルシリコン系薄膜。

【請求項2】

n型不純物又はp型不純物を含むことを特徴とする、請求項1に記載のニッケルシリコン系薄膜。

【請求項3】

シリコン基板と、このシリコン基板上においてニッケル、シリコン及び炭素を含み、この炭素の含有割合が0.01原子%~10原子%であって、ゲルマニウムを含まないニッケルシリコン系薄膜とを具えることを特徴とする、ニッケルシリコン系多層膜構造。

【請求項4】

前記シリコン基板及び前記ニッケルシリコン系薄膜の少なくとも一方にn型不純物又はp型不純物を含有させたことを特徴とする、請求項3に記載のニッケルシリコン系多層膜構造。

【請求項5】

シリコン基板上に、炭素含有下地膜及びニッケル含有薄膜を順次に形成して、前記シリコン基板、前記炭素含有下地膜及び前記ニッケル含有薄膜からなる多層膜構造を形成する工程と、

前記多層膜構造を所定の温度に加熱することにより、前記多層膜構造の上層部において

、ニッケル、シリコン、及び炭素を含み、この炭素の含有割合が0.01原子%～10原子%であって、ゲルマニウムを含まないニッケルシリコン系薄膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする、ニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

【請求項6】

前記炭素含有下地膜はシリコンを含むことを特徴とする、請求項5に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

【請求項7】

前記炭素含有下地膜は炭素薄膜であることを特徴とする、請求項5に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

【請求項8】

前記下地膜の厚さが10nm～1000nmであり、前記ニッケル含有薄膜の厚さが1nm～100nmであることを特徴とする、請求項5又は6に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

10

【請求項9】

前記下地膜の厚さが0.1nm～2nmであり、前記ニッケル含有薄膜の厚さが1nm～100nmであることを特徴とする、請求項7に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

【請求項10】

前記多層膜構造は300以上の温度で加熱することを特徴とする、請求項5～9のいずれか一に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

20

【請求項11】

前記シリコン基板、前記下地膜及び前記ニッケル含有薄膜の少なくとも一つにおいて、n型不純物又はp型不純物を含有させることを特徴とする、請求項5～10のいずれか一に記載のニッケルシリコン系薄膜の作製方法。

【請求項12】

請求項1又は2に記載のニッケルシリコン系薄膜からなることを特徴とする、素子電極。

【請求項13】

請求項12に記載の素子電極を含むことを特徴とする、電子素子。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ニッケルシリコン系薄膜の作製方法に関し、特に電子素子における素子電極として好適に用いることのできるニッケルシリコン系薄膜の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ニッケルシリコン系薄膜は、低抵抗かつ平坦な表面を有することから、電子素子における素子電極として注目されている。前記ニッケルシリコン系薄膜を素子電極などとして用いる場合、従来はシリコン基板上にニッケル薄膜を蒸着、スパッタリング、及びCVDなどの成膜手法を用いて形成した後、前記ニッケル薄膜を含めた前記シリコン基板の全体を所定温度に加熱して熱処理を行い、前記シリコン基板のシリコン元素と前記ニッケル薄膜のニッケル元素との化学的な反応を通じて、前記ニッケルシリコン系薄膜を作製していた。

40

【0003】

しかしながら、前記ニッケルシリコン系薄膜を高温の条件下、例えば750以上の温度条件下で使用した場合、前記ニッケルシリコン系薄膜を構成する結晶粒が凝集してしまい、平坦性が劣化するとともに抵抗値が増大して、素子電極として使用することができない場合があった。したがって、前記ニッケルシリコン系薄膜の使用条件が限定されてしまい、広範な環境下で使用することができないという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

50

本発明は、高温下での使用においてもその物理特性を劣化させることのない、新規なニッケルシリコン系薄膜及びその作製方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく、本発明は、ニッケル、シリコン及び炭素を含み、この炭素の含有割合が0.01原子%～10原子%であって、ゲルマニウムを含まないことを特徴とする、ニッケルシリコン系薄膜に関する。

