(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
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/175343 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061457

(22) 国際出願日: 2014 年 4 月 23 日(23.04.2014)

(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 2013-092110 2013 年 4 月 25 日(25.04.2013) JP

(71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 百瀬　文彦(MOMOSE, Fumihiko); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 齋藤　隆(SAITO, Takashi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 木戸　和優(KIDO, Kazumasa); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 西村　芳孝(NISHIMURA, Yoshitaka); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号　富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井　昭徳(SAKAI, Akinori); 〒1006020 東京都千代田区霞が関３丁目２番５号　霞が関ビルディング２０階　酒井総合特許事務所 Tokyo (JP).

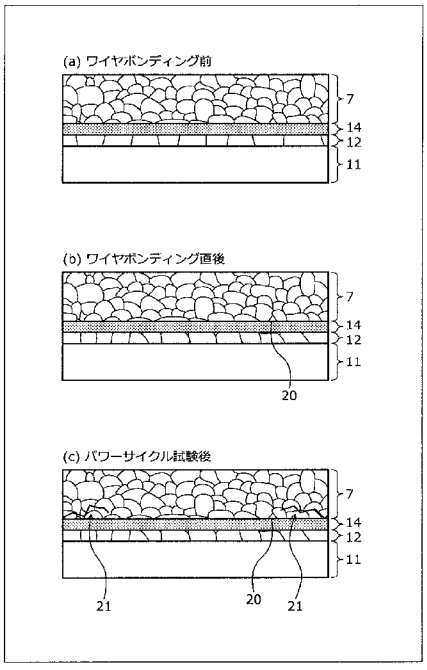
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) **Title**: SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称 : 半導体装置および半導体装置の製造方法



(a) Before wire bonding
(b) Immediately after wire bonding
(c) After power cycle test

(57) **Abstract**: A semiconductor device having a module structure in which a semiconductor element and a circuit layer are electrically connected with each other by a wire (7). A front surface metal film (14) is formed on the surface of a front surface electrode (12) of the semiconductor element, and the wire (7) is bonded to this front surface metal film (14) by means of wire bonding. The hardness of the front surface metal film (14) is higher than that of the front surface electrode (12) and that of the wire (7). By having this configuration, this semiconductor device is able to have improved power cycle durability.

(57) 要約:　半導体素子と回路層とがワイヤ（７）によって電気的に接続されたモジュール構造の半導体装置であって、半導体素子のおもて面電極（１２）の表面にはおもて面金属膜（１４）が成膜され、このおもて面金属膜（１４）にワイヤボンディングによってワイヤ（７）が接合されている。おもて面金属膜（１４）の硬度は、おもて面電極（１２）やワイヤ（７）の硬度よりも高い。このようにすることで、半導体装置のパワーサイクル耐量を向上させることができる。

WO 2014/175343 A1

(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 半導体装置および半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、半導体装置および半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 汎用インバータや風力発電、太陽光発電、電鉄などに使用されるモジュール構造の半導体装置において、従来より、半導体素子のおもて面電極と回路層とをアルミニウム（Ａｌ）ワイヤなどのワイヤボンディングによって電気的に接続（ボンディング）する方法が公知である。おもて面電極は例えばアルミニウム－シリコン（Ｓｉ）電極やＡｌ－Ｓｉ－銅（Ｃｕ）電極であり、回路層は例えばＣｕなどの導体からなる。また、近年、Ａｌワイヤに代えて、Ｃｕワイヤのワイヤボンディングも検討されている。従来のモジュール構造の半導体装置の構造について説明する。

[0003] 図１０は、従来のモジュール構造の半導体装置の構造を示す断面図である。図１１は、図１０の半導体素子の構造を模式的に示す断面図である。図１０，１１に示すように、従来のモジュール構造の半導体装置は、半導体素子１０１、セラミクス絶縁基板（ＤＣＢ（Ｄｉｒｅｃｔ　Ｃｏｐｐｅｒ　Ｂｏｎｄｉｎｇ）基板）などの絶縁基板１０２、Ｃｕベース１０６、およびＡｌワイヤ１０７を備えている。絶縁基板１０２は、絶縁層１０３のおもて面側にＣｕからなる回路層１０４が設けられ、裏面側に裏銅箔１０５が設けられている。半導体素子１０１は、半導体基板１１１のおもて面におもて面電極１１２を有し、裏面に裏面電極１１３を有する。

[0004] 半導体素子１０１の裏面電極１１３は、はんだ接合層１０１ａを介して回路層１０４と接合している。半導体素子１０１のおもて面電極１１２は、Ａｌワイヤ１０７などのワイヤボンディングによって回路層１０４と電気的に接続されている。Ａｌワイヤ１０７は、超音波振動を利用して接合されており、Ａｌワイヤ１０７の径（直径）に対して熱や、超音波振動、加圧力など

の条件を最適化することで、接続不良を生じさせることなく良好な接合が形成される。Ｃｕベース１０６のおもて面は、はんだ接合層（不図示）を介して裏銅箔１０５と接合している。

[0005] このようなモジュール構造の半導体装置として、素子と外部電極との接続において、５０μｍ以上の平均結晶粒径を有し、かつ、通電時に再結晶を起こさないように、再結晶温度を１５０℃以上と高めるためのＦｅを０．０２ｗｔ％～１ｗｔ％含有したアルミニウムワイヤで構成される装置が提案されている（例えば、下記特許文献１参照。）。

[0006] また、別の装置として、半導体素子上の電極パッドにワイヤボンディングされたアルミニウムワイヤ接合部の結晶粒の大きさが均一になっている装置が提案されている（例えば、下記特許文献２参照。）。また、別の装置として、重量で銅４．５％～６．５％、ジルコニウム（Ｚｒ）０．１％～１．０％、残部アルミニウムとからなる装置が提案されている（例えば、下記特許文献３参照。）。

[0007] また、別の装置として、半導体素子の表裏面にそれぞれ電極を有し、その裏面電極が絶縁基板上に構成された回路層と面接合されてなる半導体装置において、表面電極の上面に成膜された金属保護膜と、表面電極と熱圧着あるいは超音波振動によって金属保護膜を介して電気的に接合されたワイヤ配線と、を備えた装置が提案されている（例えば、下記特許文献４参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平８－８２８８号公報

特許文献2：特開平７－１３５２３４号公報

特許文献3：特開昭６１－１６３２３５号公報

特許文献4：特開２００９－７６７０３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、近年、使用用途の拡大により、大電流化や、高温動作化、高信頼性の要求が高まっている。それに伴い、パワーサイクル耐量（寿命）の向上が必須となっている。例えば、新技術が提案されるごとに半導体装置の小型化が進み、実装面積が低減されるため、大電流化を図るためにＡｌワイヤの線数を増加させることは難しく、Ａｌワイヤ１本あたりの大電流導通におけるワイヤ発熱によりＡｌワイヤが溶融し断線する虞がある。

[0010] パワーサイクル耐量を決める要因は、半導体素子の接合温度の最大値Ｔｊｍａｘ、および、電流が断続的に流れることで生じる半導体素子の接合温度の温度変化ΔＴｊである。特に、半導体装置の構成部材はそれぞれ線膨張係数が異なり、各構成部材には線膨張係数の差に応じた応力がそれぞれかかる。半導体素子の接合温度の最大値Ｔｊｍａｘが高くなるほど、各構成部材の線膨張係数の差に応じた応力が増大し、素子破壊に至る虞がある。このため、高温動作におけるパワーサイクル耐量を向上させ、高温動作化と高信頼性とを同時に達成する必要がある。

[0011] また、従来の半導体装置では、ワイヤボンディングによってＡｌワイヤの接合界面付近の結晶粒が微細粒状となり、Ａｌワイヤの接合強度が向上されるが、その後、ワイヤボンディング後の製造工程による熱履歴や、半導体素子の通電発熱による高温動作（例えば１７５℃程度）によって、Ａｌワイヤの接合界面付近およびおもて面電極の結晶粒は粗大化して軟化する。これによって、Ａｌワイヤとおもて面電極との接合界面付近にクラック（割れ）が生じやすい。発明者らがパワーサイクル試験を行った結果、Ａｌワイヤにクラックが生じ、このクラックがパワーサイクルの繰り返しサイクル数の増加に伴ってワイヤ内部へと進展し、最終的にＡｌワイヤが破断して剥離し素子破壊に至ることが判明した。

