



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I557930 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：102120541

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 10 日

(51) Int. Cl. : H01L31/042 (2014.01)

H01L31/18 (2006.01)

(30) 優先權：2012/06/25 南韓

10-2012-0068180

(71) 申請人：清州大學校產學協力團 (南韓) CHEONGJU UNIVERSITY INDUSTRY & ACADEMY
COOPERATION FOUNDATION (KR)

南韓

(72) 發明人：金光浩 KIM, KWANG-HO (KR)

(74) 代理人：楊長峯；李國光；張仲謙

(56) 參考文獻：

TW 201218399A

JP 2009-260398A

US 2008/0251118A1

US 2010/0083997A1

US 2011/0304022A1

US 2012/0118372A1

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 24 頁

(54) 名稱

量子井結構太陽能電池及其製造方法

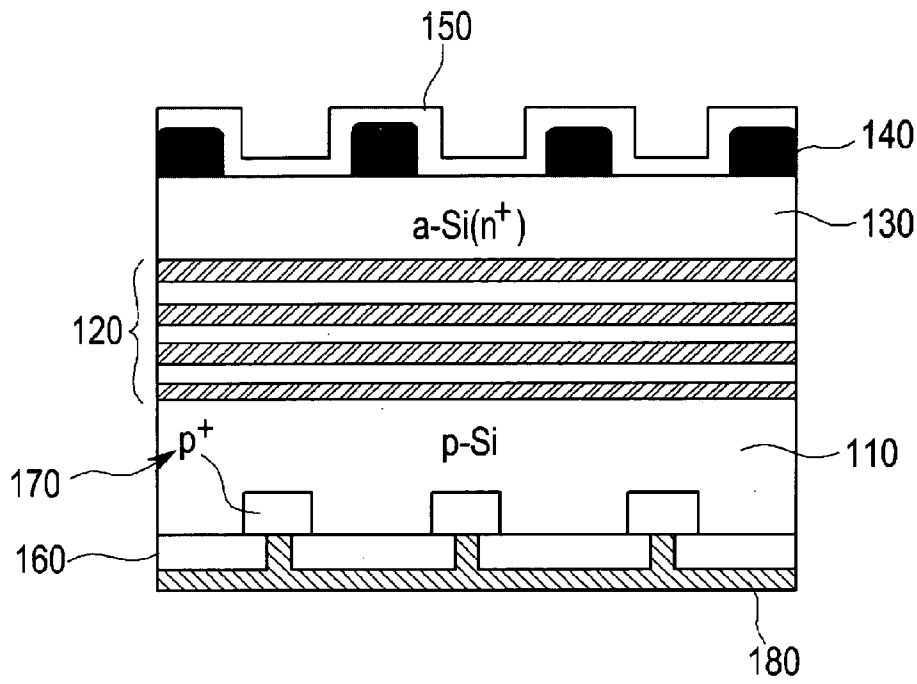
QUANTUM WELL STRUCTURED SOLAR CELLS AND METHOD FOR MANUFACTURING THE
SAME

(57) 摘要

異質結構太陽能電池中，目前可用的量子井結構太陽能電池，藉由插入多量子井結構於 p 型半導體及 n 型半導體之間，造成傳輸損失及短波長損失之減少，而具有超出理論轉換效率極限之高效率，且具有低製造成本，並提供一種太陽能電池製造方法。

In a hetero-structured solar cell, a currently available quantum well-structured solar cell which has high efficiency beyond a theoretical conversion efficiency limit by reducing transmission loss and short-wavelength loss as a result of inserting a multiple quantum well structure between a p-type semiconductor and an n-type semiconductor, and has a lower manufacturing cost, and a method of fabricating the solar cell are provided.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 110 . . . 半導體晶圓
- 120 . . . 量子井結構
- 130 . . . 射極層
- 140 . . . 指狀電極
- 150 . . . 抗反射塗層
- 160 . . . 鈍化層
- 170 . . . p+ 摻雜層
- 180 . . . 鋁電極

第 2 圖



公告本

申請日：102.6.10

IPC分類：H01L31/042 (2014.01)
H01L31/18 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】量子井結構太陽能電池及其製造方法

【英文發明名稱】QUANTUM WELL STRUCTURED SOLAR CELLS AND

METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

【中文】

異質結構太陽能電池中，目前可用的量子井結構太陽能電池，藉由插入多量子井結構於 p 型半導體及 n 型半導體之間，造成傳輸損失及短波長損失之減少，而具有超出理論轉換效率極限之高效率，且具有低製造成本，並提供一種太陽能電池製造方法。

【英文】

In a hetero-structured solar cell, a currently available quantum well-structured solar cell which has high efficiency beyond a theoretical conversion efficiency limit by reducing transmission loss and short-wavelength loss as a result of inserting a multiple quantum well structure between a p-type semiconductor and an n-type semiconductor, and has a lower manufacturing cost, and a method of fabricating the solar cell are provided.

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

110：半導體晶圓

120：量子井結構

130：射極層

140：指狀電極

150：抗反射塗層

160：鈍化層

170：p+摻雜層

180：鋁電極

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】量子井結構太陽能電池及其製造方法

【英文發明名稱】QUANTUM WELL STRUCTURED SOLAR CELLS AND
METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

【技術領域】

【0001】本發明有關於一種太陽能電池及一種太陽能電池之製造方法，更特別地是目前可用的量子井結構太陽能電池，藉由插入多量子井結構於p型半導體及n型半導體之間，造成傳輸損失及短波長損失之減少，而具有超出理論轉換效率極限之高效率，且具有低製造成本，及一種太陽能電池製造方法。

