

(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
2025年2月13日(13.02.2025)



(10) 国際公開番号

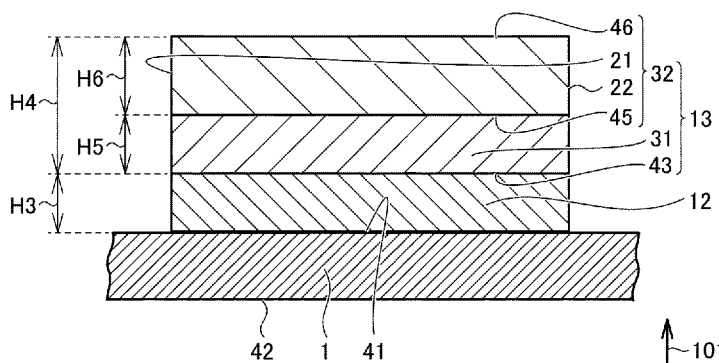
WO 2025/033315 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 1/19 (2006.01) *B23K 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/027519
- (22) 国際出願日: 2024年8月1日(01.08.2024)
- (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 2023-128457 2023年8月7日(07.08.2023) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [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:浅間 晃司(ASAMA, Koji); 〒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).
- (74) 代理人:弁理士法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪
- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: JOINING METHOD, METHOD FOR MANUFACTURING COOLER, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, COOLER, AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 接合方法、冷却器の製造方法、半導体装置の製造方法、冷却器および半導体装置

図5



(57) Abstract: This joining method includes the following steps. A brazing material (12) and a material (13) to be joined are arranged on a base part (1). The base part (1) and the material (13) to be joined are joined by heating the brazing material (12) at a temperature equal to or higher than a melting point of the brazing material (12) and less than a melting point of the base part (1). The base part (1) contains aluminum. The brazing material (12) contains aluminum and silicon. The material (13) to be joined includes a first layer (31) and a second layer (32). The first layer (31) contains nickel. The second layer (32) is provided on the first layer (31). The second layer (32) contains copper. In the step for arranging the brazing material (12) and the material (13) to be joined, the brazing material (12) is arranged between the base part (1) and the first layer (31).

IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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)）

(57) 要約：接合方法は、以下の工程を有している。ベース部（1）上にろう材（12）および被接合材（13）が配置される。ろう材（12）の融点以上且つベース部（1）の融点未満の温度でろう材（12）を加熱することによってベース部（1）と被接合材（13）とが接合される。ベース部（1）は、アルミニウムを含んでいる。ろう材（12）は、アルミニウムと、珪素とを含んでいる。被接合材（13）は、第1層（31）と、第2層（32）とを有している。第1層（31）は、ニッケルを含む。第2層（32）は、第1層（31）上に設けられている。第2層（32）は、銅を含む。ろう材（12）および被接合材（13）を配置する工程において、ベース部（1）と第1層（31）との間にろう材（12）が配置される。

明 細 書

発明の名称：

接合方法、冷却器の製造方法、半導体装置の製造方法、冷却器および半導体装置

技術分野

[0001] 本開示は、接合方法、冷却器の製造方法、半導体装置の製造方法、冷却器および半導体装置に関する。

背景技術

[0002] アルミニウムを含む部材は、緻密な酸化被膜が形成されやすい。従って、アルミニウムを含む部材は、はんだ濡れ性が悪い。はんだ付けを用いて、アルミニウムを含む部材に他の部材を接合することは困難である。

[0003] 特開2014-227579号公報（特許文献1）には、アルミニウム合金部材の一例として、アルミニウム合金よりなるベース部材と、ベース部材に他の部材をはんだ付け接合するためのはんだ付け面部とを有するアルミニウム合金部材が記載されている。はんだ付け面部は、ベース部材の表面に接合されたろう材層とろう材層にろう付け接合されたニッケル箔層から構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-227579号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ニッケルは、はんだ濡れ性が悪い場合がある。具体的には、はんだの組成およびはんだ付けを行う際における炉の内部の雰囲気によっては、ニッケルのはんだ濡れ性が悪くなることがある。結果として、アルミニウムを含む部材にニッケルを接合した場合、アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向

上できないことがある。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、その目的は、アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向上できる接合方法、冷却器の製造方法、半導体装置の製造方法、冷却器および半導体装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る接合方法は、以下の工程を有している。ベース部上にろう材および被接合材が配置される。ろう材の融点以上且つベース部の融点未満の温度でろう材を加熱することによってベース部と被接合材とが接合される。ベース部は、アルミニウムを含んでいる。ろう材は、アルミニウムと、珪素とを含んでいる。被接合材は、第1層と、第2層とを有している。第1層は、ニッケルを含む。第2層は、第1層上に設けられている。第2層は、銅を含む。ろう材および被接合材を配置する工程において、ベース部と第1層との間にろう材が配置される。

発明の効果

[0008] 本開示に係る接合方法によれば、銅を含む第2層がアルミニウムを含むベース部に接合される。銅は、はんだ濡れ性が良好なはんだ付け条件の範囲が広い。このため、アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向上できる接合方法、冷却器の製造方法、半導体装置の製造方法、冷却器および半導体装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る冷却器の構成を示す断面模式図である。

[図2]図1の領域IIを示す拡大断面模式図である。

[図3]実施の形態1に係る半導体装置の構成を示す断面模式図である。

[図4]実施の形態1に係る接合方法を概略的に示すフロー図である。

[図5]ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程を示す断面模式図である。

[図6]実施の形態1に係る冷却器の製造方法を概略的に示すフロー図である。

[図7]実施の形態1に係る冷却器の製造方法におけるベース部上にろう材およ

び被接合材を配置する工程を示す断面模式図である。

[図8]フィン部材の構成を示す分解模式図である。

[図9]実施の形態1に係る半導体装置の製造方法を概略的に示すフロー図である。

[図10]実施の形態2に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図11]実施の形態3に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図12]実施の形態4に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図13]実施の形態4に係る接合方法を示す平面模式図である。

[図14]実施の形態5に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図15]実施の形態5に係る被接合材の構成を示す斜視模式図である。

[図16]実施の形態6に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図17]実施の形態7に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図18]実施の形態8に係る接合方法を示す断面模式図である。

[図19]実施の形態9に係る接合方法におけるベース部上にろう材および被接合材を配置する工程の後の状態を示す断面模式図である。

[図20]実施の形態9に係る被接合材の構成を示す平面模式図である。

[図21]実施の形態9に係るベース部と被接合材とを接合する工程を示す断面模式図である。

[図22]実施の形態9に係る接合方法の変形例を示す断面模式図である。

[図23]実施の形態10に係る接合方法を概略的に示すフロー図である。

[図24]実施の形態10に係る第1層の構成を示す底面模式図である。

[図25]第1層に濡れ止め剤が塗布された状態を示す断面模式図である。

[図26]実施の形態11に係る冷却器の製造方法および半導体装置の製造方法を概略的に示すフロー図である。

[図27]第2層の表面にブラスト処理を行う工程を示す断面模式図である。

[図28]実施の形態11に係る冷却器の構成を示す拡大断面模式図である。

[図29]実施の形態11に係る半導体装置の構成を示す拡大断面模式図である。

。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面に基づいて本開示の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

[0011] 実施の形態 1.

<冷却器の構成>

まず、図 1 および図 2 を用いて、実施の形態 1 に係る冷却器 100 の構成について説明する。図 1 に示されるように、冷却器 100 は、ベース部 1 と、接合部 2 と、被接合部 3 と、フィン 5 と、ジャケット 6 とを主に有している。冷却器 100 は、熱交換器の一種である。

[0012] ベース部 1 の形状は、たとえば平板状である。ベース部 1 は、第 1 面 4 1 と、第 2 面 4 2 とを有している。第 1 面 4 1 は、たとえば平面状である。第 2 面 4 2 は、第 1 面 4 1 の反対側に設けられている。第 2 面 4 2 から第 1 面 4 1 に向かう方向は、第 1 方向 101 とされる。

[0013] ベース部 1 は、アルミニウム (Al) を含んでいる。ベース部 1 を構成する材料は、アルミニウムであってもよいし、アルミニウムを主成分とするアルミニウム合金であってもよい。具体的には、ベース部 1 を構成する材料は、純アルミニウムであってもよいし、1000系アルミニウム合金であってもよいし、3000系アルミニウム合金であってもよい。1000系アルミニウム合金および3000系アルミニウム合金は、JIS (Japanese Industrial Standards) H4000:2014に規定される材料である。

[0014] ベース部 1 におけるアルミニウムの重量含有率は、たとえば90%以上であってもよいし、95%以上であってもよいし、99%以上であってもよいし、99.9%以上であってもよい。なお、部材における材料の重量含有率とは、材料の重量から部材の重量を割った値である。

[0015] 接合部 2 は、ベース部 1 に接合されている。具体的には、第 1 面 4 1 において、接合部 2 は、ベース部 1 に接合されている。接合部 2 は、ベース部 1 に対して第 1 方向 101 に設けられている。

- [0016] 接合部2は、アルミニウムと、珪素（Si）とを含んでいる。接合部2は、たとえばアルミニウムと、珪素と、不可避の不純物とによって構成されている。接合部2は、たとえばAl-Si系アルミニウム合金によって構成されている。
- [0017] 接合部2における珪素の重量含有率は、たとえば4%以上12%以下である。接合部2における珪素の重量含有率は、6%以上9%以下であることが望ましい。接合部2におけるアルミニウムの重量含有率は、ベース部1におけるアルミニウムの重量含有率よりも小さくてもよい。
- [0018] 被接合部3は、接合部2の上方に設けられている。別の観点から言えば、接合部2は、ベース部1と被接合部3との間に設けられている。被接合部3は、第1層31と、第2層32とを有している。
- [0019] 第1層31は、接合部2の上方に設けられている。第1層31は、ニッケルを含んでいる。第1層31は、純ニッケルによって構成されていてもよい。具体的には、第1層31におけるニッケルの重量含有率は、たとえば99%以上であってもよい。第1層31は、接合部2が含む元素の少なくとも1つと、後述の第2層32が含む元素の少なくとも1つとを含んでいてもよい。具体的には、第1層31は、たとえばアルミニウムおよび珪素の少なくとも1つを含んでいてもよい。第1層31は、銅（Cu）を含んでいてもよい。
- [0020] 第2層32は、第1層31上に設けられている。本明細書において「上に設けられている」とは、2つの物体が互いに直接接触している場合と、2つの物体の間において他の物体が当該2つの物体の各々に接するように設けられており、当該2つの物体が当該他の物体に隔てられている場合とを含んでいる。実施の形態1に係る冷却器100において、第2層32は、第1層31に接触している。
- [0021] 第2層32は、第1層31に接合されている。具体的には、たとえば圧延を用いて、第2層32は第1層31に接合されている。別の観点から言えば、被接合部3は、たとえばクラッド材である。第2層32は、第1層31に

対して第1方向101に設けられている。第2層32は、たとえばはんだ付けを用いて、後述の半導体チップ9（図3参照）などの他の部品が接合される部分である。

[0022] 第2層32は、銅を含む。第2層32は、純銅によって構成されていてもよい。具体的には、第2層32における銅の重量含有率は、たとえば99%以上であってもよい。第2層32は、第1層31が含む元素の少なくとも一つを含んでいてもよい。具体的には、第2層32は、たとえばニッケルを含んでいてもよい。

[0023] 図2に示されるように、冷却器100は、化合物部4を有している。化合物部4は、接合部2および被接合部3の各々に連なっている。具体的には、化合物部4は、第1層31に連なっている。化合物部4は、接合部2に対して第1方向101に設けられている。

[0024] 化合物部4は、接合部2が含む元素の少なくとも一つと、第1層31が含む元素の少なくとも一つとを含んでいる。具体的には、化合物部4は、たとえばアルミニウムと、ニッケル(Ni)とを含んでいる。化合物部4は、たとえばAl-Ni系の金属間化合物によって構成されている。化合物部4は、珪素を含んでいてもよい。別の観点から言えば、化合物部4は、珪素とニッケルとの化合物を含んでいてもよい。図2に示されるように、第1方向101における接合部2および化合物部4の厚みは、第1厚みH1とされる。第1厚みH1は、たとえば0.1mm以下である。

[0025] 被接合部3は、化合物部4に対して第1方向101に設けられている。別の観点から言えば、化合物部4は、接合部2と被接合部3との間に設けられている。被接合部3は、化合物部4によって接合部2から隔てられている。言い換えれば、被接合部3は、接合部2から離間している。化合物部4および接合部2は、被接合部3とベース部1とを接合している。

[0026] 第1層31は、第3面43を有している。第3面43において、第1層31は、化合物部4に連なっている。別の観点から言えば、第3面43は、第1層31と化合物部4との間における界面である。第1層31は、第2層3

2と化合物部4との間に設けられている。第1方向101における第1層31の厚みは第7厚みH7とされる。

[0027] 第2層32は、第5面45と、第6面46と、第1側面21と、第2側面22とを有している。第5面45において、第2層32は、第1層31に接合されている。別の観点から言えば、第5面45は、第2層32と第1層31との間における界面である。第1方向101における第2層32の厚みは第8厚みH8とされる。第8厚みH8は、第7厚みH7の2倍以上である。

[0028] 第6面46は、第5面45の反対側に設けられている。第6面46は、たとえば平面状である。第6面46は、後述の半導体チップ9（図3参照）などの他の部品がはんだ付けされる面である。第1側面21は、第5面45および第6面46の各々に連なっている。第1側面21は、第1層31から離間している。第2側面22は、第1側面21の反対側に設けられている。第2側面22は、第5面45および第6面46の各々に連なっている。第2側面22は、第1層31から離間している。

[0029] 図2に示されるように、第1方向101における被接合部3の厚みは、第2厚みH2とされる。第2厚みH2は、たとえば300 μ m以下である。ベース部1、接合部2、化合物部4および被接合部3は、接合構造体10を構成している。図2は、実施の形態1に係る接合構造体10の構成を示している。

[0030] 図1に示されるように、フィン5は、ベース部1に接合されている。具体的には、第2面42において、フィン5は、ベース部1に接合されている。フィン5は、ベース部1に対して被接合部3の反対側に設けられている。フィン5は、冷媒（図示せず）に熱を伝えて排熱することによって、第2層32に接合されている他の部品を冷却するように構成されている。フィン5において、流路90が設けられている。流路90は、冷媒が流れる部分である。

[0031] フィン5は、複数の板部8を有している。フィン5は、複数の板部8が第1方向101に沿って重ね合わされることによって構成されている。隣り合

う2つの板部8は、互いに接合されている。板部8は、被接合層82と、接合層81とを有している。被接合層82は、たとえばアルミニウムを主成分とするアルミニウム合金によって構成されている。被接合層82は、たとえば3000系アルミニウム合金によって構成されている。

[0032] 接合層81は、被接合層82に対して第1方向101に設けられている。接合層81は、隣り合う2つの板部8を接合している。ベース部1と接触している接合層81は、ベース部1とフィン5とを接合している。接合層81は、アルミニウムと、珪素とを含んでいる。接合層81は、たとえばAl-Si系アルミニウム合金によって構成されている。

[0033] 図1に示されるように、ジャケット6は、ベース部1に接合されている。ジャケット6は、フィン5を取り囲んでいる。ジャケット6は、たとえばフィン5から離間している。ジャケット6とベース部1とは、空間91を構成している。空間91は、ジャケット6とフィン5との間に設けられている。空間91は、流路90に連なっている。

[0034] ジャケット6は、本体部60と、第1配管61と、第2配管62とを有している。本体部60は、ベース部1に接合されている。本体部60は、フィン5を取り囲んでいる。本体部60の形状は筒状である。本体部60を構成する材料は、たとえば純アルミニウムであってもよいし、アルミニウムを主成分とするアルミニウム合金であってもよい。

[0035] 第1配管61は、本体部60に取り付けられている。第1配管61において、流入路92が設けられている。流入路92は、空間91に連なっている。流入路92は、流路90へ流入する冷媒が流れる流路である。

[0036] 第2配管62は、本体部60に取り付けられている。第2配管62において、流出路93が設けられている。流出路93は、空間91に連なっている。流出路93は、流路90から流出する冷媒が流れる流路である。