[0012] この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、大電流導通および高温動作において、パワーサイクル耐量を向上させることができる半導体装置および半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置は、ワイヤボンディングによって半導体素子の電極とワイヤとを電気的に接続してなる半導体装置において、次の特徴を有する。前記電極の表面に、前記ワイヤよりも硬度が高い金属膜が設けられている。前記ワイヤは、ワイヤボンディングによって前記金属膜に接合されている。そして、前記ワイヤの前記金属膜との接合界面の再結晶温度が１７５℃以上である。

[0014] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記ワイヤの前記接合界面の結晶粒の粒径は１５μｍ以下であり、前記ワイヤの前記接合界面から離れた部分は粒径１５μｍより大きい結晶粒を含むことを特徴とする。

[0015] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記ワイヤの硬度は、前記電極の硬度よりも高いことを特徴とする。

[0016] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属膜はニッケルめっき膜であることを特徴とする。

[0017] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記ニッケルめっき膜の膜厚は３μｍ～７μｍであることを特徴とする。

[0018] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属膜は銅めっき膜であることを特徴とする。

[0019] また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記銅めっき膜の膜厚は４．５μｍ～１０．５μｍであることを特徴とする。

[0020] また、上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、半導体素子の電極とワイヤとを電気的に接続する半導体装置の製造方法において、次の特徴を有する。まず、前記ワイヤよりも硬度が高い金属膜を前記電極の表面に設ける工程を行う。次に、ワイヤボンディングの超音波振動により前記ワイヤの前記金属膜との接合界面の結晶粒の粒径を１５μｍ以下にして前記ワイヤを前記金属膜に接合する工程を行う。

[0021] 上述した発明によれば、ワイヤの再結晶温度を従来のアルミニウムワイヤ

の再結晶温度よりも高くすることで、従来よりも高温での使用条件においてもワイヤにクラックが生じることを抑制することができる。これにより、ワイヤにクラックが生じるまでの期間を従来よりも長くすることができる。

[0022] また、上述した発明によれば、半導体素子（半導体チップ）の電極の表面にワイヤよりも硬度の高い金属膜を設けることで、電極を強化することができるため、電極にクラックが生じることを防止することができる。また、電極の表面にワイヤよりも硬度の高い金属膜を設けることで、金属膜が障壁として機能するため、ワイヤにクラックが生じた場合でもこのクラックが電極に進展することを防止することができる。

発明の効果

[0023] 本発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法によれば、パワーサイクル耐量を向上させることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図１は、実施の形態にかかる半導体装置の構造を示す断面図である。

[図2]図２は、図１の半導体素子の構造を模式的に示す断面図である。

[図3]図３は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。

[図4]図４は、参考例の半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。

[図5]図５は、従来の半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。

[図6]図６は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤの接合強度を示す特性図である。

[図7]図７は、従来の半導体装置のワイヤの接合強度を示す特性図である。

[図8]図８は、実施の形態にかかる半導体装置のパワーサイクル耐量を示す特性図である。

[図9]図９は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤボンディング後のワイヤの接合界面付近の状態を模式的に示す断面図である。

[図10]図１０は、従来のモジュール構造の半導体装置の構造を示す断面図である。

[図11]図１１は、図１０の半導体素子の構造を模式的に示す断面図である。

[図12]図１２は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤの接合強度を示す特性図である。

[図13]図１３は、実施の形態にかかる半導体装置の別の一例のワイヤの接合強度を示す特性図である。

[図14]図１４は、従来の半導体装置の別の一例のワイヤの接合強度を示す特性図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の実施の形態の説明および添付図面において、同様の構成には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0026] （実施の形態）

実施の形態にかかる半導体装置の構造について説明する。図１は、実施の形態にかかる半導体装置の構造を示す断面図である。図２は、図１の半導体素子の構造を模式的に示す断面図である。図１，２に示すように、実施の形態にかかる半導体装置は、半導体素子（半導体チップ）１と、セラミクス絶縁基板（ＤＣＢ基板）などの絶縁基板２と、銅（Ｃｕ）ベース６と、ワイヤ７とを備えたモジュール構造の半導体装置である。絶縁基板２は、絶縁層３のおもて面側に例えばＣｕなどからなる回路層４が設けられ、裏面側に裏銅箔５が設けられている。

[0027] 半導体素子１は、半導体基板（例えばシリコン（Ｓｉ）基板、シリコンカーバイド（ＳｉＣ）基板やガリウムナイトライド（ＧａＮ）基板等）１１のおもて面におもて面電極１２を有し、裏面に裏面電極１３を有する。半導体素子１の裏面電極１３は、はんだ接合層１ａを介して回路層４と接合している。Ｃｕベース６のおもて面は、はんだ接合層（不図示）を介して裏銅箔５

と接合している。図示はしないが、Ｃｕベース６の周縁には、外部端子の設けられた樹脂ケースが接着されている。また、半導体装置は、Ｃｕベース６の裏面がサーマルコンパウンドを介して冷却体に固定され、使用される。

[0028] 半導体素子１のおもて面電極（以下、単におもて面電極とする）１２は、例えばアルミニウム（Ａｌ）－シリコン（Ｓｉ）電極である。おもて面電極１２の結晶粒径は、例えば１μｍ～５μｍであってもよい。おもて面電極１２の表面には、無電解めっき、電解めっき、スパッタリングおよび蒸着などによって、例えばニッケル（Ｎｉ）膜や銅（Ｃｕ）膜などのおもて面金属膜１４が成膜されている。おもて面金属膜１４の硬度は、おもて面電極１２やワイヤ７の硬度よりも高い。おもて面金属膜１４は、おもて面電極１２の強度を向上させ、おもて面電極１２にクラックが生じることを防止する機能を有する。

[0029] おもて面金属膜１４の硬度は、例えばＨｖ１００～Ｈｖ９００であるのがよい。おもて面金属膜１４の膜厚は、例えば３μｍ～３０μｍであるのがよい。おもて面金属膜１４がＮｉめっき膜（Ｈｖ４００～Ｈｖ９００）である場合、おもて面金属膜１４の膜厚は３μｍ～７μｍ、好ましくは３μｍ～５μｍである。膜厚を３μｍ以上とする理由は、おもて面金属膜１４としてＮｉめっき膜を形成する場合、めっき膜の膜厚が３μｍ未満であると、ワイヤ７をワイヤボンディングした際に生じる摩擦熱や固相流動によってめっき膜が破壊されるからである。おもて面金属膜１４の膜厚は、厚くするほどおもて面金属膜１４の破壊強度を高くすることができるが、スループットや経済性を考慮して３０μｍ以下、好ましくは５μｍ以下であるのがよい。おもて面金属膜１４がＣｕめっき膜である場合、おもて面金属膜１４の膜厚は４．５μｍ～１０．５μｍ、好ましくは４．５μｍ～７．５μｍである。Ｃｕめっき膜の硬度はＨｖ１００～Ｈｖ３００の範囲であるため、膜厚をＮｉめっき膜より１．５倍程度厚くすることにより、Ｎｉめっき膜と同等の破壊強度を得ることができる。また、スパッタリングや蒸着などによっておもて面金属膜１４を形成する場合も同様の理由により上記の硬度、膜厚とするのがよ

