

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/159281 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0352 (2006.01) *H01L 31/077* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/006995
- (22) 国際出願日: 2017年2月24日(24.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-052540 2016年3月16日(16.03.2016) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人科学技術振興機構(JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 山田 繁(YAMADA Shigeru); 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 国立研究開発法人科学技術振興機構内 Saitama (JP). 市川 幸美(ICHIKAWA Yukimi); 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 国立研究開発法人科学技術振興機構内 Saitama (JP). 平井 政和(HIRAI Masakazu); 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 国立研究開発法人科学技術振興機構内 Saitama (JP). 吉葉 修平(YOSHIBA Shuhei); 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 国

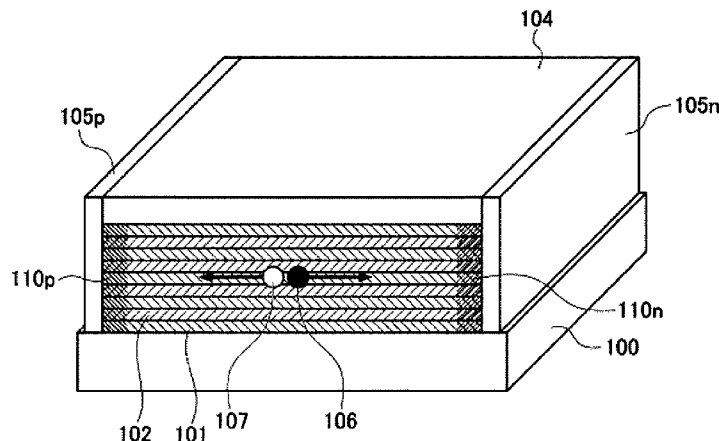
立研究開発法人科学技術振興機構内 Saitama (JP). 屋敷 保聡(YASHIKI Yasutoshi); 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 国立研究開発法人科学技術振興機構内 Saitama (JP).

- (74) 代理人: 大野 聖二, 外(OHNO Seiji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号丸の内北口ビル21階 大野総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 太陽電池



(57) Abstract: The present invention provides a solar cell in which a photogenerated carrier, when being dispersed in a superlattice structure comprising a crystalline Si-layer/SiO₂ layer, does not need to traverse a high energy barrier of the SiO₂ layer, thereby relaxing constraints regarding the thickness of the SiO₂ layer and significantly suppressing loss of the carrier during dispersal, and making it possible to obtain a solar cell having increased internal quantum efficiency and high photoelectric conversion efficiency. Because junctions (pi-junction and ni-junction) are formed in a lateral direction, the need to use a substrate containing an impurity dopant is eliminated, and it becomes possible to avoid the problem of unintended irreversible dispersion of a dopant from the substrate as a result of annealing at relatively high temperature for Si-layer crystallization, making it possible to perform contact formation substantially in accordance with the design thereof.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/159281 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明に係る太陽電池では、光生成したキャリアが結晶性 Si 層 / SiO₂ 層からなる超格子構造体中を拡散する際に SiO₂ 層が有する高いエネルギー障壁を横切る必要がないため、SiO₂ 層の厚みに対する制約が緩和されるとともに、拡散中のキャリアのロスが顕著に抑制され、内部量子効率を高めて高い光電変換効率の太陽電池を得ることが可能となる。また、接合 (p i 接合および n i 接合) を横方向に形成するため、ドーパント不純物を含有する基板を用いる必要がなく、Si 層を結晶化させるための比較的高温でのアニールに伴う意図しない基板からのドーパントの不可逆的な拡散の問題を回避することができるため、コンタクト形成は概ね設計どおりに行うことが可能である。

明 細 書

発明の名称：太陽電池

技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池技術に関し、より詳細には、量子サイズ効果を利用した光電変換効率の高いシリコン太陽電池の技術に関する。

背景技術

[0002] 近年の環境保全への社会的関心が高まるにつれ、化石燃料に代替するクリーンエネルギーの技術開発の重要性は益々高くなってきている。このような社会背景の下、太陽電池は、自然エネルギーを利用した電力用デバイスとして普及してきたが、太陽電池が主要なエネルギー供給源として利用されるようになるためには、更なるコスト低減と光電変換効率の向上が求められる。

[0003] これまで、太陽電池の構造として種々のものが提案されてきているが、例えば特許文献1（特開2014-27119号公報）には、光吸収層を、例えばシリコンから成る半導体層と、この半導体層よりバンドギャップの大きな材料（例えば酸化シリコン）からなる障壁層とを交互に積層した超格子構造とした態様のものが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-27119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 図1は、上述の超格子構造を備える太陽電池において、光生成したキャリア（電子および正孔）の流れを概念的に説明するための図である。この図に示した例では、n型のSi基板200の主面上に、結晶性のSi層201とSiO₂層202が交互に複数積層された超格子構造体210が設けられており、その上面に、p型Si層203と透明導電膜層204と表面電極205が順次形成されている。この太陽電池に光が入射すると、超格子構造体21

0を構成するSi層201中で電子206と正孔207が生成し、電子206はn型Si基板200側へ、正孔207はp型Si層203側へと、SiO₂層202を横切りながら縦方向に拡散することにより電流が流れることになる。

[0006] しかし、このような電流は、キャリアがSiO₂層202が有する高いエネルギー障壁をトンネル効果により横切ること（透過する）で生じるものであるため、SiO₂層202の厚みを最適化してその厚みを高い精度で制御することが必要になるだけでなく、拡散中のキャリアのロスを招き、内部量子効率を高めて高い光電変換効率の太陽電池を得るという観点からは望ましくない。加えて、Si層201を結晶化させるために行う比較的高温でのアニールに伴い、n型Si基板からドーパント（この場合はドナーであるPなど）が不可避免的に拡散して、n側でのコンタクト形成が設計どおりに行えないという懸念もある。

[0007] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、光生成したキャリアを効率的に電流に変換して内部量子効率を高めることにより高い光電変換効率の太陽電池を提供すること、また、高温でのアニールに伴い不可避免的に生じるドーパントの拡散の問題を回避し、コンタクト形成を設計どおりに行うことが可能な太陽電池を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上述の課題を解決するために、本発明に係る太陽電池は、表面が絶縁性の基板上に、結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層された超格子構造体を有する構造部を備え、前記結晶性Si層は実質的に真性半導体層であり、前記超格子構造体の第1の側面はp型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたp型超格子構造とされるとともに、前記第1の側面に対向する第2の側面はn型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたn型超格子構造とされており、前記p型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層がp-i接合するとともに、前記n型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層