【先前技術】

【0002】商業矽基太陽能電池之效能改善及低成本生產之重要性與日俱增。矽為具備優異的電性、化學特性及機械性能的材料，以及為無毒、容易取得且於半導體工業領域被證實為穩定的。第一代太陽能電池係以使用高品質之矽為基礎。雖然，當使用高品質之矽時，由於其低缺陷密度，可預期有高效率，已接近單一能帶隙裝置之效能極限。

【0003】為實現高效能矽基太陽能電池，結構及製程技術改善之需求變得越來越重要。

【0004】特別是，因為製造流程中可能發生之傳輸損失、量子損失、電子電洞重組損失、太陽能電池之表面反射損失、電流電壓特性所造成之損失等。

為了改善轉換效率，其需探討損失形成於太陽能電池之哪一部份，且經由太陽能電池之結構設計及製造流程之改善以最小化損失。

【0005】 引用文獻列表

【0006】 非專利文獻

【0007】 1. Z. H. 呂、D. J. 洛克伍德與J. M. 巴瑞伯，"二氧化矽/矽超晶格之量子限域及發光"，自然，378，258-260 (1995)。 (Z. H. Lu, D. J. Lockwood, and J. M. Baribeau, "Quantum confinement and light emission in SiO₂/Si superlattices", Nature, 378, 258-260 (1995))

【0008】 2. M. A. 格林，"太陽能電池"，普倫蒂斯霍爾，英格伍德克里夫，紐澤西(1982)。 (M. A. Green, "Solar Cells", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1982).)

【0009】 3. M. A. 格林，"第三代太陽能電池"，施普林格出版社，柏林海德堡(2003)。 (M. A. Green, "Third Generation Photovoltaics", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2003))

【0010】 4. G. 柯尼比爾、M. 格林、E. C. 趙、D. 康尼格、Y. H. 趙、T. 范西瓦納瑞克、G. 史格德拉、E. 賓克、Y. 黃、T. 帕斯、S. 黃、D. 宋、C. 弗林、S. 朴、X. 郝與D. 曼斯菲爾德，"串接光電伏打電池之矽量子點奈米"，固體薄膜，516(20)，6748-6756 (2008)。 (G. Conibeer, M. Green, E. C. Cho, D. Konig, Y. H. Cho, T. Fangsuwannarak, G. Scardera, E. Pink, Y. Huang, T. Puzzer, S. Huang, D. Song, C. Flynn, S. Park, X. Hao and D. Mansfield, "Silicon quantum dot nanostructures for tandem photovoltaic cells", Thin Solid Films, 516(20), 6748-6756 (2008).)

【0011】 5. D. J. 路克伍德、Z. H. 呂與J. M. 巴瑞伯，"二氧化矽/矽超晶格之量子受限發光"，物理評論快報，76(3)，539-541 (1996)。(D. J. Lockwood, Z. H. Lu, and J. M. Baribeau, "Quantum Confined Luminescence in Si/SiO₂ Superlattices", Physical Review Letters, 76(3), 539-541 (1996).)

【0012】 6. L. 帕維西與D. J. 路克伍德 (編輯者)，[矽光子學]，斯普林格，柏林，物理主題 94，1-50 (2004)。(L. Pavesi and D. J. Lockwood (Eds.), [Silicon photonics], Springer, Berlin, Topics Appl. Phys. 94, 1-50 (2004).)

【0013】 7. K. H. 金、H. J. 金、P. 張、C. 榮與K. 徐文(Seomoon)，"原子沉積三氧化二鋁薄膜與低溫鈍化矽之性質及其太陽光電應用"，電子材料快報，7(2)，171-174 (2011)。(K. H. Kim, H. J. Kim, P. Jang, C. Jung, and K. Seomoon, "Properties of Low-Temperature Passivation of Silicon with ALD Al₂O₃ Films and their PV Applications", Electronic Materials Letters, 7(2), 171-174 (2011).)

【0014】 8. K. H. 金 J. H. 金、P. 張、C. 榮與K. 徐文，"太陽能電池應用之矽/氧化矽量子井結構性質"，國際光學工程學會(SPIE)論文，Vol. 8111，8111D1-8111D7 (2011)。(K. H. Kim, J. H. Kim, P. Jang, C. Jung, and K. Seomoon, "Properties of Si/SiO_x quantum well structure for solar cells applications", Proceedings of SPIE, Vol. 8111, 8111D1-8111D7 (2011).)

【發明內容】

技術問題

【0015】 本發明之一目的係提供一種藉由最小化因為製造流程之各種損失而具有顯著改善之轉換效能之量子井結構太陽能電池，及其製造方法。

【0016】本發明之另一目的係提供一種藉由實現插入多量子井結構於pn異質界面太陽能電池之p型半導體及n型半導體之間之結構而具有高效能，及利用能帶隙增加之作用及鈍化作用之目前可用之量子井結構太陽能電池，及其製造方法。

【0017】本發明之又一目的係提供目前可用之量子井結構太陽能電池，其中當製造具多量子井結構之pn異質界面太陽能電池時，具有優異的電子性質之量子井結構以及具有適當厚度之非晶矽或多晶矽之矽射極形成於半導體基板上，及其製造方法。

【0018】本發明之另一目的係提供藉由於太陽能電池之電極之形成中形成於網印程序及一般汽相沉積程序可用之金屬電極於前面及背面上以具有減少之製造成本之目前可用之量子井結構太陽能電池。

【0019】根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法包含藉由利用原子層沉積(atomic layer deposition, ALD)法、化學汽相沉積(chemical vapor deposition, CVD)法或濺鍍法，於低溫下分別依序沉積薄膜絕緣層及薄膜半導體層至1至10 nm之厚度，以形成量子井層，形成具適當厚度之非晶矽或多晶矽矽射極層，於射極層上形成金屬指狀電極，於金屬指狀電極上形成作為抗反射層之SiNx層，於基板之底面上形成鈍化層，以及於鈍化層上形成金屬電極。

