

(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  
2007年5月31日 (31.05.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/060743 A1

(51) 国際特許分類:  
H01L 31/0224 (2006.01)

(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006019 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/021782

(22) 国際出願日: 2005年11月28日 (28.11.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西田 隆彦 (NISHIDA, Takahiko) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中谷 光徳 (NAKATANI, Mitsunori) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 森川 浩昭 (MORIKAWA, Hiroaki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 唐木田 昇市 (KARAKIDA, Shoichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

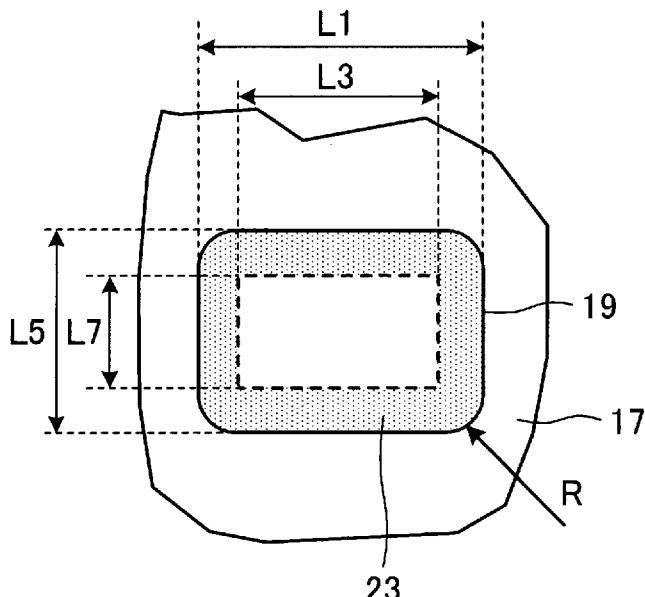
添付公開書類:

— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドノート」を参照。

(54) Title: SOLAR CELL

(54) 発明の名称: 太陽電池セル



WO 2007/060743 A1

第三電極と、を備えることにより、前記第二電極と重なって設けられる前記第三電極の剥離が効果的に防止された太陽電池セルを得る。

(57) Abstract: A solar cell comprises: a photoelectric conversion layer; a first electrode provided on one side of the photoelectric conversion layer; a second electrode provided on the other side of the photoelectric conversion layer; and a third electrode for leading out the output from the second electrode. The third electrode has a peripheral portion overlapped with the second electrode on the other side of the photoelectric conversion layer in the in-plane direction of the photoelectric conversion layer, and the corners of the peripheral portion rounded to form a substantially square shape. Thus, it is possible to obtain the solar cell in which peeling off of the third electrode which is overlapped with the second electrode is effectively prevented.

(57) 要約: 光電変換層と、前記光電変換層の一面側に設けられた第一電極と、前記光電変換層の他面側に設けられた第二電極と、前記光電変換層の他面側に、前記光電変換層の面内方向において、外縁部が前記第二電極と重なるとともにその角部を丸取り部として略四角形状に設けられ、前記第二電極から出力を取り出すための

## 明細書

### 太陽電池セル

### 技術分野

[0001] 本発明は、太陽電池セルに関するものであり、特に、電極の剥離の発生が防止された太陽電池セルに関するものである。

### 背景技術

[0002] 太陽光発電は、無限のエネルギーである光エネルギーを用いて発電し、有害物質を排出しないクリーンな発電方法である。この太陽光発電には、太陽からの光エネルギーを電気エネルギーに変換して電力を発生する光電変換素子である太陽電池セルが用いられている。

[0003] 従来、一般的に生産されている太陽電池セルにおける受光面の裏面の電極は、シリコン基板の裏面に銀ペーストおよびアルミニウムペーストをスクリーン印刷により印刷して、乾燥、焼成することにより形成される。ここで、シリコン基板の裏面のほぼ全面に形成されるアルミニウムは正電極としての役割を果たす。しかし、太陽電池モジュールを作製する際に、アルミニウムで形成されたアルミニウム電極には出力取り出し用のタブ線を直接はんだ付けすることができない。このため、出力取り出し用の電極として銀電極が、該銀電極とアルミニウム電極とが部分的に重なり合うようにシリコン基板の裏面に形成されている(たとえば、特許文献1、特許文献2参照)。

[0004] このように太陽電池セルの基板の裏面では、高出力化のためのアルミニウム電極と出力取り出し用の銀電極とが、部分的に重なり合うように形成されている。そして、このアルミニウム電極と銀電極とが重なった部分では、シリコン基板のシリコン、アルミニウム電極のアルミニウム、銀電極の銀、の3種類の金属が一部合金化している。

[0005] 特許文献1:特開2003-273378号公報

特許文献2:特開平10-335267号公報

### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、この重なり合った部分は、焼成時における急激な加熱および冷却に

おいて各部材の熱膨張率の差に起因して発生すると思われる応力により、非常に脆弱になっている。このため、焼成後、たとえばアルミニウム電極上に銀電極が重なっている場合には、この重なり合った部分において銀電極の角部が剥離する場合がある。

- [0007] また、太陽電池セルのコストを低減するためには、原価比率の高いシリコン基板をより薄くする必要がある。しかしながら、単にシリコン基板の薄板化を図ると、薄板化したシリコン基板では、厚いシリコン基板の場合と比較して、シリコンとアルミニウムとの熱収縮率の差に起因したシリコン基板の反りが大きくなる。
- [0008] このようにシリコン基板の反りが大きく生じた場合には、焼成後の製造工程において、シリコン基板の割れが発生して生産歩止まりが低下する、またはシリコン基板の割れにより製造自体が不可能になる、等の問題がある。
- [0009] これらに対する対応策として、たとえばアルミニウムペーストの材料を見直し、電極材の熱収縮率を改善してシリコン基板の反りを抑制する方法が考えられる。しかしながら、単にアルミニウムペーストの材料を変更しても、組み合わせによっては、今度はアルミニウムと銀との熱収縮率の差からやはり銀電極の一部に剥離が生じる。
- [0010] この場合においても、銀電極の剥離の程度が激しい場合には、太陽電池セルの積み重ねによる該太陽電池セルの割れの発生や太陽電池セルの特性低下につながり、生産歩留まりが低下する、という問題がある。
- [0011] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、電極の剥離が効果的に防止された太陽電池セルを得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる太陽電池セルは、光電変換層と、光電変換層の一面側に形成される第一電極と、光電変換層の他面側に形成される第二電極と、光電変換層の他面側に、光電変換層の面内方向において、外縁部が第二電極と重なるとともにその角部を丸取り部として略四角形状に設けられ、第二電極から出力を取り出すための第三電極と、を備えることを特徴とする。

### 発明の効果

- [0013] 本発明にかかる太陽電池セルは、光電変換層と、光電変換層の一面側に形成され

る第一電極と、光電変換層の他面側に設けられる第二電極から出力を取り出すための第三電極と、を備えた太陽電池セルにおいて、第三電極をその外縁部が第二電極と重なるとともにその角部を丸取り部として略四角形状に設けることにより、第三電極の角部においても該第三電極と第二電極とを確実に接合することができるため、第三電極の剥離を効果的に防止した太陽電池セルを実現することができる、という効果を奏する。

- [0014] また、本発明にかかる太陽電池セルは、太陽電池セルのコスト低減のためのシリコン基板の薄板化を図った場合でも従来のようにシリコン基板に多数の基板割れが発生することが無く、十分対応することが可能であり、使用可能な材料の種類の選択の自由度を大きくすることができる、という効果を奏する。
- [0015] そして、本実施の形態にかかる太陽電池セルは第三電極の角部分を丸取り部としているため、第三電極の面積が小さくなり、電極材料の使用量を削減することができる。これにより、本実施の形態にかかる太陽電池セルは、材料費の削減を図ることができ、安価な太陽電池セルを実現することができる、という効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

- [0016] [図1-1]図1-1は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの概略構成を示す断面図である。
- [図1-2]図1-2は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの表面側((受光面側)の概略構成を示す平面図である。
- [図1-3]図1-3は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの裏面側(受光面に相対する面側)の概略構成を示す平面図である。
- [図1-4]図1-4は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルにおいてシリコン、アルミニウム、銀、の3種類の金属が一部合金化した合金部周辺を拡大して示す図である。
- [図1-5]図1-5は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極と裏面銀電極とが部分的に重なった領域Bおよび領域Cの周辺部を拡大して示す断面図である。
- [図2]図2は、従来の太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極と裏面銀電

極とが部分的に重なった領域B'および領域C'の周辺部を拡大して示す断面図である。

[図3-1]図3-1は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-2]図3-2は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-3]図3-3は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-4]図3-4は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-5]図3-5は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-6]図3-6は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-7]図3-7は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造において銀ペーストの印刷に用いるスクリーンマスクの一例を示す平面図である。

[図3-8]図3-8は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造において銀ペーストの印刷に用いるスクリーンマスクの一例を示す断面図である。

[図3-9]図3-9は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図3-10]図3-10は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの製造方法を説明する断面図である。

[図4-1]図4-1は、本発明の実施の形態1を適用した具体的な太陽電池セルにおける裏面側(受光面に相対する面側)の寸法を説明するための平面図である。

[図4-2]図4-2は、本発明の実施の形態1を適用した具体的な太陽電池セルにおける裏面銀電極の形状および寸法を説明するための平面図である。

[図5-1]図5-1は、本発明の実施の形態2にかかる太陽電池セルの裏面側(受光面に相対する面側)の概略構成を示す平面図である。

[図5-2]図5-2は、本発明の実施の形態2にかかる太陽電池セルにおいてシリコン、アルミニウム、銀、の3種類の金属が一部合金化した合金部周辺を拡大して示す図である。

[図5-3]図5-3は、本発明の実施の形態2にかかる太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極と裏面銀電極とが部分的に重なった領域Dおよび領域Eの周辺部を拡大して示す断面図である。

[図6-1]図6-1は、本発明の実施の形態2を適用した具体的な太陽電池セルにおける裏面側(受光面に相対する面側)の寸法を説明するための平面図である。

[図6-2]図6-2は、本発明の実施の形態2を適用した具体的な太陽電池セルにおける裏面銀電極の形状および寸法を説明するための平面図である。

### 符号の説明

- [0017] 10 半導体層部
- 11 シリコン基板
- 13 n型拡散層
- 13a n型拡散層
- 14 p<sup>+</sup>層
- 15 反射防止膜
- 17 アルミニウム電極
- 17a アルミニウムペースト層
- 19 裏面銀電極
- 19a 銀ペースト層
- 21 表面銀電極
- 21a 銀ペースト層
- 23 合金部
- 25 メッシュ
- 27 乳剤
- 31 裏面銀電極
- 33 合金部

## 発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下に、本発明にかかる太陽電池セルの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明は以下の記述により限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。また、以下の図面においては、各図面間の縮尺および各部材間の縮尺は理解の容易のため実際とは異なる場合がある。

[0019] 実施の形態1.

