

(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
2024年7月18日(18.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/150577 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/044239

(22) 国際出願日: 2023年12月11日(11.12.2023)

(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 2023-002427 2023年1月11日(11.01.2023) JP

(71) 出願人: リンテック株式会社 (**LINTEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1730001 東京都板橋区本町23番23号 Tokyo (JP).

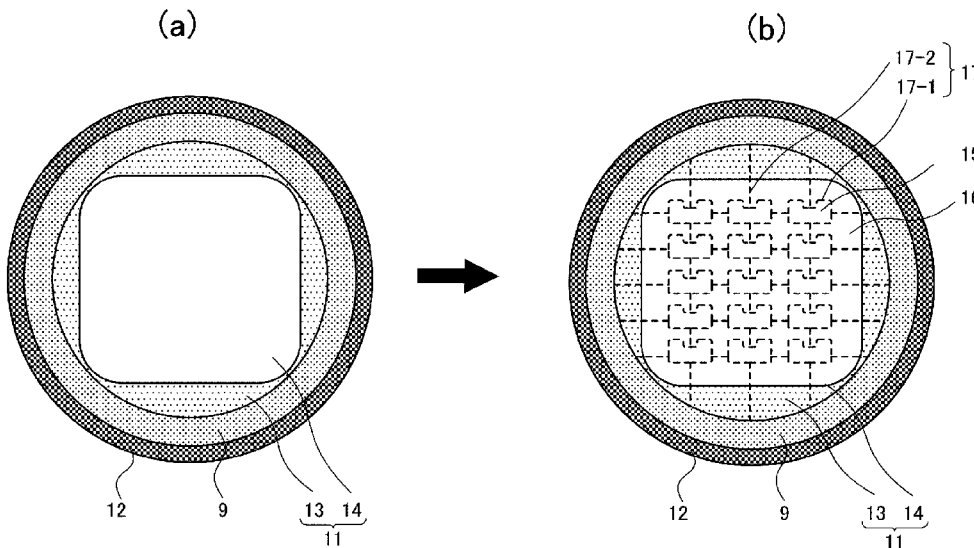
(72) 発明者: 根本 拓(**NEMOTO, Taku**); 〒1730001 東京都板橋区本町23番23号 リンテック株式会社内 Tokyo (JP). 小野 正人(**ONO, Masato**); 〒1730001 東京都板橋区本町23番23号 リンテック株式会社内 Tokyo (JP). 大野 俊也(**ONO, Shunya**); 〒1730001 東京都板橋区本町23番23号 リンテック株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人後藤特許事務所(**GOTOH & PARTNERS**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING METAL FOIL ELEMENT AND METHOD FOR PRODUCING POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 金属箔素子及びパワー半導体装置の製造方法



(57) **Abstract:** This method for producing a metal foil element comprises: a cutting step in which a metal foil is cut along a planned cutting line; and a pick-up step in which an element formation region is picked up as a metal foil element 7 after the cutting step. The planned cutting line comprises: an element formation line; and an excess region dividing line at which an excess region is divided into a plurality of regions so that an expanding step can be performed. The element formation region is connected to the outer periphery of the metal foil via the excess region dividing line at at least two positions.

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, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 金属箔素子の製造方法は、金属箔を切断予定ラインに沿って切断する切断工程と、切断工程の後に、素子形成領域を金属箔素子7としてピックアップするピックアップ工程とを備える。切断予定ラインは、素子形成ラインと、エキスパンド工程が実施可能となるように余剰領域を複数の領域に分断する、余剰領域分断ラインとを含む。素子形成領域は、少なくとも2か所で、余剰領域分断ラインを介して金属箔の外周に接続されている。

明 細 書

発明の名称： 金属箔素子及びパワー半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属箔素子及びパワー半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 金属箔素子は、様々な場面で使用されている。例えば、非特許文献 1（Heraeus Electronics, Die Top System(DTS)-Get the most out of your power module、インターネット(URL:https://www.heraeus.com/en/het/products_and_solutions_het/material_systems/die_top_system/dts_page.html)) には、パワーモジュールに関する技術として、ダイトップシステムと称される技術が記載されている。非特許文献 1 には、ダイ（チップ）上に、焼結ペーストを介して特殊な形状を有する銅箔を貼り付ける点が記載されている。具体的には、銅箔として、概ね矩形状であるが、1つの辺に切り欠きを有する形状を有するものが記載されている。