い。

[0030] おもて面電極１２と回路層４とはワイヤ７を介して電気的に接続されている。具体的には、例えば熱、超音波振動および圧力（接合荷重）を利用したワイヤボンディングによって、ワイヤ７の一端がおもて面電極１２表面のおもて面金属膜１４に接合され、ワイヤ７の他端が回路層４に接合されている。ワイヤ７と被接合部材（おもて面金属膜１４および回路層４）とを接合するための接合荷重は、例えばＨ＆Ｋ社（Ｈｅｓｓｅ ＆ Ｋｎｉｐｐｓ ＧｍｂＨ（商標））製ワイヤボンダＢＪ９３５（超音波周波数６０ｋＨｚ）にて、ワイヤボンディングの超音波出力を例えば１１Ｖ以上とした場合に８００ｇｆ～１４００ｇｆであり、ワイヤボンディングの超音波出力を例えば１３Ｖ以上とした場合に１０００ｇｆ～１４００ｇｆである。

[0031] 具体的には、ワイヤ７は、特許第５１５９０００号にあるように例えば鉄（Ｆｅ）を０．２質量％～２．０質量％および残部が純度９９．９９％以上のアルミニウム（Ａｌ）からなる高耐熱のアルミニウムワイヤである。ワイヤ７の結晶粒径は、Ｆｅを所定量含有させることで、従来のアルミニウムワイヤの結晶粒径よりも小さく制御されている。ワイヤ７の結晶粒径を制御することで、ワイヤ７の再結晶温度は少なくとも１７５℃以上に高められ、かつ、ワイヤ７の硬度はおもて面電極１２の硬度よりも高められている。ワイヤ７の硬度は、ワイヤボンディング直後に、おもて面電極１２である例えばＡｌＳｉ電極の硬度Ｈｖ２０よりも高い。

[0032] ワイヤ７の再結晶温度を上記範囲とすることで、ワイヤボンディング後の製造工程による熱履歴や、半導体素子１の通電発熱による高温動作（例えば１７５℃程度）によって（以下、熱履歴および通電発熱をまとめて通電発熱とする）、ワイヤ７が再結晶化されないため、ワイヤ７の結晶粒が粗大化することを防止することができる。これにより、通電発熱時、ワイヤ７の結晶粒はほぼ変化せず、ワイヤ７の硬度はワイヤボンディング直後の状態で維持される。したがって、パワーサイクルによってワイヤ７が軟化しにくく、従来よりもワイヤ７にクラックが生じにくい。

[0033] 一般的に、ワイヤ７の接合界面付近は、例えばワイヤボンディング後の製造工程による熱履歴や、半導体素子の通電発熱による高温動作の熱によってクラックが生じやすい。そこで、本発明においては、ワイヤボンディング前のワイヤ７の結晶粒の粒径は最大で、例えば１μｍ～２０μｍの範囲内であるのがよい。このワイヤ７の被接合部材との接合界面（以下、ワイヤ７の接合界面とする）付近の結晶粒はワイヤボンディング時の条件を制御することによって微細粒状とすることができる。ワイヤ７の結晶粒径は、ワイヤ７の接合界面からワイヤ７の軸方向に、ワイヤボンディング後の製造工程による熱履歴や、半導体素子の通電発熱による高温動作の熱によってクラックが生じやすい部分までがワイヤボンディングによって微細粒状となっているのが好ましい。

[0034] 具体的には、ワイヤボンディング直後のワイヤ７の結晶粒径は、被接合部材との接合界面付近の結晶粒において例えば最大１μｍ～１５μｍの範囲内（平均は３μｍ以下）であり、被接合部材との接合界面から離れた部分（ワイヤ７の接合界面付近以外）においてはワイヤボンディング前の結晶粒径が維持される。ワイヤボンディング直後のワイヤ７の接合界面付近における結晶粒径を上記範囲内とすることで、ワイヤ７の接合強度を向上させることができる。結晶粒径は電子線後方散乱回折法（ＥＢＳＤ：Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｂａｃｋｓｃａｔｔｅｒ Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ）により評価される。結晶粒界を結晶方位５°以上と定義して試料を評価し、画像で表示した形状を測定する。

[0035] ワイヤ７の線径は、例えば１００μｍ～５００μｍであってもよい。好ましくは、ワイヤ７の線径は、例えば５００μｍ程度に太線化されているのがよい。その理由は、太線化によって通電時のワイヤ発熱温度を低減することができるからである。

[0036] 次に、おもて面金属膜１４の成膜方法の一例について、無電解ニッケルめっき法を用いて、おもて面電極１２であるＡｌＳｉ電極の表面におもて面金属膜１４としてＮｉめっき膜を成膜する場合を例に説明する。ＡｌＳｉ電極

とニッケル膜とは密着性が悪いため、一般的に、無電解めっき処理の前処理としてジンケート処理を行い、ニッケルめっき膜のＡｌＳｉ電極に対する密着性を向上させる。具体的には、まず、おもて面電極１２の表面に脱脂処理を行い、表面に付着している油脂性の汚れや異物を除去して清浄にする。また、次に続く工程の例えばエッチング液などの、おもて面電極１２の表面に対する濡れ性が改善される。

[0037] 次に、酸溶液を用いてエッチング処理を行う。これにより、おもて面電極１２の表面の自然酸化膜が除去される。次に、硝酸（HNO_3）溶液を用いて酸洗浄（デスマット処理）を行い、エッチング処理によって生じた付着物（スマット）を除去する。次に、第１ジンケート処理を行い、おもて面電極１２の表面のＡｌを亜鉛（Ｚｎ）に置換し、おもて面電極１２の表面に所望の結晶粒径を有するＺｎ膜を生成する。次に、硝酸溶液を用いて、おもて面電極１２の表面に形成されたＺｎ膜を除去する。

[0038] 次に、第２ジンケート処理を行うことで、再度おもて面電極１２の表面にＺｎ膜を生成する。その後、無電解Ｎｉめっき処理を行い、Ｚｎ膜をＮｉに置換し、おもて面電極１２の表面にＮｉを継続的に析出させることによりＮｉめっき膜を形成する。これにより、おもて面電極１２の表面におもて面金属膜１４としてＮｉめっき膜が形成される。このようなジンケート処理に代えて、パラジウム処理によりおもて面電極１２の保護膜としてＮｉめっき膜を成膜してもよい。

[0039] 次に、通電発熱後のワイヤ７の結晶粒径について説明する。図３は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。図４は、参考例の半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。図５は、従来の半導体装置のワイヤの接合界面付近の結晶粒の状態を模式的に示す断面図である。図３～５において（ａ）はワイヤボンディング前の状態であり、（ｂ）はワイヤボンディング直後の状態であり、（ｃ）はパワーサイクル試験後の状態である。上述した実施の形態にかかる半導体装置（以下、実施例とする）において

、パワーサイクル試験後に顕微鏡によって観測したワイヤ７の接合界面２０付近の結晶粒の状態を図３に模式的に示す。

[0040] 実施例において、ワイヤ７の線径を４００μｍとし、ワイヤボンディング前のワイヤ７の結晶粒径を１μｍ～２０μｍの範囲内とした。ワイヤボンディング後のワイヤ７の接合界面２０付近の結晶粒径は１μｍ～１５μｍの範囲内であり、ワイヤボンディング後のワイヤ７の接合界面２０から離れた部分の結晶粒径はワイヤボンディング前の状態を維持し１μｍ～２０μｍの範囲内であった。ワイヤボンディング後のワイヤ７の硬度はＨｖ２５～Ｈｖ４０である。おもて面金属膜１４として厚さ０．３μｍのＮｉめっき膜（実施例１）および厚さ５μｍのＮｉめっき膜（実施例２）を形成した。Ｎｉめっき膜の硬度はＨｖ９００である。おもて面電極１２としてＡｌＳｉ電極を形成し、その結晶粒径を１μｍ～５μｍの範囲内とした。

[0041] 参考として、おもて面金属膜１４を設けていない、すなわちワイヤ３７を半導体基板３１のおもて面のおもて面電極３２に接合した半導体装置（以下、参考例とする）について、実施例と同じ繰り返しサイクル数で同様のパワーサイクル試験を行った結果を図４に模式的に示す。参考例の構成は、おもて面金属膜１４を設けていない点を除いて実施例と同様である。また、従来のアルミニウムワイヤ１０７を半導体基板１１１のおもて面のおもて面電極１１２に接合した従来の半導体装置（以下、従来例１とする）について、実施例と同じ繰り返しサイクル数で同様のパワーサイクル試験を行った結果を図５に模式的に示す。