図1-1～図1-3は、本発明の実施の形態1にかかる太陽電池セルの概略構成を示す図であり、図1-1は実施の形態1にかかる太陽電池セルの概略構成を示す断面図である。また、図1-2は実施の形態1にかかる太陽電池セルの表面側(受光面側)の概略構成を示す平面図であり、図1-3は実施の形態1にかかる太陽電池セルの裏面側(受光面に相対する面側)の概略構成を示す平面図である。なお、図1-1は図1-3の線分A-Aにおける断面図である。

[0020] 本実施の形態にかかる太陽電池セルは、図1-1～図1-3に示すように、半導体基板としてのp型シリコン基板であるp型層11と、該p型層11の表面の導電型が反転したn型拡散層13と、高濃度不純物を含んだp<sup>+</sup>層(BSF層:Back Surface Field)14と、からなる光電変換層である半導体層部10と、この半導体層部10の受光面に設けられて入射光の反射を防止する反射防止膜15と、この半導体層部10の受光面に略棒状に設けられた受光面電極部である表面銀電極21と、電力取り出しと入射光の反射を目的として半導体層部10の裏面のほぼ全面に設けられた裏面電極部であるアルミニウム電極17と、このアルミニウム電極17から電力を取り出すための取り出し電極部である裏面銀電極19と、を備えて構成されている。

[0021] このように構成された本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、太陽光が太陽電池セルの受光面側(反射防止膜15側)から照射されて、内部のpn接合面(p型層11とn型拡散層13との接合面)に到達すると、このpn接合面において合体していたホールと電子が分離する。分離した電子はn型拡散層13に向かって移動する。一方、分離したホールはp<sup>+</sup>層14に向かって移動する。これにより、n型拡散層13とp<sup>+</sup>層14との間に、p<sup>+</sup>層14の電位が高くなるようにして電位差が発生する。その結果、n型拡散層

13に接続した表面銀電極21がプラス極、n型拡散層13に接続したアルミニウム電極17がマイナス極となって、外部回路(図示せず)に電流が流れる。

[0022] つぎに、本実施の形態にかかる太陽電池セルの特徴について説明する。図1-3および図1-4に示すように本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、p<sup>+</sup>層14上においてアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なっている。図1-4は図1-3の平面図における裏面銀電極19周辺を拡大して示す図であり、太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった部分を拡大して示す図である。また、図1-5は図1-1の断面図における裏面銀電極19周辺を拡大して示す図であり、太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった領域Bおよび領域Cの周辺部を拡大して示す断面図である。

[0023] このアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なっている領域Bおよび領域Cでは、シリコン基板のp<sup>+</sup>層14のシリコン、アルミニウム電極17のアルミニウム、裏面銀電極19の銀、の3種類の金属が一部合金化して図1-4および図1-5に示すように合金部23を形成している。なお、図1-1および図1-5においては領域Bおよび領域Cについて各金属(シリコン、アルミニウム、銀)の境界が明確となっているが、当然、この部分は一部合金化されているため、実際には、不明瞭となっている。

[0024] ここで、本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、図1-3および図1-4に示すように裏面銀電極19がシリコン基板の面内方向において略々四角形(長方形)を呈する。そして、裏面銀電極19は略々四角形(長方形)の角部において曲線形状を呈する。詳細には、裏面銀電極19は略々四角形(長方形)の角部が丸取り部とされている。

[0025] これにより、本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、図1-5に示すようにアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった領域Bおよび領域Cにおいて合金部23が確実に形成され、裏面銀電極19の端部においても裏面銀電極19とアルミニウム電極17とが確実に接合されている。

[0026] 従来の太陽電池セルにおいては、裏面銀電極19の形状はシリコン基板の面内方向において略々四角形(長方形)を呈し、その略々四角形(長方形)の角部は、略直

角とされている。そして、従来の太陽電池セルにおいても本実施の形態にかかる太陽電池セルと同様に、図2に示すようにアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった領域B'および領域C'を有する。

- [0027] このような太陽電池セルにおいては、この重なり合った部分は、製造途中の焼成時における急激な加熱工程および冷却工程で発生する、各部材の熱膨張率の差に起因して発生すると思われる応力により、非常に脆弱になっている。このため、焼成後、このアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった領域B'および領域C'においては、図2の領域C'に示すように裏面銀電極19の角部において裏面銀電極19がアルミニウム電極17から剥離する場合がある。そして、この応力は裏面銀電極19の鋭敏な角部に集中しやすい。すなわち、この応力の集中により裏面銀電極19の鋭敏な角部では合金部23が正常に形成されず、裏面銀電極19の剥離がその直角角部から生じる傾向にある。
- [0028] そこで、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、裏面銀電極19の角部に応力が集中しないように裏面銀電極19の鋭敏な角部を無くすべく角部を丸取り部としている。これにより、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、裏面銀電極19の角部に集中する応力を緩和することができ、図1-5に示すようにアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが部分的に重なった領域Bおよび領域Cにおいて合金部23が確実に形成され、アルミニウム電極17および裏面銀電極19間の接合力、アルミニウム電極17および裏面銀電極19の基板接合力が向上する。したがって、本実施の形態にかかる太陽電池セルによれば、裏面銀電極19の角部においても裏面銀電極19とアルミニウム電極17とを確実に接合して裏面銀電極19の剥離を効果的に防止した太陽電池セルを実現することができる、という効果を奏する。
- [0029] なお、丸取り寸法Rが合金部23の寸法より大きい場合には、アルミニウム電極17と裏面銀電極19との合金部を一部形成することができず、裏面銀電極19としては不適当である。したがって、図1-4に示すように、合金部23の寸法を決定する、アルミニウム電極17と裏面銀電極19とが裏面銀電極19の長辺方向において重なる部分の寸法L1、L3、およびアルミニウム電極17と裏面銀電極19とが裏面銀電極19の短辺方向において重なる部分の寸法L5、L7の値は、合金部23を確実に形成できるよう

に決定する必要がある。さらに付け加えると、アルミニウム電極17と裏面銀電極19とは、後述するようにスクリーン印刷により形成するが、アルミニウムペーストおよび銀ペーストの印刷時の位置ずれも考慮に入れて上記寸法は決めるべきである。

- [0030] また、従来の太陽電池セルにおいて、太陽電池セルのコスト低減のためにシリコン基板の薄板化を図った場合には、厚いシリコン基板を用いた場合と比較して、シリコンとアルミニウムとの熱収縮率の差に起因したシリコン基板の反りが大きくなる。そして、シリコン基板の反りが大きく生じた場合には、焼成後の製造工程において、シリコン基板の割れが発生して生産歩止まりが低下する、またはシリコン基板の割れにより製造自体が不可能になる、等の問題が発生する。
- [0031] これらに対する対応策として、アルミニウム電極の材料を変更して電極材の熱収縮率を改善してシリコン基板の反りを抑制する場合においても、材料の組み合わせによってはアルミニウムと銀との熱収縮率の差から裏面銀電極の一部に剥離が生じる。そして、裏面銀電極の剥離の程度が激しい場合には、太陽電池セルの積み重ねによる該太陽電池セルの割れの発生や太陽電池セルの特性低下につながり、生産歩留まりが低下する、という問題を引き起こす。
- [0032] しかしながら、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、上述したようにシリコン基板の裏面に形成されるアルミニウム電極17および裏面銀電極19間の接合力、アルミニウム電極17および裏面銀電極19のシリコン基板との接合力を向上させ、裏面銀電極19の剥離またはアルミニウム電極17の剥離を効果的に防止することができる。これにより、アルミニウム電極17と裏面銀電極19との間の接合、アルミニウム電極17および裏面銀電極19の基板との接合を確実なものとすることができる。
- [0033] したがって、本実施の形態にかかる太陽電池セルによれば、太陽電池セルのコスト低減のためのシリコン基板の薄板化を図った場合でも従来のようにシリコン基板に多数の基板割れが発生することが無く、十分対応することが可能であり、また、使用可能な銀ペーストの種類の選択の自由度を大きくすることができる、という効果を奏する。
- [0034] さらに、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、従来の太陽電池セルにおいては裏面銀電極が存在するはずの鋭角な角部分を丸取り部としているため、裏