発明の概要

[0003] 特殊な形状（例えば矩形以外の形状）を有する金属箔素子を作製する手段として、パンチング等の中抜き加工が考えられる。この場合、まず、金属箔が準備される。そして、金属箔素子の形状に沿って、金属箔が切り抜かれる。具体的には、金属箔素子の形状に沿って金属箔が切断され、切断後に金属箔素子がピックアップされる。

[0004] しかしながら、中抜き加工を用いた場合は、ピックアップ時に、金属箔素子が金属箔の余剰部分と接触してしまい、適切にピックアップすることが出来ない場合がある。

[0005] また、金属箔素子が特殊な形状ではなかったとしても、1枚の金属箔から複数の金属箔素子を作製する際に、金属箔素子となる領域を互いに離間させて設定した場合には、通常、中抜き加工が検討される。そのため、特殊な形状の場合と同様の問題が生じ得る。

[0006] そこで、本発明の目的は、金属箔素子を適切にピックアップすることのできる技術を提供することにある。

[0007] 一態様において、本発明に係る金属箔素子の製造方法は、金属箔に切断予定ラインを設定し、切断予定ラインに沿って金属箔を切断する切断工程を備える。切断予定ラインは、素子形成領域の外周に対応する素子形成ラインと、素子形成領域以外の領域である余剰領域を複数の領域に分断する、余剰領域分断ラインとを含む。素子形成領域は、矩形以外の形状である。素子形成領域は、少なくとも2か所で、切断予定ラインを介して金属箔の外周に接続されている。

[0008] 他の一態様において、本発明に係る金属箔素子の製造方法は、金属箔に切断予定ラインを設定し、切断予定ラインに沿って金属箔を切断する切断工程を備える。切断予定ラインは、素子形成領域の外周に対応する素子形成ラインと、素子形成領域以外の領域である余剰領域を複数の領域に分断する、余剰領域分断ラインとを含む。素子形成領域は、互いに離間して複数設定されている。複数の素子形成領域の各々は、少なくとも2か所で、切断予定ラインを介して金属箔の外周に接続されている。

[0009] 本発明によれば、金属箔素子を適切にピックアップすることのできる技術が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、パワー半導体装置を概略的に示す断面図である。

[図2]図2は、金属箔素子の一例を示す平面図である。

[図3]図3は、切断工程を概略的に示す断面図である。

[図4]図4は、切断工程を概略的に示す平面図である。

[図5]図5は、エキスパンド工程及びピックアップ工程を示す概略断面図である。

[図6]図6は、パワー半導体装置の製造方法を示す概略断面図である。

[図7]図7は、変形例1に係る切断予定ラインのレイアウトを示す平面図である。

[図8]図8は、変形例2に係る切断予定ラインのレイアウトを示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、図面を参照しつつ、本発明の実施形態に係る金属箔素子の製造方法について説明する。なお、以下の実施形態においては、一例として、金属箔素子が、ダイトップシステムを利用したパワー半導体装置に使用される場合について説明する。ただし、本実施形態により製造される金属箔素子の用途は、このような用途に限定されるものではない。

[0012] まず、金属箔素子を用いて製造されるパワー半導体装置の構成について説明する。図1は、本実施形態に係る金属箔素子7を用いたパワー半導体装置1を概略的に示す断面図である。このパワー半導体装置1は、概略的には、基板2、パワー半導体素子5、及び金属箔素子7を有している。

[0013] 基板2は、例えばセラミック等の絶縁性の基板である。基板2上には、配線として金属層3が形成されている。また、金属層3上には、パッド4及びパワー半導体素子5が配置されている。パワー半導体素子5は、半導体チップである。