【0006】

本発明者らは上記目的を達成すべく鋭意検討を実施した。その結果、従来のニッケルシリコン系薄膜に対して所定量の炭素を含有させることにより、前記ニッケルシリコン系薄膜の熱的安定性が向上し、高温下で使用した場合においても結晶粒が凝集しないことを見出した。その結果、ニッケルシリコン系薄膜を高温下で使用した場合においても、平坦性の劣化を抑制し、抵抗値の増大を抑制できることを見出した。したがって、本発明のニッケルシリコン系薄膜は、広範な環境下において使用することができる。

【0007】

また、本発明は、シリコン基板上に、炭素含有下地膜及びニッケル含有薄膜を順次に形成して、前記シリコン基板、前記炭素含有下地膜及び前記ニッケル含有薄膜からなる多層膜構造を形成する工程と、

前記多層膜構造を所定の温度に加熱することにより、前記多層膜構造の上層部において、ニッケル、シリコン、及び炭素を含み、この炭素の含有割合が0.01原子%～10原子%であって、ゲルマニウムを含まないニッケルシリコン系薄膜を形成する工程と、を含むことを特徴とする、ニッケルシリコン系薄膜の作製方法に関する。

【0008】

本発明の作製方法によれば、従来のシリコン基板及びニッケル含有薄膜に加えて、これらの間に炭素含有下地膜を形成して多層膜構造を形成し、これを所定温度で加熱処理することのみで目的とする炭素含有のニッケルシリコン系薄膜を作製することができる。したがって、本発明のニッケルシリコン系薄膜を極めて簡易に作製することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。

図1及び図2は、本発明の作製方法を説明するための図である。最初に、図1に示すように、シリコン基板1上に、蒸着法、スパッタリング法、及びCVD法などの公知の成膜手法を用いて、炭素含有下地膜2及びニッケル含有薄膜3を順次に形成して多層膜構造5を作製する。次いで、この多層膜構造5に対して熱処理を施し、シリコン基板1中のシリコン元素と、下地膜2中の炭素元素と、ニッケル含有薄膜3中のニッケル元素とを相互に拡散させるとともに化学的に反応させ、図2に示すように、ニッケル、シリコン、及び炭素を含むニッケルシリコン系薄膜6を得る。

【0010】

なお、下地膜2は炭素薄膜から構成することができる。この場合、ニッケルシリコン系薄膜6中の炭素含有量は、前記炭素薄膜の厚さを適宜に調節することによって制御する。具体的には、下地膜2の厚さを0.1nm～2nm、さらには0.1nm～0.5nmに設定する。そして、ニッケル含有薄膜3の厚さを1nm～100nm、さらには5nm～30nmに設定する。

【0011】

さらに、下地膜2は炭素以外の元素を含むこともできる。炭素以外の元素としてはニッケルシリコン系薄膜6中に余分な不純物の混入を防止すべく、シリコンが好ましい。この場合、炭素含有下地膜2は、シリコン及び炭素含有薄膜として構成される。このようなシリコン及び炭素含有薄膜中における炭素含有量は、0.01原子%～10原子%に設定し、好ましくは0.1原子%～5原子%に設定する。これによって、目的とするニッケルシリコン系薄膜6中の炭素含有量を0.01原子%～10原子%、さらには0.1原子%～

10

20

30

40

50

5原子%とすることができ、その熱的安定性をさらに向上させることができる。したがって、高温下での使用においても、平坦性を維持することができ、抵抗値の増大を抑制することができる。

【0012】

また、上記熱処理は300以上、好ましくは350～750で行うことが好ましい。これによって、上述した拡散及び化学的反応をより短時間で効率良く行うことができる。なお、上記750を超えた温度で熱処理を行うと結晶粒が増大してしまう場合が生じ、本発明の目的を十分に達成することができない場合がある。

【0013】

さらに、下地膜2の厚さは、得ようとするニッケルシリコン系薄膜6の厚さに依存して決定されるが、10nm～1000nmであることが好ましく、さらには10nm～100nmであることが好ましい。同様に、ニッケル含有薄膜3の厚さも、得ようとするニッケルシリコン系薄膜6の厚さに依存して決定されるが、1nm～100nmであることが好ましく、さらには5nm～30nmであることが好ましい。これによって、例えば上述した温度範囲で熱処理を実施した際において、シリコン元素などの相互拡散及び化学的反応などを十分に行うことができ、十分な厚さのニッケルシリコン系薄膜6を比較的短時間で効率良く作製することができる。