面銀電極19の面積が小さくなり、裏面銀電極19に用いられる銀ペーストの量が削減されている。したがって本実施の形態にかかる太陽電池セルによれば、材料費の削減を図ることができ、安価な太陽電池セルを実現することができる、という効果も奏する。銀ペーストの具体的な削減効果については後述する。

- [0035] つぎに、上記のように構成された本実施の形態にかかる太陽電池セルの製造方法について説明する。本実施の形態にかかる太陽電池セルを製造するには、まず、図3-1に示すように、たとえば引き上げ法により製造されるp型の単結晶シリコンインゴット、または鋳造法により製造される多結晶シリコンインゴットからp型のシリコン基板11'をスライスする。そして、たとえば数wt%～20wt%程度の苛性ソーダや炭酸苛性ソーダで10μm～20μm程度の厚みだけエッチング除去し、スライスした際に発生するシリコン表面のダメージ層や汚染を取り除く。
- [0036] さらに、必要に応じて、塩酸と過酸化水素との混合溶液で洗浄し、基板表面に付着した鉄等の重金属類を除去する。その後、同様のアルカリ低濃度液にIPA(イソプロピルアルコール)を添加した溶液で異方性エッチングを行ない、たとえばシリコン(111)面が出るようにテクスチャーを形成する。
- [0037] ついで、pn接合を形成するためにn型拡散層13aを形成する。このn型拡散層13aの形成工程では、たとえばオシキ塩化リン( $\text{POCl}_3$ )を使用し、800°C～900°Cの窒素、酸素の混合ガス雰囲気中で拡散処理を施し、図3-2に示すようにリンを熱的に拡散させて導電型を反転させたn型拡散層13aをシリコン基板11'の全面に形成する。なお、このn型拡散層13aのシート抵抗はたとえば数十(30～80～Ω/□程度であり、n型拡散層13aの深さはたとえば0.3μm～0.5μm程度である。
- [0038] つぎに、また、受光面側のn型拡散層13aを保護するため、高分子レジストペーストをスクリーン印刷法で印刷・乾燥させてレジストを形成する。そして、たとえば20wt%水酸化カリウム溶液中へ数分間浸漬してシリコン基板11'の裏面や側面に形成されたn型拡散層13aを除去する。その後、レジストを有機溶剤で除去して、図3-3に示すようにn型拡散層13が表面(受光面)全面に形成されたシリコン基板11'を得る。
- [0039] ついで、図3-4に示すようにシリコン酸化膜、シリコン窒化膜や酸化チタン膜などの反射防止膜15をn型拡散層13面に一様な厚みで形成する。反射防止膜15は、た

とえば、シリコン酸化膜の場合にはプラズマCVD法でSiH<sub>4</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを原材料として、300°C以上の加熱温度で、減圧下で成膜形成する。屈折率はたとえば2.0～2.2程度であり、反射防止膜15の最適な膜厚は70nm～90nm程度である。

- [0040] つぎに、スクリーン印刷法を用いて、シリコン基板11'の裏面(受光面に相対する面)の全面に、図3-5に示すようにガラスを含むアルミニウムペーストを印刷・乾燥し、シリコン基板11'の裏面全面にアルミニウムペースト層17aを形成する。このアルミニウムペースト層17aにおいては、裏面銀電極19の形成部位に対応して開口が設けられている。アルミニウムペーストの塗布厚は、スクリーンマスクを形成する線径や、乳剤厚などで調整可能である。
- [0041] ついで、スクリーン印刷法を用いて、アルミニウム電極17が形成されたシリコン基板11'の裏面(受光面に相対する面)に図3-6に示すように裏面銀電極19用銀ペーストを印刷・乾燥し、銀ペースト層19aを形成する。このとき、銀ペースト層19aの形状は、図1-3に示すように角部が丸取り部とされた略四角形(長方形)とする。ここで、銀ペーストの印刷は、たとえば図3-7および図3-8に示すようにメッシュ25に対して乳剤27によりパターン形成したスクリーンマスクを用いて行うことができる。
- [0042] さらに、スクリーン印刷法を用いて、反射防止膜15が形成されたシリコン基板11'の表面(受光面)に表面銀電極21用の銀ペースト印刷・乾燥し、図3-9に示すように銀ペースト層21aを形成する。銀ペーストの塗布厚も、スクリーンマスクを形成するメッシュの線径、乳剤厚などにより調整可能である。
- [0043] つぎに、電極形成のための焼成工程で、表裏電極用ペースト層を同時に600°C～900°Cで数分間～十数分焼成する。シリコン基板11'の表面(受光面)側では、銀ペースト層が焼成されて図3-10に示すように表面銀電極21となるが、反射防止膜15が溶融している間に銀ペースト中に含まれているガラス材料で銀材料がシリコン基板11'のシリコンと接触し、再凝固する。これにより、表面銀電極21とシリコンの導通が確保される。このようなプロセスは一般にファイヤースルー法と呼ばれている。
- [0044] 一方、シリコン基板11'の裏面(受光面に相対する面)側では、アルミニウムペースト層が焼成されて図3-10に示すようにアルミニウム電極17となり、銀ペースト層が焼成されて図3-10に示すように裏面銀電極19となる。ここで、アルミニウムペーストの

アルミニウムがシリコン基板11'のシリコンと反応してアルミニウム電極17の直下にp<sup>+</sup>層14を形成する。この層は、一般にBSF(Back Surface Field)層と呼ばれ、太陽電池のエネルギー変換効率の向上に寄与するものである。そして、シリコン基板11'のうち、n型拡散層13とp<sup>+</sup>層14とに挟まれた領域がp型層11となる。

- [0045] また、銀ペーストは、シリコン基板11'と直接接する箇所では、直接シリコン基板11'のシリコンと反応し、また、アルミニウムペーストと接触する箇所では、シリコン基板11'のシリコン、アルミニウムペースト(アルミニウム電極17)のアルミニウム、裏面銀電極19の銀の3種の金属が、一部、合金を形成する。以上の工程により、太陽電池セル製造プロセスによりセルは、完成する。なお、セル作製工程後のモジュール作製工程では、この銀電極3上に出力を外部へ取り出すための銅製のタブ線が配置される。
- [0046] なお、上述した太陽電池セルは裏面銀電極の形状の変更だけで実現することが可能であり、既存の設備を変更することなく、裏面銀電極用の銀ペーストのスクリーン印刷時のマスク形状の変更だけで実現することができる。
- [0047] つぎに、裏面銀電極の削減面積と銀ペーストの削減量について具体的な例を挙げて説明する。ここでは図4-1および図4-2に示すように、隣り合う裏面銀電極19が以下の条件で縦方向に2列に配列された太陽電池セルを構成した場合を例に説明する。
- [0048] •裏面銀電極19の長辺長さL1=9. 8mm  
•裏面銀電極19の短辺長さL5=7. 8mm  
•裏面銀電極列間の距離L9=75mm  
•裏面銀電極列における両端の裏面銀電極19間の距離L11=135mm  
•裏面銀電極列において隣り合う裏面銀電極19間の距離L13=22. 5mm
- [0049] 上記のような寸法の太陽電池セルにおいて、裏面銀電極19の丸取り部の曲率半径Rを1. 0mm~3. 0mmまで0. 5mm刻みで変化させたときの裏面銀電極19の削減面積と銀ペースト削減率を表1に示す。
- [0050] [表1]

表1

R(mm)	裏銀電極削減面積(mm <sup>2</sup> )	銀ペースト削減率(%)
3.0	7.7	10.1
2.5	5.4	7.0
2.0	3.4	4.5
1.5	1.9	2.5
1.0	0.9	1.1

[0051] 表1に示すように、裏面銀電極19の丸取り部の曲率半径Rを1.0mmから3.0mmまで大きくするにつれて裏面銀電極19の削減面積(mm<sup>2</sup>)は0.9mm<sup>2</sup>から7.7mm<sup>2</sup>まで増加している。そして、銀ペースト削減率(%)、すなわち銀ペーストの削減効果は、1.1%から10.1%まで増加している。これにより、本発明を適用することで裏面銀電極19用の銀ペースト量を削減することができ、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては材料費の削減を図ることができ、安価な太陽電池セルを実現することができる、といえる。

[0052] 実施の形態2.