【0020】在此，背面電場層選擇性地形成於半導體晶圓之底面上以減少於背面之重組率，且因為減少串聯電阻及增加開路電壓而改善太陽能電池之效率。

【0021】此外，根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法可更包含於形成量子井層之前粗化矽基板。

【0022】另外，在根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法中，鈍化層可為 Al_2O_3 層、 Si_3N_4 層及 SiO_2 層之其中之一。

【0023】另外，雖然量子井之結構相同，當使用p型矽或n型矽作為起始矽基板時，n型半導體或p型半導體被分別用作為非晶矽或多晶矽射極。

【0024】根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法包含藉由利用原子層沉積(atomic layer deposition, ALD)法、化學汽相沉積(chemical vapor deposition, CVD)法或濺鍍法，於低溫下分別依序沉積薄膜絕緣層及薄膜半導體層至1至10 nm之厚度，以形成量子井層，形成具適當厚度之非晶矽或多晶矽射極層，形成作為抗反射層之 SiN_x 層，於抗反射層上形成金屬指狀電極，於基板之底面上形成鈍化層，以及於鈍化層上形成金屬電極。

【0025】在此，背面電場層選擇性地形成於半導體晶圓之底面以減少背面之重組率，且因為減少串聯電阻及增加開路電壓而改善太陽能電池之效率。

【0026】在此，根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法可更包含在形成量子井層之前粗化矽基板。

【0027】另外，在根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法中，鈍化層可為 Al_2O_3 層、 Si_3N_4 層及 SiO_2 層之其中之一。

【0028】另外，雖然量子井結構相同，當使用p型矽或n型矽作為起始矽基板時，n型半導體或p型半導體被分別用作為非晶矽或多晶矽射極。

【0029】根據本發明，可能製造其中能帶隙係藉由在pn異質界面太陽能電池中，自約1 nm至大約10 nm地變換三明治夾層於絕緣薄膜間之半導體薄膜之厚度而控制有效能帶隙之寬帶(1.2至1.9 eV)能帶隙太陽能電池。

【0030】有利的影響

【0031】如上述，根據本發明，可能製造其中能帶隙係藉由在pn異質界面太陽能電池中，自約1 nm至大約10 nm地變換三明治夾層於絕緣薄膜間之半導體薄膜之厚度而控制有效能帶隙之寬帶(1.2至1.9 eV)能帶隙太陽能電池。能帶隙因此，由於傳輸損失及短波長損失減少，高效能太陽能電池可被實現。

【0032】此外，根據本發明，由於具有高載子移動性之n型矽及p型矽被使用於pn異質界面太陽能電池中，更高效能之太陽能電池可被實現。

【0033】另外，由於前面電極及背面電極係為了增加對於典型太陽能電池生產線中使用之網印程序之匹配，而皆由網印法形成，可經由最小化對現有生產之改變而減少太陽能電池之製造成本。

【圖式簡單說明】

【0034】第1A圖係為顯示應用於根據本發明之太陽能電池之量子井結構之能帶隙能量控制之示意圖。

第1B圖係為根據本發明之量子井結構之太陽能電池能量帶圖。

第2圖係為根據本發明之第一實施例之具有量子井結構之pn異質界面太陽能電池之剖面圖。

第3圖係為根據本發明之第二實施例之具有量子井結構之pn異質界面太陽能電池之剖面圖。

第4圖係為根據本發明之第三實施例之具有量子井結構之pn異質界面太陽能電池之剖面圖。

第5圖係為根據本發明之第四實施例之具有量子井結構之pn異質界面太陽能電池之剖面圖。

【實施方式】

【0035】 各個實施例將藉參照於其中顯示一些實施例之圖式更充分地描述。然而，本發明可以不同形式實施，而不應被解讀為限制於此闡述之實施例。反之，提供這些實施例以使此揭露為徹底及完整的，且對本領域之通常知識者充分表達本發明。在圖式中，層及區域之尺寸及相對尺寸可能為求清晰而被誇大。

【0036】 為了實現高效率之矽基太陽能電池，根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法可藉由探討太陽能電池哪一部份之損失而改善轉換效率，例如，傳輸損失、量子損失、電子電洞重組損失、太陽能電池之表面反射損失、電流電壓特性所造成之損失等，主要源於生產過程中之損失，且藉由改善太陽能電池之結構設計及製造流程而最小化各種損失。另外，根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方法可使用能帶隙增加之效應及鈍化效應，實現將多量子井結構插入於pn異質界面太陽能電池之p型半導體及n型半導體之間之結構。

【0037】 基本上，夾在絕緣體中之矽量子井係藉由矽之引入而被最佳化。一般情況下，當單結晶矽之尺寸小於波耳半徑(約5 nm)時，有效能帶隙可能會因為量子侷限效應而增加。因此，當如第1A及1B圖所示，在量子井結構之矽薄膜之厚度d減少時，能帶隙 E_g 可如下列公式1中所示地增加。

【0038】 第1A圖係為顯示應用於根據本發明之太陽能電池之量子井結構之能帶隙能量控制之示意圖，而第1B圖係為根據本發明之量子井結構之太陽能電池能量帶圖。

【0039】 公式1

$$E_g \propto \frac{1}{2d^2}$$

【0040】

【0041】 此外，鈍化效應可發生在此結構之界面，因此矽量子井於實現矽集成堆疊型太陽能電池(silicon integrated tandem solar cell)上係一個很好的結構。根據本發明，為達到高效率之太陽能電池，多量子井結構係利用矽量子井之量子侷限現象而形成。於p-層及n-層之間插入量子井結構之太陽能電池被預期達到超越理論之太陽能電池轉換效率之極限之高效能。

【0042】 藉由根據本發明之量子井結構太陽能電池提供之太陽能電池，及其製造方法係以具有超越具有單一能量門檻之材料之理論太陽能電池之轉換效率之極限(26至28%)之高效能之裝置為基礎。