【0014】

なお、必要に応じて、シリコン基板1、及びニッケル薄膜3中に、ボロン、ガリウムなどp型不純物、又は砒素、アンチモン、燐などのn型不純物を含有させることもできる。これによって、最終的に得たニッケルシリコン系薄膜6をp型素子電極又はn型素子電極などとして用いることができる。なお、炭素含有薄膜2にも上述したp型不純物又はn型不純物を含有させることもできる。

【0015】

また、図2においては、下地膜2及びニッケル含有薄膜3が完全に反応して消失し、その結果としてニッケルシリコン系薄膜6が形成された場合について示しているが、下地膜2が比較的厚く形成されたような場合においては部分的に残留していても良い。

【0016】

【実施例】

<ニッケルシリコン系薄膜の作製>

(実施例)

本実施例においては、本発明の作製方法を用いて図2に示すようなニッケルシリコン系薄膜6を作製した。(001)シリコン基板上に、蒸着法を用いて炭素を0.4原子%含むシリコン薄膜を厚さ400nmに形成した。次いで、同じくニッケル薄膜を厚さ20nmに形成して、多層膜構造を作製した。次いで、前記多層膜構造に対して真空中、350で30分間の熱処理を行い、炭素を0.4原子%含有する、厚さ40nmのニッケルシリコン系薄膜を作製した。

【0017】

(比較例)

シリコン膜中に炭素を含有させなかった以外は、上記実施例と同様にして厚さ40nmのニッケルシリコン系薄膜を作製した。

【0018】

<ニッケルシリコン系薄膜の評価>

上記のようにして作製したニッケルシリコン系薄膜を窒素雰囲気内に30秒間配置し、600～850の温度範囲において高温試験を実施した。なお、本高温試験は、各測定温度において前記ニッケルシリコン系薄膜を30秒間保持することにより実施した。測定結果のグラフを図3に示す。

【0019】

図3から明らかなように、上記実施例で得た炭素を0.4原子%含むニッケルシリコン系薄膜は、上述した高温試験後においても、シート抵抗がほとんど増大することなく、ほぼ

10

20

30

40

50

一定となることが判明した。一方、上記比較例で得た炭素を含まないニッケルシリコン系薄膜は、700以上の温度でシート抵抗が増大していることが分かる。

【0020】

図4は、上記実施例及び比較例で得たニッケルシリコン系薄膜の断面TEM写真である。図4(a)が比較例で得たニッケルシリコン系薄膜の断面TEM写真に相当し、図4(b)が実施例で得たニッケルシリコン系薄膜の断面TEM写真に相当する。図4(a)から明らかなように、上記比較例で得たニッケルシリコン系薄膜は結晶粒が凝集して、シリコン基板上に偏在するようにして形成されていることが分かる。したがって、前記ニッケルシリコン系薄膜は平坦性が劣化していることが分かる。一方図4(b)から明らかなように、上記実施例で得たニッケルシリコン系薄膜は結晶粒が凝集することなく、シリコン基板上にほぼ均一に形成され、平坦性に優れることが分かる。

10

【0021】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0022】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、高温下での使用においても結晶粒の凝集を抑制して、平坦性や抵抗値増大などの物理特性を劣化させることのない、新規なニッケルシリコン系薄膜及びその作製方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の作製方法を説明するための図である。

【図2】 同じく、本発明の作製方法を説明するための図である。

【図3】 高温試験温度とシート抵抗値との関係を示すグラフである。

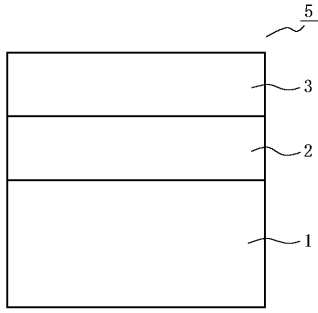
【図4】 ニッケルシリコン系薄膜の断面TEM写真である。

【符号の説明】

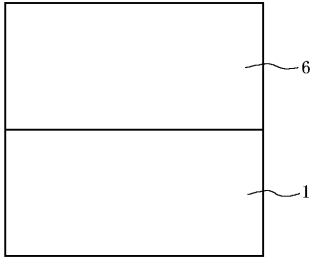
- 1 シリコン基板
- 2 シリコン及び炭素を含む下地膜
- 3 ニッケル含有薄膜
- 5 多層膜構造
- 6 ニッケルシリコン系薄膜