[0037] <半導体装置の構成>

次に、図3を用いて実施の形態1に係る半導体装置200の構成について説明する。図3に示されるように、半導体装置200は、冷却器100と、

半導体チップ9とを有している。図3に示される冷却器100の構成は、図1に示される冷却器100の構成と実質的に同じである。半導体チップ9は、第2層32に接合されている。具体的には、たとえばはんだ（図示せず）を用いて、第6面46において、半導体チップ9が第2層32に接合されている。別の観点から言えば、半導体装置200は、半導体チップ9と第2層32とを接合しているチップ接合層（図示せず）を有している。半導体チップ9と第2層32との間に配置された銀（図示せず）または銅（図示せず）が焼結されることによって、半導体チップ9が第2層32に接合されていてもよい。

[0038] <接合方法>

次に、図4および図5を用いて実施の形態1に係る接合方法について説明する。当該接合方法は、たとえば図1に示される冷却器100の製造において、被接合部3とベース部1との接合に用いられる。別の観点から言えば、当該接合方法は、接合構造体10（図2参照）の製造方法である。なお、当該接合方法は、冷却器100の製造以外に用いられてもよい。

[0039] 図4に示されるように、実施の形態1に係る接合方法は、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程（S10）と、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）とを主に有している。

[0040] まず、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程（S10）が実施される。具体的には、図5に示されるように、ベース部1が準備される。ベース部1の形状は、たとえば平板状である。ベース部1は、第1面41と、第2面42とを有している。第1面41は、たとえば平面状である。第2面42は、第1面41の反対側に設けられている。第2面42から第1面41に向かう方向は、第1方向101である。

[0041] ベース部1は、アルミニウムを含んでいる。ベース部1を構成する材料は、アルミニウムであってもよいし、アルミニウムを主成分とするアルミニウム合金であってもよい。具体的には、ベース部1を構成する材料は、純アル

ミニウムであってもよいし、1000系アルミニウム合金であってもよいし、3000系アルミニウム合金であってもよい。ベース部1におけるアルミニウムの重量含有率は、たとえば95%以上であってもよいし、99%以上であってもよいし、99.9%以上であってもよい。

[0042] 次に、第1面41にフラックス（図示せず）が供給される。フラックスは、特に限定されないが、たとえばAl-K（カリウム）-F（フッ素）系フラックスおよびAl-Cs（セシウム）-F系フラックスなどの非腐食性フラックスが望ましい。フラックスはたとえばペースト状である。

[0043] 次に、ベース部1上にろう材12が配置される。具体的には、フラックスが供給された第1面41の部分の上にろう材12が配置される。別の観点から言えば、ベース部1とろう材12との間に、フラックスが位置する。ろう材12は、ベース部1に対して第1方向101に配置される。

[0044] ろう材12は、アルミニウムと、珪素とを含んでいる。ろう材12は、たとえばアルミニウムと、珪素と、不可避の不純物とによって構成されている。ろう材12は、たとえばAl-Si系アルミニウム合金によって構成されている。ろう材12における珪素の重量含有率は、たとえば4%以上12%以下である。ろう材12における珪素の重量含有率は、6%以上9%以下であることが望ましい。

[0045] 第1方向101におけるろう材12の厚みは、第3厚みH3とされる。第3厚みH3は、0.01mm以上0.1mm以下であることが望ましい。ろう材12の形状は、たとえば箔状である。

[0046] 次に、ろう材12上にフラックス（図示せず）が供給される。フラックスが供給されたろう材12の部分の上に被接合材13が配置される。ろう材12と被接合材13との間にフラックスが位置する。被接合材13は、ろう材12に対して第1方向101に配置される。第1方向101における被接合材13の厚みは、第4厚みH4とされる。第4厚みH4は、20 μ m以上300 μ m以下であることが望ましい。

[0047] 被接合材13は、第1層31と、第2層32とを有している。第1層31

は、ろう材12上に供給されているフラックスに接触する。第1層31は、ろう材12上に位置する。別の観点から言えば、ろう材12は、ベース部1と第1層31との間に配置される。ろう材12と第1層31との間にフラックスが位置する。

[0048] 第1層31は、ニッケルを含んでいる。第1層31は、たとえば純ニッケルによって構成されている。第1層31におけるニッケルの重量含有率は、たとえば99%以上である。第1方向101における第1層31の厚みは、第5厚みH5とされる。第5厚みH5は、10 μ m以上であることが望ましい。

[0049] 第2層32は、第1層31上に設けられている。第1層31と第2層32とは、たとえば圧延によって接合されている。別の観点から言えば、被接合材13はクラッド材である。第2層32は、半導体チップ9（図3参照）などの他の部材が接合される部分である。

[0050] 第2層32は、銅を含んでいる。第2層32は、たとえば純銅によって構成されている。第2層32における銅の重量含有率は99.9%以上である。第1方向101における第2層32の厚みは、第6厚みH6とされる。第6厚みH6は、10 μ m以上であることが望ましい。第6厚みH6は、たとえば第5厚みH5の2倍以上である。以上によって、ベース部1上にろう材12および被接合材13が配置される。

[0051] ベース部1上にろう材12および被接合材13が配置された後に、たとえば治具（図示せず）を用いて、ベース部1、ろう材12および被接合材13に、第1方向101と平行な方向に沿った圧力が加えられてもよい。圧力の大きさは、たとえば10kPa以上である。これによって、ベース部1とろう材12との間にあるフラックスが押し出され、ベース部1とろう材12とがより密着する。ろう材12と被接合材13との間にあるフラックスが押し出され、ろう材12と被接合材13とがより密着する。

[0052] 次に、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）が実施される。具体的には、まずベース部1、ろう材12およ

び被接合材13は、炉（図示せず）の内部に配置される。炉の内部は不活性ガス雰囲気である。具体的には、炉の内部は、たとえば窒素雰囲気またはアルゴン雰囲気である。炉の内部の酸素濃度は、500ppm以下であることが望ましい。これによって、ろう材12が加熱される際に、ろう材12が酸化すること抑制できる。炉の内部は減圧されていない。このため、炉の内部が減圧される場合と比較して、ベース部1と被接合材13との接合に必要な時間が短縮される。

[0053] 次に、炉の内部において、ベース部1、ろう材12および被接合材13が加熱される。炉の内部の温度は、ろう材12の融点以上ベース部1の融点未満とされる。言い換えれば、ろう材12を加熱する温度は、ろう材12の融点以上ベース部1の融点未満である。なお、本明細書において、合金材料における「融点」は固相線温度である。

[0054] ろう材12を加熱する温度は、たとえば640℃以下であることが好ましい。これによって、ベース部1が溶融することを抑制できる。ろう材12を加熱する温度は、ろう材12の固相線温度以上、且つろう材12の液相線温度以下であることが望ましい。これによって、ろう材12の流動性が過度に高くなることを抑制できる。結果として、ベース部1と被接合材13との間から、ろう材12が流出することを抑制できる。

[0055] ベース部1、ろう材12および被接合材13が加熱されることによって、ろう材12は溶融する。具体的には、ベース部1、ろう材12および被接合材13が加熱されることによって、ろう材12は、たとえば固相と液相が共存している状態となる。第1層31に含まれるニッケルが、溶融したろう材12に拡散する。

[0056] 次に、ベース部1、ろう材12および被接合材13が冷却される。溶融したろう材12は凝固する。これによって、ベース部1と被接合材13とが接合される。別の観点から言えば、図2に示される接合構造体10が製造される。図2および図5に示されるように、ろう材12の一部は接合部2になる。ろう材12の残部は化合物部4になる。具体的には、第1層31に含まれ

るニッケルが拡散したろう材 1 2 の部分は、化合物部 4 になる。以上によって、ベース部 1 と被接合材 1 3 とが接合される。

[0057] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S 2 0）の前後における各部の対応関係について説明する。図 2 および図 5 に示されるように、接合部 2 は、ろう材 1 2 によって構成されている。化合物部 4 は、ろう材 1 2 および第 1 層 3 1 によって構成されている。

[0058] <冷却器の製造方法>

次に、図 6 から図 8 を用いて、実施の形態 1 に係る冷却器 1 0 0 の製造方法について説明する。実施の形態 1 に係る冷却器 1 0 0 の製造方法は、上述の実施の形態 1 に係る接合方法を用いている。実施の形態 1 に係る冷却器 1 0 0 の製造方法は、主に、フィン 5 およびジャケット 6 がベース部 1 に接合される点において、実施の形態 1 に係る接合方法と異なっている。以下において、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0059] 図 6 に示されるように、実施の形態 1 に係る冷却器 1 0 0 の製造方法は、たとえばベース部上にろう材および被接合材を配置する工程（S 1 0）と、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S 2 0）と、ベース部にジャケットを接合する工程（S 3 0）とを主に有している。

[0060] 図 7 に示されるように、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程（S 1 0）において、ベース部 1 に対して被接合材 1 3 と反対側にフィン部材 1 5 が配置される。第 2 面 4 2 において、フィン部材 1 5 は、ベース部 1 に接触する。フィン部材 1 5 とベース部 1 との間において、フラックスが供給されてもよいし、フラックスが供給されなくてもよい。

[0061] フィン部材 1 5 は、複数の板材 1 8 を有している。フィン部材 1 5 において、流路 9 0 が設けられている。フィン部材 1 5 は、複数の板材 1 8 が第 1 方向 1 0 1 に沿って重ね合わされることによって構成されている。隣り合う 2 つ板材 1 8 の間において、フラックスが供給されてもよいし、フラックスが供給されなくてもよい。複数の板材 1 8 の各々は、被接合層 8 2 と、ろう

材層 86 とを有している。

[0062] 被接合層 82 は、たとえばアルミニウムを主成分とするアルミニウム合金によって構成されている。被接合層 82 は、たとえば 3000 系アルミニウム合金によって構成されている。ろう材層 86 は、アルミニウムと、珪素とを含んでいる。ろう材層 86 は、たとえば Al-Si 系アルミニウム合金によって構成されている。ろう材層 86 は、被接合層 82 に張り合わされている。具体的には、たとえば圧延を用いて、ろう材層 86 は、被接合層 82 に張り合わされている。別の観点から言えば、板材 18 はクラッド材である。

[0063] 図 8 に示されるように、複数の板材 18 において、穴 98 が設けられている。複数の板材 18 に設けられている穴 98 が連なることによって、流路 90 (図 7 参照) が構成されている。第 1 方向 101 に見て、穴 98 の最小幅は、たとえば 0.2 mm 程度である。

[0064] ベース部 1 上にろう材 12 および被接合材 13 が配置された後に、たとえば治具 (図示せず) を用いて、ベース部 1、ろう材 12、被接合材 13 およびフィン部材 15 に、第 1 方向 101 と平行な方向に沿った圧力が加えられてもよい。圧力の大きさは、たとえば 10 kPa 以上である。これによって、隣り合う 2 つの板材 18 が互いに密着する。ベース部 1 とフィン部材 15 とが互いに密着する。

[0065] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程 (S20) において、ベース部 1、ろう材 12、被接合材 13 およびフィン部材 15 が、炉 (図示せず) の内部に配置される。炉の内部において、ベース部 1、ろう材 12、被接合材 13 およびフィン部材 15 が加熱される。これによって、ろう材 12 とともにフィン部材 15 が加熱される。フィン部材 15 のろう材層 86 は溶融する。具体的には、ベース部 1、ろう材 12、被接合材 13 およびフィン部材 15 が加熱されることによって、ろう材 12 は、たとえば固相と液相が共存している状態となる。

[0066] 次に、ベース部 1、ろう材 12、被接合材 13 およびフィン部材 15 が冷却される。溶融したろう材層 86 が凝固する。これによって、フィン部材 1

5がベース部1に接合される。隣り合う2つの被接合層82が、互いに接合される。ろう材層86は、接合層81（図1参照）になる。フィン部材15は、フィン5（図1参照）になる。以上によって、ろう材12とともにフィン部材15を加熱することによりベース部1にフィン部材15が接合される。

[0067] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）の前後における各部の対応関係について説明する。図1および図7に示されるように、フィン5は、フィン部材15によって構成されている。接合層81は、ろう材層86によって構成されている。

[0068] 次に、ベース部にジャケットを接合する工程（S30）が実施される。具体的には、ベース部1に対して被接合部3と反対側にジャケット6が配置される。ジャケット6は、本体部60と、第1配管61と、第2配管62とを有している。本体部60は、ベース部1に接合されている。本体部60は、フィン5を取り囲む。本体部60の形状は筒状である。本体部60は、たとえば純アルミニウムによって構成されていてもよいし、アルミニウムを主成分とするアルミニウム合金によって構成されていてもよい。

[0069] 次に、機械的締結、溶接、ろう付および固相接合などの締結方法を用いて、第2面42において、ジャケット6がベース部1に接合される。以上によって、実施の形態1に係る冷却器100（図1参照）が製造される。

[0070] <半導体装置の製造方法>

次に、図9を用いて、実施の形態1に係る半導体装置200の製造方法について説明する。図9に示されるように、実施の形態1に係る半導体装置200の製造方法は、冷却器を準備する工程（S50）と、半導体チップを第2層に接合する工程（S60）とを有している。まず、冷却器を準備する工程（S50）が実施される。具体的には、上述の冷却器100の製造方法を用いて、冷却器100（図1参照）が準備される。

[0071] 次に、半導体チップを第2層に接合する工程（S60）が実施される。具体的には、たとえばはんだを用いて、第6面46において、半導体チップ9

が第2層32に接合される。半導体チップ9と第2層32との間には、チップ接合層94（図29参照）が形成される。以上によって、半導体装置200（図3参照）が製造される。半導体チップ9と第2層32との間に配置された銀または銅を焼結させることによって、半導体チップ9が第2層32に接合されてもよい。

[0072] 実施の形態1に係る冷却器100、半導体装置200、接合方法、冷却器100の製造方法および半導体装置200の製造方法の作用効果について説明する。

[0073] アルミニウムを含む部材は、緻密な酸化被膜が形成されやすい。従って、アルミニウムを含む部材は、はんだ濡れ性が悪い。アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向上させるために、アルミニウムを含む部材にニッケルが接合されることがある。しかしながら、ニッケルは、はんだ濡れ性が悪い場合がある。具体的には、はんだの組成およびはんだ付けを行う際における炉の内部の雰囲気によっては、ニッケルのはんだ濡れ性が悪くなることがある。

[0074] 本開示に係る接合方法によれば、ベース部1上にろう材12および被接合材13が配置される。ベース部1と被接合材13とが接合される。ベース部1は、アルミニウムを含んでいる。被接合材13は、第2層32を有している。第2層32は、銅を含んでいる。銅は、はんだ濡れ性が良好なはんだ付け条件の範囲が広い。このため、ベース部1とろう材12と被接合材13とによって構成される部材（アルミニウムを含む部材）において、はんだ濡れ性が良好である部分を設けることができる。これによって、アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向上できる。

[0075] アルミニウムに対して銅をろう付けする場合、通常、Al-Si系ろう材が溶融する600℃まで、アルミニウム、銅およびろう材が加熱される。この場合、加熱中に、銅とAl-Si系ろう材が接触すると、Cu-Al系の共晶組織が形成されることがある。Cu-Al系の共晶組織の融点は、およそ540℃である。即ち、当該共晶組織の融点は、上述のろう付けにおける

加熱温度よりも低い。従って、当該共晶組織は、上述のろう付け中に溶融することがある。結果として、アルミニウムおよび銅の各々の母材が溶融および変形することがある。

[0076] 実施の形態1に係る接合方法によれば、ベース部1は、アルミニウムを含んでいる。第1層31は、ニッケルを含んでいる。第2層32は、銅を含んでいる。第2層32は、第1層31上に設けられている。ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程(S10)において、ベース部1と第1層31との間にろう材12が配置される。このため、ろう材12が加熱される際に、第2層32がろう材12に接触することを抑制できる。これによって、Cu-A1系の共晶組織が形成されることを抑制できる。従って、ベース部1および第2層32の溶融および変形を抑制しつつ、第2層32をベース部1に接合できる。

[0077] 実施の形態1に係る接合方法によれば、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程(S10)において、ベース部1と第1層31との間にろう材12が配置される。このため、ベース部1と被接合材13とを接合する際に、第1層31に含まれるニッケルがろう材12の内部へ拡散する。これによって、Al-Ni系の金属間化合物が形成される。Al-Ni系の金属間化合物の強度は高い。このため、ベース部1と被接合材13とをより強固に接合することができる。