がn i 接合している、ことを特徴とする。

[0009] ある態様では、前記基板上に、前記超格子構造体が相互に離間して複数形成されている。

[0010] また、ある態様では、前記複数の超格子構造体の隣接する超格子構造体は、前記p型超格子構造同士が対向するとともに、前記n型超格子構造同士が対向して配置されている。

[0011] また、ある態様では、前記複数の超格子構造体の隣接する超格子構造体は、前記p型超格子構造と前記n型超格子構造同士が対向して配置されている。

[0012] さらに、ある態様では、前記超格子構造体が相互に離間する領域に、p型電極もしくはn型電極が形成されている。

[0013] また、好ましい態様では、前記超格子構造体は、前記p型超格子構造および前記n型超格子構造が形成されている側面に傾斜を有するメサ形状を有している。

[0014] 例えば、前記p型の結晶性Si層中のアクセプタおよび前記n型の結晶性Si層中のドナーは、イオン注入された不純物である。

[0015] 好ましくは、前記結晶性Si層の厚みは5nm以下である。

[0016] また、好ましくは、前記基板は透光性基板である。

[0017] ある態様では、前記超格子構造体を構成するSiO₂層の厚みは受光側ほど厚い。

[0018] また、ある態様では、前記超格子構造体の前記第1の側面と前記第2の側面との距離は10μm以下である。

[0019] さらに、ある態様では、前記超格子構造体の中央領域に開口部が設けられている。

[0020] ある態様では、前記超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を直列接続する電極パターンを備えている。

[0021] また、別の態様では、前記超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を並列接続する電極パターンを備えている。

[0022] 本発明の太陽電池は、光入射側に設けられたトップセルと該トップセルの下方に設けられたボトムセルが積層されたタンデム型の太陽電池であって、前記トップセルは上述した構造部を備え、前記ボトムセルは結晶性Siからなり、前記トップセルの表面には受光面電極が、前記ボトムセルの裏面には裏面電極が設けられている態様とすることもできる。

発明の効果

[0023] 本発明に係る太陽電池では、光生成したキャリアが結晶性Si層/SiO₂層からなる超格子構造体中を拡散する際にSiO₂層が有する高いエネルギー障壁を横切る必要がないため、SiO₂層の厚みに対する制約が緩和されるとともに、拡散中のキャリアのロスが顕著に抑制され、内部量子効率を高めて高い光電変換効率の太陽電池を得ることが可能となる。

[0024] また、接合(p-i接合およびn-i接合)を横方向に形成するため、Si層を結晶化させるための比較的高温でのアニールに伴う意図しない基板からのドーパントの不可逆的な拡散の問題を回避することができ、コンタクト形成を概ね設計どおりに行うことが可能である。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]従来の超格子構造を備える太陽電池において、光生成したキャリア（電子および正孔）の流れを概念的に説明するための図である。

[図2]本発明に係る太陽電池の基本構造の概略を説明するための断面図である。

[図3]表面が絶縁性の基板上に、本発明で採用する超格子構造体が相互に離間して複数形成されている態様の太陽電池の構造を概念的に説明するための図である。

[図4]隣接する複数の超格子構造体が、p型超格子構造同士が対向するとともにn型超格子構造同士が対向して配置されている態様の太陽電池の構造を概念的に説明するための図である。

[図5]超格子構造体が、p型超格子構造およびn型超格子構造が形成されている側面に傾斜を有するメサ形状を有している態様を説明するための図である。

。

[図6]超格子構造体の中央領域に開口部が設けられている構造例を説明するための図である。

[図7A]超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を並列接続する電極パターンを備えている構成例を説明するための図である。

[図7B]図7Aに示した電極パターンを備える太陽電池の斜視図である。

[図8A]超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を直列接続する電極パターンを備えている構成例を説明するための図である。

[図8B]図8Aに示した電極パターンを備える太陽電池の斜視図である。

[図9]本発明に係る構造体を、タンデム型太陽電池に応用した例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に、図面を参照して、本発明に係る太陽電池の構造について説明する。なお、以降の説明において、結晶性Si層は、単結晶Si層であっても多結晶Si層であってもよい。

[0027] [基本構造の概略]

図2は、本発明に係る太陽電池の基本構造の概略を説明するための断面図である。この図に示した例では、表面が絶縁性の基板100の主面上に、結晶性のSi層101とSiO₂層102が交互に複数積層されて超格子構造体を形成している。なお、結晶性Si層101は実質的に真性半導体である。この超格子構造体の第1の側面（この図では左側面）はp型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたp型超格子構造110pとされている。また、第1の側面に対向する第2の側面（この図では右側面）はn型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたn型超格子構造110nとされている。そして、p型超格子構造110pを構成するp型結晶性Si層と超格子構造体を構成する真性結晶性Si層はp-i接合し、n型超格子構造11

0 nを構成するn型結晶性Si層と超格子構造体を構成する真性結晶性Si層はni接合している。なお、p型超格子構造110pとn型超格子構造110nのそれぞれには、p型電極105pとn型電極105nが形成されており、図中に符号104で示したものは保護膜である。

[0028] すなわち、本発明に係る太陽電池は、表面が絶縁性の基板上に、結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層された超格子構造体を有する構造部を備え、前記結晶性Si層は実質的に真性半導体層であり、前記超格子構造体の第1の側面はp型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたp型超格子構造とされるとともに、前記第1の側面に対向する第2の側面はn型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたn型超格子構造とされており、前記p型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層がpi接合するとともに、前記n型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層がni接合している構造を有している。

[0029] この太陽電池に光が入射すると、超格子構造体を構成する真性結晶性Si層101中で電子106と正孔107が生成し、電子106はn型電極105n側へ、正孔107はp型電極105p側へと拡散することにより電流が流れることになる。つまり、この構成の太陽電池では、光生成したキャリアが結晶性Si層/SiO₂層からなる超格子構造体中を拡散する際にSiO₂層が有する高いエネルギー障壁を横切る必要がない。加えて、超格子構造体を構成するそれぞれの真性結晶性Si層101の面内では、電界の印加に関わらず、キャリアは局在することなく面内全体に広がる状態が維持される。このため、SiO₂層の厚みに対する制約が緩和されるとともに、拡散中のキャリアのロスが顕著に抑制され、内部量子効率を高めて高い光電変換効率の太陽電池を得ることが可能となる。

