

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4811851号  
(P4811851)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.		F I	
C 3 0 B	29/62	(2006.01)	C 3 0 B 29/62 Z
C 0 1 B	33/02	(2006.01)	C 0 1 B 33/02 Z
C 3 0 B	29/06	(2006.01)	C 3 0 B 29/06 5 0 4 F
B 8 2 B	3/00	(2006.01)	B 8 2 B 3/00
C 2 3 C	16/24	(2006.01)	C 2 3 C 16/24

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-242748 (P2005-242748)	(73) 特許権者	301023238
(22) 出願日	平成17年8月24日(2005.8.24)		独立行政法人物質・材料研究機構
(65) 公開番号	特開2007-55840 (P2007-55840A)		茨城県つくば市千現一丁目2番地1
(43) 公開日	平成19年3月8日(2007.3.8)	(72) 発明者	鈴木 裕
審査請求日	平成20年8月23日(2008.8.23)		茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
前置審査		(72) 発明者	荒木 弘
			茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
		(72) 発明者	野田 哲二
			茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
		(72) 発明者	土佐 正弘
			茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコンナノワイヤーの架橋成長方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板表面上の所定位置に触媒金属がコーティングされたシリコン角柱ドットパターンを配設し、ポリシランガスの300以下の温度でのCVDによって所定の触媒金属がコーティングされた前記シリコン角柱間にシリコンナノワイヤーを架橋成長させることを特徴とするシリコンナノワイヤーの架橋成長方法。

【請求項2】

請求項1の方法により形成された架橋構造を有することを特徴とするシリコンナノワイヤーの架橋構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体等情報通信用デバイス用素材として用いることのできる単結晶シリコンナノワイヤーを任意の金属粒子ドット間に架橋させる制御成長方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ナノテクノロジーの進展にともなって、シリコンナノワイヤーの合成とその応用が注目されている。

## 【 0 0 0 3 】

このような状況において、本発明者らは、ポリシランの低温CVDにより温度300以下においてシリコンナノワイヤーを合成する方法を確立し、これを新しい技術としてすでに提案しているところである（特許文献1）。

## 【 0 0 0 4 】

一方、シリコンナノワイヤーの応用として、マイクロマシン用の素材やナノサイズ半導体が考えられているが、半導体への応用では、リソグラフィー技術のように、回路に直接半導体ワイヤーが組み込まれるのが望ましい。そのためには、できるだけ低温でワイヤーを合成可能とする必要がある。さらに、任意の位置に制御した方向にナノワイヤーを自発的に成長させることができれば、より回路構成が容易になる。このような回路構成のためのシリコンナノワイヤーの架橋方法としては、対向するシリコンウエファー間にモノシリコンの熱分解を用いてワイヤーを作製する方法が報告されている（非特許文献1）。しかし、この方法ではシリコンナノワイヤーの成長反応に600以上の高温条件が必要であり、また形成される架橋構造が複雑であるという問題がある。

【特許文献1】特願2004-307618号公報

【非特許文献1】M. Saif Islam et al, Nanotechnology, 15, (2004) L5-L8

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、以上のとおりの背景から、すでに本発明者らが提案しているシリコンナノワイヤーのポリシランCVDによる合成法の特徴を生かし、従来のシリコンナノワイヤーの架橋のための600以上の高温での成長という、回路上への熱損傷が避けられず、しかも複雑な架橋構造であるという問題点を解決し、より低温での、回路上の熱損傷を与えることなく、任意の位置においてその場でシリコンナノワイヤーの架橋構造を形成することのできる新しい技術手段を提供することを課題としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の課題を解決するための手段として以下のことを特徴としている。

## 【 0 0 0 7 】

第1：基板表面上の所定位置に触媒金属がコーティングされたシリコン角柱ドットパターンを配設し、ポリシランガスの300以下の温度でのCVDによって所定の触媒金属がコーティングされた前記シリコン角柱間にシリコンナノワイヤーを架橋成長させることを特徴とするシリコンナノワイヤーの架橋成長方法。