【0043】 本發明之太陽能電池相較於單結晶太陽能電池具有提高效率之原因是，第一，由於可吸收之太陽光譜之能帶寬因為根據量子尺寸效應及多能帶之形成導致可吸收之太陽光譜之能帶寬之增加而增加，而減少傳輸損失，及第二，因為載子藉由量子井之間之電連結之隧道效應而可以高速輸送，故短波長損失係藉由控制熱能損失而減少。

【0044】 藉由插入多量子井結構於p型半導體及n型半導體之間，特別是於利用單結晶矽作為基板，且非晶或多晶矽作為射極之異質界面結構太陽能電池中，根據本發明之量子井結構太陽能電池及其製造方式可實現超越理論轉換效率之高效率太陽能電池，因為陽光之傳輸損失係由於界面鈍化效應及藉由量子侷限增加之能帶隙之效應而減少，且陽光之短波長損失係由於藉由量子井之間之電連結隧道效應導致之高速載子傳輸而減少。另外，根據本發明之量子井結

構太陽能電池及其製造方法，於太陽能電池電極之形成上，可藉由形成可用於網印法之金屬電極於正面及背面上以實現具有減少製造成本之目前可用之量子井結構太陽能電池。

【0045】於下文中，將藉參照第2至5圖，描述根據本發明之第一實施例之量子井結構太陽能電池之製造方法。

【0046】第2圖係為根據本發明之第一實施例之具有量子井結構之pn異質界面之太陽能電池之剖面圖，及第3圖係為根據本發明之第二實施例之具有量子井結構之pn異質界面之太陽能電池之剖面圖。第4圖係為根據本發明之第三實施例之具有量子井結構之pn異質界面之太陽能電池之剖面圖，及第5圖係為根據本發明之第四實施例之具有量子井結構之pn異質界面之太陽能電池之剖面圖。

【0047】首先，參照第2圖，根據本發明之第一實施例之具有量子井結構pn異質界面太陽能電池之製造方法包含形成所需之循環數(幾個至幾十個循環)之量子井結構120。在此，形成量子井結構120之流程之一循環包含利用原子層沉積(atomic layer deposition, ALD)法、化學汽相沉積(chemical vapor deposition, CVD)法或濺鍍法形成厚度為1至10 nm之薄膜絕緣層於p型矽半導體晶圓110之上表面上，及接著於其上形成厚度為1至10 nm之薄膜半導體層。

【0048】在形成所需循環數之量子井結構120之後，射極層130係藉由形成與基板為不同型之半導體之n型矽為具有適當厚度(0.1至1 μm)之非晶矽或多晶矽層於量子井結構120上而形成。接著，正面金屬指狀電極140藉由網印法或汽相沉積法形成於射極層130上。在利用汽相沉積法之情況下，指狀電極140較佳地為以矽化物形成，而在利用網印法之情況下，較佳地為利用Ag膏形成。於形成

量子井結構120之前粗化半導體晶圓為較佳。形成指狀電極140之後，半導體晶圓於形成抗反射塗層(anti-reflective coating, ARC) 150之前進行乾燥。

【0049】 接著，在金屬指狀電極140已形成於其上之整個表面上形成SiNx層作為抗反射塗(ARC)層150。

【0050】 同時，如Al₂O₃、Si₃N₄及SiO₂層之鈍化層160利用ALD法、CVD法、濺鍍法或汽相沉積法形成於半導體晶圓110之背面上。接著，執行用以局部地產生背面電場之圖樣製程，且p+摻雜層170形成於圖案化之區域上。接著，如同正面一般，背面鋁電極180利用汽相沉積法或網印法形成於圖案化之區域上。在這種情況下，較佳的，當鋁電極180係藉由網印法形成時，正面金屬指狀電極140及背面鋁電極180可同時共燒。

【0051】 根據上述製造流程，製造出具有量子井結構之太陽能電池。最後，較佳的進行於其中對處理過之太陽能電池結構於氮氣氣氛中進行熱處理30分鐘之後金屬化退火(post-metallization annealing, PMA)程序。

【0052】 參照第3圖，根據本發明之第二實施例之具有量子井結構之pn異質界面太陽能電池之製造方法包含形成所需循環數(幾個至幾十個循環)之量子井結構220。在此，形成量子井結構220之流程之一循環包含利用ALD法、CVD法或濺鍍法形成厚度為1至10 nm之薄膜絕緣層於p型矽半導體晶圓210之上表面上，及接著於其上形成厚度為1至10 nm之薄膜半導體層。在形成所需循環數之量子井結構220之後，射極層230係藉由形成與基板為不同型之半導體之n型矽為具有適當厚度(0.1至1 μm)之非晶矽或多晶矽層於量子井結構220上而形成。接著，作為抗反射塗(ARC)層250之SiNx層形成於射極層230之表面上。接著，正面金屬指狀電極240藉由網印法形成於抗反射塗(ARC)層250上。於形成量子井結構

220之前粗化半導體晶圓為較佳的。形成指狀電極240之後，半導體晶圓於形成抗反射塗層250之前進行乾燥。

【0053】同時，如 Al_2O_3 、 Si_3N_4 及 SiO_2 層之鈍化層260係利用ALD、CVD、濺鍍或汽相沉積法形成於半導體晶圓210之背面。接著，執行用以局部地產生背面電場之圖樣製程，且p+摻雜層270形成於圖案化之區域上。接著，如同正面一般，背面鋁電極280利用汽相沉積法或網印法形成於圖案化之區域上。

【0054】在這情況下，當鋁電極280係藉由網印法形成時，較佳的，正面金屬指狀電極140及背面鋁電極180可同時共燒。根據上述製造流程，製造出具有量子井結構之太陽能電池。最後，較佳的進行於其中對處理過之太陽能電池結構進行熱處理之後金屬化退火(post-metallization annealing, PMA)程序。