[0030] しかも、p型超格子構造110pを構成するp型結晶性Si層と超格子構造体を構成する真性結晶性Si層のpi接合、および、n型超格子構造110nを構成するn型結晶性Si層と超格子構造体を構成する真性結晶性Si層のni接合は、何れも超格子構造体の側面に形成されている。従来構造の

ものでは、超格子と基板との間でp i 接合もしくはn i 接合を形成するためにドーパント不純物を含有する基板を用いる必要があったが、本発明では斯かる基板を用いる必要がなくなる。その結果、スパッタリング等の手法で成膜されたS i 層を結晶化させるための比較的高温（例えば1000～1100℃）でのアニールに伴う意図しない基板からのドーパントの不可逆的な拡散の問題を回避することができる。このため、本件発明の場合、コンタクト形成が概ね設計どおりに行うことが可能となる。

[0031] 基板100はその表面が絶縁性であればよく、石英基板等の絶縁性基板はもとより、例えば、n型もしくはp型のS i 基板上にS i O₂等の絶縁膜を設けた基板などでもよい。なお、基板側を光入射面とする構造の太陽電池の場合には、基板は透光性基板である必要がある。また、基板側を光入射面とする構造の太陽電池の場合、超格子構造体の表面にZnO等の材料から成るテクスチャ層を設けて裏面（基板と反対側の面）での反射率を高めるようにしてもよい。

[0032] 上述のとおり、本発明に係る太陽電池では、p型超格子構造110pを構成するp型結晶性S i 層と超格子構造体を構成する真性結晶性S i 層はp i 接合し、n型超格子構造110nを構成するn型結晶性S i 層と超格子構造体を構成する真性結晶性S i 層はn i 接合している。つまり、この太陽電池は、p型超格子／i型超格子／n型超格子の構造を有し、p i 接合とn i 接合はS i 層／S i O₂層が複数積層された超格子のみで構成されている。これは、p i 接合領域とn i 接合領域に1.7 eV程度の広いバンドギャップ（すなわち、超格子構造体のバンドギャップ）をもたせ、接合を形成したことに起因する開放電圧の低下を防ぐためである。

[0033] 仮に、結晶性S i 層とS i O₂層が交互に複数積層された超格子構造体の対向する側面に、超格子構造を有さないp型およびn型のポリシリコン電極を形成してしまうと、これら接合領域のバンドギャップはポリシリコン電極のそれ（約1.1 eV）となり、太陽電池の開放電圧はこの値に律則され、接合領域での開放電圧の低下を招く恐れがある。

[0034] このような p i 接合および n i 接合は、例えば、上記超格子構造体を形成した後に、その側面に p 型不純物（アクセプター）ないし n 型不純物（ドナー）をイオン注入することで形成する。

[0035] 量子サイズ効果によりバンドギャップを広げて開放電圧を高める効果を担保するためには、超格子構造体を構成する結晶性 S i 層の厚みを 5 n m 以下に設計することが好ましい。また、超格子構造体を構成する S i O₂ 層の厚みを制御すると超格子構造体の屈折率を変化させることができる。この原理を利用して、超格子構造体を構成する S i O₂ 層の厚みが受光側（光入射面側）ほど厚くなるように設計し、光電変換効率を高めることも可能である。

[0036] [超格子構造体を複数有する構造の概略]

図 2 には、上述の超格子構造体がひとつのみ図示されているが、太陽電池として構成するに際しては、このような超格子構造体を隣接して複数設けるようにしてもよいことは勿論である。

[0037] 図 3 は、表面が絶縁性の基板 1 0 0 上に、上述した超格子構造体 1 1 0 が相互に離間して複数形成されている態様の太陽電池の構造を概念的に説明するための図である。

[0038] なお、この図に示した態様では、互いに隣接する超格子構造体は、p 型超格子構造 1 1 0 p と n 型超格子構造 1 1 0 n 同士が対向して配置され、超格子構造体が相互に離間する領域に、p 型電極もしくは n 型電極が形成されているが、図 4 に示したように、隣接する複数の超格子構造体 1 1 0 が、p 型超格子構造 1 1 0 p 同士が対向するとともに n 型超格子構造 1 1 0 n 同士が対向して配置されている態様としてもよい。

[0039] また、図 5 に示したように、超格子構造体 1 1 0 は、p 型超格子構造 1 1 0 p および n 型超格子構造 1 1 0 n が形成されている側面に傾斜を有するメサ形状を有している態様としてもよい。このようなメサ形状の超格子構造体 1 1 0 とした場合には、p 型超格子構造 1 1 0 p および n 型超格子構造 1 1 0 n をイオン注入法により形成する際の注入イオンの分布制御が容易になる等の利点がある。

[0040] さらに、図6に示したように、超格子構造体の中央領域に開口部108が設けられている構成としてもよい。このような、開口部108を設けておくと、超格子構造体を構成する結晶性Si層101中に比較的多くの欠陥が含まれているような場合に、水素処理化により当該欠陥を不活性化し易くなるという利点がある。超格子構造体の第1の側面（p型超格子構造110p形成面）と第2の側面（n型超格子構造110n形成面）との距離は10 μ m以下であることが好ましいが、上記開口部108の直径は例えば2 μ m程度とする。

[0041] [電極パターンのデザイン例]

超格子構造体を隣接して複数設けた構成の太陽電池において、超格子構造体を有するそれぞれの構造部に設けられたp型電極およびn型電極をどのように相互接続するかについての特別な制限はない。

[0042] 例えば図7Aに図示した一例のように、超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を並列接続する電極パターン109を備えている構成としてもよい。この場合の太陽電池10の斜視図を図8Aに示す。なお、図中の符号103はウォール形成部である。

[0043] また、例えば図8Aに図示した一例のように、超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を直列接続する電極パターン109を備えている構成としてもよい。この場合の太陽電池10の斜視図を図8Bに示す。

[0044] [タンデム型太陽電池への応用]

上述した構造を有する太陽電池は、タンデム型の太陽電池とすることもできる。

[0045] 図9は、本発明に係る構造体を、タンデム型太陽電池に応用した例を説明するための図で、符号10で示したものはトップセル、符号20で示したものは結晶性Siから成るボトムセルである。この図に示した例では、トップセルとして、図5に示した構造部を利用している。なお、この場合の基板は透光性を有するものであることが必要であることは言うまでもない。

[0046] すなわち、この太陽電池は、光入射側に設けられたトップセルと該トップセルの下方に設けられたボトムセルが積層されたタンデム型の太陽電池であって、トップセルは上述した構造部を備え、ボトムセルは結晶性Siからなり、トップセル10の表面には受光面電極が、ボトムセル20の裏面には裏面電極が設けられている。