[0042] 従来例１では、ワイヤボンディング前のＡｌワイヤ１０７の結晶粒径（最大）は４０μｍ以上であった。ワイヤボンディング後のＡｌワイヤ１０７の接合界面１２０付近の結晶粒径は１μｍ～２０μｍの範囲内で、最大粒径は１５μｍより大きく、ワイヤボンディング後のＡｌワイヤ１０７の接合界面１２０から離れた部分の結晶粒径はワイヤボンディング前の状態を維持し４０μｍ以上であった。従来例１の構成は、Ａｌワイヤ１０７を用いる点、おもて面金属膜１４を設けていない点を除いて実施例と同様である。ワイヤと

被接合部材との接合荷重、超音波振幅、接合時間は、実施例、参考例および従来例１ともに等しい。

[0043] 図３（ａ），３（ｂ）に示すように、実施例においては、おもて面金属膜１４へのワイヤ７のワイヤボンディング直後、ワイヤ７の接合界面２０付近およびおもて面電極１２の結晶粒径は、ワイヤボンディング前の状態よりも微細粒状となった。その後、図３（ｃ）に示すように、パワーサイクルの繰り返しサイクル数の増加に伴って、おもて面電極１２の結晶粒は粗大化して軟化することが確認された。一方、ワイヤ７の接合界面２０付近の結晶粒径は、通電発熱によってもワイヤボンディング直後の状態とほぼ変わらず、ワイヤ７の硬度はワイヤボンディング前のおもて面電極１２の硬度よりも高い状態で維持されることが確認された。

[0044] このように、実施例においては、おもて面電極１２の結晶粒が粗大化して軟化したが、おもて面電極１２にクラックが生じないことが確認された。この理由は、ワイヤ７よりも硬度の高いおもて面金属膜１４によっておもて面電極１２が強化されているためと推測される。また、ワイヤ７にはクラック２１が生じたが、パワーサイクルの繰り返しサイクル数の増加に伴ってワイヤ７の内部にクラック２１が進展した場合でも、ワイヤ７とおもて面電極１２との間に設けられたおもて面金属膜１４が防壁として機能し、ワイヤ７に生じたクラック２１がおもて面電極１２へと進展しないことが確認された。

[0045] 一方、図４（ａ）～４（ｃ）に示すように、参考例では、ワイヤボンディング直後からクラックが生じるまでの期間におけるワイヤ３７およびおもて面電極３２の結晶粒の状態は実施例と同様であったが、ワイヤ３７にはクラックが生じず、おもて面電極３２にクラック２３が生じることが確認された。その理由は、おもて面電極３２の硬度がワイヤ３７の硬度よりも低いからである。これにより、実施例のようにおもて面電極３２の表面におもて面金属膜１４を設けることで、おもて面電極３２を強化することができ、おもて面電極３２よりも硬度の高いワイヤ７を用いることができることが確認された。図４において符号２２は、ワイヤ３７とおもて面電極３２との接合界面

である。

[0046] また、図５（ａ），５（ｂ）に示すように、従来例１では、ワイヤボンディング直後、ＡｌワイヤＬ０７の接合界面Ｌ２０付近の結晶粒が微細粒状となり、ＡｌワイヤＬ０７の接合強度が向上された。このとき、おもて面電極Ｌ１２の結晶粒も微細粒状となった。しかしながら、その後、図５（ｃ）に示すように、パワーサイクルの繰り返しサイクル数の増加に伴ってＡｌワイヤＬ０７の接合界面Ｌ２０付近およびおもて面電極Ｌ１２の結晶粒は粗大化して軟化し、おもて面電極Ｌ１２との接合界面Ｌ２０付近にクラックＬ２１が生じた。また、従来例１では、実施例および参考例よりも、ワイヤボンディング直後からＡｌワイヤＬ０７にクラックが生じるまでの期間が短かった（パワーサイクルのサイクル数が少ない）。

[0047] 次に、ワイヤ７のワイヤボンディング条件について検証した。検証にはＨ＆Ｋ社製ワイヤボンダＢＪ９３５（周波数６０ｋＨｚ）を使用した。図６，１２は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤの接合強度を示す特性図である。図７は、従来の半導体装置のワイヤの接合強度を示す特性図である。異なるワイヤボンディング条件で複数の上記実施例１を作製し、ワイヤ７の接合強度を測定した結果を図６に示す。異なるワイヤボンディング条件で複数の上記実施例２を作製し、ワイヤ７の接合品質を測定した結果を図１２に示す。比較として、実施例１，２と同様のワイヤボンディング条件で複数の上記従来例１を作製し、ＡｌワイヤＬ０７の接合強度を測定した結果を図７に示す。図６，１２，７において、〇はワイヤの接合強度が製品として耐え得る程度に十分に確保された場合を示し、△はワイヤの接合強度が低い場合を示し、×はワイヤが剥離して素子破壊に至った場合を示している（図１３，１４においても同様）。

[0048] 図６に示す結果より、実施例１においては、ワイヤボンディングの超音波出力を１１Ｖ以上とした場合、ワイヤ７と被接合部材とを接合するための接合荷重を８００ｇｆ～１４００ｇｆとし、ワイヤボンディングの超音波出力を１３Ｖ以上とした場合、接合荷重を１０００ｇｆ～１４００ｇｆとするこ

とでワイヤ７の接合強度を十分に確保することができることが確認された。また、図１２に示す結果より、実施例２においては、ワイヤボンディングの超音波出力を１１Ｖ以上とすることで、ワイヤ７と被接合部材との接合強度を十分に確保することができる接合荷重範囲が広がり、接合荷重８００ｇｆ～１４００ｇｆ内すべてにおいてワイヤ７と被接合部材との接合強度を十分に確保することができることが確認された。すなわち、Ｎｉめっき膜（おもて面金属膜１４）の厚さを厚くすることにより、ワイヤ７と被接合部材との接合強度を十分に確保することができる接合荷重範囲が広がることがわかる。一方、図７に示す結果により、従来例１では、１３Ｖ以上の高い超音波出力で、１４００ｇｆ以上の高い接合荷重とした場合に、ＡｌワイヤＡ１０７が剥離して素子破壊に至った。したがって、実施例１，２においては、従来例１よりも高い超音波出力および接合荷重とすることで、ワイヤ７の接合強度を正常な状態で確保することができることが確認された。

[0049] 次に、実施の形態にかかる半導体装置のパワーサイクル耐量について検証した。図８は、実施の形態にかかる半導体装置のパワーサイクル耐量を示す特性図である。上述した実施例１，２および従来例１において、パワーサイクルの繰り返しサイクル数と、半導体素子の接合温度の温度変化ΔＴｊとの関係を図８に示す。半導体素子の接合温度の最大値Ｔｊｍａｘを１７５℃とした。図８に示す結果より、実施例１，２は、高温での使用条件において、従来例１よりもパワーサイクルの繰り返しサイクルを多く行うことができることが確認された。すなわち、実施例１，２は、従来例１よりもパワーサイクル耐量を２倍以上に増加させることができた。

[0050] 図９は、実施の形態にかかる半導体装置のワイヤボンディング後のワイヤの接合界面付近の状態を模式的に示す断面図である。図９（ａ）～９（ｆ）は、おもて面金属膜１４として厚さ０．１μｍ、０．３μｍ、０．５μｍ、１μｍ、３μｍおよび５μｍのＮｉめっき膜を形成した半導体装置のワイヤ４７の接合界面付近を示している。図９（ａ）～図９（ｄ）にはＮｉめっき膜４３を線分で図示しており、この線分の太さでＮｉめっき膜４３の膜厚を

示している。図９（ｅ），９（ｆ）には、Ｎｉめっき膜４４を黒く塗りつぶした横線で図示しており、この横線の太さ（半導体基板４１の深さ方向の幅）でＮｉめっき膜４４の膜厚を示している。