【0055】接著，根據本發明之第三實施例之具有量子井結構之pn異質接面太陽能電池之製造方法將參照第4圖描述。參照第4圖，除了少數如下所示之例外，本發明之第三實施例可具有類似上述第一實施例之製造方法及流程順序。亦即，起始基板310係為n型矽，射極電極330係為p型，及n+層370係摻雜於用以局部地產生背面電場之圖樣化區域中。特別是，當電極於第三實施例中係藉由網印法形成時，為了減少接觸電阻，較佳地，第一實施例之正面電極及背面電極被分別改為第三實施例之背面電極及正面電極，或以適合之金屬電極取代。

【0056】接著，參照第5圖，根據本發明之第四實施例之具有量子井結構之pn異質接面太陽能電池，除了少數如下所示之例外，可具有類似上述之第二實施例之製造方法及流程順序。

【0057】亦即，起始基板410係為n型矽，射極電極430係為p型，及n+層470係摻雜於用以局部地產生背面電場之圖樣化區域。特別是，當電極於第四實施

例中係藉由網印法形成時，為了減少接觸電阻，較佳地，第一實施例之正面電極及背面電極分別改為第三實施例之背面電極及正面電極，或以適合之金屬電極取代。

【0058】 上述內容為實施例的說明，並且不被解釋為其限制。雖然已描述一些實施例，本領域具通常知識者將容易理解，在不實質上背離新穎性之教示及優點下之許多修改為可能。因此，所有這樣的修改皆意圖包含在如在申請專利範圍中所定義之本發明之範圍之中。

【符號說明】

【0059】 110、210：半導體晶圓

120、220：量子井結構

130、230：射極層

140、240：指狀電極

150、250：抗反射塗層

160、260：鈍化層

170、270：p+摻雜層

180、280：鋁電極

310、410：基板

330、430：射極電極

370、470：n+層

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種量子井結構太陽能電池之製造方法，其包含：

藉由於一 p 型或 n 型矽基板上以幾到幾十循環地依序且交替地形成厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜絕緣層及厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜半導體層以形成一量子井層；

利用與該矽基板具有不同型之矽於該量子井層上形成一射極層；

形成一金屬指狀電極於該射極層上；

形成作為一抗反射層之 SiN_x 層於該金屬指狀電極之整個表面上；以及

形成鈍化層於該矽基板之一底面上。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其更包含：

於形成該量子井層之前粗化該矽基板。

【第3項】一種量子井結構太陽能電池之製造方法，其包含：

藉由於一 p 型或 n 型矽基板上以幾到幾十循環地依序且交替地形成厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜絕緣層及厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜半導體層以形成一量子井層；

利用與該矽基板具有不同型之矽於該量子井層上形成一射極層；

形成作為一抗反射層之 SiN_x 層於整個表面上；以及

形成一金屬指狀電極於該抗反射層上，且進行熱處理以使該金屬指狀電極接觸該射極層。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述之方法，其更包含：

於形成該量子井層之前粗化該矽基板。

【第5項】一種量子井結構太陽能電池，其包含：

一量子井層，係藉由於一 p 型或 n 型矽基板上以幾到幾十循環地依序且交替地形成厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜絕緣層及厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜半導體層而形成；

一射極層，係由與該矽基板具有不同型之矽形成於該量子井層上；

一金屬指狀電極，係形成於該射極層上；

一抗反射層，係以 SiN_x 層形成於該金屬指狀電極之整個表面上；以及

一鈍化層，係形成於該矽基板之一底面上。

【第6項】如申請專利範圍第5項所述之量子井結構太陽能電池，其中該射極層具有厚度為 0.1 至 1 μm 之非晶矽結構及多晶矽結構之其中之一。

【第7項】如申請專利範圍第5項所述之量子井結構太陽能電池，其中該鈍化層係為 Al_2O_3 層、 Si_3N_4 層及 SiO_2 層之其中之一。

【第8項】如申請專利範圍第5項所述之量子井結構太陽能電池，其中一背面電場係藉由具有與該矽基板相同之導電類型之一局部地高摻雜層於該矽基板之背面上進一步產生。

【第9項】一種量子井結構太陽能電池，其包含：

一量子井層，係藉由於一 p 型或 n 型矽基板上以幾到幾十循環地依序且交替地形成厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜絕緣層及厚度為 1 至 10 nm 之一薄膜半導體層而形成；