産業上の利用可能性

[0047] このように、本発明に係る太陽電池では、光生成したキャリアが結晶性Si層/SiO₂層からなる超格子構造体中を拡散する際にSiO₂層が有する高いエネルギー障壁を横切る必要がないため、SiO₂層の厚みに対する制約が緩和されるとともに、拡散中のキャリアのロスが顕著に抑制され、内部量子効率を高めて高い光電変換効率の太陽電池を得ることが可能となる。

符号の説明

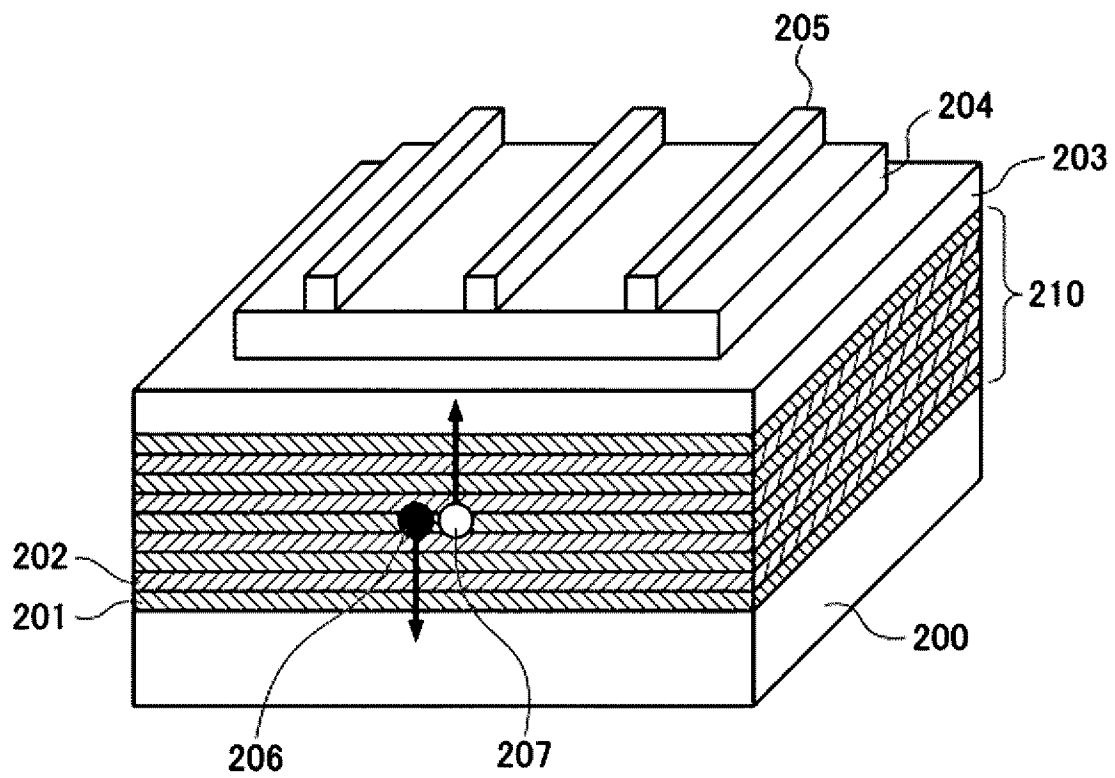
- [0048] 100 基板
101 結晶性Si層
102 SiO₂層
103 ウォール部
104 保護膜
105 p p型電極
105 n n型電極
106 電子
107 正孔
108 開口部
109 電極パターン
110 p p型超格子構造
110 n n型超格子構造

請求の範囲

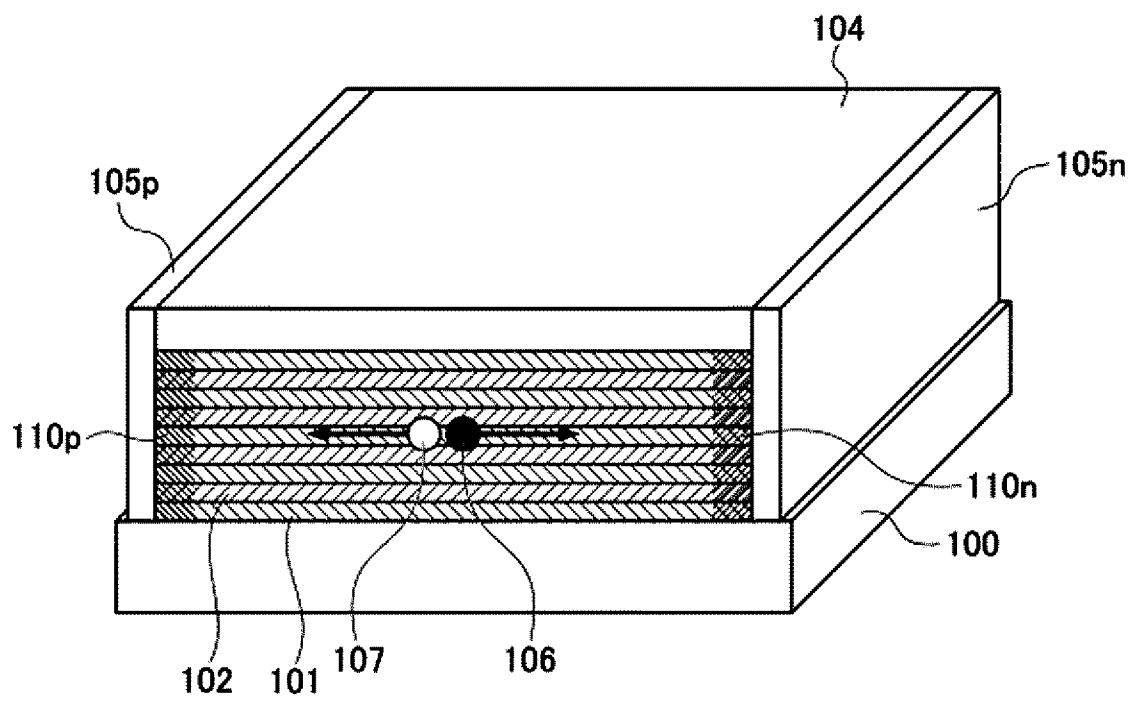
- [請求項1] 表面が絶縁性の基板上に、結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層された超格子構造体を有する構造部を備え、
- 前記結晶性Si層は実質的に真性半導体層であり、
- 前記超格子構造体の第1の側面はp型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたp型超格子構造とされるとともに、前記第1の側面に対向する第2の側面はn型の結晶性Si層とSiO₂層が交互に複数積層されたn型超格子構造とされており、
- 前記p型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層がp-i接合するとともに、前記n型の結晶性Si層と前記真性の結晶性Si層がn-i接合している、
- ことを特徴とする太陽電池。
- [請求項2] 前記基板上に、前記超格子構造体が相互に離間して複数形成されている、請求項1に記載の太陽電池。
- [請求項3] 前記複数の超格子構造体の隣接する超格子構造体は、前記p型超格子構造同士が対向するとともに、前記n型超格子構造同士が対向して配置されている、請求項2に記載の太陽電池。
- [請求項4] 前記複数の超格子構造体の隣接する超格子構造体は、前記p型超格子構造と前記n型超格子構造同士が対向して配置されている、請求項2に記載の太陽電池。
- [請求項5] 前記超格子構造体が相互に離間する領域に、p型電極もしくはn型電極が形成されている、請求項2に記載の太陽電池。
- [請求項6] 前記超格子構造体は、前記p型超格子構造および前記n型超格子構造が形成されている側面に傾斜を有するメサ形状を有している、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項7] 前記p型の結晶性Si層中のアクセプタおよび前記n型の結晶性Si層中のドナーは、イオン注入された不純物である、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。