[0051] 厚さ０．３μｍのＮｉめっき膜４３を示す図９（ｂ）は実施例１の半導体装置に対応し、厚さ５μｍのＮｉめっき膜４４を示す図９（ｆ）は実施例２の半導体装置に対応する。図９（ｂ）に示すように、厚さ０．３μｍのＮｉめっき膜４３を形成した実施例１では、Ｎｉめっき膜４３がワイヤボンディングで破壊され、おもて面電極１２であるＡｌＳｉ電極４２とワイヤ４７との接合界面に分散していることが確認された。実施例１では、ワイヤ４７の接合界面付近の状態が、ワイヤボンディング直後にＮｉめっき膜４３が割れてワイヤ４７とＡｌＳｉ電極４２とが直接接合し、微視的に図４（ｂ）に示す参考例の態様となり、パワーサイクル試験後に図４（ｃ）に示すようになっていることが確認された。図９（ａ），９（ｃ），９（ｄ）にそれぞれ示す厚さ０．１μｍ、０．５μｍおよび１μｍのＮｉめっき膜４３を形成した半導体装置においても実施例１と同様にワイヤボンディング直後にＮｉめっき膜４３が破壊されていた。

[0052] これに対して、図９（ｆ），９（ｅ）に示す厚さ５μｍのＮｉめっき膜４４を形成した実施例２、および厚さ３μｍのＮｉめっき膜４４を形成した半導体装置では、Ｎｉめっき膜４４はワイヤボンディングで破壊されないことが確認された。このようにおもて面金属膜１４の厚さを３μｍ以上、好ましくは３μｍ～５μｍとするのがよい。

[0053] また、ワイヤ７のワイヤボンディング条件について、ワイヤ７の線径を５００μｍに太線化して検証した。図１３は、実施の形態にかかる半導体装置の別の一例のワイヤの接合品質を示す特性図である。図１４は、従来の半導体装置の別の一例のワイヤの接合品質を示す特性図である。〇はワイヤの接合強度が製品として耐え得る程度に十分に確保された場合を示し、△はワイヤの接合強度が低い場合を示し、×はワイヤが剥離して素子破壊に至った場合を示している。異なるワイヤボンディング条件で、線径５００μｍのワイ

ヤ７をおもて面金属膜１４に接合した実施の形態にかかる半導体装置（以下、実施例３とする）において、ワイヤ７の接合強度を測定した結果を図１３に示す。実施例３においては、おもて面金属膜１４として厚さ５μｍのＮｉめっき膜を形成した。実施例３の構成は、ワイヤ７の線径が異なることを除いて実施例２と同様である。また、比較として、異なるワイヤボンディング条件で、線径５００μｍのワイヤ３７をおもて面電極１１２に接合した従来の半導体装置（以下、従来例２とする）において、ワイヤ３７の接合強度を測定した結果を図１４に示す。従来例２の構成は、ワイヤ３７の線径が異なることを除いて参考例と同様である。

[0054] 図１３に示す結果より、実施例３においては、Ｎｉめっき膜（おもて面金属膜１４）の厚さを５．０μｍとし、ワイヤ７の線径を５００μｍにすることで、ワイヤボンディングの超音波出力を高くし（１８Ｖ～２２Ｖ）、かつワイヤ７と被接合部材とを接合するための接合荷重を大きくしたとしても（１３００ｇｆ～１５００ｇｆ）、おもて面金属膜１４とワイヤ７との接合部に接合不良が生じず、ワイヤ７の接合強度を十分に確保することができることが確認された。一方、図１４に示す結果より、従来例２では、ワイヤ３７の線径を５００μｍにした場合、ワイヤボンディングの超音波出力が低く（例えば１８Ｖ）、ワイヤ３７と被接合部材とを接合するための接合荷重が大きい（例えば１５００ｇｆ）場合において、素子破壊が発生することが確認された。従来例２に生じた素子破壊は、今回の実験では超音波出力が低い（例えば１８Ｖ）領域で素子破壊が発生したが、超音波接合の原理上、超音波出力が高い領域でも素子破壊は発生する虞がある。

[0055] 以上、説明したように、実施の形態によれば、ワイヤの結晶粒径を制御して、ワイヤの再結晶温度を従来のアルミニウムワイヤの再結晶温度よりも高くし、かつワイヤの硬度をおもて面電極の硬度よりも高くすることで、従来よりも高温での使用条件においてもワイヤにクラックが生じることを抑制することができる。これにより、ワイヤにクラックが生じるまでの期間を従来よりも長くすることができる。また、実施の形態によれば、おもて面電極の

表面にワイヤよりも硬度の高いおもて面金属膜を設けることで、おもて面電極を強化することができるため、おもて面電極にクラックが生じることを防止することができる。また、おもて面電極の表面にワイヤよりもさらに硬度の高いおもて面金属膜を設けることで、おもて面金属膜が障壁として機能するため、ワイヤにクラックが生じた場合でもこのクラックがおもて面電極に進展することを防止することができる。このように、おもて面電極にクラックを生じさせることなく、かつワイヤにクラックが生じることを抑制することができることで、パワーサイクル耐量を向上させることができる。したがって、信頼性の高い半導体装置を提供することができる。

[0056] また、実施の形態によれば、ワイヤの硬度を高くすることで、ワイヤの熱変形によっておもて面電極にかかる応力が大きくなるが、おもて面電極の表面にワイヤよりも硬度の高いおもて面金属膜を設けることでおもて面電極が強化されるため、おもて面電極が破損することを防止することができる。

[0057] 以上において本発明は種々変更可能であり、上述した各実施の形態において、例えば各部の寸法等は要求される仕様等に応じて種々設定される。

産業上の利用可能性

[0058] 以上のように、本発明にかかる半導体装置および半導体装置の製造方法は、汎用インバータや風力発電、太陽光発電、電鉄などに使用されるモジュール構造の半導体装置に有用である。

符号の説明

[0059] １ 半導体素子

１ａ はんだ接合層

２ 絶縁基板

３ 絶縁層

４ 回路層

５ 裏銅箔

６ Ｃｕベース

７ ワイヤ

１１　半導体基板

１２　おもて面電極

１３　裏面電極

１４　おもて面金属膜

２０　ワイヤの接合界面

２１　クラック

請求の範囲

[請求項1] ワイヤボンディングによって半導体素子の電極とワイヤとを電気的に接続してなる半導体装置において、

前記電極の表面に、前記ワイヤよりも硬度が高い金属膜が設けられており、

前記ワイヤは、ワイヤボンディングによって前記金属膜に接合されており、

前記ワイヤの前記金属膜との接合界面の再結晶温度が１７５℃以上であることを特徴とする半導体装置。

[請求項2] 前記ワイヤの前記接合界面の結晶粒の粒径は１５μｍ以下であり、

前記ワイヤの前記接合界面から離れた部分は粒径が１５μｍより大きい結晶粒を含むことを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記ワイヤの硬度は、前記電極の硬度よりも高いことを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記金属膜はニッケルめっき膜であることを特徴とする請求項１～３のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項5] 前記ニッケルめっき膜の膜厚は３μｍ～７μｍであることを特徴とする請求項４に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記金属膜は銅めっき膜であることを特徴とする請求項１～３のいずれか一つに記載の半導体装置。