実施の形態2では、本発明にかかる太陽電池セルの他の形態について説明する。実施の形態2にかかる太陽電池セルの基本的な構成は上述した実施の形態1にかかる太陽電池セルと同様である。したがって、以下では実施の形態2にかかる太陽電池セルが実施の形態1にかかる太陽電池セルと異なる点について説明する。以下の図面においては、実施の形態1にかかる太陽電池セルと同様の部材については実施の形態1と同じ符号を付してある。

[0053] 図5-1～図5-3は、本発明の実施の形態2にかかる太陽電池セルの概略構成を示す図である。図5-1は図1-3に対応する図であり、実施の形態2にかかる太陽電池セルの裏面側(受光面に相対する面側)の概略構成を示す平面図である。また、図5-2は図1-4に対応する図であり、図5-1の平面図における裏面銀電極31周辺を拡大して示す図であり、太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極17と裏面銀電極31とが部分的に重なった部分を拡大して示す図である。

[0054] そして、図5-3は図1-5に対応する図であり、裏面銀電極31周辺を拡大して示す図であり、太陽電池セルの裏面に設けられたアルミニウム電極17と裏面銀電極31

とが部分的に重なった領域Dおよび領域Eの周辺部を拡大して示す断面図である。なお、実施の形態1にかかる太陽電池セルの断面構造および太陽電池セルの受光面側(表面側)の概略構成は実施の形態1の場合と同様であるため、図1-1および図1-2を参照することとする。

- [0055] ここで、本実施の形態における裏面銀電極31は実施の形態1における裏面銀電極19に対応するものであり、図5-1および図5-2に示すように角部が丸取り部ではなく面取り部とされている点が実施の形態1の場合と異なる。
- [0056] ここで、本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、図5-1および図5-2に示すように裏面銀電極31がシリコン基板の面内方向において略々四角形(長方形)を呈する。そして、裏面銀電極31は略々四角形(長方形)の角部が面取り部とされている。
- [0057] そして、裏面銀電極の角部の形状が実施の形態1の場合とは異なるが、アルミニウム電極17と裏面銀電極31とが部分的に重なっている領域Dおよび領域Eでは、シリコン基板の $p^+$ 層14のシリコン、アルミニウム電極17のアルミニウム、裏面銀電極31の銀、の3種類の金属が一部合金化して図5-2および図5-3に示すように合金部33を形成している。なお、図5-3においては領域Dおよび領域Eについて各金属(シリコン、アルミニウム、銀)の境界が明確となっているが、当然、この部分は一部合金化されているため、実際には、不明瞭となっている。
- [0058] これにより、本実施の形態にかかる太陽電池セルでは、図5-3に示すようにアルミニウム電極17と裏面銀電極31とが部分的に重なった領域Dおよび領域Eにおいて合金部33が確実に形成され、裏面銀電極31の端部においても裏面銀電極31とアルミニウム電極17とが確実に接合されている。
- [0059] 本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、裏面銀電極31の角部に応力が集中しないように裏面銀電極31の鋭敏な角部を無くすべく角部を面取り部としている。これにより、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては、裏面銀電極31の角部に集中する応力を緩和することができ、図5-3に示すようにアルミニウム電極17と裏面銀電極31とが部分的に重なった領域Dおよび領域Eにおいて合金部33が確実に形成され、アルミニウム電極17および裏面銀電極31間の接合力、アルミニウム電極17および裏面銀電極31の基板接合力が向上する。したがって、本実施の形態に

かかる太陽電池セルによれば、裏面銀電極19の角部においても裏面銀電極19とアルミニウム電極17とを確実に接合して裏面銀電極19の剥離を効果的に防止した太陽電池セルを実現することができる、という効果を奏する。

- [0060] なお、面取り寸法Cが合金部33の寸法より大きい場合には、アルミニウム電極17と裏面銀電極31との合金部を一部形成することができず、裏面銀電極31としては不適当である。したがって、図5-2に示すように、合金部33の寸法を決定する、アルミニウム電極17と裏面銀電極31とが裏面銀電極31の長辺方向において重なる部分の寸法L21、L23、およびアルミニウム電極17と裏面銀電極31とが裏面銀電極31の短辺方向において重なる部分の寸法L25、L27の値は、合金部33を確実に形成できるように決定する必要がある。さらに付け加えると、アルミニウム電極17と裏面銀電極31とは、後述するようにスクリーン印刷により形成するが、アルミニウムペーストおよび銀ペーストの印刷時の位置ずれも考慮に入れて上記寸法は決めるべきである。
- [0061] また、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいても上述したようにアルミニウム電極17と裏面銀電極31との間の接合、アルミニウム電極17および裏面銀電極31の基板との接合を確実なものとすることができます。したがって、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいても、太陽電池セルのコスト低減のためのシリコン基板の薄板化を図った場合でも従来のようにシリコン基板に多数の基板割れが発生することが無く、十分対応することができる、また、使用可能な銀ペーストの種類の選択の自由度を大きくすることができる、という効果を奏する。
- [0062] さらに、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいても、従来の太陽電池セルにおいては裏面銀電極が存在するはずの鋭角な角部分を面取り部としているため、裏面銀電極の面積が小さくなり、裏面銀電極31に用いられる銀ペーストの量が削減されている。したがって、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいても材料費の削減を図ることができ、安価な太陽電池セルを実現することができる、という効果を奏する。
- [0063] なお、本実施の形態にかかる太陽電池セルは、銀ペースト層をスクリーン印刷する際に図5-1に示すように角部が面取り部とされた略四角形(長方形)とすること以外は実施の形態1の場合と同様の工程で作製することができる。そして、本実施の形態

にかかる太陽電池セルも、裏面銀電極の形状の変更だけで実現することが可能であり、既存の設備を変更することなく、裏面銀電極用の銀ペーストのスクリーン印刷時のマスク形状の変更だけで実現することができる。

- [0064] つぎに、裏面銀電極の削減面積と銀ペーストの削減量について具体的な例を挙げて説明する。ここでは図6-1および図6-2に示すように、隣り合う裏面銀電極31が以下の条件で縦方向に2列に配列された太陽電池セルを構成した場合を例に説明する。
- [0065] •裏面銀電極31の長辺長さL21=9. 8mm  
 •裏面銀電極31の短辺長さL25=7. 8mm  
 •裏面銀電極列間の距離L9=75mm  
 •裏面銀電極列における両端の裏面銀電極31間の距離L11=135mm  
 •裏面銀電極列において隣り合う裏面銀電極31間の距離L13=22. 5mm
- [0066] 上記のような寸法の太陽電池セルにおいて、裏面銀電極31の面取り部の面取り寸法Cを1. 0mm～3. 0mmまで0. 5mm刻みで変化させたときの裏面銀電極31の削減面積と銀ペースト削減率を表2に示す。
- [0067] [表2]

表2

C(mm)	裏面銀電極削減面積(mm <sup>2</sup> )	銀ペースト削減率(%)
3.0	18.0	23.5
2.5	12.5	16.4
2.0	8.0	10.5
1.5	4.5	5.9
1.0	2.0	2.6

- [0068] 表2に示すように、裏面銀電極31の面取り部の面取り寸法Cを1. 0mmから3. 0mmまで大きくするにつれて裏面銀電極31の削減面積(mm<sup>2</sup>)は2. 0mm<sup>2</sup>から18. 0mm<sup>2</sup>まで増加している。そして、銀ペースト削減率(%)、すなわち銀ペーストの削減効果は、2. 6%から23. 5%まで増加している。これにより、本発明を適用することで裏面銀電極31用の銀ペースト量を削減することができ、本実施の形態にかかる太陽電池セルにおいては材料費の削減を図ることができ、安価な太陽電池セルを実現す

ることができる、といえる。

[0069] なお、実施の形態1および実施の形態2のいずれの場合も、より多くの銀ペーストの削減効果を得るためにには、曲率半径または面取り寸法を大きく取る必要があるが、大きくとりすぎるとアルミニウムと銀との合金部を形成することができなくなる。実際の曲率半径または面取り寸法の選定に当たっては、アルミニウム電極および銀電極用のペーストの印刷時の位置ずれも考慮に入れて、確実に合金部が形成できるように曲率半径および面取り寸法を決める必要がある。

[0070] また、上記の実施の形態1および実施の形態2にかかる太陽電池セルは本発明の実施の形態の一例であり、本発明は上記の記述により限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