30

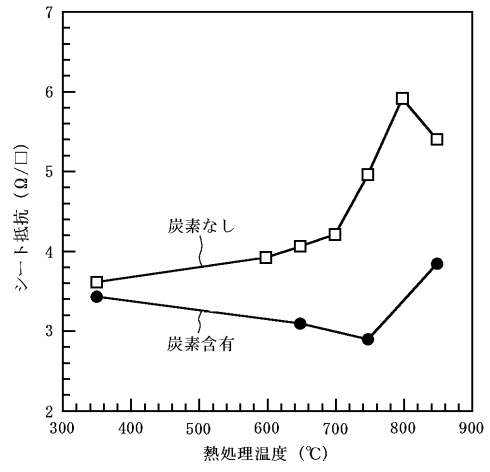
【 図 1 】



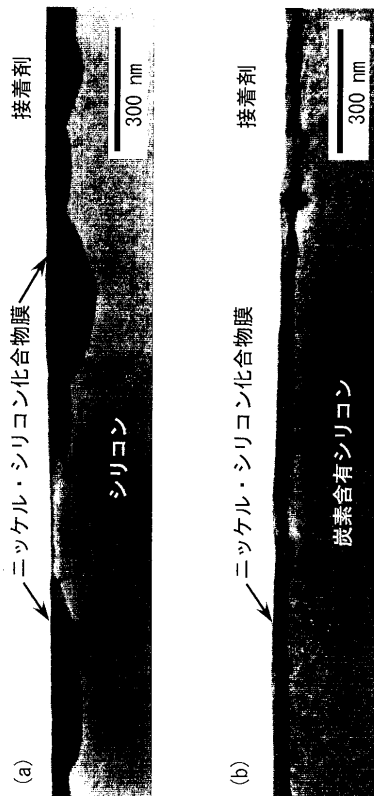
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100119530  
弁理士 富田 和幸
- (74)代理人 100110180  
弁理士 阿相 順一
- (72)発明者 財満 鎮明  
愛知県春日井市高座台5 - 5 - 6 4
- (72)発明者 安田 幸夫  
愛知県愛知郡長久手町五合池1 0 3
- (72)発明者 酒井 朗  
愛知県名古屋市緑区篠の風3 - 2 5 2 滝ノ水住宅6 - 2 0 5
- (72)発明者 中塚 理  
愛知県名古屋市昭和区西畑町2 4 - 2 西畑マンション2 B
- (72)発明者 土屋 義規  
大阪府茨木市園田町1 7 - 6

審査官 國島 明弘

- (56)参考文献 特開2 0 0 3 - 2 1 8 0 6 0 ( J P , A )  
特開2 0 0 2 - 0 9 3 7 4 2 ( J P , A )  
特開2 0 0 0 - 2 3 6 0 9 9 ( J P , A )  
特開平1 1 - 2 8 4 1 7 1 ( J P , A )  
特開平0 9 - 0 8 2 6 6 3 ( J P , A )  
特開平0 8 - 1 3 9 0 5 3 ( J P , A )  
特開平0 7 - 1 4 2 4 2 3 ( J P , A )  
特開平0 7 - 0 9 9 1 6 9 ( J P , A )  
特表平1 1 - 5 0 3 5 6 8 ( J P , A )  
国際公開第0 2 / 3 3 7 3 8 ( W O , A 1 )  
2 7 p - Z L - 3 , 第4 9 回応用物理学会関係連合講演会講演予稿集, 日本, 社団法人応用物理学会, 2 0 0 2 年 3 月2 7 日, No . 2 , 7 7 4 頁

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)  
H01L 21/28 301  
H01L 21/3205