[請求項7] 前記銅めっき膜の膜厚は４．５μｍ～１０．５μｍであることを特徴とする請求項６に記載の半導体装置。

[請求項8] 半導体素子の電極とワイヤとを電気的に接続する半導体装置の製造方法において、

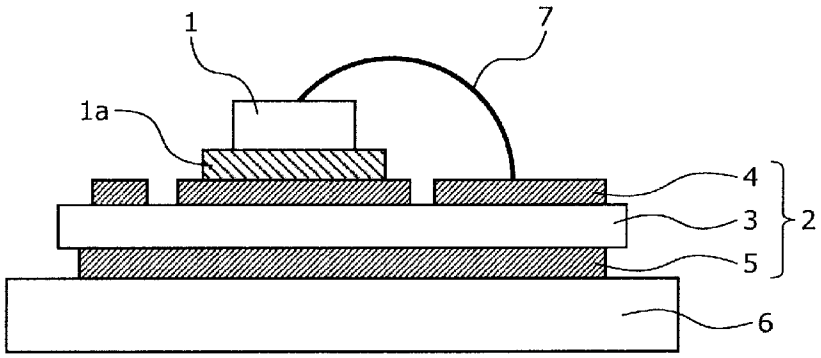
前記ワイヤよりも硬度が高い金属膜を前記電極の表面に設ける工程と、

ワイヤボンディングの超音波振動により前記ワイヤの前記金属膜との接合界面の結晶粒の粒径を１５μｍ以下にして前記ワイヤを前記金

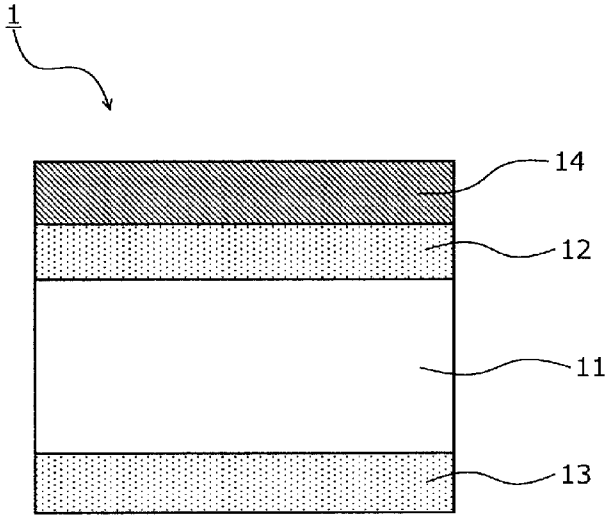
属膜に接合する工程と、

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

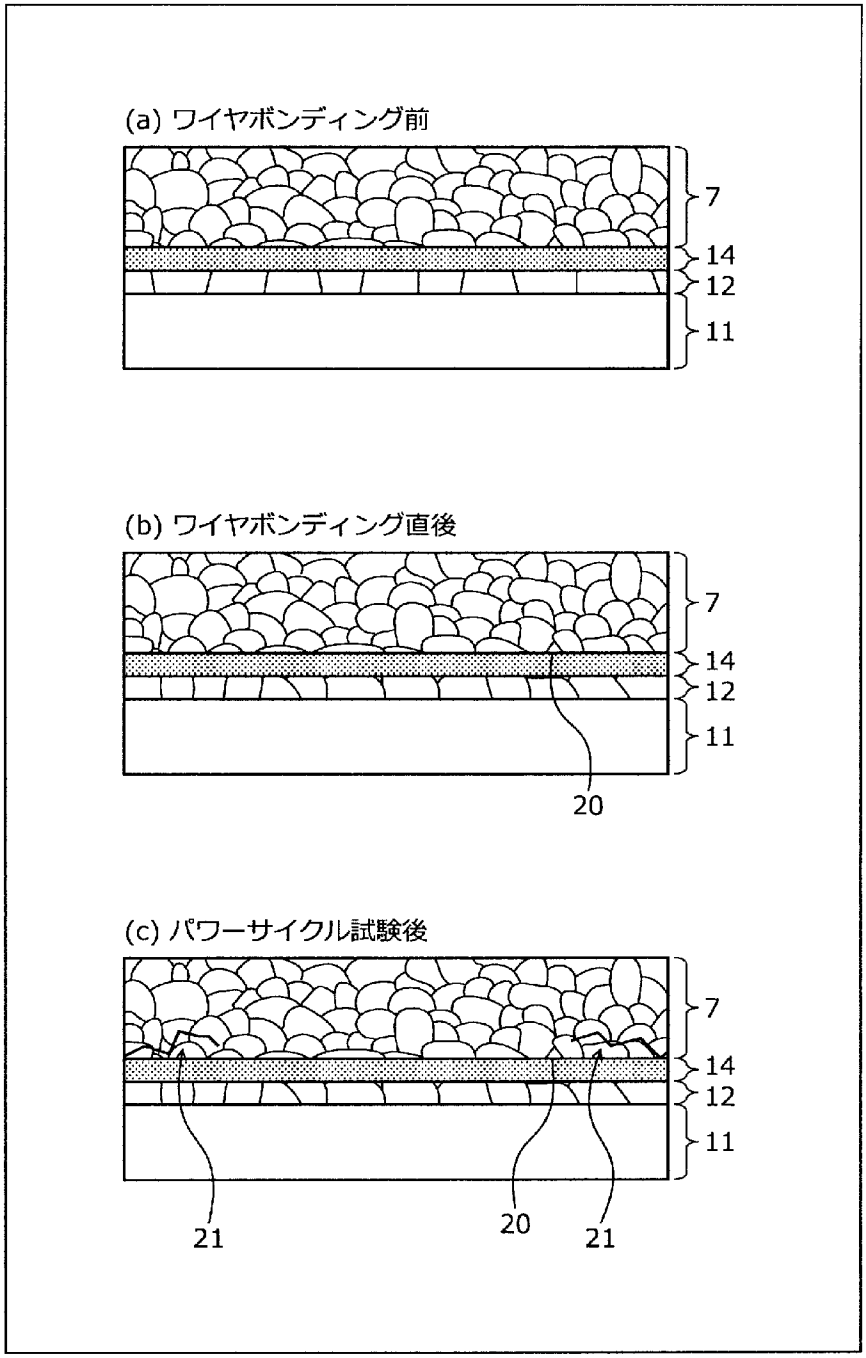
[図1]



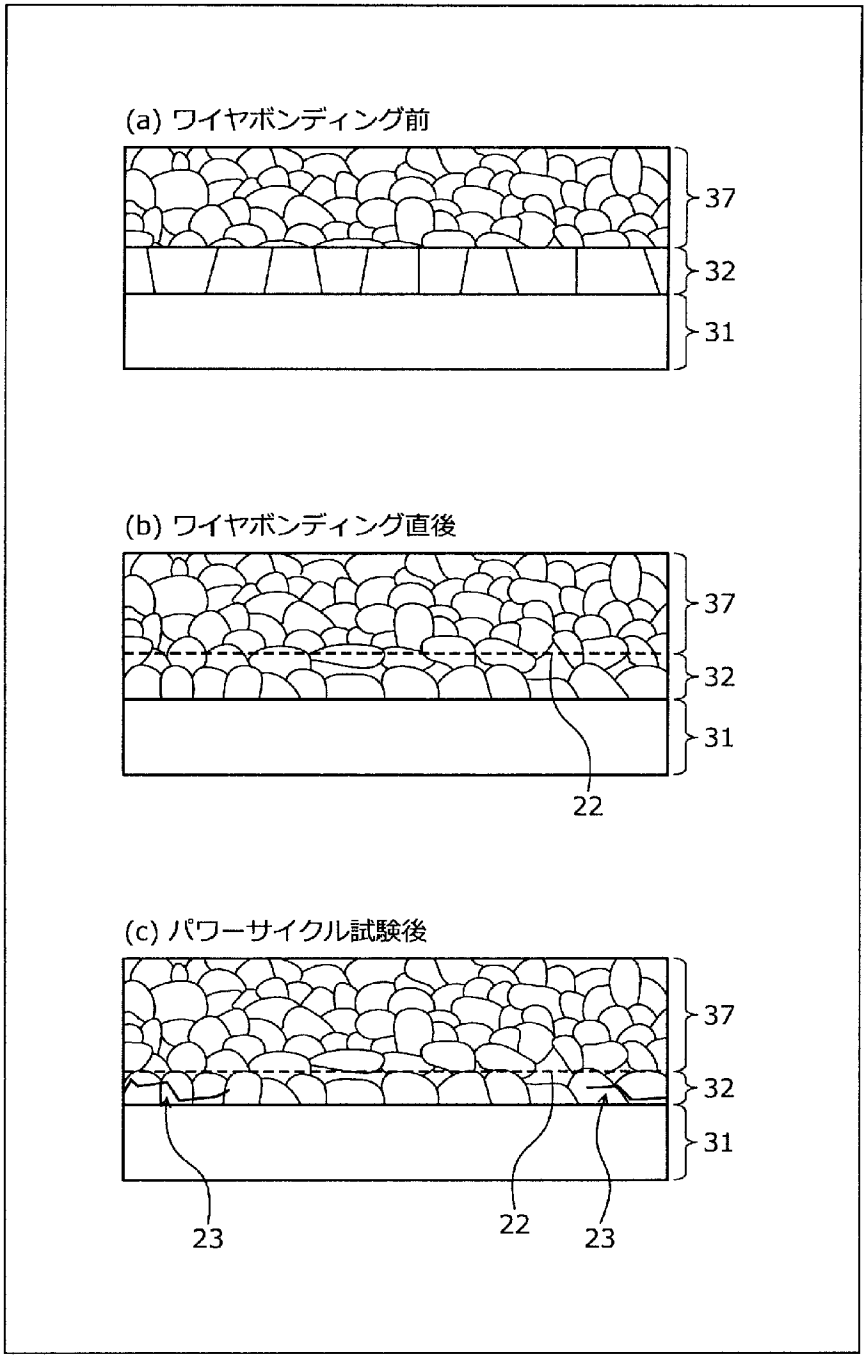
[図2]