[0014] 金属箔素子7は、導電性の接着層6を介してパワー半導体素子5上に接着されている。また、金属箔素子7は、ワイヤ8を介してパッド4に接続されている。このような構成によれば、金属箔素子7により、パワー半導体素子5の放熱を促進させることができる。また、金属箔素子7を介してパワー半導体素子5をパッド4と電氣的に接続することが出来る。また、このような構成の他の利点は、ワイヤーボンディングの信頼性である。すなわち、金属箔素子7とワイヤ8との間の線膨張係数の差は、通常、パワー半導体素子5とワイヤ8との間の線膨張係数の差よりも小さい。従って、金属箔素子7を用いることにより、パワー半導体素子5にワイヤ8を直接ボンディングする場合に比べて、ワイヤーボンディングの信頼性を向上させることが出来る。

[0015] 図2は、金属箔素子7の一例を示す平面図である。図2に示されるように、金属箔素子7は、特殊な形状を有している。具体的には、金属箔素子7は

、矩形以外の形状である。詳細には、矩形における１つの辺に切り欠き７－１を形成した形状を有している。

[0016] ここで、本実施形態では、金属箔素子７を製造するための製造方法が工夫されている。以下に、金属箔素子７の製造方法について説明する。

[0017] 本実施形態に係る金属箔素子７の製造方法は、切断工程（ステップＳ１）と、エキスパンド工程（ステップＳ２）と、ピックアップ工程（ステップＳ３）とを有している。以下、各工程について詳述する。

[0018] （ステップＳ１）切断工程

図３は、切断工程を概略的に示す工程断面図である。また、図４は、切断工程を概略的に示す平面図である。

[0019] まず、図３（ａ）及び図４（ａ）に示されるように、ダイシングテープ９が貼り付けられたリングフレーム１２を準備する。そして、金属箔１４をダイシングテープ９上に設置する。本実施形態においては、金属箔１４は、接合用フィルム状材料１３との積層体１１として提供される。すなわち、積層体１１が、ダイシングテープ９上に配置される。積層体１１は、金属箔１４が上側を向くように、ダイシングテープ９上に配置される。

[0020] なお、接合用フィルム状材料１３は、最終的に焼成され、接着層６（図１参照）となる部分である。接合用フィルム状材料１３は、例えば、導電性を有する熱伝導性材料がバインダー中に分散した構成を有している。

[0021] 続いて、図３（ｂ）及び図４（ｂ）に示されるように、金属箔１４に、切断予定ライン１７が設定される。そして、切断予定ライン１７に沿って積層体１１が切断される。積層体１１において、金属箔１４と接合用フィルム状材料１３が同時に切断されることで、金属箔１４と接合用フィルム状材料１３の切断を同時に行えるだけでなく、金属箔１４と接合用フィルム状材料１３を正確に同一の形状に切断することが可能である。

[0022] ここで、図４（ｂ）に示されるように、切断予定ライン１７は、複雑な形状を有している。詳細には、切断予定ライン１７は、素子形成ライン１７－１と、余剰領域分断ライン１７－２とを有している。

- [0023] 素子形成ライン17-1は、素子形成領域15をその周囲の部分から切り離すためのラインである。すなわち、素子形成ライン17-1は、素子形成領域15の外周に対応している。素子形成領域15は、金属箔素子7となる部分である。本実施形態において、素子形成領域15は、金属箔14上に複数設定されている。複数の素子形成領域15は、互いに離間している。ただし、素子形成領域15は、単一であってもよい。
- [0024] 一方、余剰領域分断ライン17-2は、次の工程であるエキスパンド工程（ステップS2）を実施可能とするために設けられている。余剰領域分断ライン17-2は、余剰領域16を複数の領域に分断している。余剰領域16とは、金属箔14における素子形成領域15以外の領域である。
- [0025] 余剰領域分断ライン17-2は、各素子形成領域15が少なくとも2か所で切断予定ライン17を介して金属箔14の外周に接続されるように設定されている。すなわち、各素子形成領域15は、少なくとも2か所において、余剰領域分断ライン17-2を介して、あるいは、余剰領域分断ライン17-2及び他の素子形成領域15を区画する素子形成ライン17-1を介して、金属箔14の外周に接続されている。図4（b）に示される具体例においては、余剰領域分断ライン17-2は、格子状に伸びる複数の直線上に設定されている。個々の素子形成領域15は、縦に伸びる余剰領域分断ライン17-2と、横に伸びる余剰領域分断ライン17-2との両方に接続されている。このような構成により、各素子形成領域15が、少なくとも2か所において、金属箔14の外周に接続されている。その結果、余剰領域16が、複数の領域に分断されている。
- [0026] 後述のエキスパンド工程では、切断後の積層体11が伸張性シート上に支持され、伸張性シートが伸張される。これにより、素子形成領域15とその周囲の領域との間隔が広げられる。ここで、単に素子形成ライン17-1に沿って積層体11を切断するだけでは、素子形成領域15が、閉じた形状の余剰領域16により囲まれることになる。素子形成領域15の外側に閉じた余剰領域16が存在していると、エキスパンド工程を実施しても、素子形成