- [請求項8] 前記結晶性S i 層の厚みは5 n m以下である、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項9] 前記基板は透光性基板である、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項10] 前記超格子構造体を構成するS i O₂層の厚みは受光側ほど厚い、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項11] 前記超格子構造体の前記第1の側面と前記第2の側面との距離は10 μ m以下である、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項12] 前記超格子構造体の中央領域に開口部が設けられている、請求項1～5の何れか1項に記載の太陽電池。
- [請求項13] 前記超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を直列接続する電極パターンを備えている、請求項5に記載の太陽電池。
- [請求項14] 前記超格子構造体が相互に離間する領域に形成されたp型電極およびn型電極を並列接続する電極パターンを備えている、請求項5に記載の太陽電池。
- [請求項15] 光入射側に設けられたトップセルと該トップセルの下方に設けられたボトムセルが積層されたタンデム型の太陽電池であって、
前記トップセルは請求項1～5の何れか1項に記載の構造部を備え、
前記ボトムセルは結晶性S i からなり、
前記トップセルの表面には受光面電極が、前記ボトムセルの裏面には裏面電極が設けられている、
ことを特徴とする太陽電池。

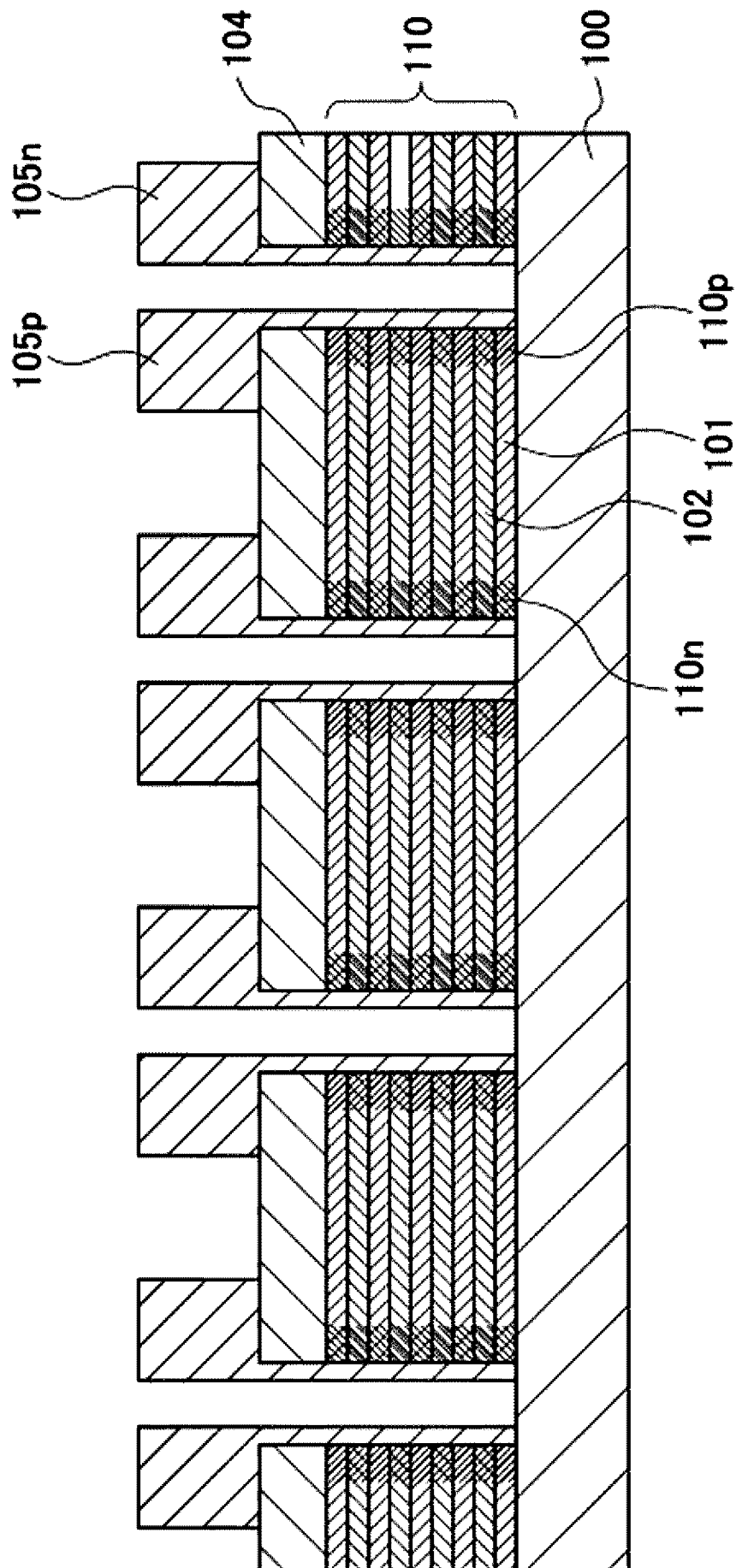
[図1]