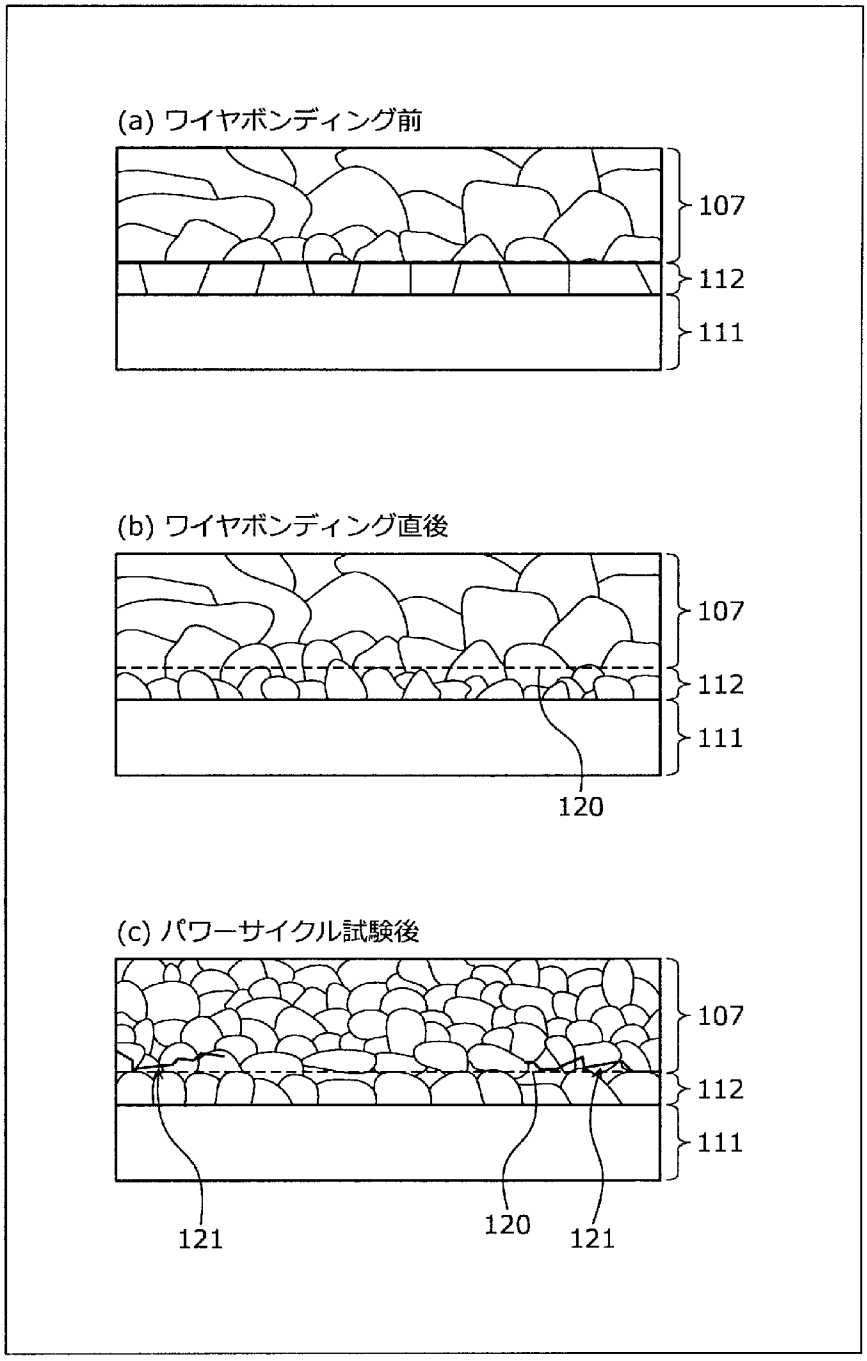
[図3]


(a) ワイヤボンディング前
7
14
12
11
(b) ワイヤボンディング直後
7
14
12
11
20
(c) パワーサイクル試験後
7
14
12
11
21
20
21

[図4]


(a) ワイヤボンディング前
37
32
31
(b) ワイヤボンディング直後
37
32
31
22
(c) パワーサイクル試験後
37
32
31
23
22
23

[図5]



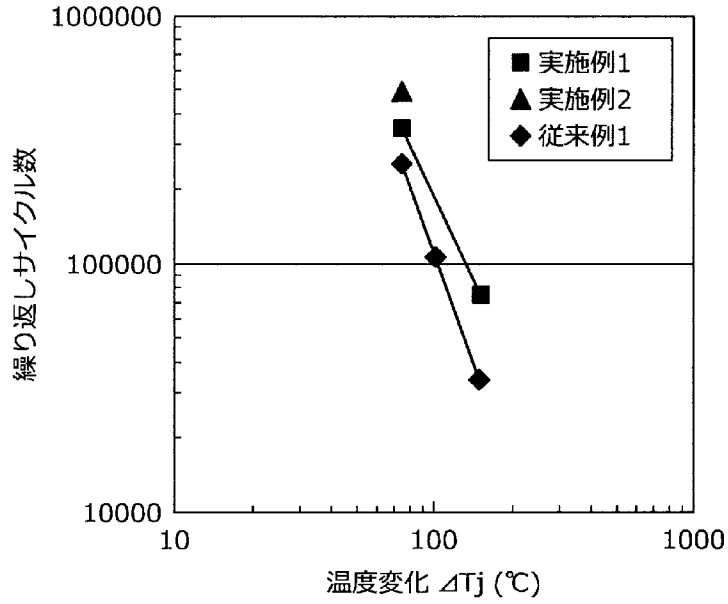
[図6]

		超音波出力 (V)			
		9	11	13	15
接合荷重 (gf)	800	△	○	×	×
	1000	△	○	○	×
	1200	△	○	○	×
	1400	△	○	○	○

