

【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22年4月8日(2010.4.8)

【公表番号】特表2009-528679(P2009-528679A)

【公表日】平成21年8月6日(2009.8.6)

【年通号数】公開・登録公報2009-031

【出願番号】特願2008-556484(P2008-556484)

【国際特許分類】

H 01 L 31/09 (2006.01)

H 01 L 31/04 (2006.01)

【F I】

H 01 L 31/00 A

H 01 L 31/04 A

【手続補正書】

【提出日】平成22年2月22日(2010.2.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

a. 透明伝導体と、

b. 固体伝導体と、

c. 材料の少なくとも一部分が該透明伝導体および該固体伝導体と電気的に接触するよう、該透明伝導体と該固体伝導体との間に配置された材料であって、該材料は、フェルミエネルギーと、複数のキャリアポケットと、界面であって、電子状態の有意な混合は該界面において達成され、混合された電子状態をもたらす、界面とを有し、該混合された電子状態は、フェルミエネルギーの kT 以下である初期の状態と、フェルミエネルギーと kT 以上である第2の状態とを備え、 k はボルツマン定数であり、 T はケルビン温度である、材料と、

を備える、光電子デバイス。

【請求項2】

前記材料は、複数のナノワイヤを備え、その結果として、該複数のナノワイヤの少なくとも一部分が、該透明伝導体および該固体伝導体と電気的に接触する、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項3】

前記複数のナノワイヤのそれぞれが、最大で約200nmまでの直径を有する、請求項2に記載の光電子デバイス。

【請求項4】

前記複数のナノワイヤのそれぞれが、約50nmから約200nmまでの範囲内の直径を有する、請求項3に記載の光電子デバイス。

【請求項5】

前記複数のナノワイヤのそれぞれが、 $\langle h k l \rangle$ の結晶配向を有し、 $h + k + l = 0$ 、 $-h + k + l = 0$ 、 $h - k + l = 0$ 、または $h + k - l = 0$ であり、 $h = 0$ 、 $k = 0$ 、および $l = 0$ である、請求項2に記載の光電子デバイス。

【請求項6】

前記複数のナノワイヤは、シリコンのナノワイヤを備え、該シリコンのナノワイヤのそ

れぞれが、<1-21>、<211>、<121>、および<112>の配向から成る群のうちから選択された結晶配向の方向を有する、請求項5に記載の光電子デバイス。

【請求項7】

前記複数のナノワイヤは、ビスマスのナノワイヤを備え、該ビスマスのナノワイヤのそれぞれが、<101>および<012>の配向から成る群のうちから選択された結晶配向の方向を有する、請求項2に記載の光電子デバイス。

【請求項8】

前記複数のナノワイヤの間に配置された絶縁材料をさらに備える、請求項2に記載の光電子デバイス。

【請求項9】

前記絶縁材料は、アルミナを備える、請求項8に記載の光電子デバイス。

【請求項10】

前記材料は、シリコン、ビスマス、亜鉛、硫化亜鉛、リン化インジウム、ヒ化インジウム、およびそれらの組み合わせから成る群のうちから選択される物質を含む、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項11】

前記材料は、少なくとも1つのナノドットを備える、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項12】

前記材料は、少なくとも1つのナノウェルを備える、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項13】

前記光電子デバイスは、発光ダイオード、赤外線検出器、エミッタ、太陽電池、および光電池、のうちの1つである、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項14】

前記エミッタは、近赤外線エミッタ、青色エミッタ、赤色エミッタ、および近紫外線エミッタ、のうちの1つである、請求項13に記載の光電子デバイス。

【請求項15】

前記デバイスは、中間バンド太陽電池である、請求項13に記載の光電子デバイス。

【請求項16】

前記材料はシリコンを含み、価電子バンドからL点伝導バンドへの電子遷移は、約1.65eV～約2.29eVの間で強化され、その間に存在する、請求項15に記載の光電子デバイス。

【請求項17】

からL点遷移が約1.65eV～約2.29eVの間にあり、価電子バンドから伝導バンドへの遷移であり、1.17eVにおけるシリコンのガンマ(γ)からデルタ(Δ)への遷移は価電子バンドから中間バンドへの遷移である、シリコンから構成される中間バンドギャップ光起電デバイス。

【請求項18】

2つの状態の空間的重複が少なくとも約7%であるように、前記界面における前記電子状態の混合が存在する、請求項1に記載の光電子デバイス。

【請求項19】

光電子デバイスを製造する方法であって、該方法は、(a)複数のナノワイヤに対する結晶配向を選択するステップであって、該結晶配向は該複数のナノワイヤの界面において達成される電子状態の有意な混合をもたらし、混合された電子状態をもたらす、ステップと、(b)該選択された結晶配向を有するナノワイヤアレイを作製するステップと、(c)該ナノアレイに、該ナノワイヤアレイの一方の側部に透明伝導体を、該アレイの第二の側部に固体導体を提供するステップとを包含する、方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 1】

【数 3】

$$\cdot V = \int_0^{Na} e^{ik'_1 \cdot x} \underline{u_{nK_1}}(x) e^{ik'_2 \cdot x} \underline{u_{nK_2}}(x) dx, \quad (3)$$

のようになる。ここで、Nは構造内の原子格子の数であり、aは

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

【数 4】

\hat{x}

の方向における格子定数である。式(3)において、状態1および状態2の両方に対しても $k' = k + K$ であり、ここで、kは結晶格子運動量であり、Kは相互格子ベクトルである。N < では、次元の減少による波動関数の直交性の破綻を反映して、式(3)の積分は非ゼロとなり得る。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 3】

ゾーン境界およびゾーン中心において1-D有限格子の重複値を計算する場合、電子波動関数の固有関数は、余弦関数および正弦関数である。2つの状態の重複関数を計算することにより、3つの可能な正弦関数および余弦関数の組み合わせが導出される。つまり、波動関数は共に余弦関数である、波動関数は共に正弦関数である、および、1つの波動関数が正弦関数で1つの波動関数は余弦関数である。そのような3つの波動関数の組み合わせにより、次の重複値、

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 8】

運動量の値は $m_1 = -1, 0, 1, \text{ および } 1/3$ である、初期状態に対する空間的重複値が、式(8)から計算された。 $m_1 - m_2$ が偶数であるときには、重複は0であり、これは、両状態がゾーン中心、または両状態がゾーンエッジにある場合には、有限格子のために追加的結合が誘起されることはないことを示す。さらに、最大重複を有する状態、つまりは表面効果による最大の追加的結合は、わずか $/a$ だけ異なる運動量の値を有する。直交性仮定の破綻は重要となり得る。特に、 m_1 と m_2 の差が1にまで減少すると、波動

関数の空間的重複が増加し、 $0 \dots 85/N$ にまで大きくなる。これは、さらに、 $m_1 - m_2$ にのみ依存している式(8)の第1の項からも理解することができ、したがって、 $m_1 - m_2 = 1$ であるときに、この項は最大となる。状態がそれ自身と重複する自明のケースであるために、 $m_1 = m_2$ のケースは計算されなかった。