[0078] 実施の形態1に係る接合方法によれば、ろう材12における珪素の重量含有率は4%以上である。これによって、ろう材12の融点をベース部1の融点および被接合材13の融点の各々よりも十分に低下させることができる。このため、ベース部1と被接合材13とを接合する際に、ベース部1および被接合材13の各々が溶融することを抑制できる。

[0079] ろう材12における珪素の重量含有率が12%より大きい場合、ろう材12が過度に硬くなる。このため、ろう材12の製造が困難になる。実施の形態1に係る接合方法によれば、ろう材12における珪素の重量含有率は12%以下である。このため、ろう材12が過度に堅くなることを抑制できる。

結果として、ろう材12の製造が困難になることを抑制できる。

[0080] 溶融したろう材12は、被接合材13の側面に濡れ広がることがある。従って、溶融したろう材12と第2層32とが接触することがある。これによって、Cu-A1系の共晶組織が形成されることがある。実施の形態1に係る接合方法によれば、ろう材12における珪素の重量含有率が9%以下であってもよい。これによって、溶融したろう材12の流動性を十分に低減できる。このため、溶融したろう材12が第2層32と接触することをより効果的に抑制できる。結果として、Cu-A1系の共晶組織の形成を抑制できる。

[0081] ろう材12の流動性が十分に高い場合、接合部2に空孔（ボイド）が生じることを抑制できる。実施の形態1に係る接合方法によれば、ろう材12における珪素の重量含有率が6%以上であってもよい。これによって、ろう材12の流動性を十分に高めることができる。結果として、接合部2に空孔（ボイド）が生じることをより効果的に抑制できる。

[0082] 第1方向101におけるろう材12の厚み（第3厚みH3）が過度に小さい場合、ベース部1と被接合材13とを接合する際に、溶融したろう材12の体積が過度に小さくなる。従って、溶融したろう材12を用いて、ベース部1と被接合材13との間の間隙を十分に埋められないことがある。これによって、ベース部1と被接合材13との間に間隙が残ることがある。結果として、ベース部1と被接合材13との間の接合の信頼性が低下する。実施の形態1に係る接合方法によれば、第3厚みH3は0.01mm以上である。このため、融したろう材12の体積が過度に小さくなることを抑制できる。これによって、ベース部1と被接合材13との間の接合の信頼性が低下することを抑制できる。

[0083] 第3厚みH3が過度に大きい場合、ベース部1と被接合材13とを接合する際に、溶融したろう材12の体積が過度に大きくなる。従って、溶融したろう材12が過度に流動することによって、ベース部1および被接合材13が摩耗（エロージョン）したり、溶融したろう材12がベース部1と被接合

材13との間から過度に流出したりすることがある。また、溶融したろう材12の体積が過度に大きい場合、第1層31からろう材12へ、ニッケルが過度に拡散される。これによって、Al-Ni系の金属間化合物が過度に成長する。Al-Ni系の金属間化合物が過度に成長した場合、ベース部1と被接合材13との間の接合の強度が低下することがある。結果として、ベース部1と被接合材13との間の接合の信頼性が低下する。

[0084] 実施の形態1に係る接合方法によれば、第3厚みH3は0.1mm以下である。このため、溶融したろう材12の体積が過度に大きくなることを抑制できる。これによって、ベース部1と被接合材13との間の接合の信頼性が低下することを抑制できる。

[0085] 実施の形態1に係る接合方法によれば、第1方向101における被接合材13の厚み（第4厚みH4）は、20 μ m以上300 μ m以下である。第4厚みH4が20 μ m以上であることによって、ろう材12が加熱される際に、被接合材13が溶融することを抑制できる。第4厚みH4が300 μ m以下であることによって、ベース部1と被接合材13との間の熱膨張係数の差に起因する熱応力を低減できる。

[0086] 実施の形態1に係る接合方法によれば、第1方向101における第1層31の厚み（第5厚みH5）は、10 μ m以上である。これによって、ろう材12が加熱される際に、第1層31がろう材12中に溶出することによって、第1層31が消失することを抑制できる。

[0087] 実施の形態1に係る接合方法によれば、第1方向101における第2層32の厚み（第6厚みH6）は、10 μ m以上である。これによって、ろう材12が加熱される際に、第1層31に含まれるニッケルが第2層32の内部を拡散することによって、第2層32の表面にニッケルが現れることを抑制できる。

[0088] 実施の形態1に係る冷却器100の製造方法によれば、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）において、ろう材12とともにフィン部材15が加熱される。このため、一度の加熱によ

って、ベース部1と被接合部3とを接合しつつ、ベース部1とフィン部材15とを接合できる。これによって、冷却器100の製造に必要な時間を短縮できる。

[0089] 実施の形態1に係る半導体装置200の製造方法によれば、実施の形態1に係る冷却器100が準備される。第2層32に半導体チップ9が接合される。アルミニウムと比較して、銅ははんだ濡れ性が良好である。このため、アルミニウムを含む部材に半導体チップ9を接合する場合と比較して、半導体チップ9を容易に接合することができる。

[0090] 実施の形態1に係る冷却器100によれば、被接合部3は、接合部2の上方に設けられている。被接合部3は、第1層31と、第2層32とを有している。第2層32は、第1層31上に設けられている。第2層32は、銅を含んでいる。銅は、はんだ濡れ性が良好なはんだ付け条件の範囲が広い。従って、ベース部1と接合部2と被接合部3とによって構成される部材（アルミニウムを含む部材）において、はんだ濡れ性が良好である部分を設けることができる。結果として、アルミニウムを含む部材のはんだ濡れ性を向上できる。

[0091] 実施の形態1に係る冷却器100によれば、化合物部4は、接合部2と被接合部3との間に設けられている。化合物部4は、接合部2および被接合部3の各々に連なっている。接合部2は、アルミニウムを含んでいる。第1層31はニッケルを含んでいる。化合物部4は、接合部2が含む元素の少なくとも1つと、第1層31が含む元素の少なくとも1つとを含んでいる。このため、化合物部4において、化合物が形成されている。これによって、ベース部1と被接合部3との間の接合の強度を高めることができる。

[0092] 実施の形態1に係る半導体装置200は、実施の形態1に係る冷却器100と、半導体チップ9とを有している。半導体チップ9は、第2層32に接合されている。このため、アルミニウムに半導体チップ9が接合されている場合と比較して、冷却器100と半導体チップ9との間の接合の信頼性を高めることができる。

[0093] (実施の形態1の変形例)

なお、上記の接合方法の説明において、ろう材12が箔状である構成について説明したが、ろう材12の形態は特に限定されない。ろう材12は、粒状であってもよいし、ペースト状であってもよい。ろう材12がペースト状である場合、ろう材12中に溶媒およびフラックスが混合されている。ろう材12がペースト状であり且つろう材12にフラックスが混合されている場合、ベース部1とろう材12の間およびろう材12と被接合材13との間にフラックスが供給されなくてもよい。

[0094] 第1方向101に見て、ろう材12の面積を、被接合材13の面積より小さくしてもよい。これによって、溶融したろう材12の体積が過度に大きくなることを抑制できる。

[0095] 上記の冷却器100の製造方法の説明において、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)後に、ベース部にジャケットを接合する工程(S30)が実施される構成について説明したが、本開示に係る冷却器100の製造方法は、上記の構成に限定されない。ジャケット6は、被接合材13およびフィン部材15とともに、ベース部1に接合されてもよい。具体的には、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程(S10)において、ベース部1に対して被接合材13と反対側に、ジャケット6がフィン部材15とともに配置されてもよい。フィン部材15はジャケット6とベース部1とに挟まれていてもよい。ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)において、ろう材12とともに、フィン部材15およびジャケット6が加熱されることによって、ベース部1にフィン部材15およびジャケット6が接合されてもよい。これによって、冷却器100の製造に必要な時間を短縮できる。冷却器100において、フィン5とジャケット6とは接触していてもよい。

[0096] なお、冷却器100の製造方法において、ベース部1、ろう材12、被接合材13、フィン部材15およびジャケット6の各々には、位置合わせのための機構が設けられていてもよい。これによって、ベース部1、ろう材12

、被接合材 1 3、フィン部材 1 5 およびジャケット 6 の各々の配置に必要な時間を低減できる。

[0097] 実施の形態 2.

次に、図 1 0 を用いて、実施の形態 2 に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態 2 に係る接合方法は、主に、ろう材 1 2 がマグネシウム (Mg) を含んでいる点において、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0098] 図 1 0 に示されるように、ろう材 1 2 はマグネシウムを含んでいてもよい。ろう材 1 2 は、たとえば Al-Si-Mg 系アルミニウム合金によって構成されている。ろう材 1 2 におけるマグネシウムの重量含有率は、たとえば 0.1% 以上 5% 以下である。実施の形態 2 に係る接合方法において、ベース部 1 とろう材 1 2 との間およびろう材 1 2 と被接合材 1 3 との間にフラックスは供給されない。

[0099] アルミニウムの表面に形成される酸化皮膜は、溶融したろう材 1 2 の濡れを阻害する。この場合、フラックスを用いることなくベース部 1 と被接合材 1 3 とを接合することが困難になる。実施の形態 2 に係る接合方法によれば、ろう材 1 2 はマグネシウムを含んでいる。ろう材 1 2 が加熱される際に、マグネシウムは、アルミニウムの酸化皮膜およびニッケルの酸化皮膜を還元することによって、アルミニウムの酸化皮膜およびニッケルの酸化皮膜を除去する。このため、ベース部 1 とろう材 1 2 との間およびろう材 1 2 と被接合材 1 3 との間にフラックスは供給することなく、溶融したろう材 1 2 がベース部 1 上を濡れ広がりやすくすることができる。これによって、ベース部 1 とろう材 1 2 との間およびろう材 1 2 と被接合材 1 3 との間にフラックスは供給する場合と比較して、ベース部 1 と被接合材 1 3 との接合に必要な時間を短縮できる。

[0100] ろう材 1 2 におけるマグネシウムの重量含有率が過度に小さい場合、アル

ミニウムの酸化皮膜およびニッケルの酸化皮膜を十分に除去できない。一方で、ろう材12におけるマグネシウムの重量含有率が過度に大きい場合、ろう材12が過度に硬くなる。従って、ろう材12の圧延が困難になる。結果として、ろう材12の製造が困難になる。実施の形態2に係る接合方法によれば、ろう材12におけるマグネシウムの重量含有率は、0.1%以上5%以下である。このため、アルミニウムの酸化皮膜およびニッケルの酸化皮膜を十分に除去しつつ、ろう材12が過度に硬くなることを抑制できる。

[0101] ベース部1とろう材12との間およびろう材12と被接合材13との間にフラックスを過剰に供給した場合、溶融したろう材12の流動性が過度に高くなることがある。この場合、溶融したろう材12が過度に濡れ広がり、溶融したろう材12と第2層32とが接触することがある。実施の形態2に係る接合方法によれば、フラックスを用いずに、ベース部1と被接合材13とを接合することができる。このため、溶融したろう材12の流動性が過度に高くなることを抑制できる。これによって、溶融したろう材12が第2層32と接触することを抑制できる。

[0102] なお、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程(S10)前において、ベース部1、ろう材12および被接合材13に対して、酸洗いなどの洗浄が実施されてもよい。これによって、ベース部1、ろう材12および被接合材13の各々の酸化皮膜を薄くすることができる。

[0103] 実施の形態3.

次に、図11を用いて、実施の形態3に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態3に係る接合方法は、主に、ベース部1がマグネシウムを含んでいる点において、実施の形態1に係る接合方法の構成と異なり、その他の点については、実施の形態1に係る接合方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態1に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0104] 図11に示されるように、ベース部1は、マグネシウムを含んでいてもよい。ベース部1は、たとえばAl-Si-Mg系アルミニウム合金によって

構成されている。ベース部1は、たとえば6000系アルミニウム合金によって構成されている。6000系アルミニウム合金は、JIS H4000:2014に規定される材料である。ベース部1におけるマグネシウムの重量含有率は、たとえば0.1%以上5%以下である。実施の形態3に係る接合方法において、ベース部1とろう材12との間およびろう材12と被接合材13との間にフラックスは供給されない。

[0105] 実施の形態3に係る接合方法によれば、ベース部1は、マグネシウムを含んでいる。このため、ろう材12が加熱された際に、ベース部1に含まれるマグネシウムがろう材12に拡散する。これによって、アルミニウムおよびニッケルの酸化皮膜を除去することができる。結果として、実施の形態2に係る接合方法と同様の作用効果を得ることができる。

[0106] 実施の形態4.

次に、図12および図13を用いて、実施の形態4に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態4に係る接合方法は、主に、ベース部1において溝が設けられている点において、実施の形態1に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態1に係る接合方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態1に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。なお、図13は、被接合材13からベース部1に向かう方向に見たベース部1および被接合材13の構成を示している。

[0107] 図12に示されるように、第1面41は、第1面部51と、第2面部52とを有していてもよい。第2面部52は、たとえば第1面部51から離間している。第1方向101において、第2面部52は、第1面部51と実質的に同じ位置に設けられている。

[0108] ベース部1は、底面19と、第1側壁面27と、第2側壁面28とを有していてもよい。第1方向101において底面19は、第1面41と第2面42との間に設けられている。第1側壁面27は、第1面部51および底面19の各々に連なっている。第2側壁面28は、第2面部52および底面19の各々に連なっている。第1側壁面27と、第2側壁面28と、底面19と

は、溝99を構成している。言い換えれば、ベース部1において、溝99が設けられている。具体的には、第1面41において、溝99が設けられている。

[0109] 図13に示されるように、被接合材13からベース部1に向かう方向に見て、溝99は、被接合材13およびろう材12（図12参照）を取り囲んでいる。被接合材13からベース部1に向かう方向に見て、第2側壁面28は、被接合材13およびろう材12を取り囲んでいる。被接合材13からベース部1に向かう方向に見て、第1側壁面27は、第2側壁面28を取り囲んでいる。被接合材13からベース部1に向かう方向に見て、第1面部51は、第2面部52を取り囲んでいる。

[0110] 溶融したろう材12は、Niよりもアルミニウムに対して濡れ広がりやすい。従って、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）において、溶融したろう材12がベース部1の表面において濡れ広がることによって、溶融したろう材12は、溝99に流入する。

[0111] ろう材12の体積が過度に大きい場合、溶融したろう材12の一部が、被接合材13とベース部1との間から流出する。流出したろう材12が被接合材13の側面において濡れ広がることによって、溶融したろう材12と第2層32とが接触することがある。実施の形態4に係る接合方法によれば、ベース部1において、溝99が設けられている。溶融したろう材12の一部は、溝99に流入する。このため、溶融したろう材12が被接合材13とベース部1との間から流出した場合であっても、溶融したろう材12が被接合材13の側面において濡れ広がることを抑制できる。結果として、溶融したろう材12と第2層32とが接触することを抑制できる。

[0112] 実施の形態5.

次に、図14および図15を用いて、実施の形態5に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態5に係る接合方法は、主に、第2層32の一部が第1層31に埋め込まれている点において、実施の形態1に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態1に係る接合

方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0113] 図 1 4 および図 1 5 に示されるように、第 2 層 3 2 の一部が第 1 層 3 1 に埋め込まれていてもよい。被接合材 1 3 は、たとえばインバー形状のクラッド材である。第 1 層 3 1 は、第 7 面 4 7 と、第 8 面 4 8 とを有している。

[0114] 第 7 面 4 7 は、第 3 面 4 3 の反対側に設けられている。第 1 方向 1 0 1 において、第 7 面 4 7 は、第 6 面 4 6 と実質的に同じ位置にあってもよい。第 8 面 4 8 は、第 2 層 3 2 の第 3 面 4 3 の反対側に設けられている。第 8 面 4 8 は、第 7 面 4 7 から離間している。第 1 方向 1 0 1 において、第 7 面 4 7 は、第 6 面 4 6 と実質的に同じ位置にあってもよい。第 2 層 3 2 の第 1 側面 2 1 は、第 1 層 3 1 に覆われている。第 2 層 3 2 の第 2 側面 2 2 は、第 1 層 3 1 に覆われている。

[0115] 図 1 5 に示されるように、第 2 層 3 2 は、第 3 側面 2 3 を有している。第 3 側面 2 3 は、第 6 面 4 6、第 3 面 4 3 (図 1 4 参照)、第 1 側面 2 1 (図 1 4 参照) および第 2 側面 2 2 (図 1 4 参照) の各々に連なっている。第 3 側面 2 3 は、たとえば第 1 層 3 1 から露出している。言い換えれば、第 3 側面 2 3 は、第 1 層 3 1 に覆われていない。図 1 5 に示されるように、第 3 側面 2 3 に垂直な方向は、第 2 方向 1 0 2 とされる。第 2 方向 1 0 2 は、第 1 方向 1 0 1 に実質的に垂直である。第 2 層 3 2 は、第 2 方向 1 0 2 に沿って延びている。

[0116] 実施の形態 5 に係る接合方法によれば、第 2 層 3 2 の一部が第 1 層 3 1 に埋め込まれている。このため、溶融したろう材 1 2 が被接合材 1 3 の側面において濡れ広がる場合に、溶融したろう材 1 2 が第 2 層 3 2 に接触するまでに必要な濡れ広がる距離を長くすることができる。これによって、溶融したろう材 1 2 と第 2 層 3 2 とが接触することを抑制できる。

[0117] なお、第 2 方向 1 0 2 における被接合材 1 3 の両端が第 1 方向 1 0 1 に向かって折り曲げられていてもよい。別の観点から言えば、第 3 側面 2 3 が第 6 面 4 6 に対して第 1 方向 1 0 1 に位置するように、第 2 方向 1 0 2 におけ

る被接合材 1 3 の両端が折り曲げられていてもよい。これによって、溶融したろう材 1 2 と第 2 層 3 2 とが接触することをより効果的に抑制できる。

[0118] 実施の形態 6.