領域 15 とその周囲の領域との間隔を広げることにはできない。すなわち、実質的にエキスパンド工程を実施できない。これに対して、本実施形態では、余剰領域分断ライン 17-2 の存在により、各素子形成領域 15 を取り囲む閉じた領域が形成されなくなっている。そのため、エキスパンド工程において、各素子形成領域 15 とその周囲の領域との間隔を広げることが可能となっている。

[0027] 上述のように、本実施形態においては、切断予定ライン 17 が、複雑な形状を有しているため、直進方向にのみ切断することのできる手段（例えば回転ブレード等）を採用することが難しい。そのため、切断手段として、任意の位置において切断を行うことが出来る手法が採用される。そのような手法として、例えばレーザーアブレーション、ケミカルエッチング、及びプラズマエッチング等を挙げることが出来る。また、切断手段が、レーザーアブレーション、ケミカルエッチング、又はプラズマエッチング等であれば、後述する変形例 2 において、 X/Y の値を調整することが容易となる。すなわち、第 1 方向に沿って延びる X 本の直線上に位置する第 1 ライン 17-2-1 と、第 1 方向に垂直な第 2 方向に沿って延びる Y 本の直線上に位置する第 2 ライン 17-2-2 とを、を所望の位置に、所望の本数で形成することが容易になる。これらの切断手段のうちでも、金属箔 14 と接合用フィルム状材料 13 の化学的な性質が異なるため、化学的な作用によらない手法が望ましい。この観点から、レーザーアブレーション又はプラズマエッチングを採用することが好ましい。また、接合用フィルム状材料 13 に含まれる無機材料や、金属材料も溶融させて切断しやすい観点から、レーザーアブレーションを採用することがより好ましい。

[0028] (ステップ S2) エキスパンド工程

続いて、エキスパンド工程を実施する。図 5 (a) 及び (b) は、エキスパンド工程を示す概略断面図である。既述のように、エキスパンド工程では、伸張性シート 18 上に積層体 11 を支持させた状態で、伸張性シートを伸長させる。

[0029] 具体的には、まず、切断後の積層体 11 を、ダイシングテープ 9 から伸張性シート 18 上に移し替え、積層体 11 を伸張性シート 18 に接着させる（図 5（a））。そして、伸張性シート 18 を面方向に伸長する（図 5（b））。これにより、切断された部分の間隔が広がる。すなわち、各素子形成領域 15 とその周囲の領域との間隔が広がる。

[0030] （ステップ S 3）ピックアップ工程

続いて、素子形成領域 15 を、金属箔素子 7 としてピックアップする。図 5（c）は、ピックアップ工程を示す概略断面図である。図 5（c）に示されるように、各素子形成領域 15（金属箔素子 7）を、接合用フィルム状材料 13 とともに、伸張性シート 18 から引き離す。この際、ステップ S 2 において金属箔素子 7 とその周囲の部分との間隔が広げられているから、金属箔素子 7 がその周囲の部分と干渉し難い。また、接合用フィルム状材料 13 同士も接触し難い。従って、適切に金属箔素子 7 をピックアップすることが可能となる。

[0031] 以上説明した方法によって、本実施形態に係る金属箔素子 7 が得られる。なお、得られた金属箔素子 7 は、以下に説明する工程（ステップ S 4）に従って、パワー半導体装置 1 の製造のために使用される。

