

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成29年4月27日(2017.4.27)

【公開番号】特開2015-135939(P2015-135939A)

【公開日】平成27年7月27日(2015.7.27)

【年通号数】公開・登録公報2015-047

【出願番号】特願2014-134141(P2014-134141)

【国際特許分類】

H 01 L 35/32 (2006.01)

H 01 L 35/14 (2006.01)

H 01 L 35/26 (2006.01)

B 8 2 Y 40/00 (2011.01)

【F I】

H 01 L 35/32 A

H 01 L 35/14

H 01 L 35/26

B 8 2 Y 40/00

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月23日(2017.3.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

さらに、キャリアを低次元化した他の例として、シリコンゲルマニウム金(SiGeAu)の薄膜をアニールして薄膜内にSiGeのナノ粒子を形成することにより、バルクのSiGeと比較して熱電特性を向上させることが報告されている(H.Takiguchi et al., JJAP 50 (2011) 041301(非特許文献4))。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

(3)上記(2)に係る熱電材料において好ましくは、量子ドットの粒間隔は3nm以下である。これによれば、熱電材料は、母材中に5nm以下の粒径を有する量子ドットが3nm以下の粒間隔で分散配置された量子網の構造を有している。当該構造において、量子ドットの粒間隔はキャリア輸送方向における量子ドット間の距離に相当する。量子ドットの粒間隔を3nm以下とすることにより、隣接する2つの量子ドットの間で波動関数同士を結合できるため、量子効果が有効となり、良好な熱電特性が実現される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

(18)上記(17)に係る製造方法において好ましくは、基板体の最上部は、Si、

半導体、ガラス、セラミックス、または有機物によって形成されている。これによれば、基板体の最上層に異種元素が拡散するため、特定部分に異種元素が集中して析出することがなく、リークパスの形成を防止することができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

図8を参照して、熱電材料10は、複数の線材5を長手方向(×方向)に垂直な方向(z方向およびy方向)に並べて配置して形成される。複数の線材5の各々は、図2に示した量子細線構造を有している。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0111

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0111】

図19を参照して、試料S1は図16および図17に示した試料S1に対応し、試料S5は図16および図18に示した試料S2に対応する。残りの試料S2～S4は、図16に示した試料S1、S2に比較して熱電特性が劣るものである。バルク構造と同等の熱電特性を示す試料S1は結晶化率が41%であるのに対し、良好な熱電特性を示す試料S5は結晶化率が49%となっている。この評価結果によれば、良好な熱電特性を実現するためには、結晶化率が45%以上である必要があると考えられる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0129】

(試料S6の熱電特性についての考察)

試料S6について、図23に示すように、温度差が1K以下である場合と、温度差が1Kより大きい場合とで、熱電特性に差が生じている理由について考察する。試料S6においては、図22(a)に示すように、Auがサファイア基板との境界部分に集中して析出する。かかるAuの析出部分が、電極部とキャリアとを介し電気的に導通し得る状態になると、リークパスを構成することになり、熱電特性を低下させることになると考えられる。具体的には、図25(a)、(b)に示すモデルが考えられる。図25(a)は、電極23、24の間に生じさせる温度差が小さい場合、具体的には温度差が1K以下である場合のモデルを示す。この場合、キャリア21の偏りが小さく、Auの析出部分22がリークパスを構成しないと考えられる。図25(b)は、電極23、24間に生じさせる温度差が大きい場合、具体的には温度差が1Kを超える場合のモデルを示す。この場合、キャリア21の偏りが大きく、Auの析出部分22がリークパスを構成し得ると考えられる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0130】

[実施例1]

第3の実施形態に係る製造方法によりナノ粒子を形成した。具体的には、サファイア基

板上にアモルファスシリコン(a - Si)からなる厚さ 30 nm の最上層を形成した。その上に積層工程において、 a - Ge 層 / Au 層 / a - Ge 層からなる第 1 層を、各層の厚みが 1.1 nm / 0.2 nm / 1.1 nm であり合計 2.4 nm となるように堆積し、その後 Si を堆積させて a - Si 層からなる第 2 層を、厚みが 1.0 nm となるように堆積した。そして、第 1 層および第 2 層を積層する工程を 40 回繰り返して行なった。なお、第 1 層中の Au の原子濃度は 4.7 原子 % とした。その後、積層体を窒素雰囲気の RTA 炉で 500 の環境下に 15 分間放置してアニール処理を施しアニール工程を行なった。なお、ナノ粒子の所望の粒径 X_d を 5 nm 、ナノ粒子の所望の粒間隔 G_d を 3 nm としたので、本実施例における第 1 層の厚さ T_1 の 2.4 nm は、式(6)を満たすように決定されており、第 2 層の厚さ T_2 の 1.0 nm は、式(7)を満たすように決定されている。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0147

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0147】

p 型熱電変換部 130 において、 p 型熱電材料 86 上の両側には p 型オーミックコンタクト層 88 が形成される。 p 型オーミックコンタクト層 88 には B がドープされた Si が用いられる。 p 型オーミックコンタクト層 88 間の p 型熱電材料 86 上には保護膜 91 が形成される。 n 型熱電変換部 140 においては、 p 型熱電材料 86 および絶縁体層 85 が除去され、 n 型熱電材料 84 上の両側に n 型オーミックコンタクト層 87 が形成される。 n 型オーミックコンタクト層 87 間の n 型熱電材料 83 上には SiO₂ からなる保護膜 91 が形成される。 n 型オーミックコンタクト層 87 および n⁺ 型オーミックコンタクト層 84 には P がドープされた Si が用いられる。