## 【 0 0 0 8 】

第2：上記の方法により形成された架橋構造を有することを特徴とするシリコンナノワイヤーの架橋構造体。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

上記のとおりの本発明によれば、従来の問題点を解消し、回路の熱損傷をとまなうことなく、300以下の温度で任意の場所に結晶性のシリコンナノワイヤー架橋を作製できる。このため、任意の位置でのナノワイヤー配線による半導体回路作製が実現可能となる。また、反応ガスの圧力、流量を制御することによりワイヤーのサイズの制御が可能である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 0 】

本発明においては、ポリシランガスのCVD法によってシリコンナノワイヤーを架橋成長させることを特徴としている。

## 【 0 0 1 1 】

ポリシランガスは、熱的に不安定で、分解してSiを生成するものから選定されるが、

10

20

30

40

50

300 以下の温度でのCVDにおいて、たとえばジシラン、トリシラン等のガスが好適なものとして用いられる。CVDの温度は、300 以下、より好適には250 ~ 300 の範囲とすることが考慮される。

【0012】

本発明のシリコンナノワイヤーの架橋成長においては、たとえば好適には、約2 μm角以下の触媒金属粒子のドットをあらかじめリソグラフィーによって作製し、全圧1 ~ 5 Torr、ポリシランガス流量0.1 ~ 1 SCCMの条件で温度約250 ~ 300 でパターン上に接触させることによってドット間にシリコンナノワイヤーの架橋を作る。ドットに用いる金属として金、銀、鉄、ニッケル等が例示される。その厚さは1 ~ 5 nm程度であることが望ましい。

10

【0013】

架橋成長されるシリコンナノワイヤーは、結晶性であって、好適には単結晶である。このシリコンナノワイヤーを架橋成長させる基板としては、たとえば好適にはシリコンあるいはシリカ等が例示される。

【0014】

そこで以下に実施例を示し、さらに詳しく説明する。もちろん以下の例によって発明が限定されることはない。

【実施例】

【0015】

<実施例1>

20

シリコンナノワイヤーを成長、位置制御するために、シリコン基板上に触媒金属粒子のパターニングが必要である。まず、SOI (Silicon On Insulator) 基板を用いてSiO<sub>2</sub>上に図1aの平面図のように、厚さ2 μm、2 μm角のSi単結晶ドットを約15 μm間隔でエッチングにより作製する。続いてスパッタリングにより金を約2 nmコーティングする。さらに、希釈フッ酸によりSiO<sub>2</sub>層を取り除くと、金粒子に覆われたシリコン角柱のパターンが得られる(図1b)。ここで、図1(a)(b)での符号は次のものを示している。

【0016】

1 : ドット間隔3 ~ 20 μm、2 : 金属/シリコン柱、3 : SiO<sub>2</sub>層、4 : シリコン基板。

30

【0017】

実際に得られた像を図2に示す。

【0018】

図2のように得られた金ドットパターン試料を反応容器内で $1 \times 10^{-6}$  Torrまで真空に引く。ついで試料を296 °Cまで加熱する。温度が一定になったら、容器内にH<sub>2</sub>ガスで10%に希釈したSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガス(1 SCCM)とアルゴンガス(20 SCCM)を5 Torrまで導入し、その状態で20 min保持する。実験後、基板表面を電子顕微鏡で観察すると、図3のようにシリコンナノワイヤーが生成する。金ドット間で架橋されていることがわかる。

<参考例1>

40

シリコン基板上に金を約2 nm厚さでスパッタコーティングし、約15 μm幅の細い傷を入れる。その後、参考例1と同様な条件によりシリコンナノワイヤーを形成させる。図4に示すようにシリコンナノワイヤーによる架橋が行われていることがわかる。なお図4では反応ガスは右上から左下へ流しており、ほぼ流れの方向に沿ってワイヤーが形成される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】リソグラフィーにより作製した触媒金属ドットパターンを示した図であって、(a)上から見たパターン、(b)断面図である。