[0032] （ステップ S 4）パワー半導体装置の製造

図 6 は、パワー半導体装置 1 の製造方法を示す概略断面図である。

[0033] まず、図 6（a）に示されるように、パワー半導体素子 5 が搭載された基板 2 を用意する。そして、ピックアップされた金属箔素子 7 を、パワー半導体素子 5 の上面に接着する。金属箔素子 7 は、接合用フィルム状材料 13 を介して、パワー半導体素子 5 上に仮固定される。次いで、接合用フィルム状材料 13 を焼成する。これにより、接合用フィルム状材料 13 中のバインダー等の有機物が分解される。また、導電性を有する熱伝導性材料が、後述するように金属粒子である場合には、場合により金属粒子が融着し、熱伝導性材料からなる接着層 6 が形成される。すなわち、図 6（b）に示されるように、金属箔素子 7 が接着層 6 を介してパワー半導体素子 5 に接合される。な

お、パワー半導体素子 5 を基板 2（金属層 3）上に別の焼成材料により仮固定していた場合には、接合用フィルム状材料 13 の焼成と、パワー半導体素子 5 と基板 2 との間の焼成材料の焼成とを一括して行ってもよい。

[0034] 次いで、図 6（c）に示されるように、ワイヤ 8 を介して金属箔素子 7 をパッド 4 に接続する。これにより、本実施形態に係るパワー半導体装置 1 が得られる。

[0035] 以上、パワー半導体装置 1 を製造する場合を例に挙げて、本実施形態に係る金属箔素子 7 の製造方法について説明した。本実施形態によれば、切断工程（ステップ S 1）において設定される切断予定ライン 17 に、特定形状の余剰領域分断ライン 17-2 が設定されている。そのため、エキスパンド工程（ステップ S 2）を実施することが可能となる。これにより、ピックアップ工程（ステップ S 3）において、金属箔素子 7 とその周囲の領域との干渉を避けることができ、容易に金属箔素子 7 をピックアップすることが可能となる。

[0036] なお、本実施形態においては、金属箔素子 7 が、矩形における 1 つの辺に切り欠き 7-1 を形成した形状を有している場合について説明した。しかし、金属箔素子 7 の形状は、このような形状に限定されるものではない。金属箔素子 7 の形状が、特殊な形状をしている場合には、一般的には中抜き加工が検討される。しかし、単に金属箔素子 7 を中抜きしただけでは、既述の通り、エキスパンド工程が実質的に実施できない。そこで、本実施形態に従って、エキスパンドが実施可能となるように余剰領域分断ライン 17-2 を設定することが有効である。

[0037] なお、一般的に中抜き加工が検討される上述の「特殊な形状」としては、矩形以外の形状が考えられる。「矩形以外の形状」としては、例えば、以下の形状が考えられる。

（1）金属箔 14 の外周から外周にまで延びる複数の直線を設定しただけでは形成することのできない形状

（2）回転ブレード等の直線状にのみ切断が可能な手段によっては加工す

ることのできない形状

(3) 曲線部を有する形状

(4) 1つの辺に凸部または凹部（切り欠き）を有する形状

[0038] ここで、上記の(1)について詳述すると、このような形状は、直線部のみから構成される多角形状であっても、金属箔14の一端から他端まで接続する2本以上の直線の交差によって形成することができない頂点が存在し、又は、金属箔14の一端から他端まで接続する直線によって形成することができない辺が存在する。なお、「頂点」には角度が180°超であるものも含まれる。

[0039] 一方で、金属箔素子7が単なる矩形状（切り欠きなどのない矩形状）である場合であっても、金属箔14に複数の素子形成領域15が互いに離間して設定される場合には、製造方法として中抜き加工を採用することが一般的である。しかしながら、既述の通り、単に中抜きを行った場合にはエキスパンド工程が実施できない。そのため、金属箔素子7が矩形状であっても、複数の素子形成領域15が離間して設定される場合等においては、本実施形態に従って、エキスパンドが実施可能となるように余剰領域分断ライン17-2を設定することが有効である。