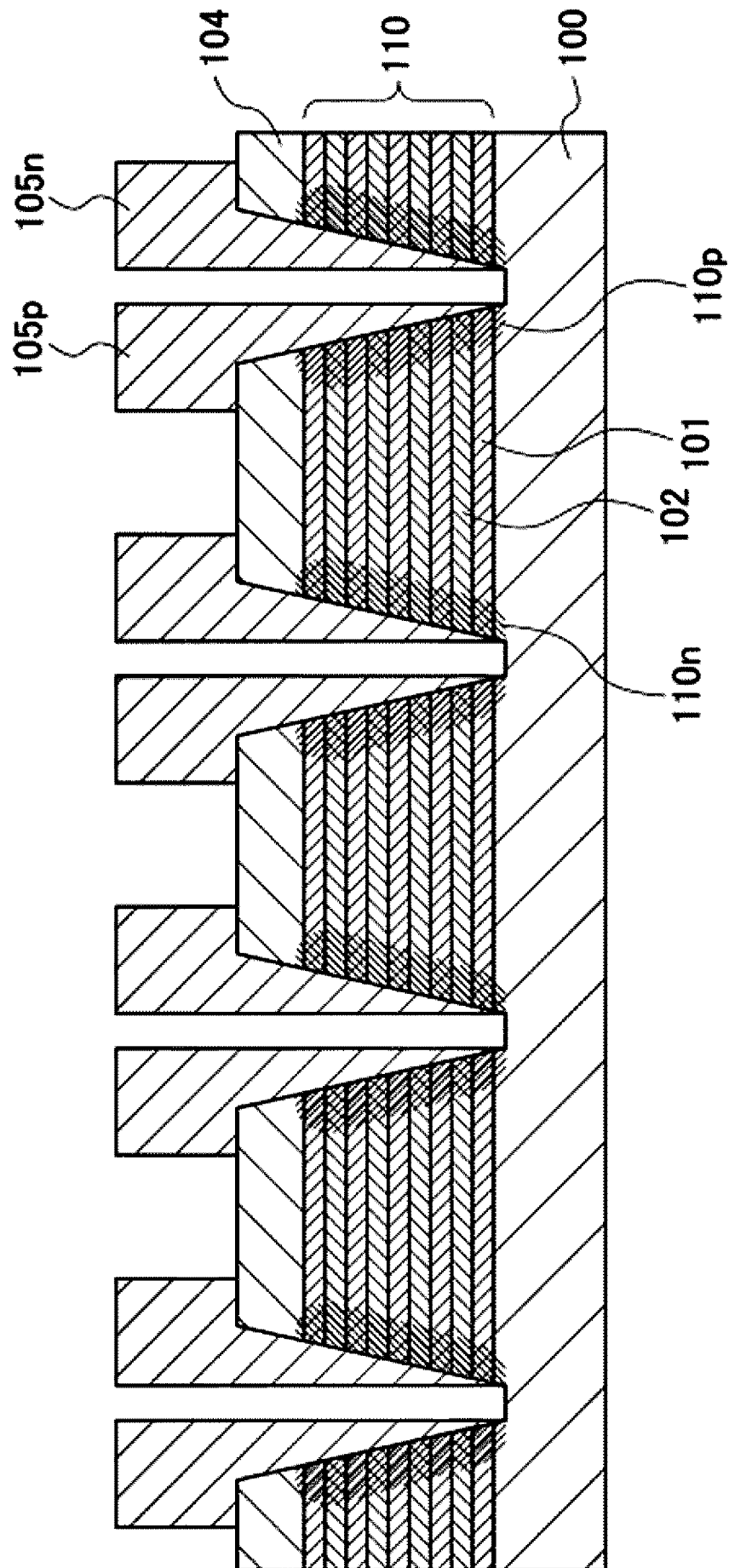
[図2]



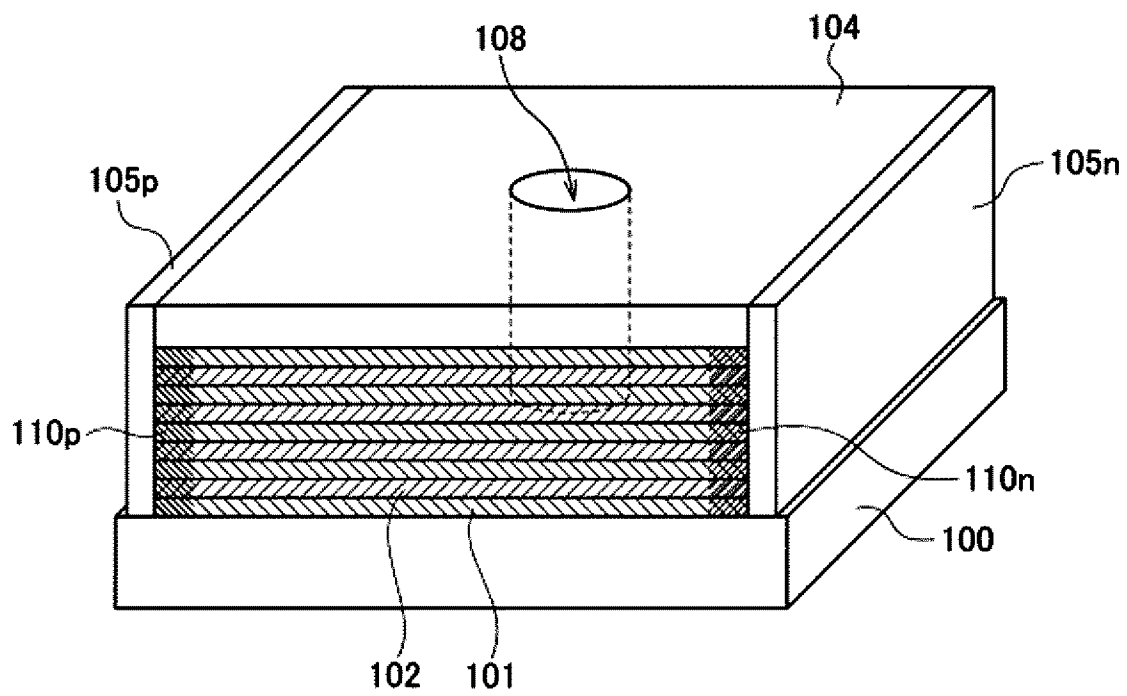
[図3]