一射極層，係由與該矽基板具有不同型之矽形成於該量子井層上；

一抗反射層，係以 SiN_x 形成於整個該射極層上；以及

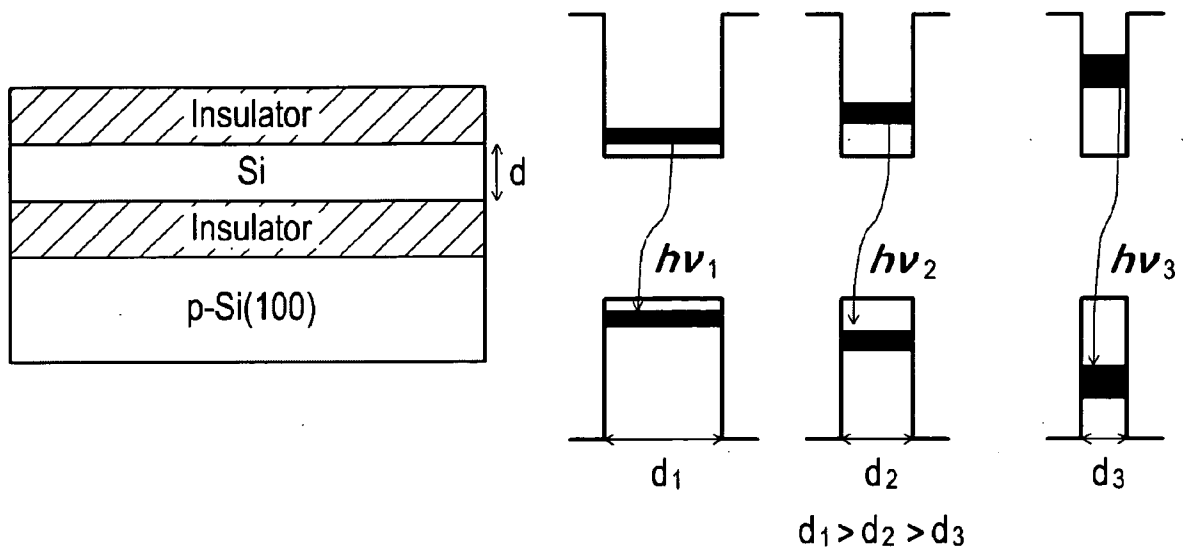
一金屬指狀電極，係形成於該抗反射層上且藉由熱處理接觸該射極層。

【第10項】如申請專利範圍第 9 項所述之量子井結構太陽能電池，其中該射極層具有厚度為 0.1 至 1 μm 之非晶矽結構及多晶矽結構之其中之一。

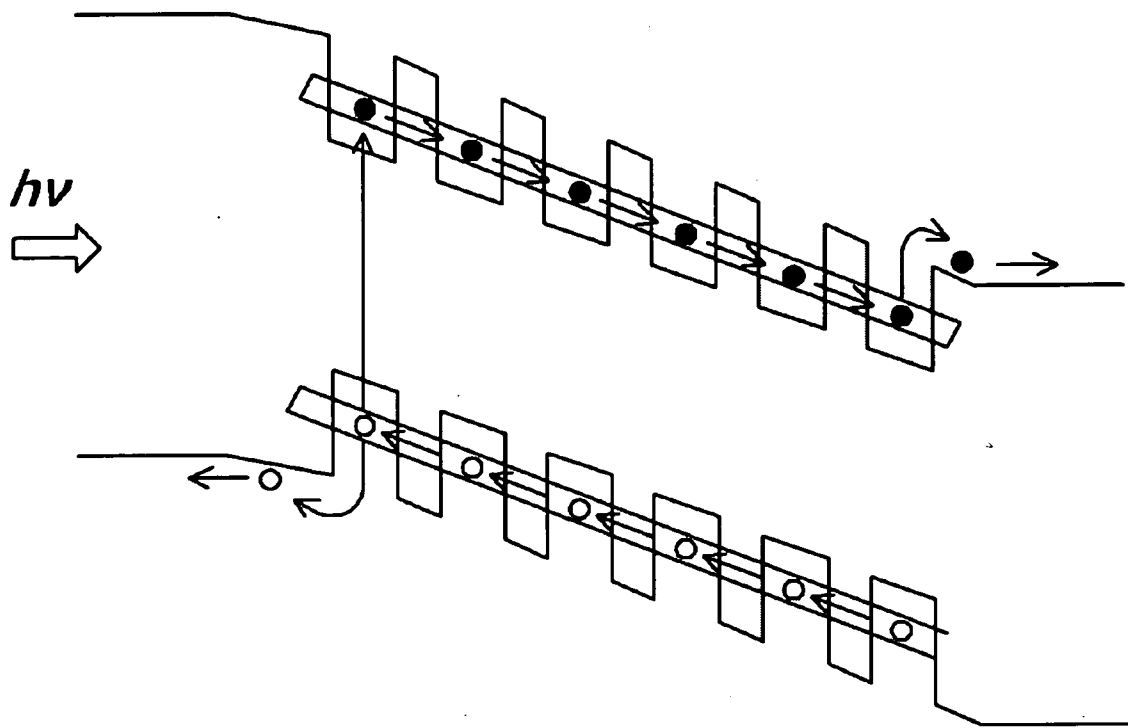
【第11項】如申請專利範圍第 9 項所述之量子井結構太陽能電池，其中該鈍化層係為 Al₂O₃ 層、Si₃N₄ 層及 SiO₂ 層之其中之一。