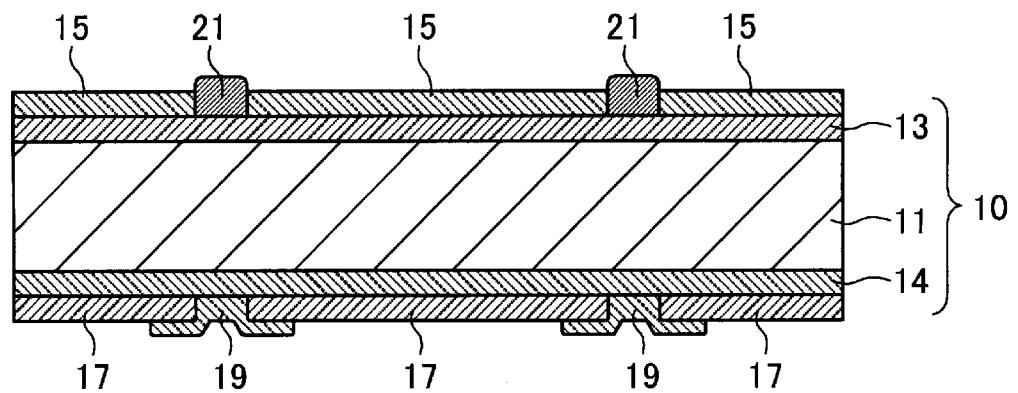
#### 産業上の利用可能性

[0071] 以上のように、本発明にかかる太陽電池セルは、アルミニウム電極と出力取り出しう用の銀電極とが部分的に重なり合う構造の太陽電池セルに有用である。

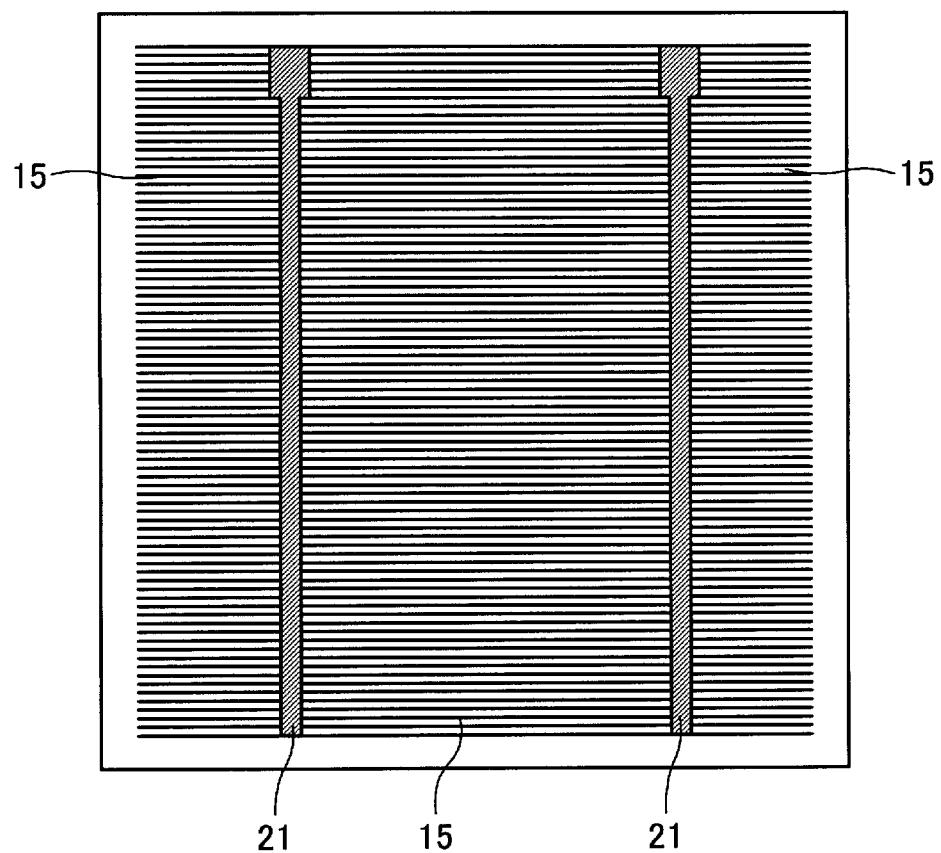
## 請求の範囲

- [1] 光電変換層と、  
前記光電変換層の一面側に設けられた第一電極と、  
前記光電変換層の他面側に設けられた第二電極と、  
前記光電変換層の他面側に、前記光電変換層の面内方向において、外縁部が前記第二電極と重なるとともにその角部を丸取り部として略四角形状に設けられ、前記第二電極から出力を取り出すための第三電極と、  
を備えることを特徴とする太陽電池セル。
- [2] 前記第二電極が、アルミニウム電極であり、  
前記第三電極が、銀電極であること、  
を特徴とする請求項1に記載の太陽電池セル。
- [3] 光電変換層と、  
前記光電変換層の一面側に設けられた第一電極と、  
前記光電変換層の他面側に設けられた第二電極と、  
前記光電変換層の他面側に、前記光電変換層の面内方向において、外縁部が前記第二電極と重なるとともにその角部を面取り部として略四角形状に設けられ、前記第二電極から出力を取り出すための第三電極と、  
を備えることを特徴とする太陽電池セル。
- [4] 前記第二電極が、アルミニウム電極であり、  
前記第三電極が、銀電極であること、  
を特徴とする請求項3に記載の太陽電池セル。

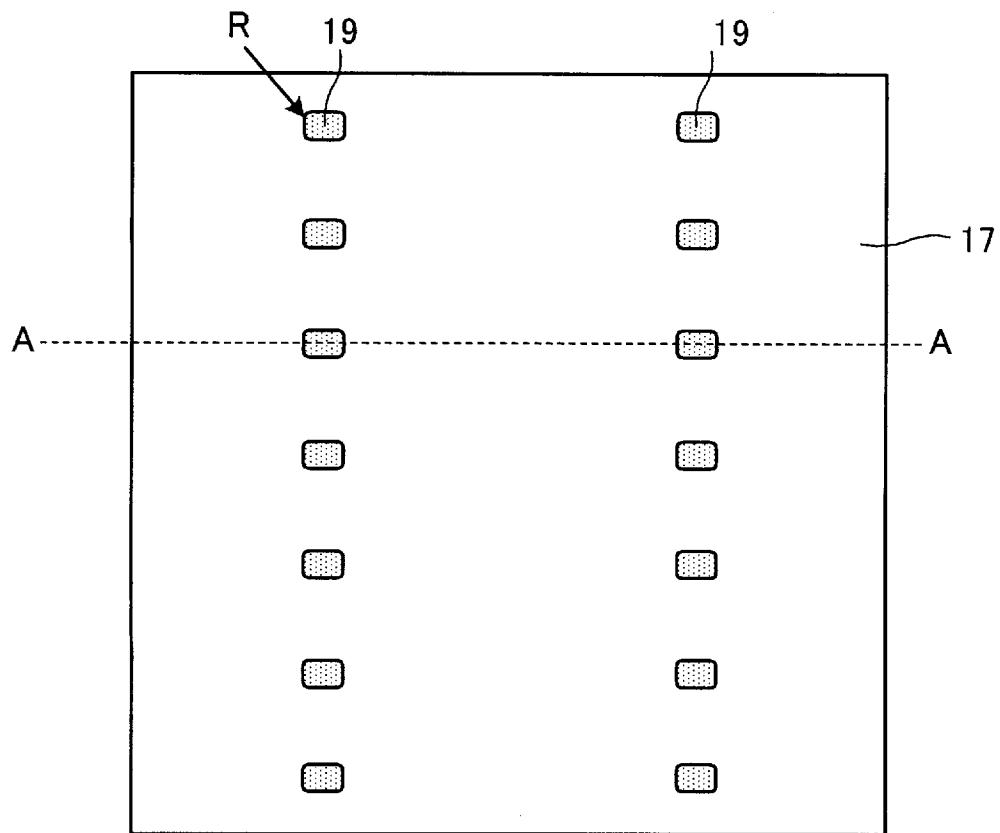
[図1-1]



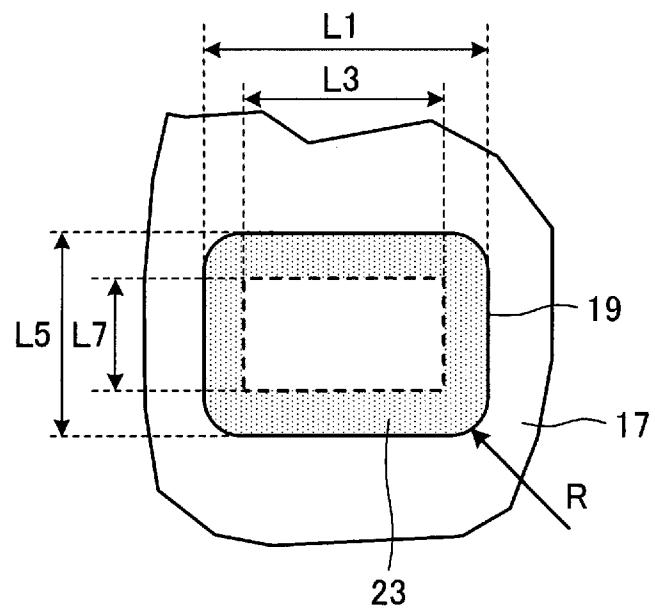
[図1-2]



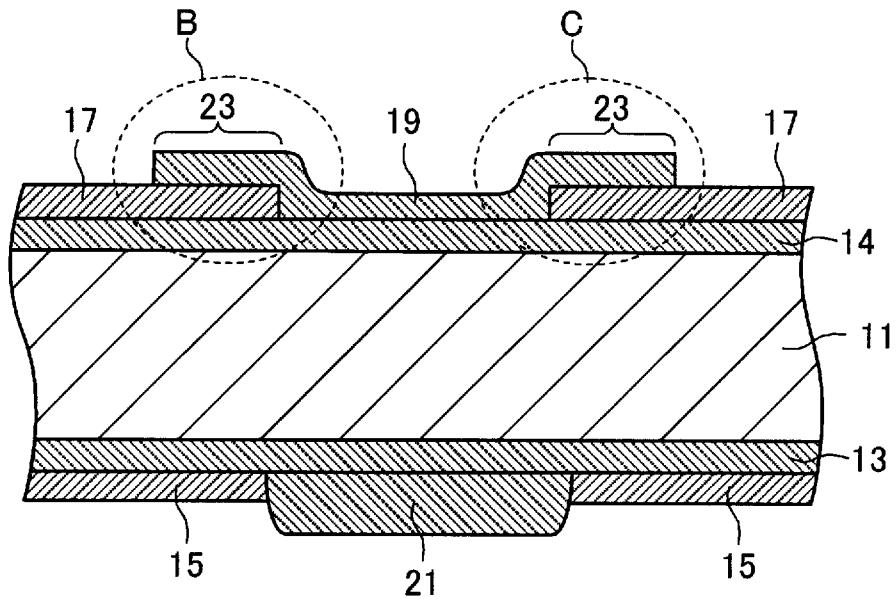
[図1-3]



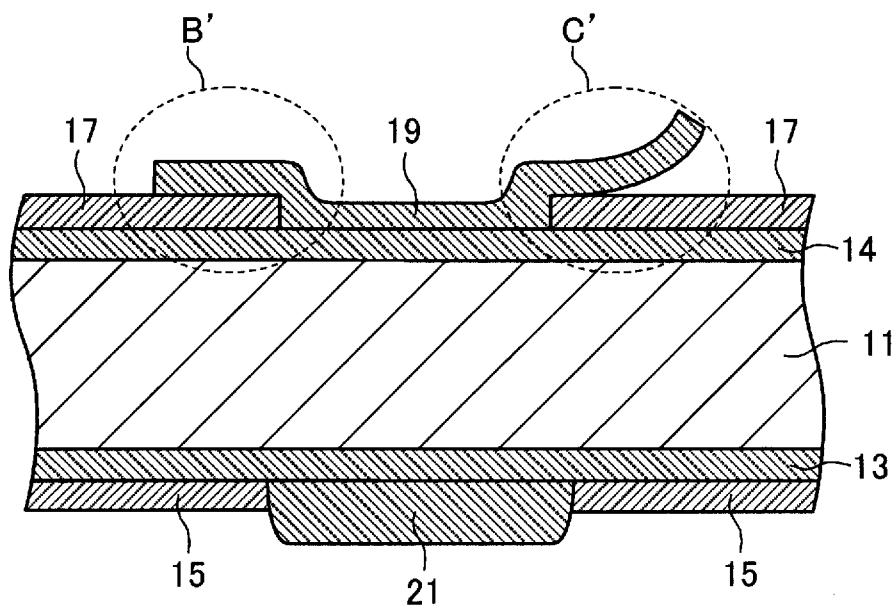
[図1-4]