次に、図 1 6 を用いて、実施の形態 6 に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態 6 に係る接合方法は、主に、被接合材 1 3 とろう材 1 2 とが一体となって形成されている点において、実施の形態 2 に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態 2 に係る接合方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態 2 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0119] 図 1 6 に示されるように、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S 1 0) 被接合材 1 3 とろう材 1 2 とは一体となって形成されていてもよい。別の観点から言えば、被接合材 1 3 とろう材 1 2 とは、構造体 5 0 を構成していてもよい。

[0120] 被接合材 1 3 とろう材 1 2 とは、たとえば圧延によって接合されている。別の観点から言えば、構造体 5 0 はクラッド材である。ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S 1 0) において、ベース部 1 上に構造体 5 0 が配置されることによって、ベース部 1 上にろう材 1 2 および被接合材 1 3 が配置される。

[0121] 実施の形態 6 に係る接合方法によれば、被接合材 1 3 とろう材 1 2 とは一体となって形成されている。このため、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S 1 0) において、ろう材 1 2 および被接合材 1 3 の配置が容易になる。これによって、ベース部 1 と被接合材 1 3 との接合に必要な時間を短縮できる。

[0122] 実施の形態 7.

次に、図 1 7 を用いて、実施の形態 7 に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態 7 に係る接合方法は、主に、ベース部 1 とろう材 1 2 とが一体となって形成されている点において、実施の形態 2 に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態 2 に係る接合方法の

構成と実質的に同一である。以下、実施の形態 2 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0123] 図 17 に示されるように、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) ベース部 1 とろう材 12 とは、一体となって形成されていてもよい。別の観点から言えば、ベース部 1 とろう材 12 とは、ベース構造体 70 を構成していてもよい。ベース部 1 とろう材 12 とは、たとえば圧延によって接合されている。ろう材 12 は、たとえば第 1 面 41 を覆っている。

[0124] ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) において、ベース構造体 70 が準備される。ベース構造体 70 上に被接合材 13 が配置される。なお、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) において、切削等の加工方法を用いて、ろう材 12 の一部が取り除かれてもよい。

[0125] 実施の形態 7 に係る接合方法によれば、ベース部 1 とろう材 12 とは一体となって形成されている。このため、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) において、ろう材 12 の配置が容易になる。これによって、ベース部 1 と被接合材 13 との接合に必要な時間を短縮できる。

[0126] 実施の形態 8.

次に、図 18 を用いて、実施の形態 8 に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態 8 に係る接合方法は、主に、被接合材 13 が第 3 層を有している点において、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なっており、その他の点については、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と実質的に同一である。以下、実施の形態 1 に係る接合方法の構成と異なる点を中心に説明する。

[0127] 図 18 に示されるように、被接合材 13 は、第 3 層 33 を有していてもよい。第 3 層 33 は、第 1 層 31 上に設けられている。第 3 層 33 は、第 1 層 31 および第 2 層 32 の各々に接触している。第 3 層 33 は、第 1 層 31 と第 2 層 32 との間に設けられている。別の観点から言えば、第 2 層 32 は、第 3 層 33 によって第 1 層 31 から隔てられている。第 3 層 33 は、圧延に

よって第1層31および第2層32の各々と接合されていてもよい。第3層33は、チタン(Ti)を含んでいる。第3層33は、たとえば純チタンによって構成されている。第3層33におけるチタンの重量含有率は、たとえば99%以上であってもよい。

[0128] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)においてろう材12とともに、第1層31および第2層32の各々も加熱される。従って、第1層31と第2層32とが接触している場合、第1層31に含まれるニッケルは、第2層32の内部に拡散する。同様に、第2層32に含まれる銅は、第1層31の内部に拡散する。

[0129] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)において、加熱時間が過度に長く、且つ第1層31の厚み(第5厚みH5)が過度に薄い場合、第1層31の内部に拡散した銅が、ろう材12に接触することがある。これによって、Al-Cu系の共晶組織が形成される。Al-Cu系の共晶組織の融点は、ろう材12の融点およびベース部1の融点の各々よりも低い。このため、ベース部1が溶融および変形することがある。また、第2層32の内部に拡散したニッケルが第2層32の表面に現れることがある。これによって、第2層32におけるはんだ付け性が悪化することがある。

[0130] 実施の形態8に係る接合方法によれば、被接合材13は、第3層33を有している。第3層33は、第1層31と第2層32との間に設けられている。第3層33は、チタンを含んでいる。このため、第3層33は、第1層31と第2層32との間における銅およびニッケルの各々の拡散を抑制できる。これによって、ベース部1の溶融および変形を抑制しつつ、第2層32におけるはんだ付け性の悪化を抑制できる。

[0131] 実施の形態9.

次に、図19から図22を用いて実施の形態9に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態9に係る接合方法は、主に、被接合材13の外周部が曲げられている点において、実施の形態1に係る接合方法と異なってお

り、その他の点については、実施の形態 1 に係る接合方法と実質的に同一である。以下、実施の形態 1 に係る接合方法と異なる点を中心に説明する。

[0132] 図 19 および図 20 に示されるように、被接合材 13 は、中央部 16 と、外周部 17 とによって構成されている。外周部 17 は、中央部 16 を取り囲んでいる。外周部 17 は、中央部 16 に連なっている。中央部 16 および外周部 17 の各々は、第 1 層 31 と第 2 層 32 とによって構成されている。

[0133] 図 19 に示されるよう、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程 (S20) の前において、中央部 16 は、ろう材 12 に接触している。外周部 17 は、ろう材 12 から離間している。外周部 17 は、中央部 16 に対して第 1 方向 101 に曲げられている。別の観点から言えば、外周部 17 は浮かされている。外周部 17 は、中央部 16 に対して第 1 方向 101 に傾斜している。中央部 16 から離間するにつれて、外周部 17 とベース部 1 との間の第 1 方向 101 における距離は長くなっている。

[0134] 図 21 に示されるように、外周部 17 が中央部 16 に対して第 1 方向 101 に傾斜していることによって、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程 (S20) において、溶融したろう材 12 は、外周部 17 とベース部 1 との間の空間へ流れる。これによって、溶融したろう材 12 にフィレット 96 が形成される。溶融したろう材 12 に働く毛管力が小さくなる。このため、溶融したろう材 12 が流れにくくなる。従って、ベース部 1 と被接合材 13 との間から、ろう材 12 が流出することを抑制できる。また、溶融したろう材 12 が第 2 層 32 に接触することを防止できる。従って、溶融したろう材 12 と第 2 層 32 とが接触することに起因して、第 2 層 32 のエロージョンの発生を防止できる。

[0135] プレス加工によってクラッド材を打ち抜くことによって被接合材 13 が形成される場合、被接合材 13 の外周端部に、プレス加工に起因したダレおよびカエリが形成される。このダレおよびカエリが形成された部分によって外周部 17 が構成されていてもよい。

[0136] なお、図 22 に示されるように、外周部 17 は折り返されていてもよい。

外周部 17 は、中央部 16 における第 2 層 32 の部分に接触していてもよい。具体的には、外周部 17 における第 2 層 32 の部分と、中央部 16 における第 2 層 32 の部分とが接触していてもよい。外周部 17 における第 2 層 32 の部分と、中央部 16 における第 2 層 32 の部分とは対向している。第 2 層 32 は、第 1 層 31 に取り囲まれている。図 22 は、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) の後の状態を示している。

[0137] 実施の形態 10.

次に、図 23 から図 25 を用いて実施の形態 10 に係る接合方法の構成について説明する。実施の形態 10 に係る接合方法は、主に、第 1 層 31 に濡れ止め剤を塗布する点において、実施の形態 1 に係る接合方法と異なっており、その他の点については、実施の形態 1 に係る接合方法と実質的に同一である。以下、実施の形態 1 に係る接合方法と異なる点を中心に説明する。

[0138] 図 23 に示されるように、実施の形態 10 に係る接合方法は、第 1 層に濡れ止め剤を塗布する工程 (S15) を有している。第 1 層に濡れ止め剤を塗布する工程 (S15) は、たとえば、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程 (S10) の後、且つろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程 (S20) の前に実施される。

[0139] 図 24 および図 25 に示されるように、第 3 面 43 は、接合領域 35 と、非接合領域 36 とによって構成されている。接合領域 35 は、ろう材 12 と接触する領域である。非接合領域 36 は、後述の濡れ止め剤 39 が塗布される領域である。非接合領域 36 は、接合領域 35 に連なっている。非接合領域 36 は、接合領域 35 を取り囲んでいる。非接合領域 36 は、第 3 面 43 の外周に位置している。第 1 層 31 は、第 1 外周側面 37 を有している。第 1 外周側面 37 は、非接合領域 36 に連なっている。第 1 外周側面 37 の形状は環状である。

[0140] 図 25 に示されるように、第 2 層 32 は、第 2 外周側面 38 を有している。第 2 外周側面 38 は環状である。第 2 外周側面 38 は、第 1 側面 21 および第 2 側面 22 (図 2 参照) を含む。第 2 外周側面 38 は、第 5 面 45 およ

び第6面46の各々に連なっている。

[0141] 図25に示されるように、第1層に濡れ止め剤を塗布する工程(S15)において、非接合領域36の少なくとも一部に濡れ止め剤39が塗布される。濡れ止め剤39の表面は、溶融したろう材12が濡れ広がりにくい。別の観点から言えば、溶融したろう材12に対する濡れ止め剤39の表面の濡れ性は、溶融したろう材12に対する第3面43の濡れ性よりも低い。濡れ止め剤39は、溶融したろう材12が濡れ広がることを抑制する。濡れ止め剤39は、ストップオフ剤とも称される。濡れ止め剤39は、たとえば酸化物粒子およびセラミックスの少なくとも一方と、バインダー(溶剤)とによって構成されている。

[0142] 非接合領域36の全部に濡れ止め剤39が塗布されてもよい。濡れ止め剤39は、第1外周側面37に塗布されてもよいし、第2外周側面38に塗布されてもよいし、第6面46の外周端部に塗布されてもよい。

[0143] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)の前において、接合領域35は、ろう材12と接触している。接合領域35とろう材12とは、濡れ止め剤39を介さずに接触している。ろう材12は、濡れ止め剤39に取り囲まれている。非接合領域36は、ろう材12から離間している。

[0144] 第1方向101に平行な断面において、被接合材13の幅は、ろう材12の幅よりも大きい。第1方向101と反対の方向に見た場合、ろう材12は、被接合材13に重なっている。

[0145] 実施の形態10に係る接合方法によれば、第1層31の非接合領域36に濡れ止め剤39が塗布されている。このため、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程(S20)において、濡れ止め剤39によって、溶融したろう材12が第1層31の表面を濡れ広がることを抑制する。これによって、溶融したろう材12が第2層32に接触することを防止できる。従って、溶融したろう材12と第2層32とが接触することに起因して、第2層32のエロージョンの発生を防止できる。

[0146] なお、第1層に濡れ止め剤を塗布する工程（S15）は、ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程（S10）の前に実施されてもよい。第1層に濡れ止め剤を塗布する工程（S15）は、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）の前に実施されればよい。

[0147] 実施の形態11.

次に、図26および図27を用いて実施の形態11に係る冷却器の製造方法の構成について説明する。実施の形態11に係る冷却器の製造方法は、主に、第2層32の表面にブラスト処理を行う点において、実施の形態1に係る冷却器の製造方法と異なっており、その他の点については、実施の形態1に係る冷却器の製造方法と実質的に同一である。以下、実施の形態1に係る冷却器の製造方法と異なる点を中心に説明する。

[0148] 図26に示されるように、実施の形態11に係る冷却器100の製造方法は、第2層の表面にブラスト処理を行う工程（S25）を有している。同様に、実施の形態11に係る半導体装置200の製造方法は、第2層の表面にブラスト処理を行う工程（S25）を有している。

[0149] 第2層の表面にブラスト処理を行う工程（S25）は、たとえばろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）の後、かつ、ベース部にジャケットを接合する工程（S30）の前に実施される。

[0150] 図27に示されるように、第2層の表面にブラスト処理を行う工程（S25）において、第6面46に対してブラスト処理が行われる。ブラスト処理とは、硬い微粒子を対象物に衝突させることによって、加工する処理である。具体的には、第6面46に微粒子95が投射される。微粒子95が第6面46に衝突することによって、第6面46が僅かに削られる。これによって、第6面46に微小な凹凸（図示せず）が形成されてもよい。

[0151] ブラスト処理は、湿式ブラストおよび乾式ブラストのいずれであってもよい。湿式ブラストを用いる場合、第6面46に埋め込まれる微粒子95の数

を低減できる。微粒子95を構成する材料は、たとえば鉄、ステンレス、アルミニウム、銅などの金属であってもよいし、セラミックスであってもよいし、ガラスであってもよいし、ドライアイスであってもよい。微粒子95がドライアイスによって構成されている場合、第6面46上に微粒子95が残存することを防止できる。

[0152] 第2層の表面にブラスト処理を行う工程(S25)の前における第6面46の光沢度と比較して、第2層の表面にブラスト処理を行う工程(S25)の前における第6面46の光沢度は低い。なお、第2層の表面にブラスト処理を行う工程(S25)は、ベース部にジャケットを接合する工程(S30)の後に実施されてもよい。ブラスト処理は、第2層32の表面に実施されてもよい。第2層32の表面は、第1層31および第3層33(図18参照)の各々に覆われていない第2層32の面である。

[0153] 次に、図28を用いて実施の形態11に係る冷却器100の構成について説明する。図28に示されるように、実施の形態11に係る冷却器100によれば、第2層32の表面がブラスト処理されている。具体的には、第6面46がブラスト処理されている。第6面46に微小な凹凸が設けられていてもよい。

[0154] 冷却器100は、微粒子95を有していてもよい。微粒子95は、第6面46上に位置している。微粒子95は、第6面46において第2層32に嵌まり込んでいる。微粒子95は、第2層の表面にブラスト処理を行う工程(S25)において、ブラスト処理に用いられた微粒子95である。

[0155] 次に、図29を用いて実施の形態11に係る半導体装置200の構成について説明する。図29に示されるように、実施の形態11に係る半導体装置200は、たとえば微粒子95を有している。微粒子95は、第6面46上に位置している。微粒子95は、第6面46において第2層32に嵌まり込んでいる。

[0156] 微粒子95は、第2層32と半導体チップ9との間に位置している。具体的には、微粒子95は、第2層32とチップ接合層94との間に位置してい

る。第6面46はブラスト処理されている。第6面46に微小な凹凸が設けられていてもよい。第1側面21および第2側面22の各々がブラスト処理されていてもよい。

[0157] 次に、実施の形態11に係る冷却器100の製造方法の作用効果について説明する。

[0158] ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）において、第2層32が高温に加熱される。これによって、第2層32の表面が酸化したり、変色したりすることがある。また、冷却器100を製造する過程において、治具などを用いて第2層32の表面を押さえる場合がある。この場合、第2層32の表面に治具の痕が残ったり、治具の接触に起因して第2層32の表面が汚染されたりすることがある。