[0040] なお、本実施形態においては、エキスパンド工程（ステップS2）において、積層体11がダイシングテープ9から伸張性シート18（図5参照）に移し替えられる場合について説明した。しかしながら、ダイシングテープ9自体が伸張性シート18として使用されてもよい。あるいは、切断工程（ステップS1）の段階で、予め、伸張性シート18が積層体11に積層されていてもよい。すなわち、ダイシングテープ9上に、伸張性シート18を介して積層体11が配置されていてもよい。この場合には、切断工程（ステップS1）の完了の後、エキスパンド工程（ステップS2）までの間に、ダイシングテープ9を伸張性シート18から剥離する。以上の場合には、積層体11を移し替える必要はない。また、伸張性シート18は、粘着剤層を介して接合用フィルム状材料13と積層されていてもよいし、粘着剤層を介するこ

となく直接接合用フィルム状材料 13 と積層されていてもよい。粘着剤層を用いる場合、粘着剤層としては、エネルギー線硬化性の粘着剤により形成することもできるし、エネルギー線によっては硬化しない性質の粘着剤を用いて形成することもできる。また、本実施形態では、金属箔 14 が、接合用フィルム状材料 13 との積層体 11 としてダイシングテープ 9 上に設置される場合について説明した。しかしながら、接合用フィルム状材料 13 が、あらかじめダイシングテープ 9 上に積層された形態のシートである、接合用複合シートを用意し、接合用複合シートの接合用フィルム状材料 13 上に、金属箔 14 を設置してもよい。接合用複合シートは、ダイシングテープ 9 と接合用フィルム状材料 13 がセットの状態を提供されるため、便利である。

[0041] 伸張性シート 18 の粘着剤層は、一般的にはシート形状を維持する強度がないため、伸張性シート 18 は、通常、基材を備える。基材の材質としては樹脂フィルムが好ましく、樹脂フィルムを形成するための樹脂としては、エキスパンドに適した柔軟性を付与する観点から、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、エチレンーメタクリル酸共重合体、エチレンー酢酸ビニル共重合体等のオレフィン共重合体、ポリブチレンテレフタレート、ウレタンアクリレート又はウレタンメタクリレートの硬化膜、塩化ビニル、柔軟性ポリエステル樹脂等であることが好ましい。また、これらの樹脂に金属イオン架橋剤を添加し、アイオノマーとして用いることもできる。さらに、これらの樹脂を電子線照射等により架橋する改質処理を施してもよい。また、基材が自着性を有する場合には、基材は粘着剤層をも兼ねることができる場合がある。

[0042] 本実施形態では、金属箔素子 7 が、ダイトップシステムを利用したパワー半導体装置 1 に使用される場合について説明した。ただし、金属箔素子 7 の用途は、このような用途に限定されない。例えば、金属箔素子 7 は、電力の制御又は変換以外の用途に用いられる半導体装置、バッテリー等の、他の電子部品の放熱材料等としても好適に用いることが出来る。

[0043] 本実施形態では、金属箔 14 とともに積層体 11 に含まれる接合用フィル

ム状材料 13 として、導電性を有する熱伝導性材料がバインダー中に分散した構成のものが使用される場合について説明した。このような接合用フィルム状材料 13 は、ダイトップシステム等のパワー半導体装置用に金属箔素子 7 を使用する場合に好適である。このような接合用フィルム状材料 13 の好適な例として、WO 2019/163568 に記載されているような金属粒子を含むフィルム状焼成材料が挙げられる。このフィルム状焼成材料は、第 1 の金属粒子、第 2 の金属粒子及びバインダー成分を含有するフィルム状焼成材料である。第 1 の金属粒子の平均粒子径は 100 nm 以下であり、かつ最大粒子径が 250 nm 以下である。第 2 の金属粒子の平均粒子径は 1000 ~ 7000 nm であり、最小粒子径が 250 nm 超であり、かつ最大粒子径が 10000 nm 以下である。第 1 の金属粒子／第 2 の金属粒子で表される質量比は、0.1 以上である。金属粒子の金属種としては、銀、金、銅、鉄、ニッケル、アルミ、シリコン、パラジウム、白金、チタン、チタン酸バリウム、これらの酸化物又は合金等が挙げられ、銀及び酸化銀が好ましい。金属粒子とともにフィルム状焼成材料に含まれるバインダー成分としては、例えば、樹脂が挙げられる。樹脂としては、アクリル系樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリ乳酸、セルロース誘導体の重合体等が挙げられ、アクリル系樹脂が好ましい。