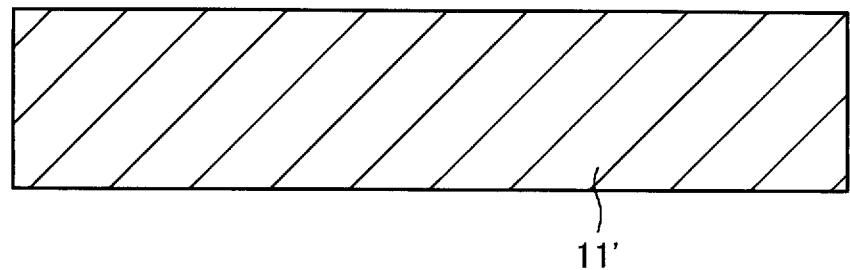
[図1-5]



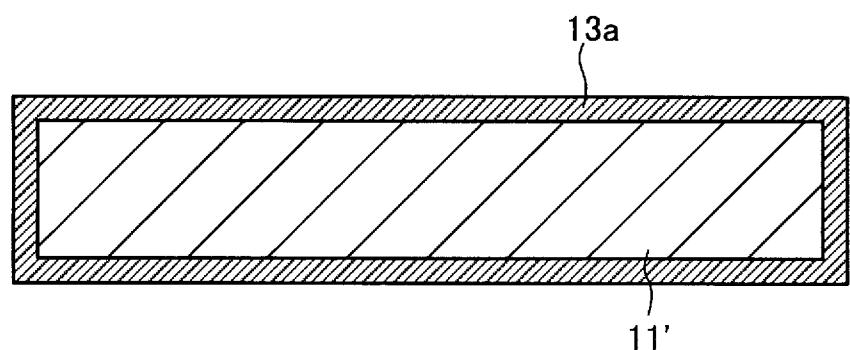
[図2]



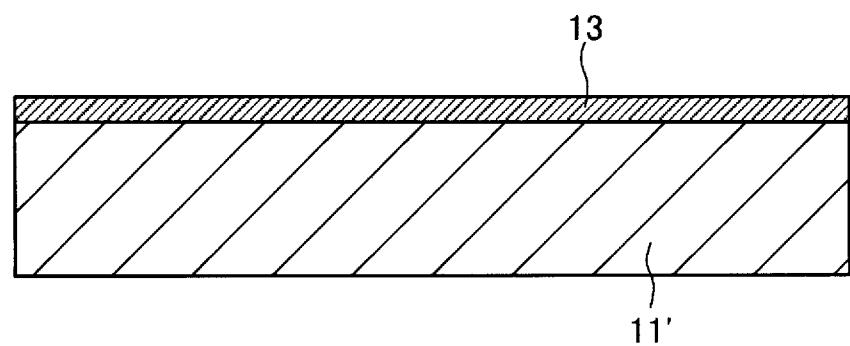
[図3-1]



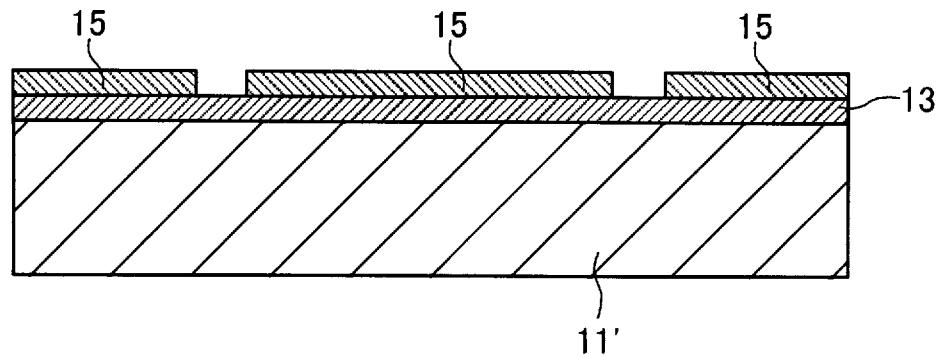
[図3-2]



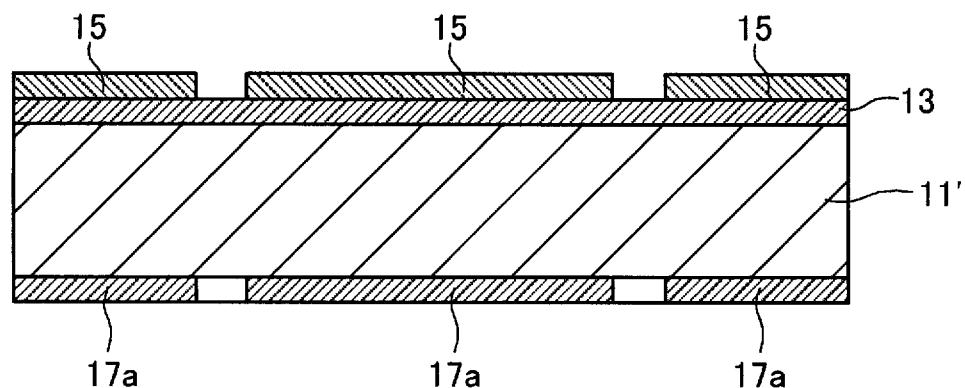
[図3-3]



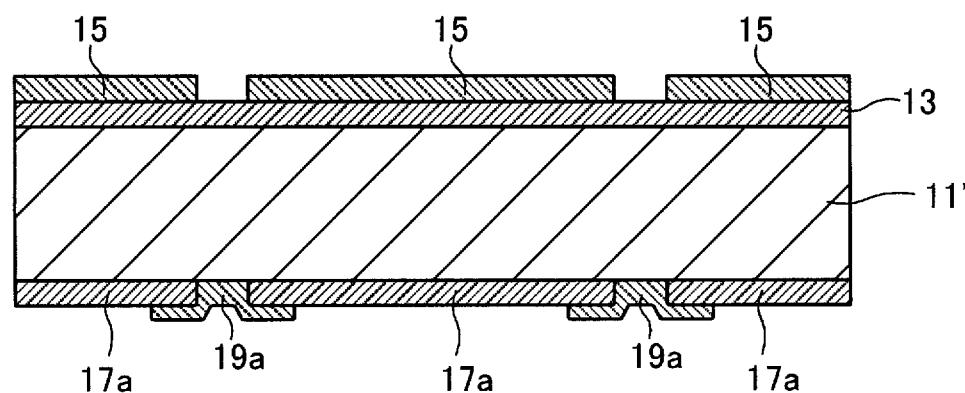
[図3-4]



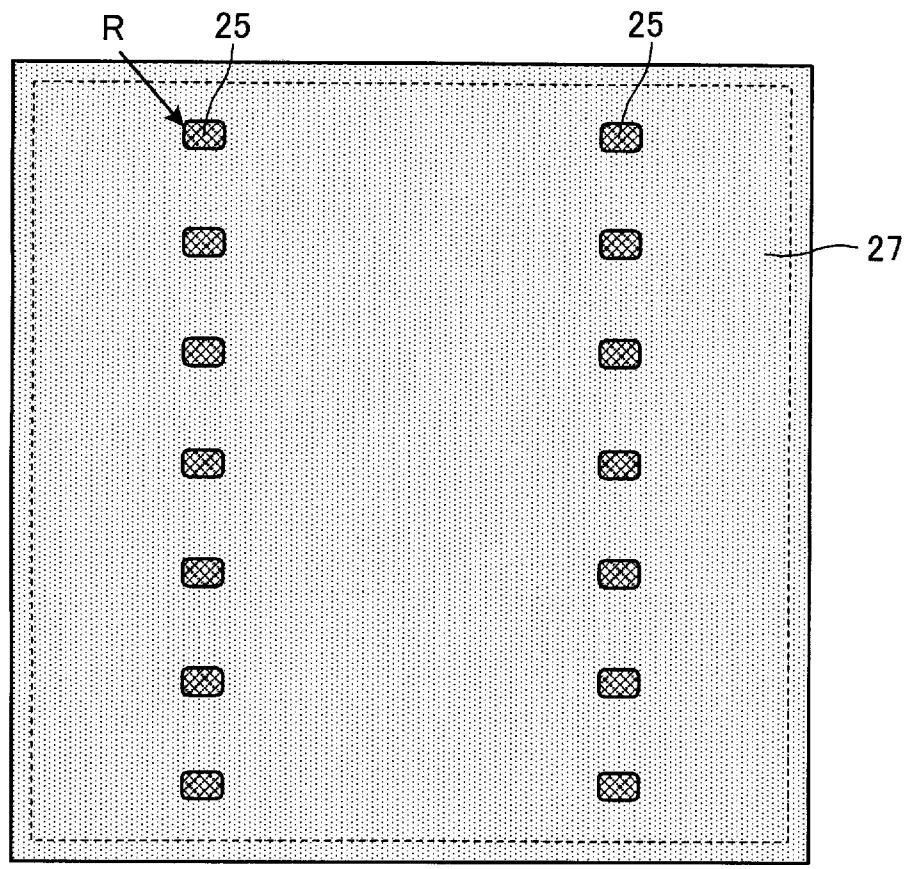
[図3-5]