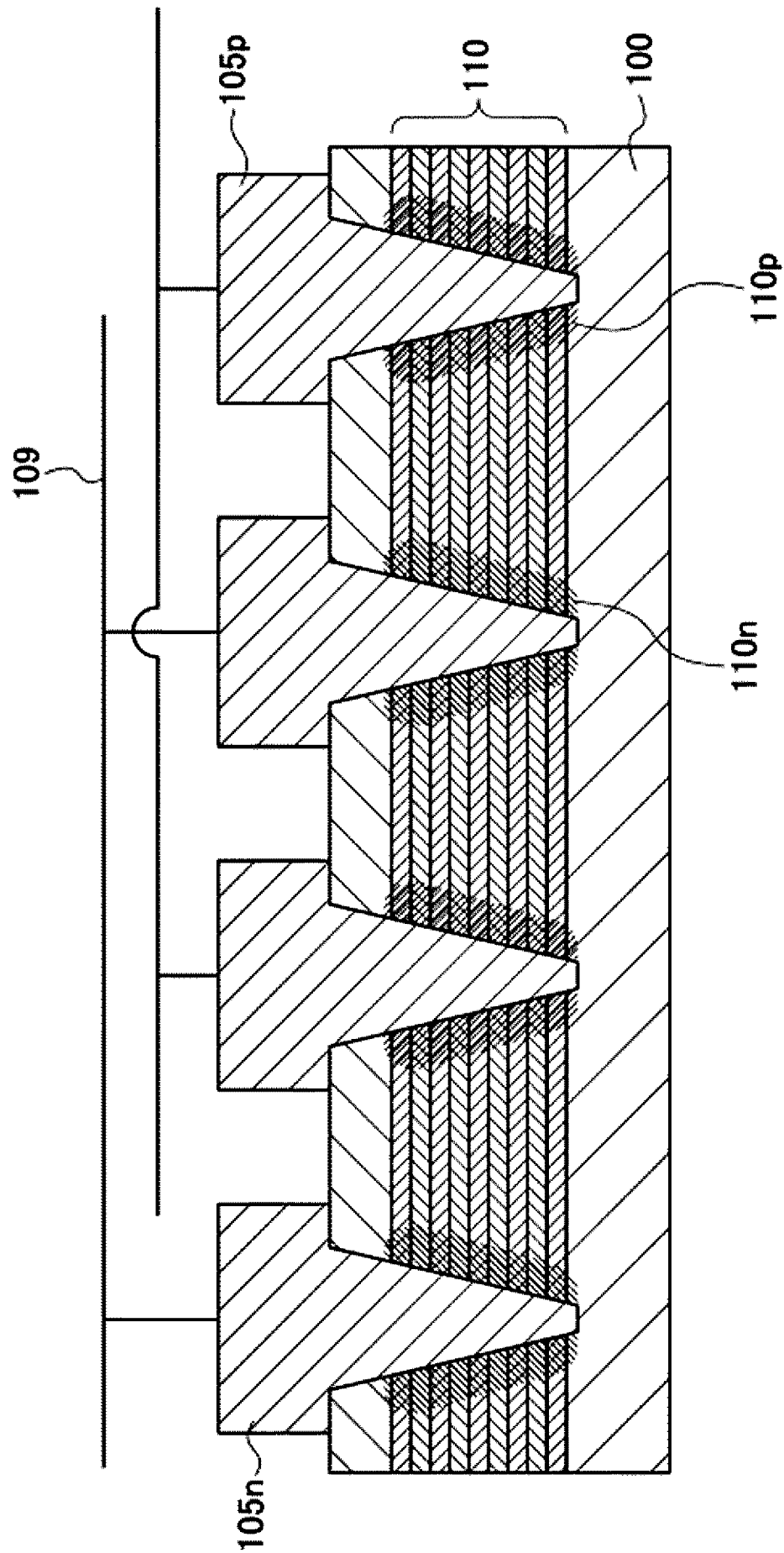
[図5]



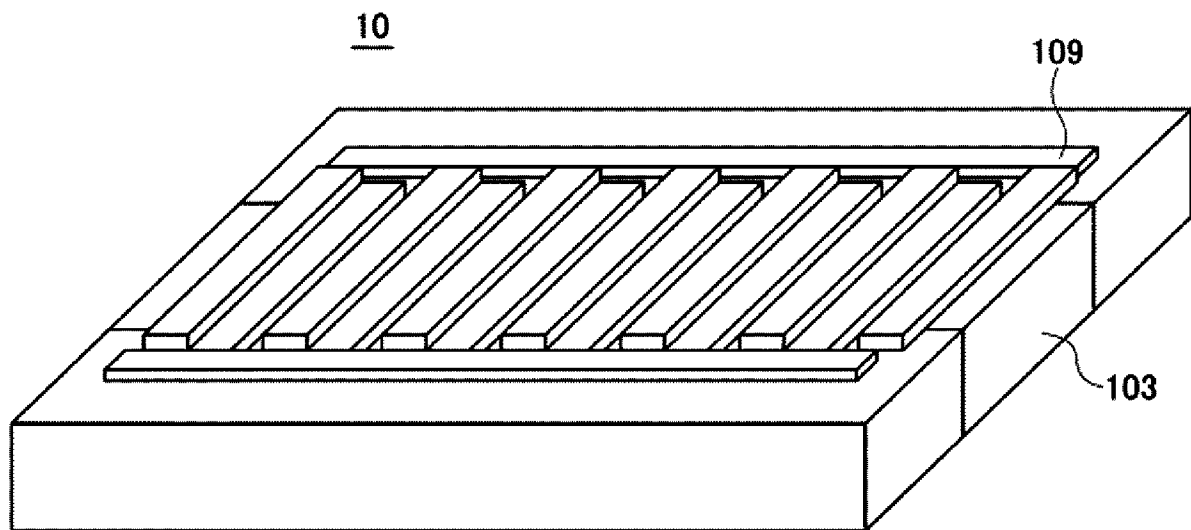
[図6]