【第12項】如申請專利範圍第 9 項所述之量子井結構太陽能電池，其中一背面電場係藉由具有與該矽基板相同之導電類型之一局部地高摻雜層於該矽基板背面上進一步產生。

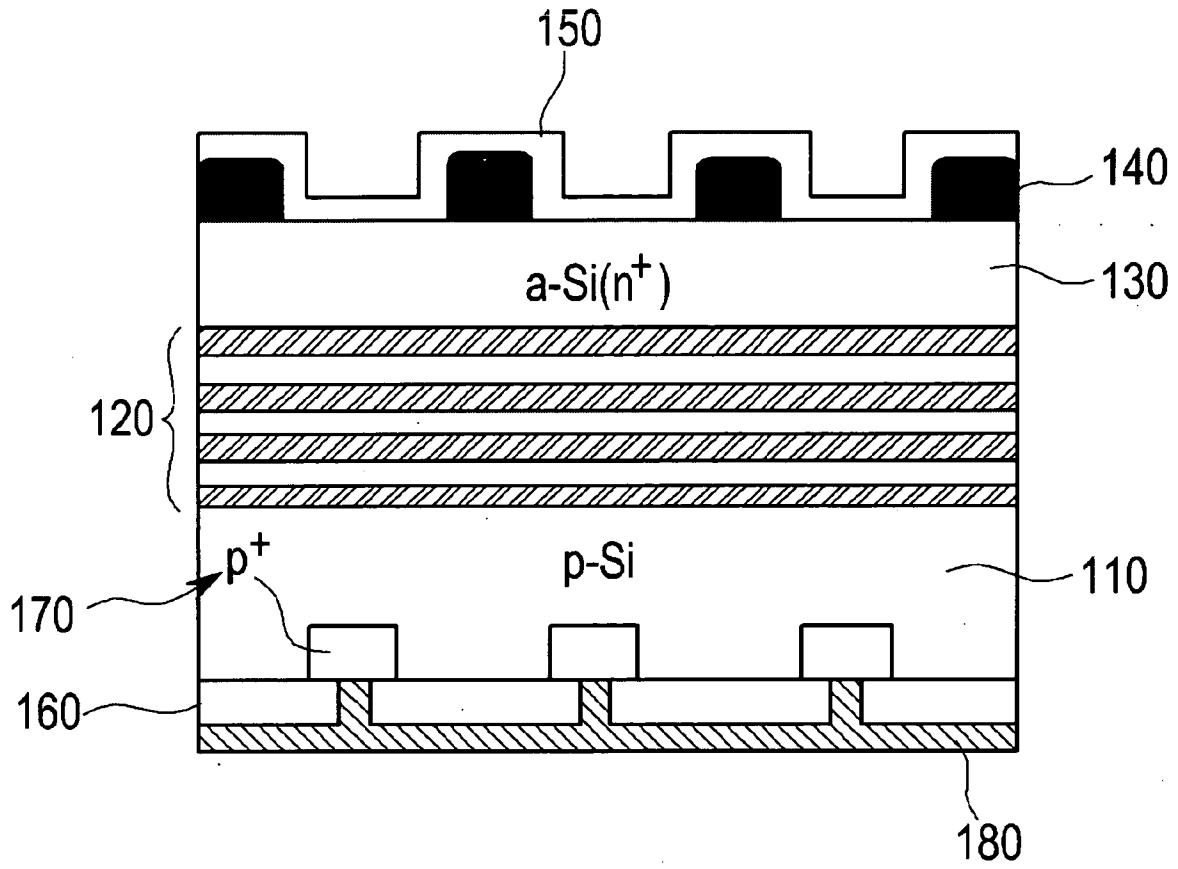
【發明圖式】



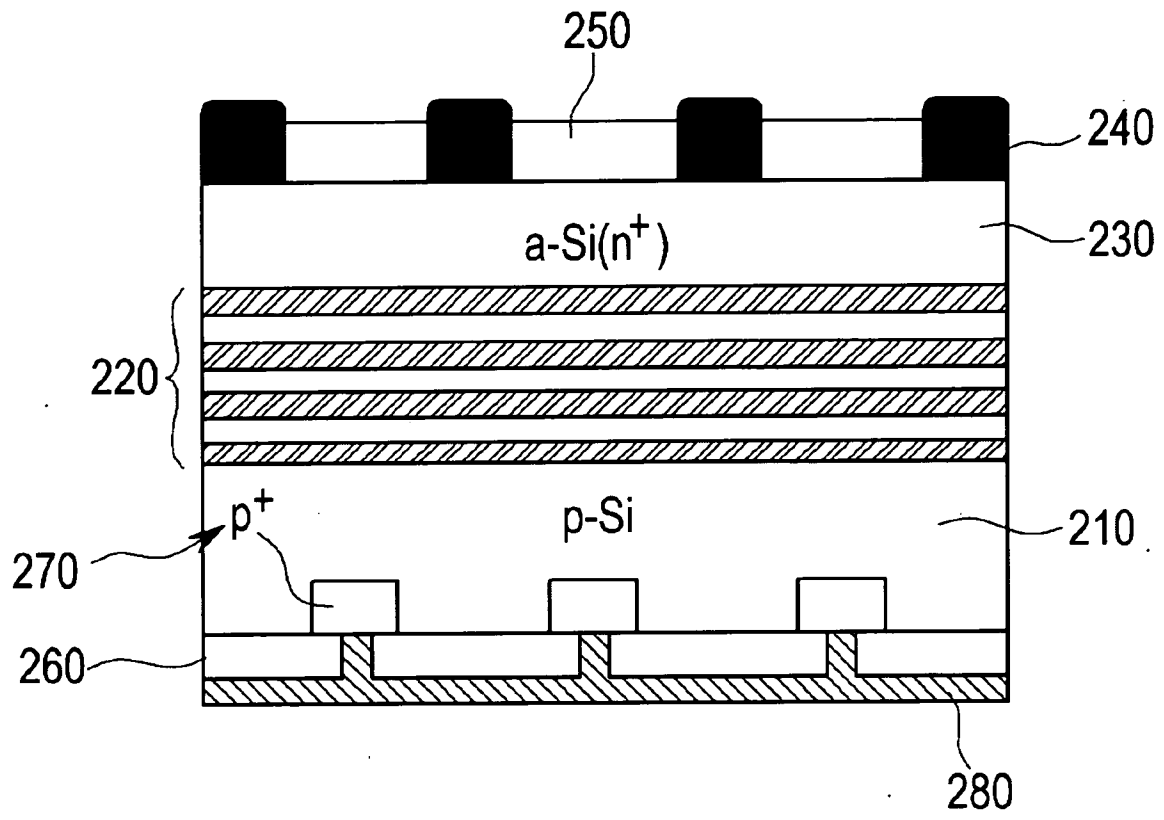