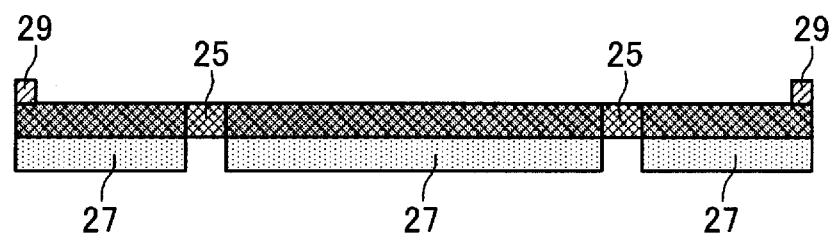
[図3-6]



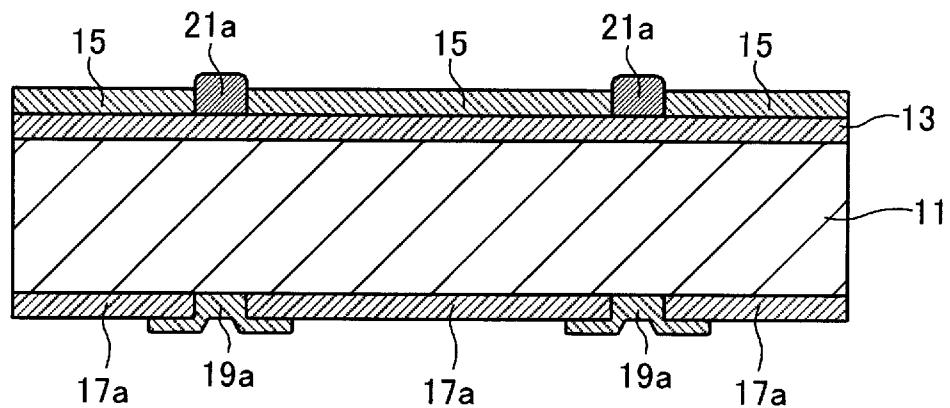
[図3-7]



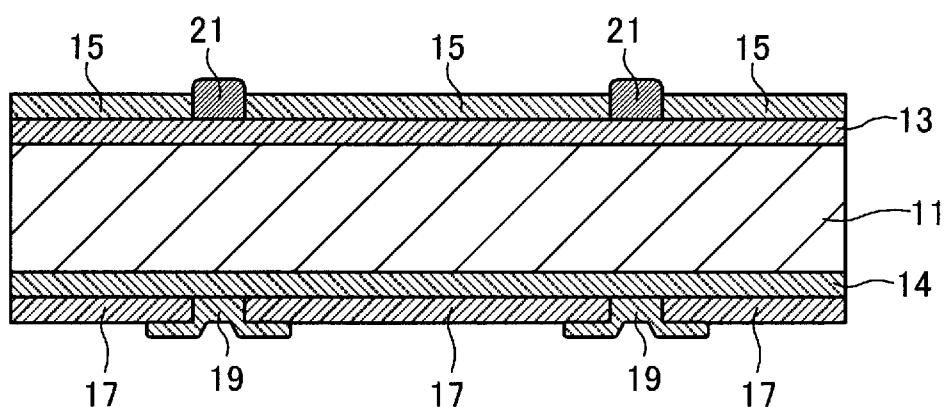
[図3-8]



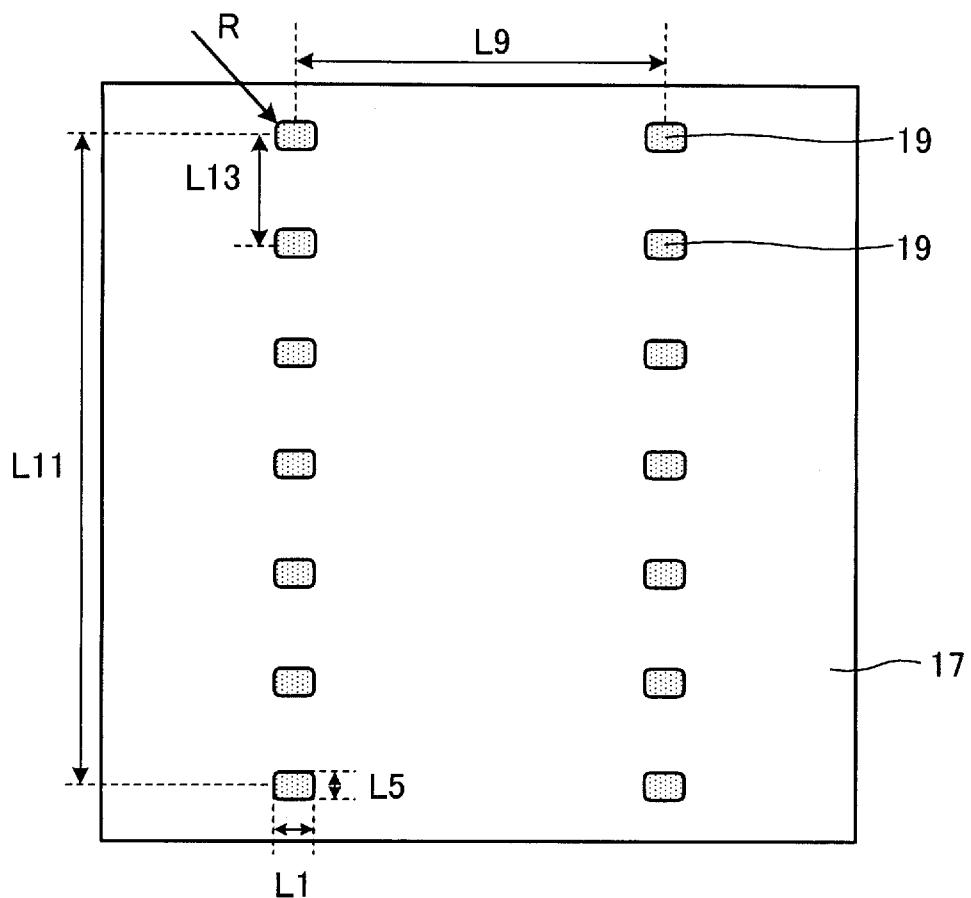
[図3-9]



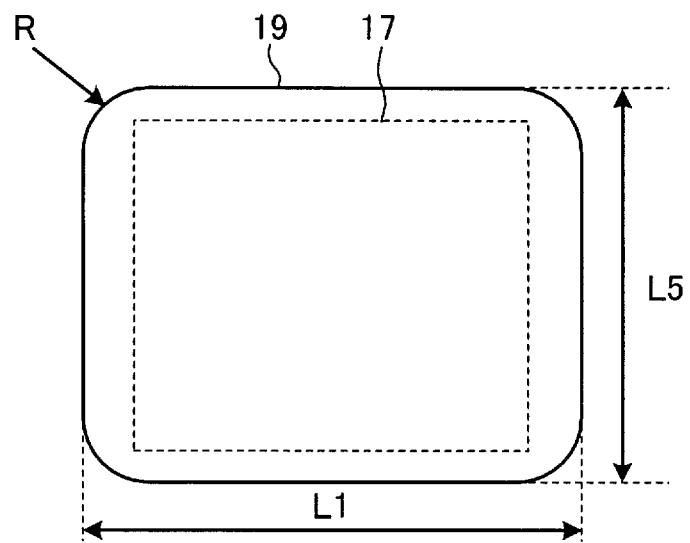
[図3-10]



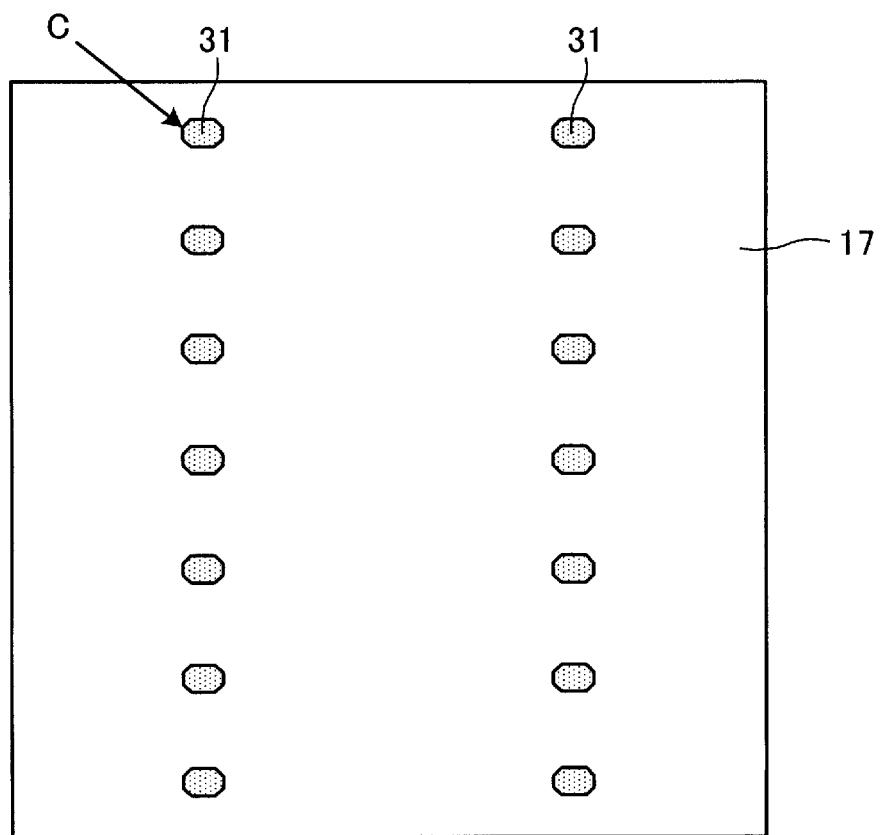
[図4-1]