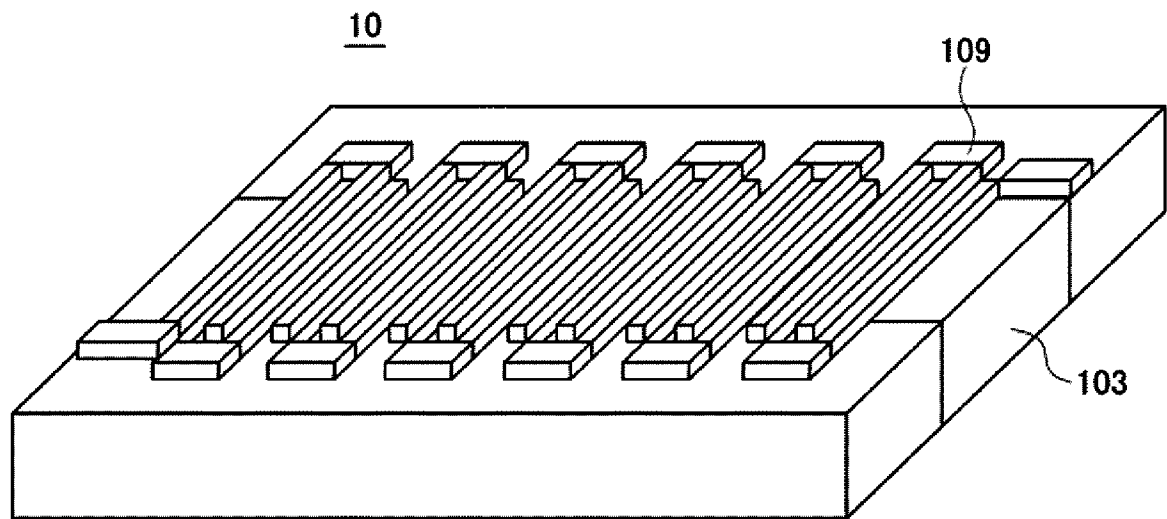
[図7A]



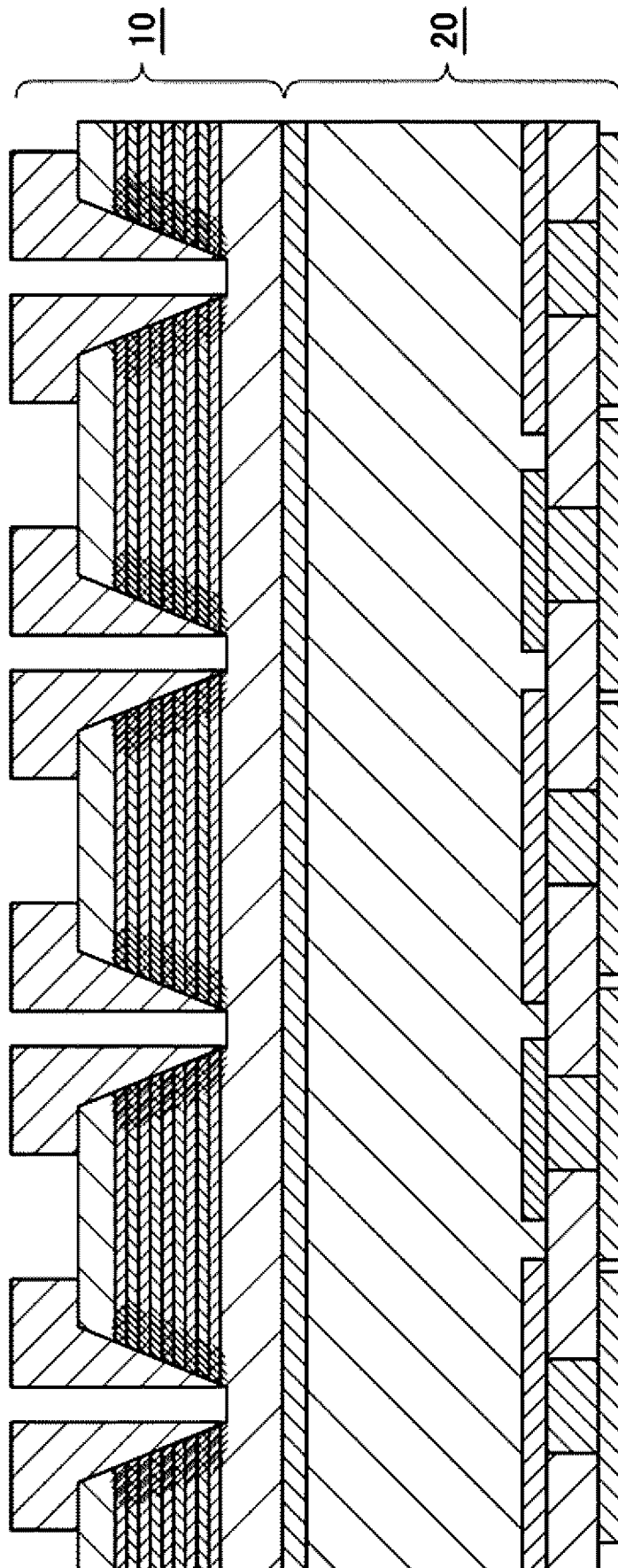
[図7B]



[図8B]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L31/0352(2006.01)i, H01L31/077(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L31/0352, H01L31/077

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-124392 A (Hitachi, Ltd.), 28 June 2012 (28.06.2012), paragraphs [0030], [0046]; fig. 6, 9 & US 2012/0149143 A1 paragraphs [0059], [0075]; fig. 6, 9	1-9, 11, 13-15 10, 12
Y	US 2010/0081228 A1 (ROCHESTER INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 01 April 2010 (01.04.2010), paragraphs [0019], [0026] & WO 2008/063704 A2	1-9, 11, 13-15
Y	JP 61-95575 A (Masataka HIROSE), 14 May 1986 (14.05.1986), page 3, lower left part, line 13 to page 4, upper right part, the last line; fig. 3 (Family: none)	4, 9, 11, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 March 2017 (22.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006995

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-95576 A (Masataka HIROSE), 14 May 1986 (14.05.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2010-186915 A (Panasonic Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 2012-521660 A (Honda Motor Co., Ltd.), 13 September 2012 (13.09.2012), entire text; all drawings & US 2010/0240167 A1 & WO 2010/110888 A1	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0352(2006.01)i, H01L31/077(2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L31/0352, H01L31/077

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A Y	JP 2012-124392 A (株式会社日立製作所) 2012.06.28, [0030]、[0046]、[図6]、[図9] & US 2012/0149143 A1; [0059], [0075], FIG. 6, FIG9 US 2010/0081228 A1 (ROCHESTER INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 2010.04.01, [0019]、[0026] & WO 2008/063704 A2	1-9、11、 13-15 10、12 1-9、11、 13-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森江 健蔵

2 K

4 4 6 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 61-95575 A (廣瀬全孝) 1986. 05. 14, 第3頁左下段第13行目～第4ページ右上段末行、第3図 (ファミリーなし)	4、9、11、 13
A	JP 61-95576 A (廣瀬全孝) 1986. 05. 14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2010-186915 A (パナソニック株式会社) 2010. 08. 26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2012-521660 A (本田技研工業株式会社) 2012. 09. 13, 全文、全図 & US 2010/0240167 A1 & WO 2010/110888 A1	1-15