[0159] 実施の形態11に係る冷却器100の製造方法は、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）の後に、第2層32の表面にブラスト処理を行う工程（S25）を有している。このため、ブラスト処理によって、第2層32の表面に位置している酸化物および異物を除去することができる。これによって、第2層32の表面状態をより均質にすることができる。従って、第2層32に他の部品をはんだ付けしやすくなることができる。

[0160] 実施の形態11に係る半導体装置200の製造方法は、ろう材を加熱することによってベース部と被接合材とを接合する工程（S20）の後に、第2層32の表面にブラスト処理を行う工程（S25）を有している。このため、上述の通り第2層32の表面状態をより均質にすることができる。これによって、半導体チップ9と第2層32との接合の信頼性を向上できる。

[0161] 上述の冷却器100の製造方法の説明において、実施の形態1に係る接合方法を用いる構成について説明したが、本開示に係る冷却器100の製造方法は、上述の実施の形態2から実施の形態10の各々に係る接合方法を用いてもよい。冷却器100の製造方法において、実施の形態2に係る接合方法を用いた場合、化合物部4は、マグネシウムを含んでいてもよい。化合物部

4は、マグネシウムとニッケルの化合物を含んでいてもよい。同様に、冷却器100の製造方法において、実施の形態3に係る接合方法を用いた場合、化合物部4は、マグネシウムを含んでいてもよい。化合物部4は、マグネシウムとニッケルの化合物を含んでいてもよい。

[0162] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0163] 以下、本開示の諸態様を付記としてまとめて記載する。

(付記1)

ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程と、
前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程とを備え、

前記ベース部は、アルミニウムを含み、

前記ろう材は、アルミニウムと、珪素とを含み、

前記被接合材は、

ニッケルを含む第1層と、

前記第1層上に設けられており且つ銅を含む第2層とを有し、

前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記ベース部と前記第1層との間に前記ろう材が配置される、接合方法。

(付記2)

前記ろう材は、アルミニウムと、珪素と、マグネシウムとを含み、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材は、不活性ガス雰囲気において加熱される、付記1に記載の接合方法。

(付記3)

前記ベース部は、マグネシウムを含み、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材は、不活性ガス雰囲気において加熱される、付記1に記載の接合方法。

(付記4)

前記第2層の厚みは、前記第1層の厚みの2倍以上である、付記1から付記3のいずれか1項に記載の接合方法。

(付記5)

前記ベース部において溝が設けられており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、溶融した前記ろう材の一部は前記溝に流入する、付記1から付記4のいずれか1項に記載の接合方法。

(付記6)

前記被接合材は、中央部と、前記中央部を取り囲む外周部とによって構成されており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前において、

前記中央部は、前記ろう材に接触しており、

前記外周部は、前記中央部に対して、前記ベース部から前記ろう材に向かう方向に曲げられている、付記1から付記5のいずれか1項に記載の接合方法。

(付記7)

前記第1層は、接合領域と、前記接合領域に連なる非接合領域とによって構成されている第3面を有しており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を

加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前において、

前記接合領域は、前記ろう材と接触しており、

前記非接合領域は、前記ろう材から離間しており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前に、前記非接合領域に濡れ止め剤を塗布する工程をさらに備える、付記 1 から付記 6 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

(付記 8)

前記第 2 層の一部は、前記第 1 層に埋め込まれている、付記 1 から付記 7 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

(付記 9)

前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記被接合材と前記ろう材とは、一体となって形成されている、付記 1 から付記 8 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

(付記 10)

前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記ベース部と、前記ろう材とは、一体となって形成されている、付記 1 から付記 8 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

(付記 11)

前記被接合材は、前記第 1 層と前記第 2 層との間に設けられている第 3 層を有し、

前記第 3 層は、チタンを含む、付記 1 から付記 10 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

(付記 12)

付記 1 から付記 11 のいずれか 1 項に記載の接合方法を用いた冷却器の製造方法であって、

前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において

、前記ベース部に対して前記被接合材と反対側にフィン部材を配置し、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材とともに前記フィン部材を加熱することによって、前記ベース部に前記フィン部材を接合する、冷却器の製造方法。

(付記 1 3)

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程の後、前記第 2 層の表面をブラスト処理を行う工程をさらに備える、付記 1 2 に記載の冷却器の製造方法。

(付記 1 4)

付記 1 2 または付記 1 3 に記載の冷却器の製造方法を用いて冷却器を準備する工程と、

前記冷却器の前記第 2 層に半導体チップを接合する工程を備えた、半導体装置の製造方法。

(付記 1 5)

アルミニウムを含むベース部と、

前記ベース部に接合されている接合部と、

前記接合部の上方に設けられている被接合部と、

前記接合部と前記被接合部との間に設けられ、且つ前記接合部および前記被接合部の各々に連なっている化合物部と、

前記ベース部に接合されており、且つ前記ベース部に対して前記被接合部の反対側に設けられているフィンとを備え、

前記接合部は、アルミニウムと、珪素とを含み、

前記被接合部は、

前記化合物部に連なっており、且つニッケルを含む第 1 層と、

前記第 1 層上に設けられており、且つ銅を含む第 2 層とを備え、

前記化合物部は、前記接合部が含む元素の少なくとも一つと、前記第 1 層

が含む元素の少なくとも一つとを含んでいる、冷却器。

(付記 16)

前記第2層の表面がブラスト処理されている、付記 15 に記載の冷却器。

(付記 17)

付記 15 または付記 16 に記載の冷却器と、

前記第2層に接合されている半導体チップとを備えた、半導体装置。

(付記 18)

ブラスト処理用の微粒子をさらに備え、

前記第2層は、前記半導体チップが接合されている第6面を有し、

前記微粒子は、前記第6面上に位置している、付記 17 に記載の半導体装置。

符号の説明

[0164] 1 ベース部、2 接合部、3 被接合部、4 化合物部、5 フィン、6 ジャケット、8 板部、9 半導体チップ、10 接合構造体、12 ろう材、13 被接合材、15 フィン部材、16 中央部、17 外周部、18 板材、19 底面、21 第1側面、22 第2側面、23 第3側面、27 第1側壁面、28 第2側壁面、31 第1層、32 第2層、33 第3層、35 接合領域、36 非接合領域、37 第1外周側面、38 第2外周側面、39 濡れ止め剤、41 第1面、42 第2面、43 第3面、45 第5面、46 第6面、47 第7面、48 第8面、50 構造体、51 第1面部、52 第2面部、60 本体部、61 第1配管、62 第2配管、70 ベース構造体、81 接合層、82 被接合層、86 ろう材層、90 流路、91 空間、92 流入路、93 流出路、94 チップ接合層、95 微粒子、96 フィレット、98 穴、99 溝、100 冷却器、101 第1方向、102 第2方向、200 半導体装置、H1 第1厚み、H2 第2厚み、H3 第3厚み、H4 第4厚み、H5 第5厚み、H6 第6厚み、H7 第7厚み、H8 第8厚み。

請求の範囲

- [請求項1] ベース部上にろう材および被接合材を配置する工程と、
前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程とを備え、
前記ベース部は、アルミニウムを含み、
前記ろう材は、アルミニウムと、珪素とを含み、
前記被接合材は、
ニッケルを含む第1層と、
前記第1層上に設けられており且つ銅を含む第2層とを有し、
前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記ベース部と前記第1層との間に前記ろう材が配置される、接合方法。
- [請求項2] 前記ろう材は、アルミニウムと、珪素と、マグネシウムとを含み、
前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材は、不活性ガス雰囲気において加熱される、請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 前記ベース部は、マグネシウムを含み、
前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材は、不活性ガス雰囲気において加熱される、請求項1に記載の接合方法。
- [請求項4] 前記第2層の厚みは、前記第1層の厚みの2倍以上である、請求項1に記載の接合方法。
- [請求項5] 前記ベース部において溝が設けられており、
前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、溶融した前記ろう材の一部は前記溝に流入する、請

求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

[請求項6] 前記被接合材は、中央部と、前記中央部を取り囲む外周部とによって構成されており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前において、

前記中央部は、前記ろう材に接触しており、

前記外周部は、前記中央部に対して、前記ベース部から前記ろう材に向かう方向に曲げられている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

[請求項7] 前記第 1 層は、接合領域と、前記接合領域に連なる非接合領域とによって構成されている第 3 面を有しており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前において、

前記接合領域は、前記ろう材と接触しており、

前記非接合領域は、前記ろう材から離間しており、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程前に、前記非接合領域に濡れ止め剤を塗布する工程をさらに備える、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

[請求項8] 前記第 2 層の一部は、前記第 1 層に埋め込まれている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

[請求項9] 前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記被接合材と前記ろう材とは、一体となって形成されている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

[請求項10] 前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記ベース部と前記ろう材とは、一体となって形成されてい

る、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の接合方法。

[請求項11] 前記被接合材は、前記第1層と前記第2層との間に設けられている第3層を有し、

前記第3層は、チタンを含む、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の接合方法。

[請求項12] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の接合方法を用いた冷却器の製造方法であって、

前記ベース部上に前記ろう材および前記被接合材を配置する工程において、前記ベース部に対して前記被接合材と反対側にフィン部材を配置し、

前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程において、前記ろう材とともに前記フィン部材を加熱することによって、前記ベース部に前記フィン部材を接合する、冷却器の製造方法。

[請求項13] 前記ろう材の融点以上且つ前記ベース部の融点未満の温度で前記ろう材を加熱することによって前記ベース部と前記被接合材とを接合する工程の後、前記第2層の表面をブラスト処理を行う工程をさらに備える、請求項12に記載の冷却器の製造方法。

[請求項14] 請求項12に記載の冷却器の製造方法を用いて冷却器を準備する工程と、

前記冷却器の前記第2層に半導体チップを接合する工程を備えた、半導体装置の製造方法。

[請求項15] アルミニウムを含むベース部と、
前記ベース部に接合されている接合部と、
前記接合部の上方に設けられている被接合部と、
前記接合部と前記被接合部との間に設けられ、且つ前記接合部および前記被接合部の各々に連なっている化合物部と、

前記ベース部に接合されており、且つ前記ベース部に対して前記被接合部の反対側に設けられているフィンとを備え、

前記接合部は、アルミニウムと、珪素とを含み、

前記被接合部は、

前記化合物部に連なっており、且つニッケルを含む第1層と、

前記第1層上に設けられており、且つ銅を含む第2層とを備え、

前記化合物部は、前記接合部が含む元素の少なくとも一つと、前記第1層が含む元素の少なくとも一つとを含んでいる、冷却器。

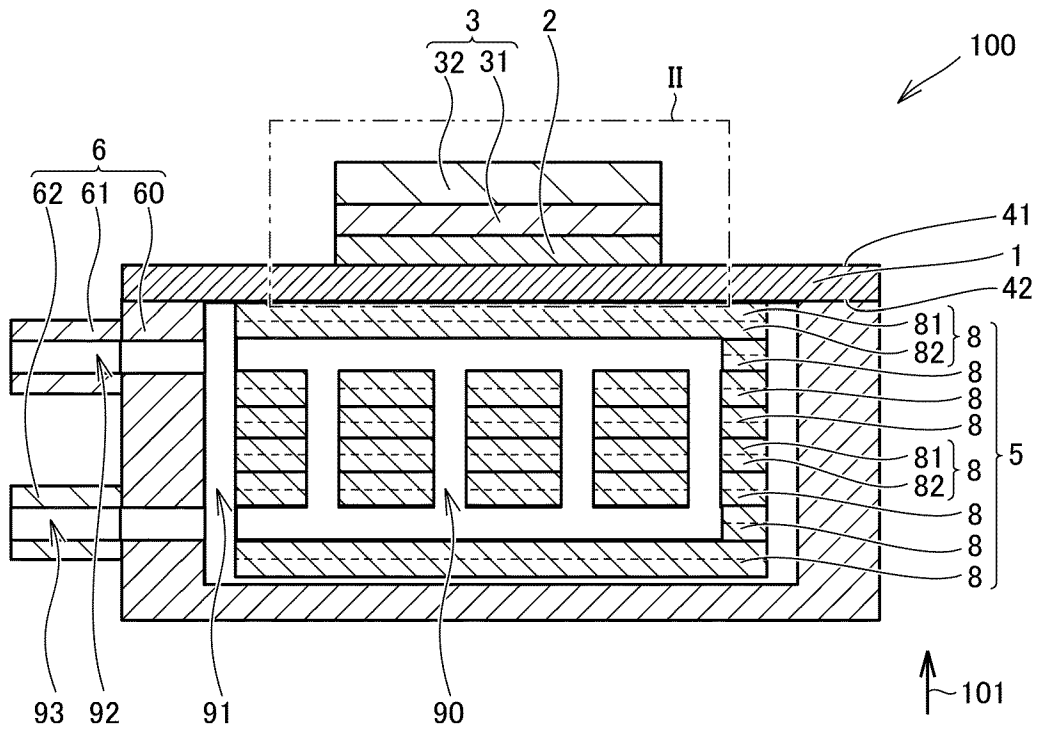
[請求項16] 前記第2層の表面がブラスト処理されている、請求項15に記載の冷却器。

[請求項17] 請求項15または請求項16に記載の冷却器と、
前記第2層に接合されている半導体チップとを備えた、半導体装置。

[請求項18] ブラスト処理用の微粒子をさらに備え、
前記第2層は、前記半導体チップが接合されている第6面を有し、
前記微粒子は、前記第6面上に位置している、請求項17に記載の半導体装置。

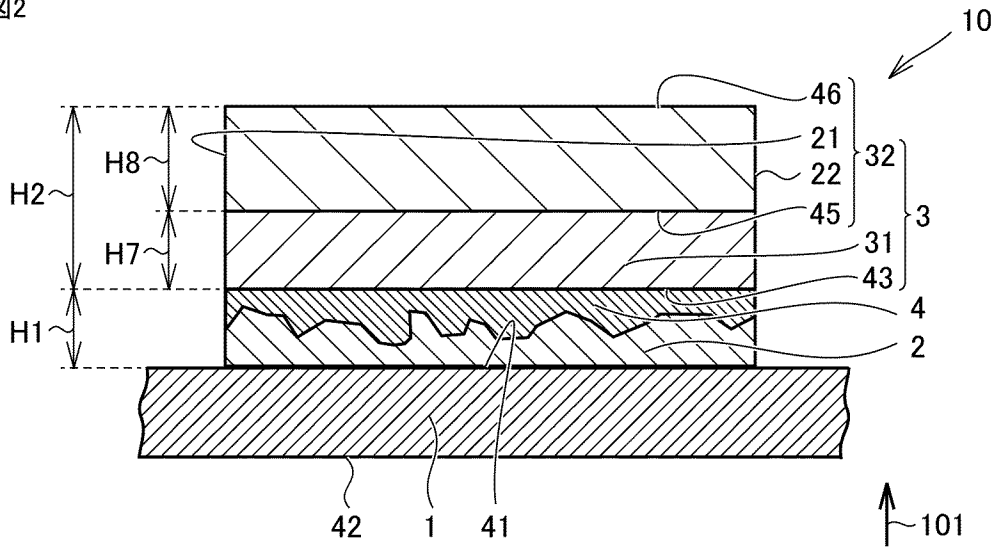
[図1]