【図2】触媒金属ドット(2 × 2 × 4 (高さ))パターンの例を示した写真図である。

50

【図3】金ドット間を架橋したシリコンナノワイヤーの写真図である。

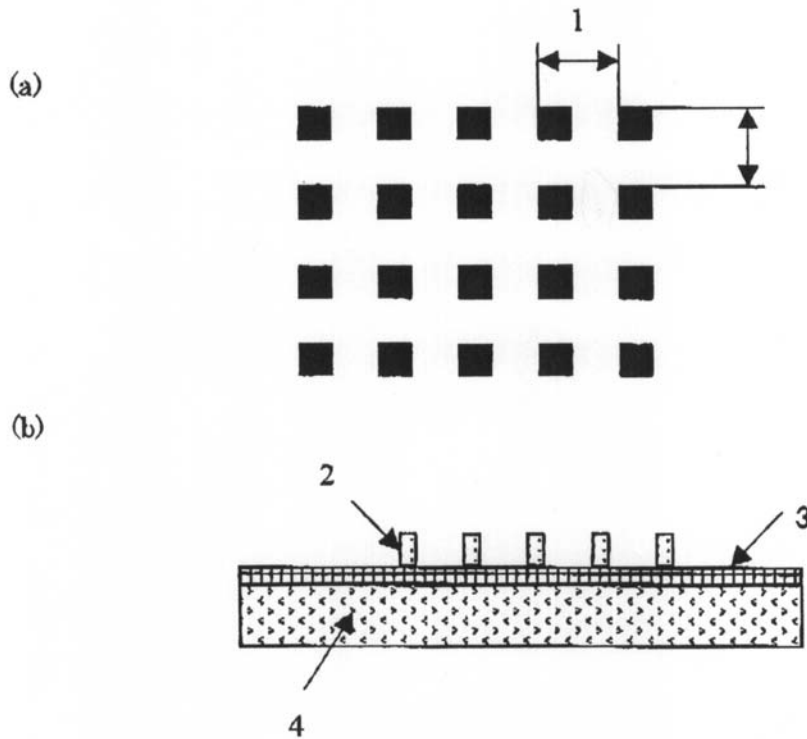
【図4】シリコンナノワイヤーブリッジの例の写真図である。

【符号の説明】

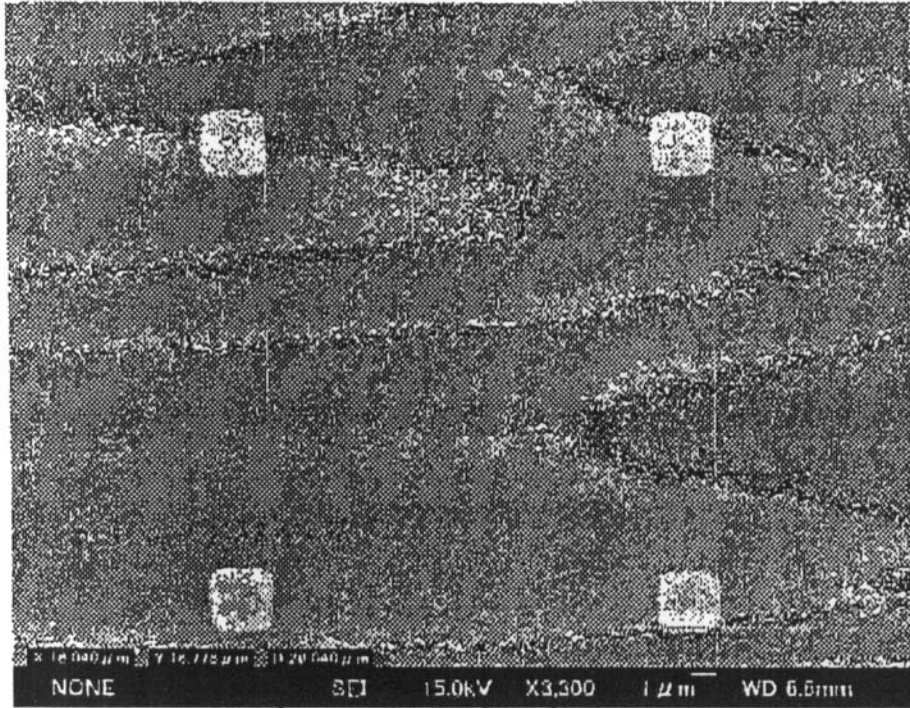
【0020】

- 1 ドット間隔 3 - 20  $\mu\text{m}$
- 2 金属/シリコン柱
- 3  $\text{SiO}_2$ 層
- 4 シリコン基板

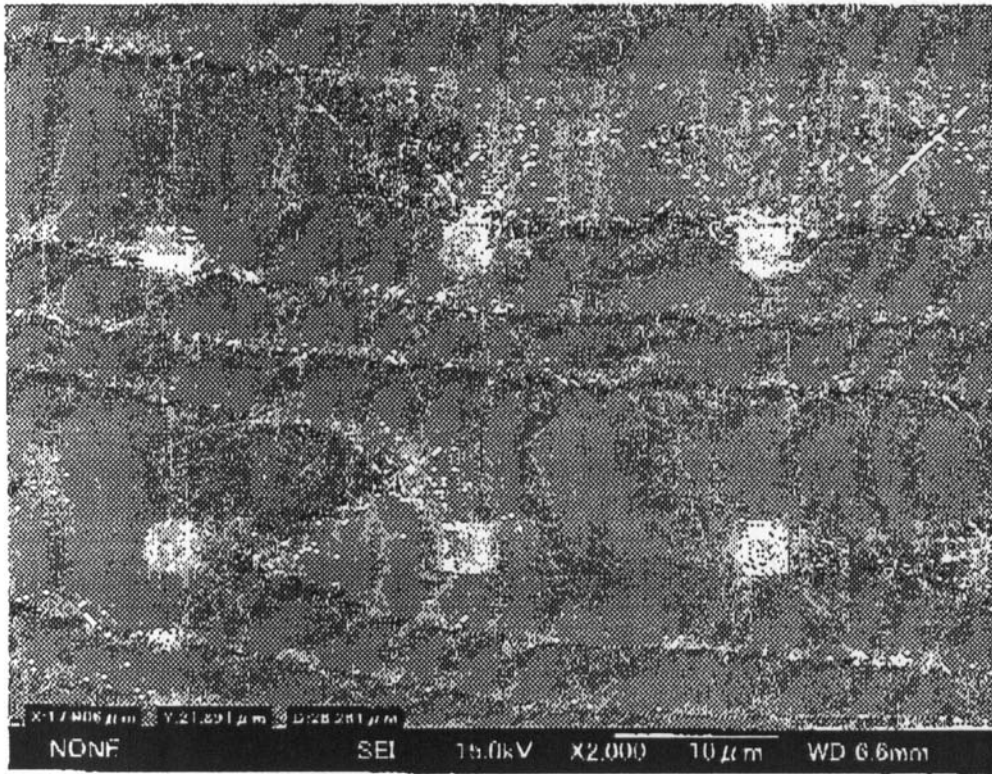
【図1】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

審査官 吉田 直裕

- (56)参考文献 鈴木裕, 荒木弘, 楊文, 野田哲二, Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を用いたSiナノワイヤ-の低温合成, 日本金属学会講演概要, 2005年 3月29日, Vol.136th, Page.314  
荻野俊郎, 本間芳和, ナノエレクトロデバイスの課題と可能性 総論 LSI技術におけるカーボンナノチューブ配線, 電子材料, 2003年11月 1日, Vol.42, No.11, Page.23-25

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C30B 1/00 - 35/00  
C23C 16/00 - 16/56  
C01B 33/00 - 33/193  
JSTPlus(JDreamII)