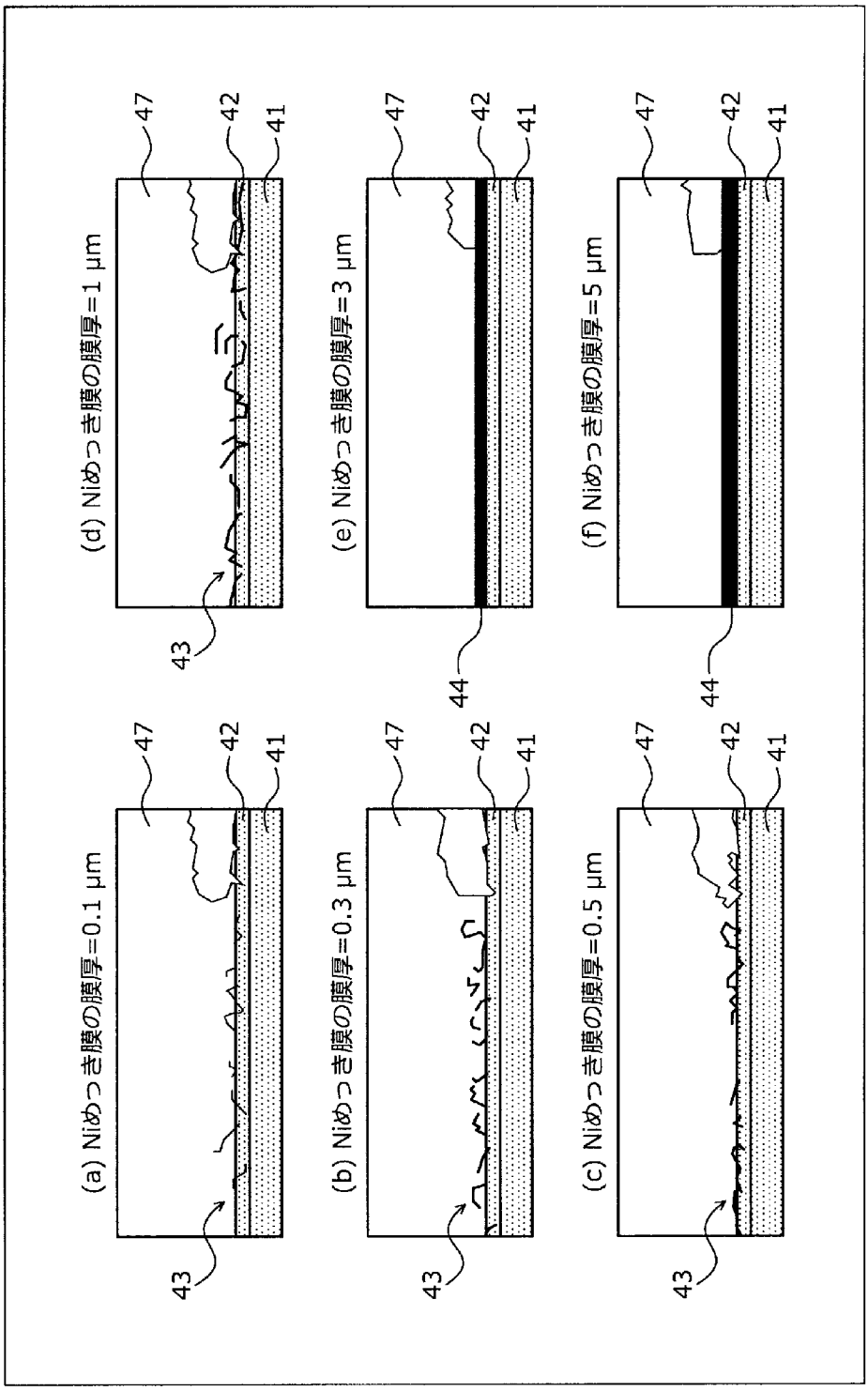
[図7]

		超音波出力 (V)			
		9	11	13	15
接合荷重 (gf)	800	△	△	△	○
	1000	△	○	○	○
	1200	○	○	○	×
	1400	○	○	×	×

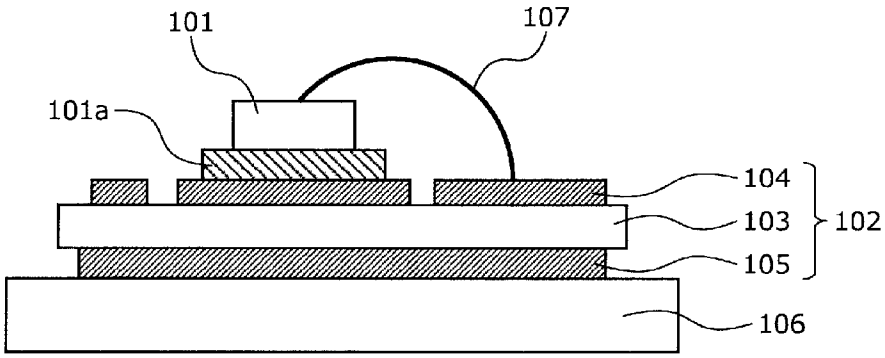
[図8]



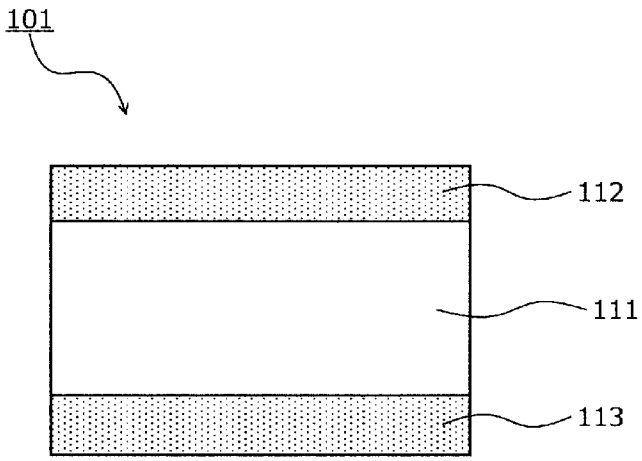
[図9]


(a) Niめっき膜の膜厚=0.1 μm
(b) Niめっき膜の膜厚=0.3 μm
(c) Niめっき膜の膜厚=0.5 μm
(d) Niめっき膜の膜厚=1 μm
(e) Niめっき膜の膜厚=3 μm
(f) Niめっき膜の膜厚=5 μm
41
42
43
44
47

[図10]



[図11]



[図12]

		超音波出力 (V)			
		9	11	13	15
接合荷重 (gf)	800	△	○	○	○
	1000	△	○	○	○
	1200	△	○	○	○
	1400	△	○	○	○

[図13]

		超音波出力 (V)		
		18	20	22
接合荷重 (gf)	1300	○	○	○
	1400	○	○	○
	1500	○	○	○

[図14]

		超音波出力 (V)		
		18	20	22
接合荷重 (gf)	1300	×	○	○
	1400	○	○	○
	1500	×	○	○

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/061457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/60(2006.01)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)
H01L21/60

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 5159000 B1 (Tanaka Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 06 March 2013 (06.03.2013), paragraphs [0007] to [0022] (Family: none)	1-8
Y	JP 2004-200644 A (Kyocera Corp.), 15 July 2004 (15.07.2004), paragraphs [0017] to [0019] (Family: none)	1-8
Y	JP 2010-251483 A (Renesas Electronics Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), paragraph [0020] & US 2010/0258955 A1	1-8

☒ 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 14 July, 2014 (14.07.14)	Date of mailing of the international search report 22 July, 2014 (22.07.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/061457

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-179484 A (Toyota Motor Corp.), 24 June 2004 (24.06.2004), paragraphs [0022] to [0024] (Family: none)	2,8
Y	JP 2009-076703 A (Fuji Electric Device Technology Co., Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), paragraph [0041] (Family: none)	6,7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６１４５７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/60(2006.01)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.　H01L21/60

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	JP 5159000 B1 (田中電子工業株式会社) 2013.03.06, 第7-22段落 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2004-200644 A (京セラ株式会社) 2004.07.15, 第17-19段落 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2010-251483 A (ルネサスエレクトロニクス株式会社) 2010.11.04, 第20段落 & US 2010/0258955 A1	1-8

☑　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	国際調査報告の発送日
１４．０７．２０１４	２２．０７．２０１４

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）　５Ｏ　４５３９
▲高▼須　甲斐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５９

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 2004-179484 A（トヨタ自動車株式会社）2004.06.24，第22-24段落（ファミリーなし）	2，8
Y	JP 2009-076703 A（富士電機デバイステクノロジー株式会社）2009.04.09，第41段落（ファミリーなし）	6，7