第 1A 圖



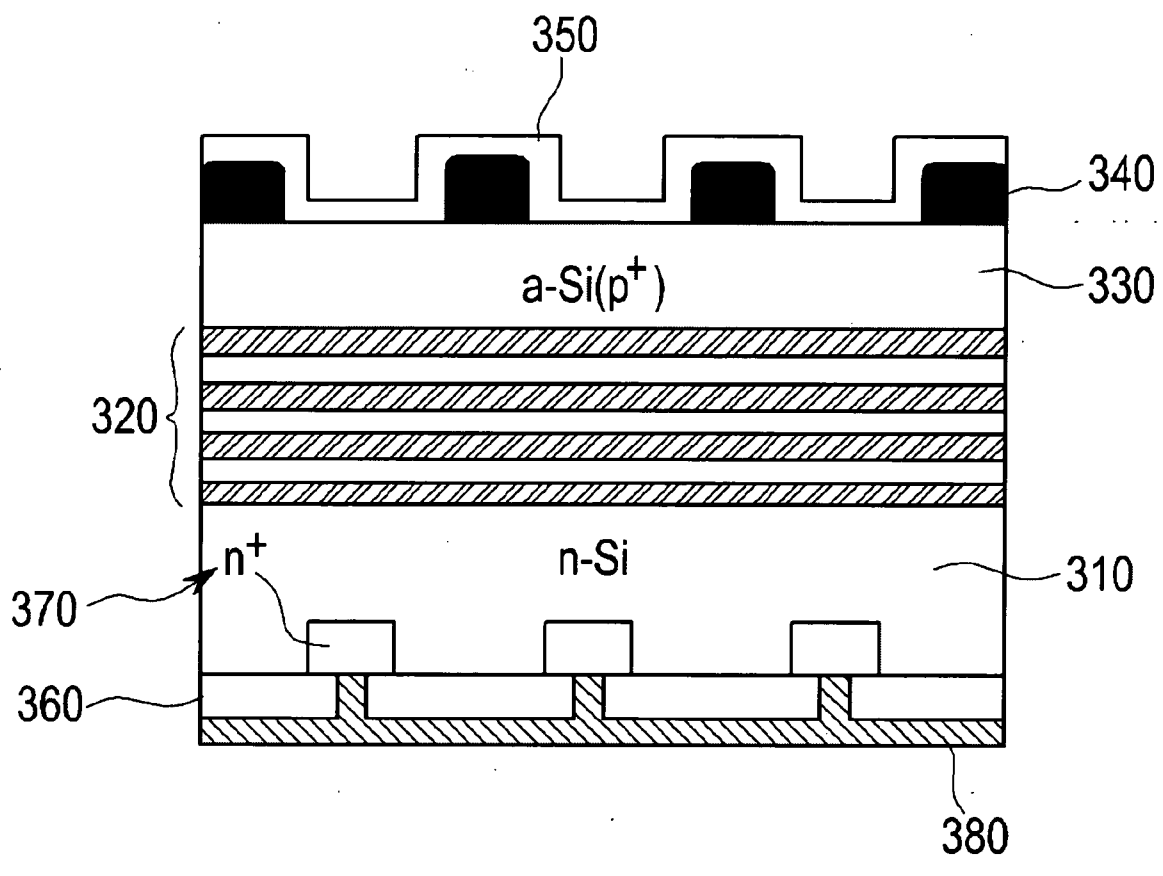
第 1B 圖



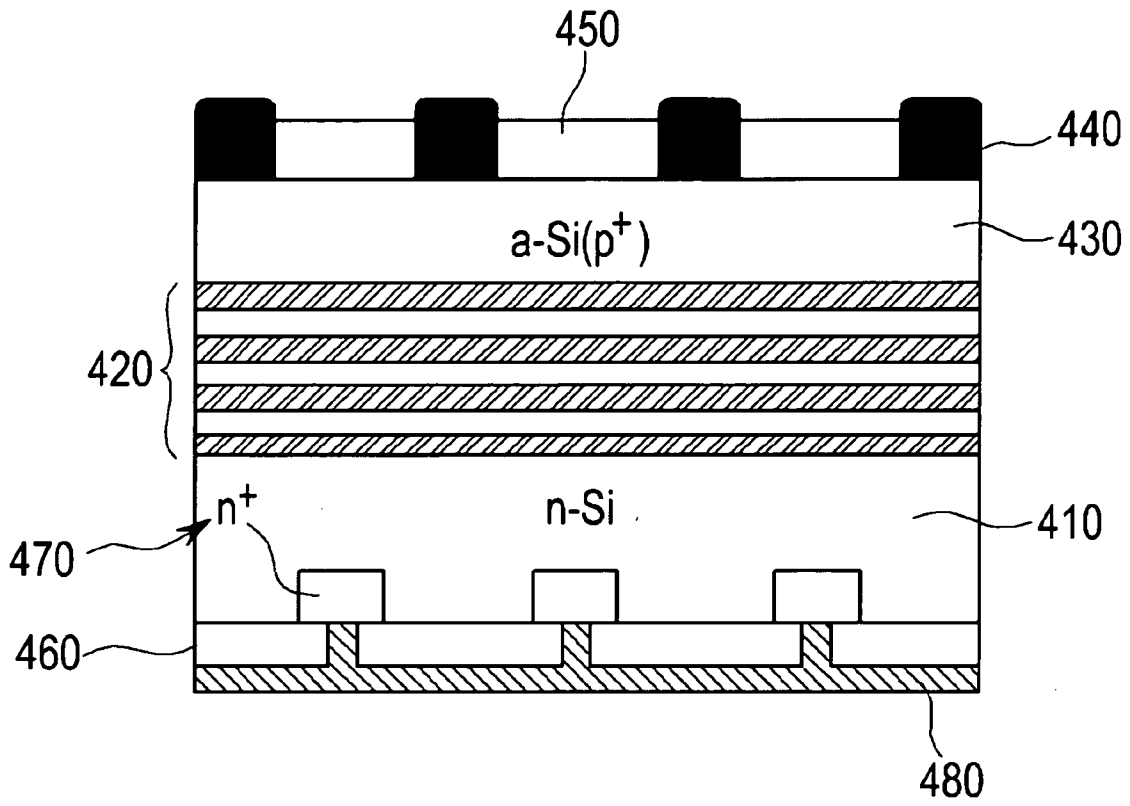
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