図1



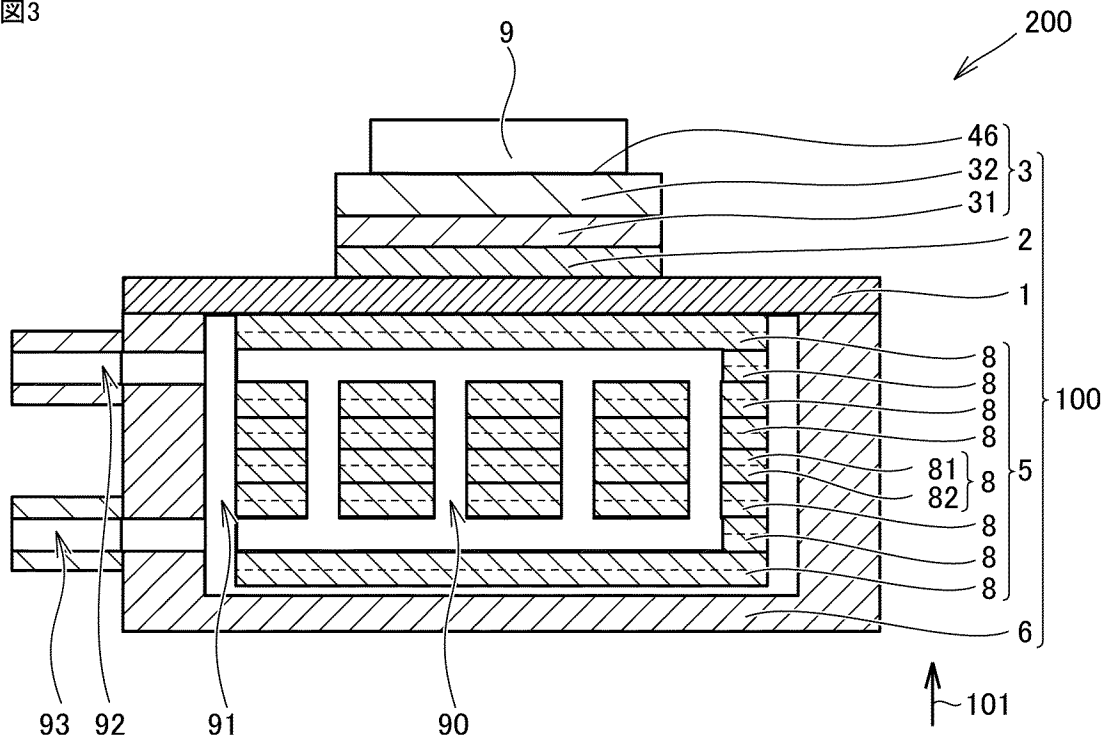
[図2]

図2



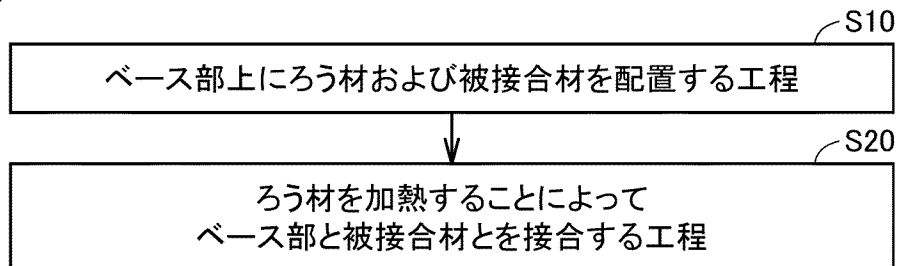
[図3]

図3



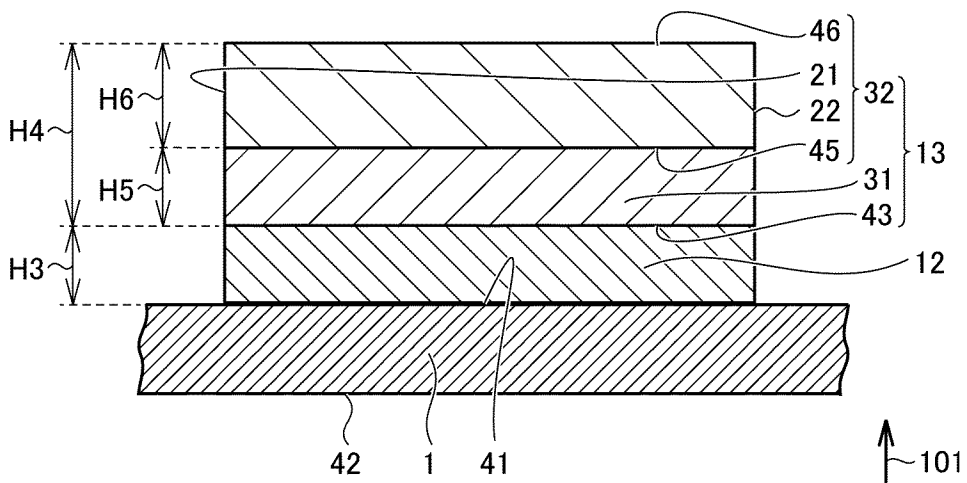
[図4]

図4



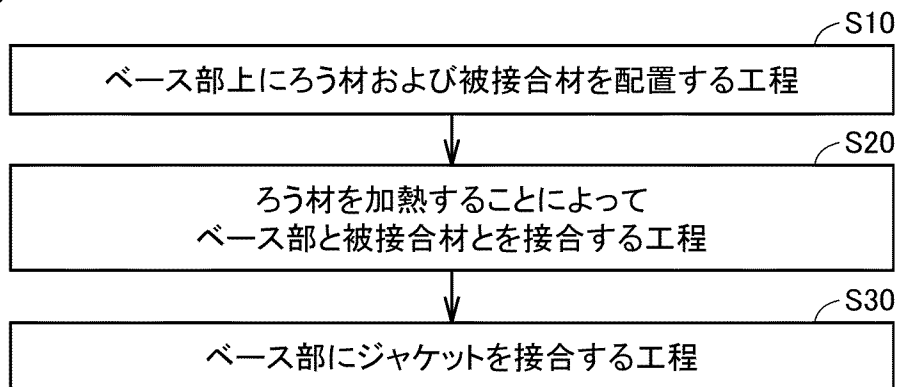
[図5]

図5



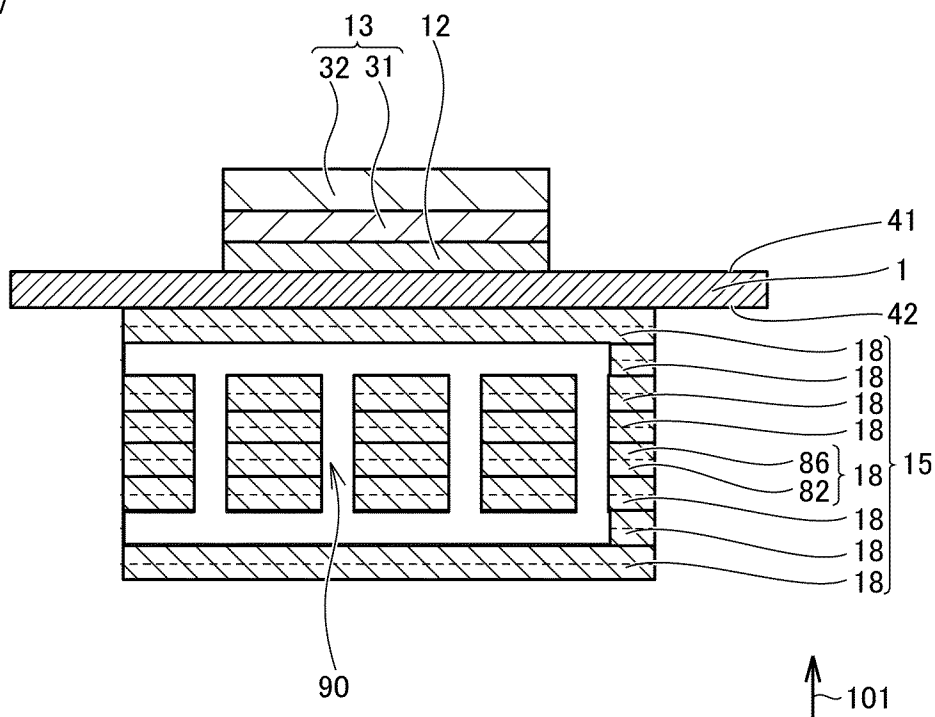
[図6]

図6



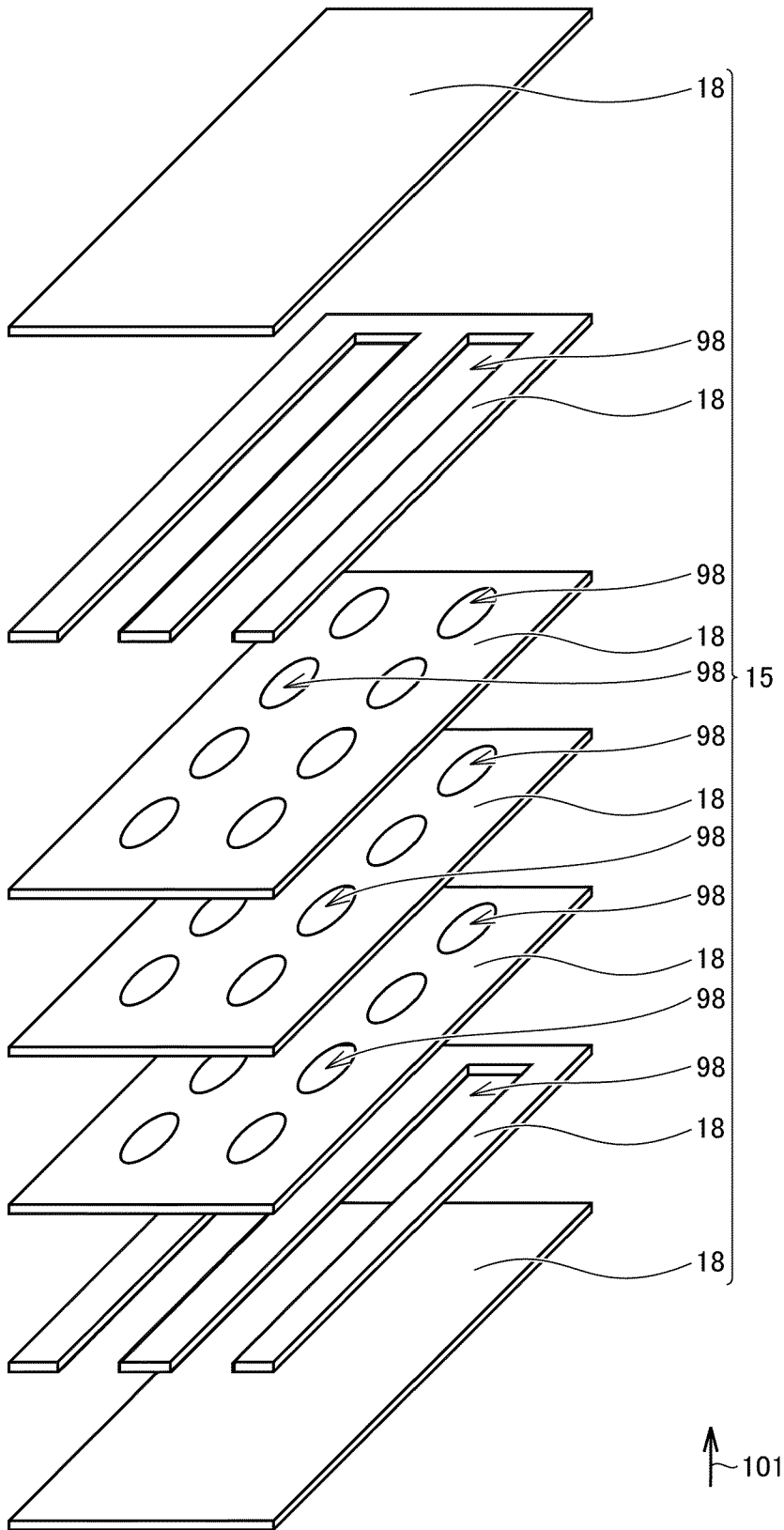
[図7]

図7



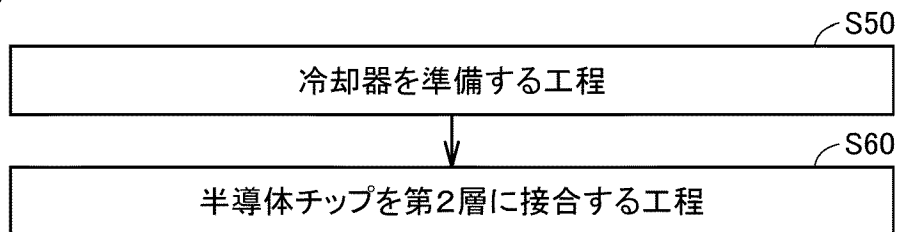
[図8]

図8



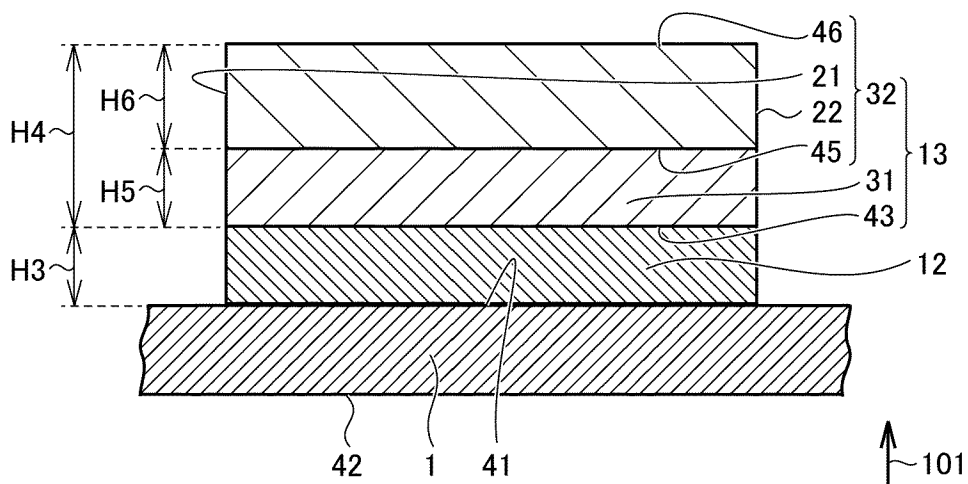
[図9]

図9



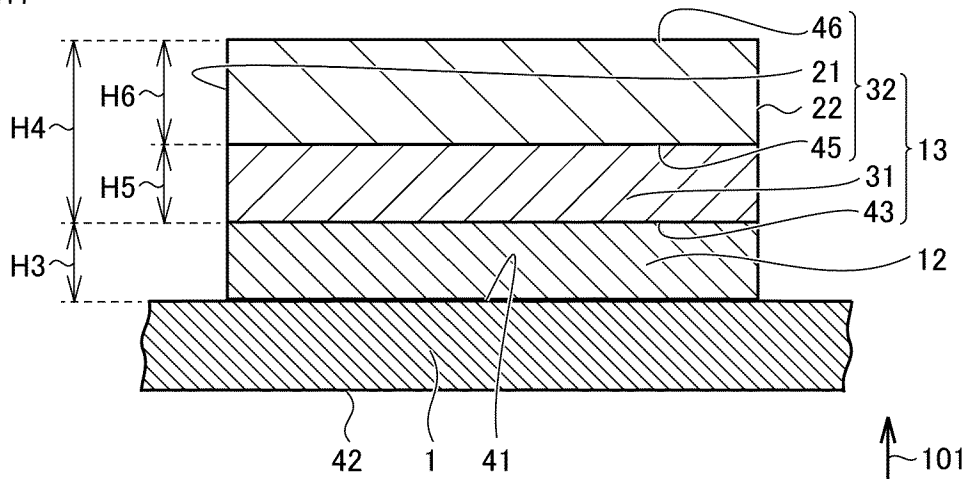
[図10]

図10



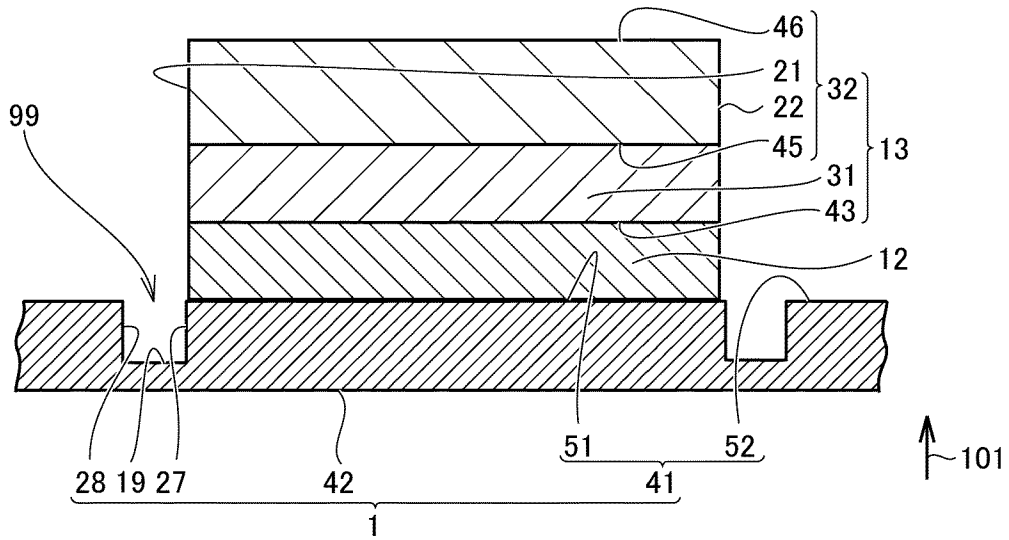
[図11]