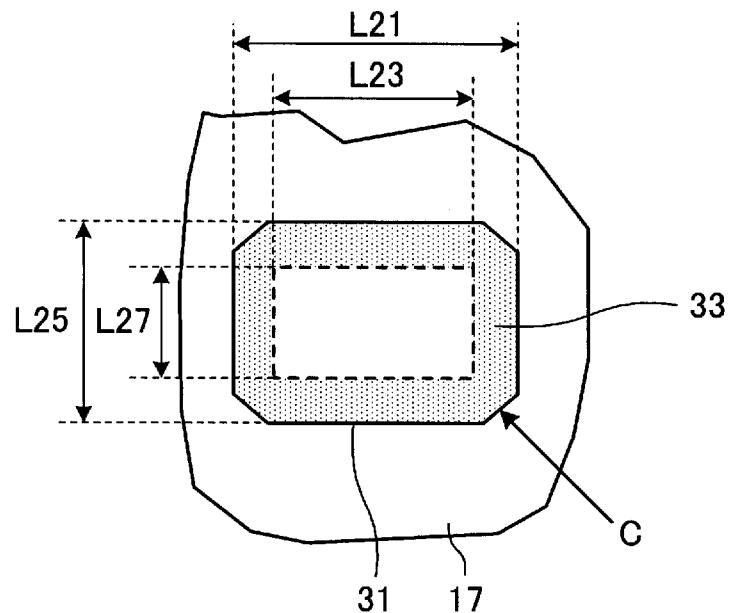
[図4-2]



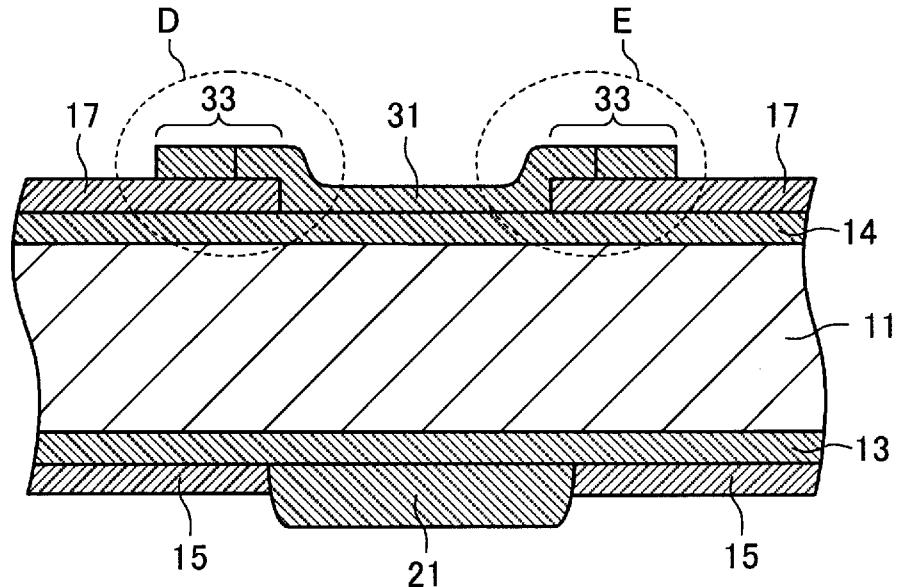
[図5-1]



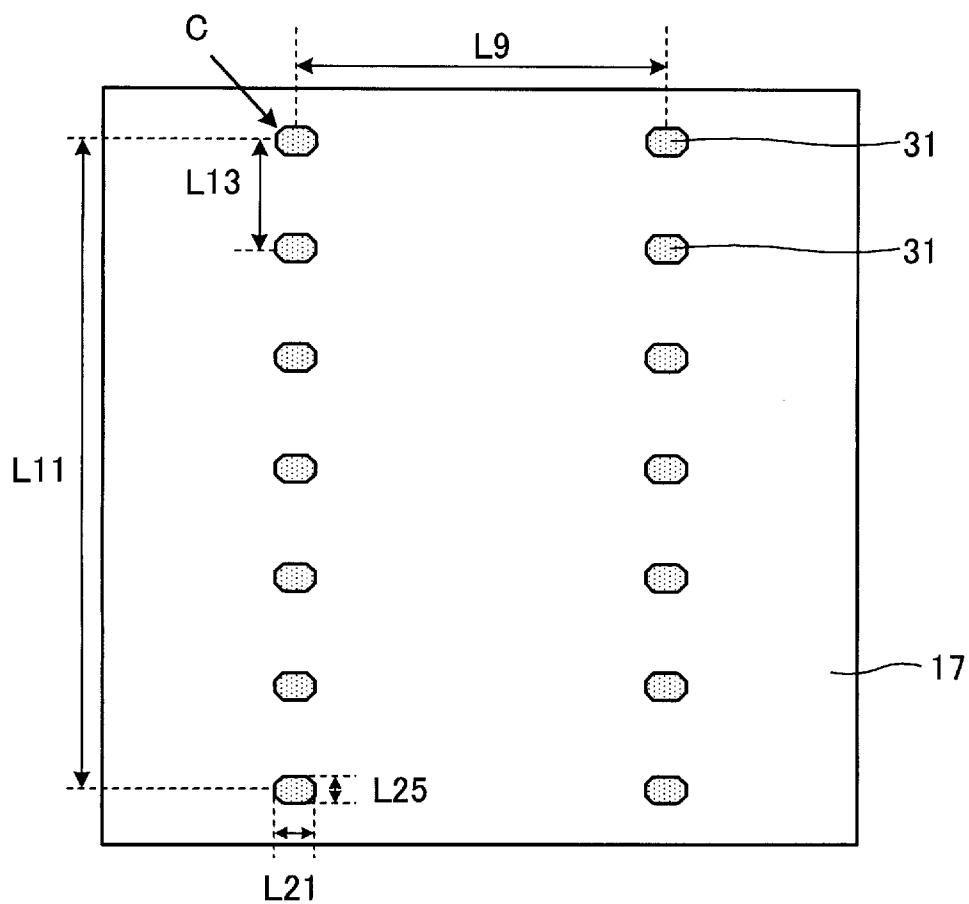
[図5-2]



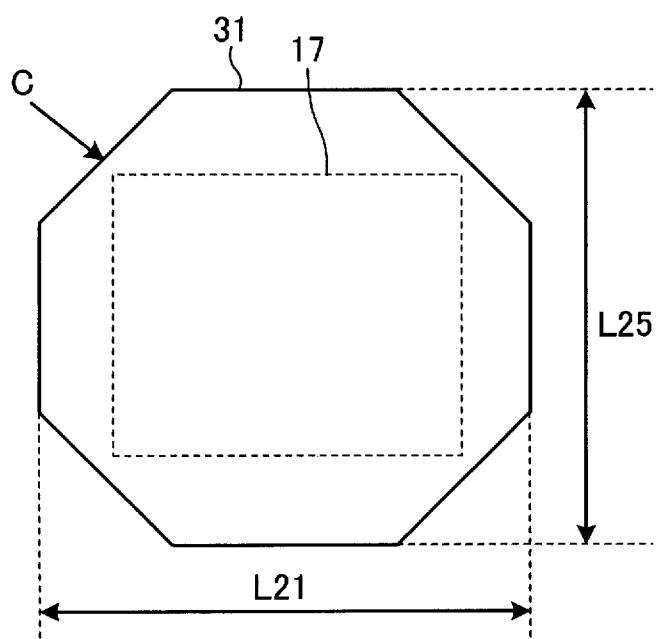
[図5-3]



[図6-1]



[図6-2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/021782

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**H01L31/0224 (2006.01)**

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)

**H01L31/00-31/20 (2006.01)**

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
A	JP 10-144943 A (Sharp Corp.) , 29 May, 1998 (29.05.98) , (Family: none)	1-4
A	JP 2002-217435 A (Sharp Corp.) , 02 August, 2002 (02.08.02) , (Family: none)	1-4
A	JP 2003-273379 A (Kyocera Corp.) , 26 September, 2003 (26.09.03) , (Family: none)	1-4
A	WO 93/26961 A (Mobil Solar Energy) , 09 December, 1993 (09.12.93) , & CA 2113446 A & EP 598887 A & US 5320684 A & JP 7-501184 A	1-4

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  
**16 February, 2006 (16.02.06)**

Date of mailing of the international search report  
**28 February, 2006 (28.02.06)**

Name and mailing address of the ISA/  
**Japanese Patent Office**

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L31/0224(2006.01)

## 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. H01L31/00-31/20(2006.01)

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
A	J P 10-144943 A (シャープ株式会社) 1998.05.29 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 2002-217435 A (シャープ株式会社) 2002.08.02 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 2003-273379 A (京セラ株式会社) 2003.09.26 (ファミリーなし)	1-4

 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 02. 2006

国際調査報告の発送日

28. 02. 2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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）

濱田 聖司

2K

9207

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 請求の範囲の番号
A	WO 93/26961 A (Mobil Solar Energy) 1993.12.09 & CA 2113446 A & EP 598887 A & US 5320684 A & JP 7-501184 A	1 - 4