図11



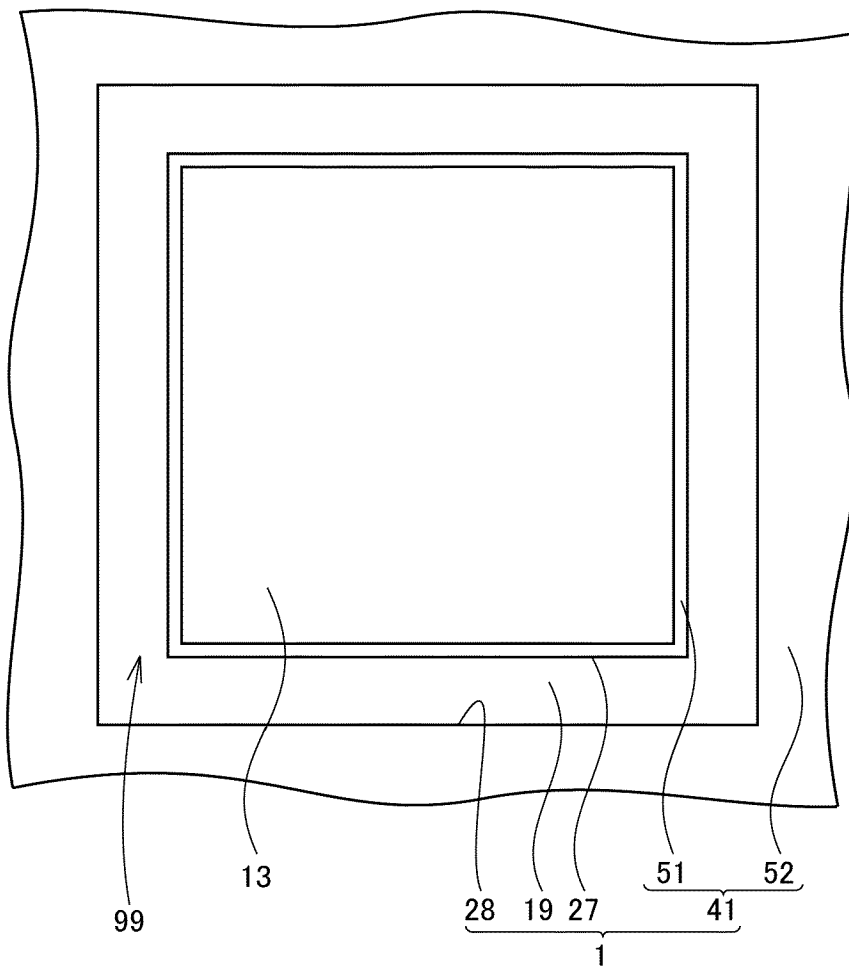
[図12]

図12



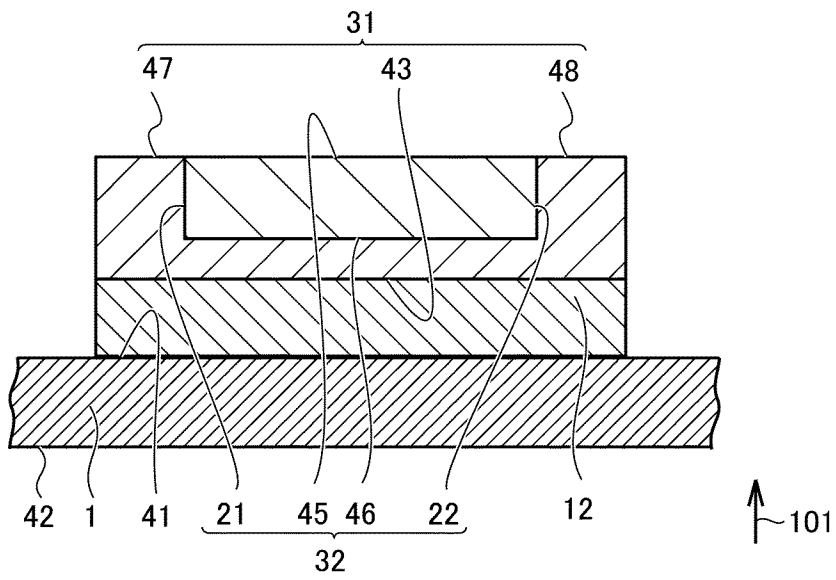
[図13]

図13



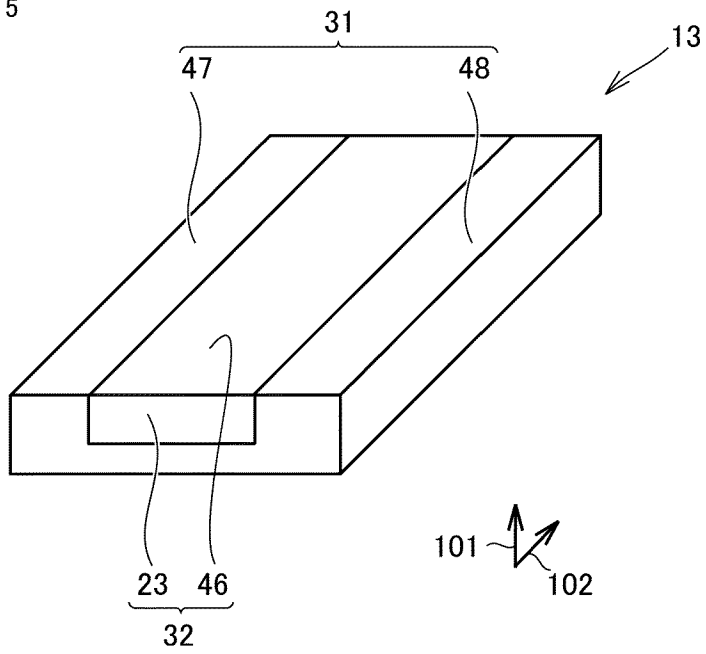
[圖14]

圖14



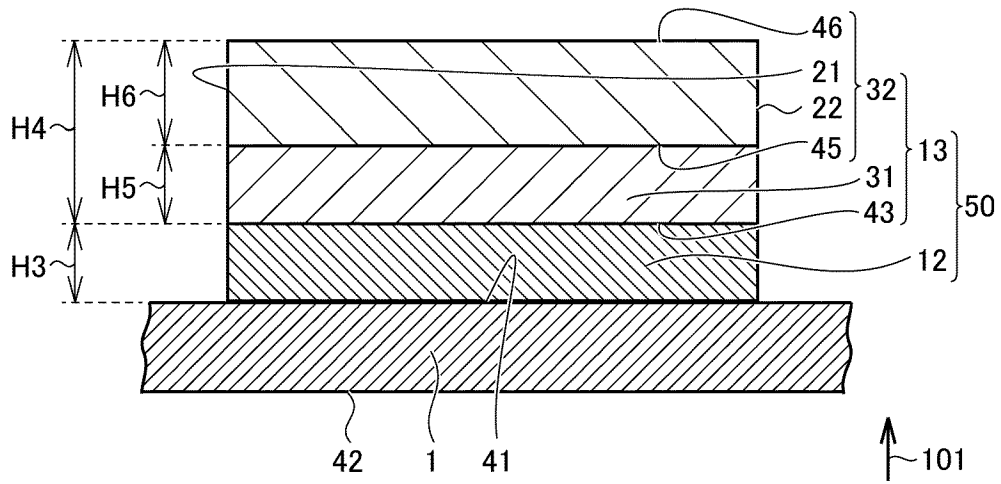
[圖15]

圖15



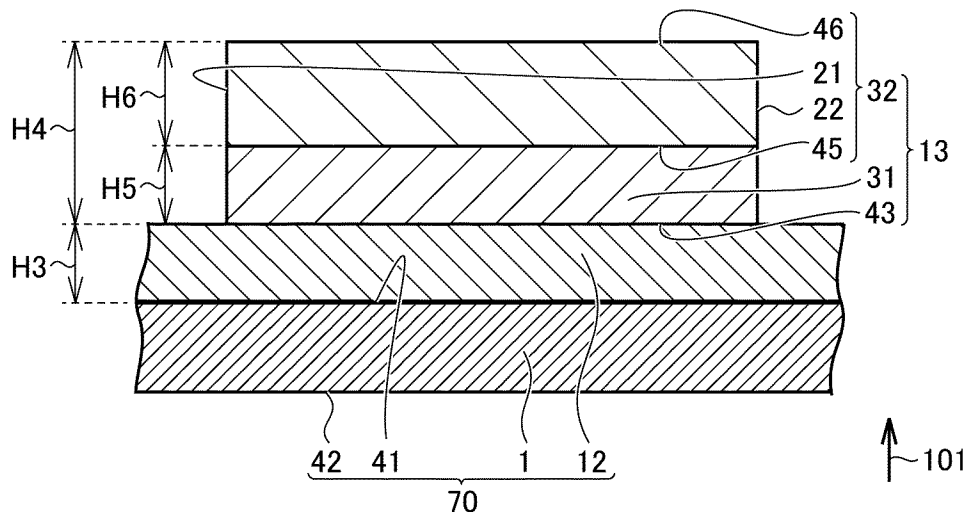
[図16]

図16



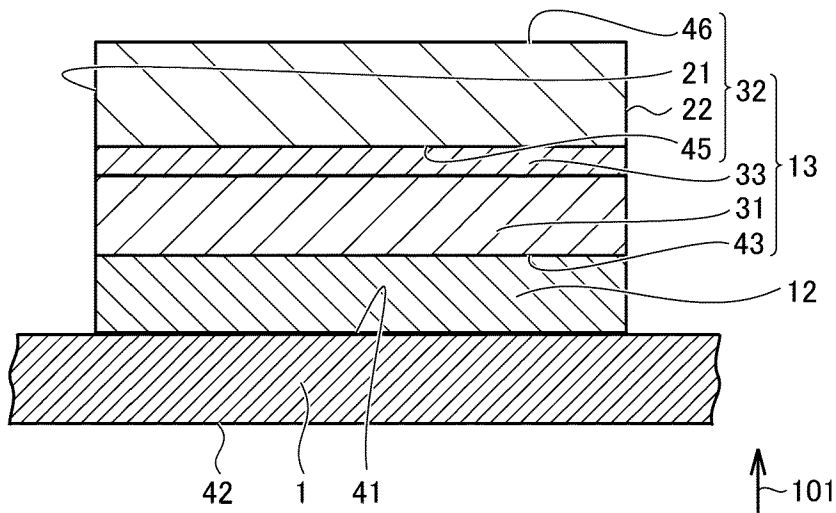
[図17]

図17



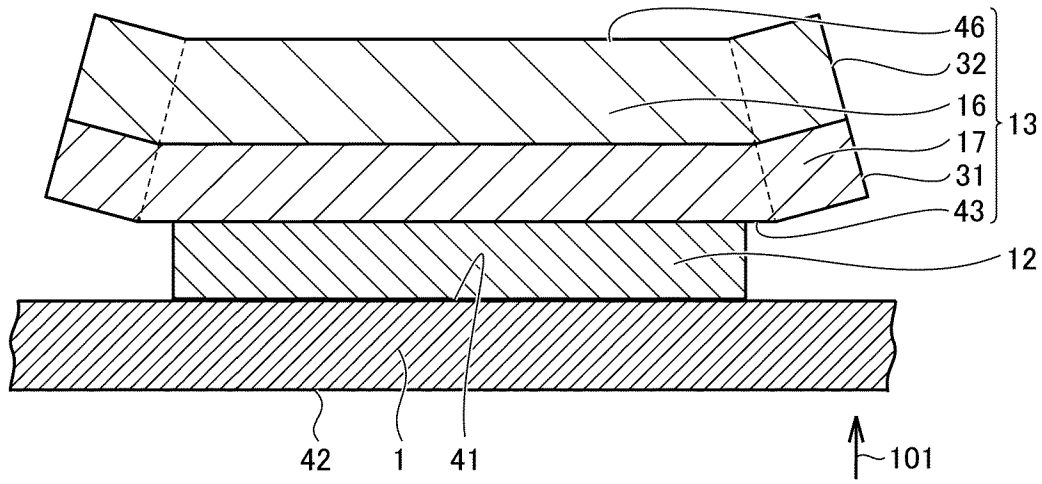
[図18]

図18



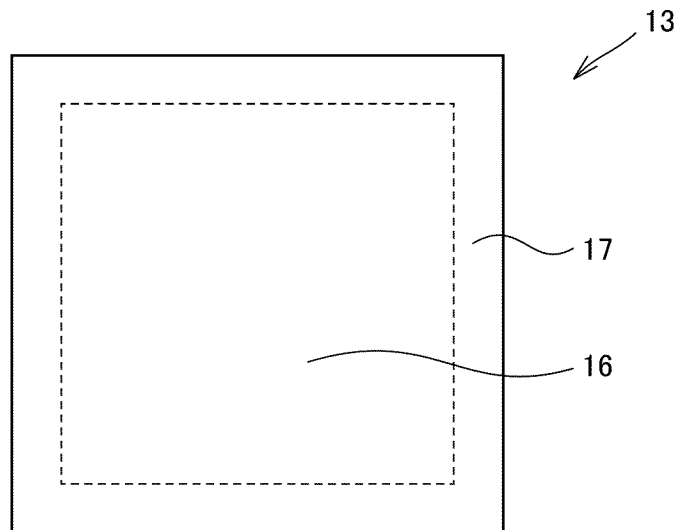
[圖19]

圖19



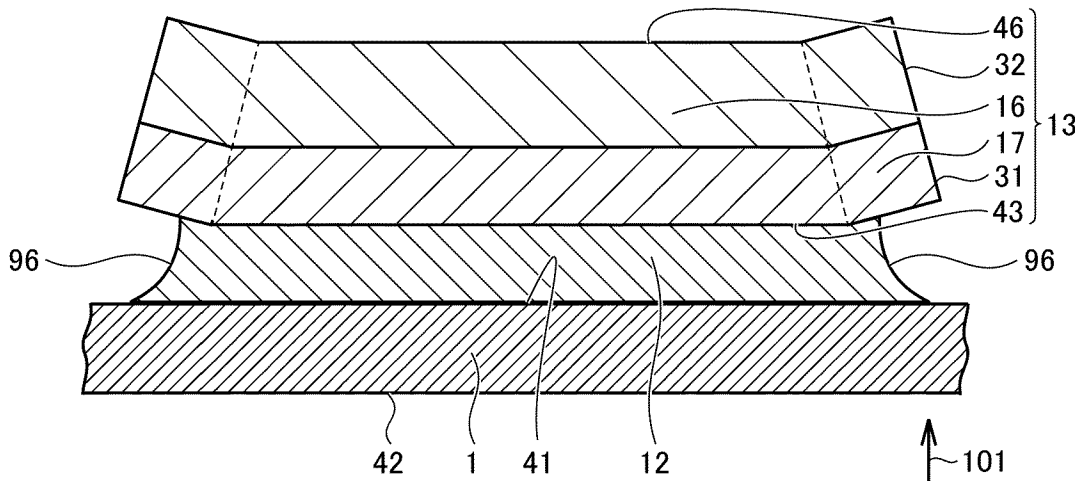
[圖20]

圖20



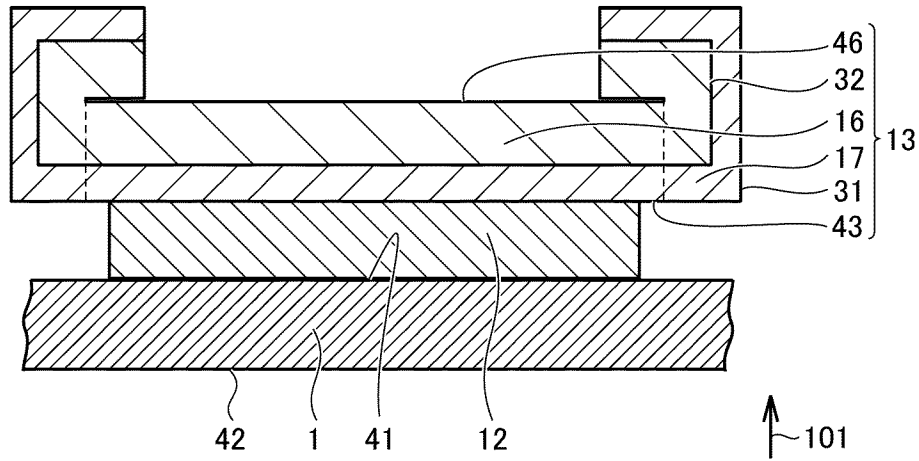
[圖21]

圖21



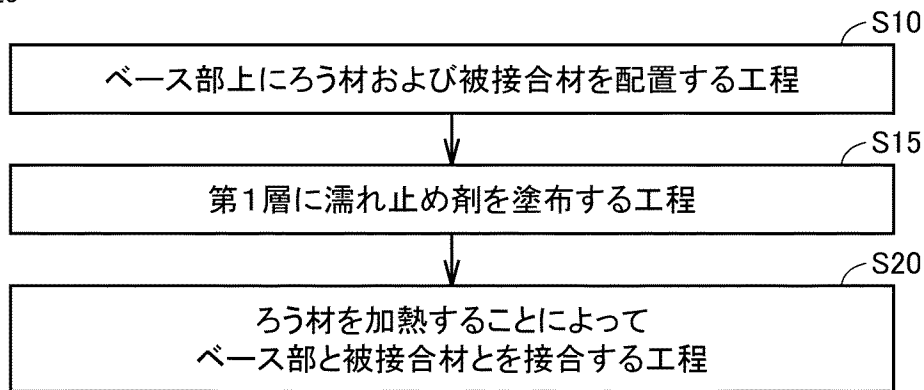
[図22]

図22



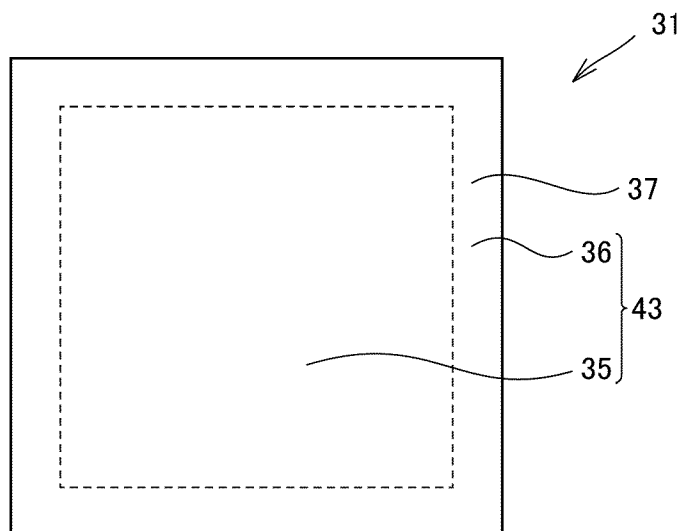
[図23]

図23



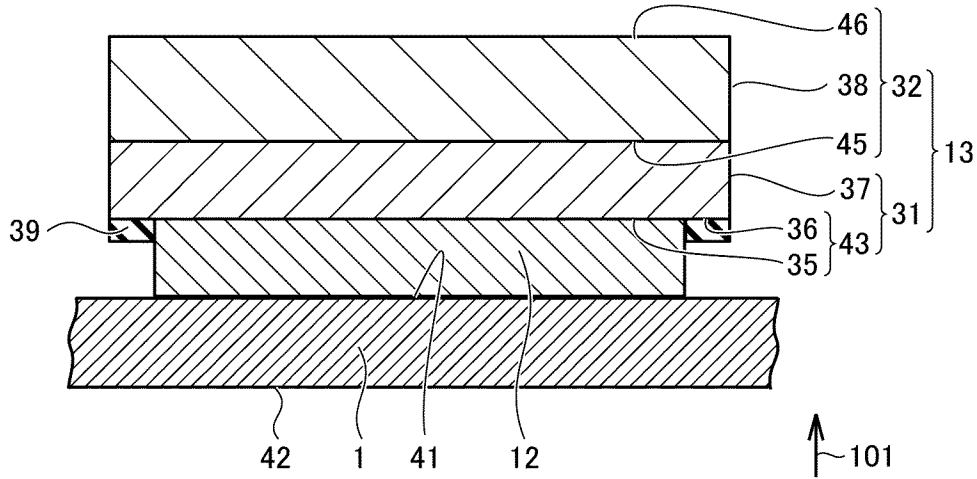
[図24]

図24



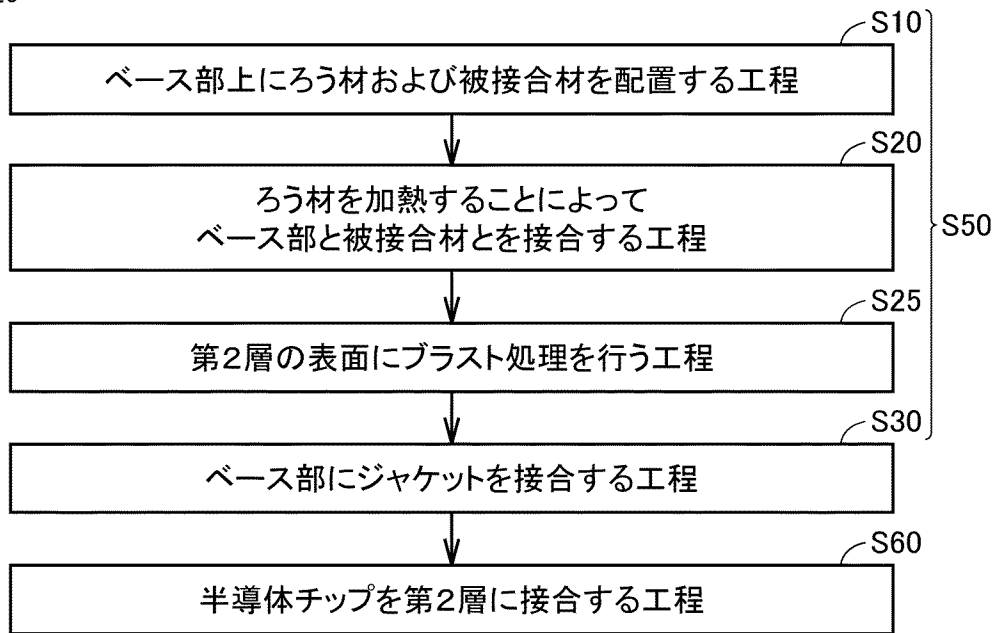
[図25]

図25



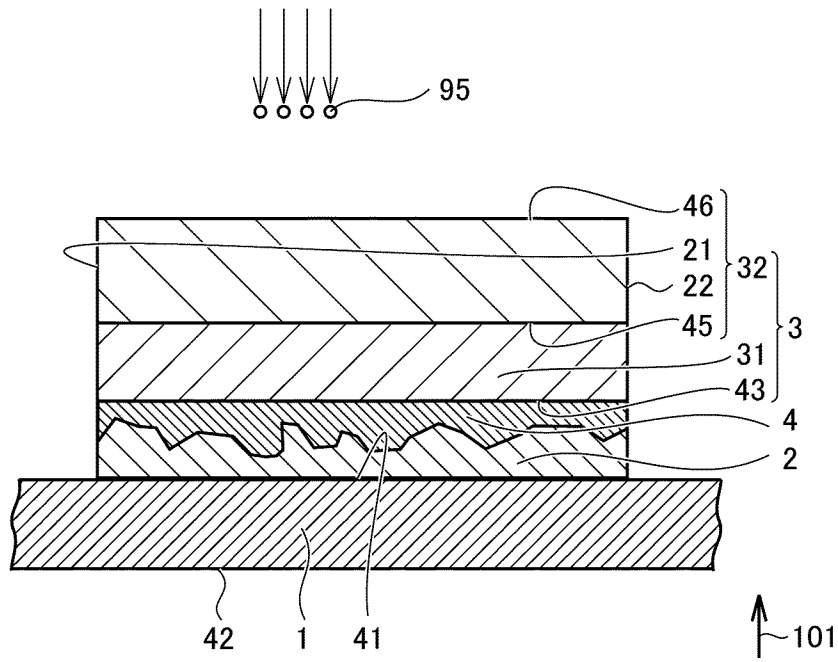
[図26]

図26



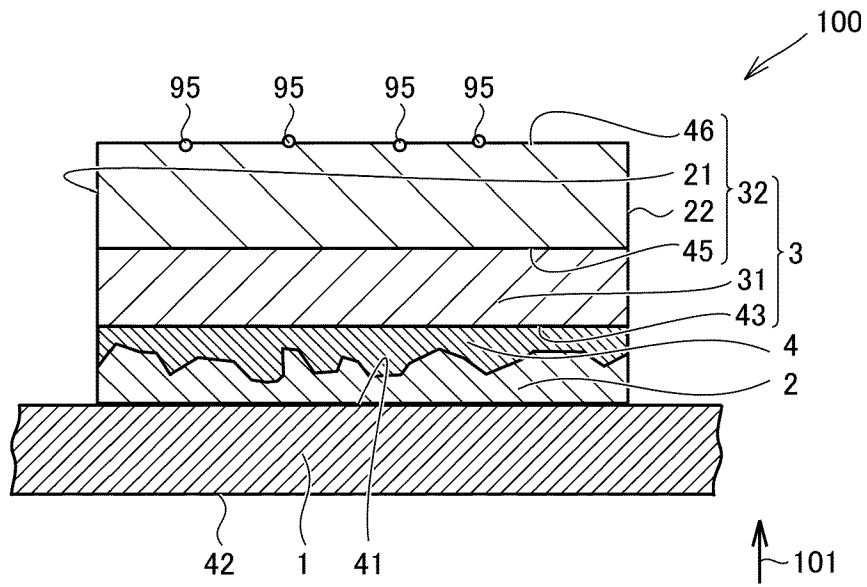
[図27]

図27



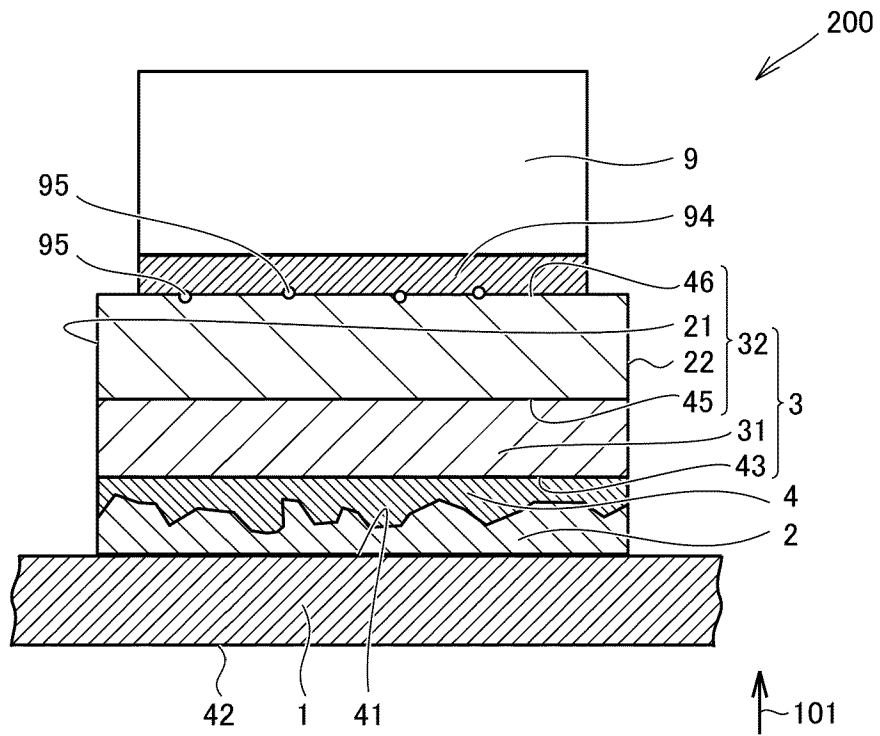
[図28]

図28



[図29]

図29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/027519**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B23K 1/19(2006.01)i; **B23K 1/00**(2006.01)i
FI: B23K1/19 E; B23K1/19 F; B23K1/00 330L

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)

B23K1/19; B23K1/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	JP 2002-346737 A (DENSO CORPORATION) 04 December 2002 (2002-12-04) paragraphs [0010]-[0018]	1, 4
Y		2-3, 5, 8-18
A		6-7
Y	JP 2023-55323 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 18 April 2023 (2023-04-18) paragraphs [0010]-[0079]	2-3, 12-18
Y	WO 2021/060475 A1 (KYOCERA CORPORATION) 01 April 2021 (2021-04-01) paragraphs [0007]-[0035]	5
Y	JP 2002-184922 A (NTT ADVANCED TECHNOLOGY CORPORATION) 28 June 2002 (2002-06-28) paragraph [0018], fig. 1	8
Y	JP 2002-361408 A (DENSO CORPORATION) 18 December 2002 (2002-12-18) paragraphs [0019]-[0039]	9-10

 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
“D” document cited by the applicant in the international application
“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

26 August 2024

Date of mailing of the international search report

03 September 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/027519

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-48782 A (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 07 April 2016 (2016-04-07) paragraph [0018]	11
Y	WO 2016/052392 A1 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) 07 April 2016 (2016-04-07) paragraphs [0020]-[0063]	13, 16, 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/027519

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2002-346737 A	04 December 2002	(Family: none)	
JP 2023-55323 A	18 April 2023	(Family: none)	
WO 2021/060475 A1	01 April 2021	US 2022/0336316 A1 paragraphs [0026]-[0054] EP 4036965 A1 CN 114424351 A	
JP 2002-184922 A	28 June 2002	(Family: none)	
JP 2002-361408 A	18 December 2002	(Family: none)	
JP 2016-48782 A	07 April 2016	US 2017/0271237 A1 paragraph [0033] WO 2016/031770 A1 EP 3196929 A1 KR 10-2017-0044105 A CN 106663663 A	
WO 2016/052392 A1	07 April 2016	US 2017/0294399 A1 paragraphs [0046]-[0111] EP 3203514 A1 CN 106489198 A KR 10-2017-0063544 A JP 2016-72622 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 1/19(2006.01)i; B23K 1/00(2006.01)i FI: B23K1/19 E; B23K1/19 F; B23K1/00 330L		
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）） B23K1/19; B23K1/00 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
X Y A	JP 2002-346737 A (株式会社デンソー) 04.12.2002 (2002 - 12 - 04) 段落[0010] - [0018]	1, 4 2-3, 5, 8-18 6-7
Y	JP 2023-55323 A (三菱電機株式会社) 18.04.2023 (2023 - 04 - 18) 段落[0010] - [0079]	2-3, 12-18
Y	WO 2021/060475 A1 (京セラ株式会社) 01.04.2021 (2021 - 04 - 01) 段落[0007] - [0035]	5
Y	JP 2002-184922 A (エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社) 28.06.2002 (2002 - 06 - 28) 段落[0018], 図1	8
Y	JP 2002-361408 A (株式会社デンソー) 18.12.2002 (2002 - 12 - 18) 段落[0019] - [0039]	9-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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	26. 08. 2024	国際調査報告の発送日 03. 09. 2024
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 松田 長親 3P 4032 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2016-48782 A (三菱マテリアル株式会社) 07.04.2016 (2016 - 04 - 07) 段落[0018]	11
Y	WO 2016/052392 A1 (三菱マテリアル株式会社) 07.04.2016 (2016 - 04 - 07) 段落[0020] - [0063]	13, 16, 18

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/027519

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-346737 A	04.12.2002	(ファミリーなし)	
JP 2023-55323 A	18.04.2023	(ファミリーなし)	
WO 2021/060475 A1	01.04.2021	US 2022/0336316 A1 段落[0026]－[0054] EP 4036965 A1 CN 114424351 A	
JP 2002-184922 A	28.06.2002	(ファミリーなし)	
JP 2002-361408 A	18.12.2002	(ファミリーなし)	
JP 2016-48782 A	07.04.2016	US 2017/0271237 A1 段落[0033] WO 2016/031770 A1 EP 3196929 A1 KR 10-2017-0044105 A CN 106663663 A	
WO 2016/052392 A1	07.04.2016	US 2017/0294399 A1 段落[0046]－[0111] EP 3203514 A1 CN 106489198 A KR 10-2017-0063544 A JP 2016-72622 A	