[0044] ただし、接合用フィルム状材料 13 に含まれる熱伝導性材料は、必ずしも導電性である必要はない。絶縁性の熱伝導性材料を用いた場合であっても、用途によっては、金属箔素子 7 を放熱用に好適に使用することが可能となる。例えば、接合用フィルム状材料 13 を構成する他の材料として、WO 2022/163646 に記載されている窒化ホウ素焼結体を得るためのグリーンシートのように、無機系の熱伝導性材料を含むフィルム状焼成材料を挙げることが出来る。

[0045] また、本実施形態では、接合用フィルム状材料 13 が焼成されて接着層 6 が形成される場合について説明した。すなわち、接合用フィルム状材料 13 がフィルム状焼成材料であり、好ましくは、金属粒子又は無機系の熱伝導性

材料を含むフィルム状焼成材料である場合について説明した。しかしながら、接合用フィルム状材料 13 は、必ずしも焼成用材料である必要はない。例えば、特開 2014-156531 号公報に記載されているような、アルミナ、窒化ホウ素等の熱伝導性材料を含むエポキシ樹脂組成物からなる接着シートのような、硬化性の接着シートを接合用フィルム状材料 13 として使用することもできる。硬化性の接着シートは、上述した金属粒子のような、熱伝導性、かつ、導電性の材料を含んでいてもよい。

[0046] あるいは、金属箔 14 は、必ずしも積層体 11 の状態で加工される必要はない。すなわち、金属箔 14 が単独で加工されてもよい。例えば、接合用フィルム状材料 13 を予めパワー半導体素子 5 上に配置しておけば、金属箔素子 7 を単独で加工した場合であっても、金属箔素子 7 をパワー半導体素子 5 上に張り付けることが出来る。

[0047] (変形例 1)

続いて、本実施形態の変形例 1 について説明する。本変形例は、切断予定ライン 17 のレイアウトに関する変形例である。

[0048] 図 7 は、変形例 1 に係る切断予定ライン 17 のレイアウトを示す平面図である。図 4 (b) に示した例と同様に、本変形例においても、素子形成領域 15 は、1 つの辺に切り欠きを有する矩形状である。しかし、本変形例では、余剰領域分断ライン 17-2 が、切り欠きが設けられた部分とは異なる位置において素子形成領域 15 に接続されている。

[0049] 図 4 (b) に示した例のように、余剰領域分断ライン 17-2 が切り欠きにおいて素子形成領域 15 に接続されていると、切断後の個々の余剰領域 16 が複雑な形状になる。これに対して、本変形例によれば、切断後の個々の余剰領域 16 が複雑な形状にはならないから、エキスパンド工程 (ステップ S2) において、隣接する領域同士の接触を防止することが出来る。

[0050] (変形例 2)

続いて、本実施形態の変形例 2 について説明する。本変形例も、切断予定ライン 17 のレイアウトに関する変形例である。

[0051] 図8は、変形例2に係る切断予定ライン17のレイアウトを示す平面図である。図8に示されるように、本変形例においては、余剰領域分断ライン17-2が、第1方向に沿って延びるX本の直線上に位置する第1ライン17-2-1と、第1方向に垂直な第2方向に沿って延びるY本の直線上に位置する第2ライン17-2-2とを有している。ここで、 $0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ である。なお、図8においては、X及びYがいずれも5である場合の例が示されている。

[0052] 本変形例によれば、 $0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ であることにより、エキスパンド工程（ステップS2）において、切断部分の間隔が均一に拡張されやすくなる。例えば、切断部分の一部において隣接する領域間が過剰に拡張された場合には、その部分において伸張性シート18に大きな応力が生じ、伸張性シート18が引き裂かれてしまいやすくなる。一方で、拡張が不十分であれば、ピックアップ工程（ステップS3）において金属箔素子7がその周囲の部分と接触しやすくなる。特に、素子形成領域15が特殊な形状を有している場合には、切断後に形成される複数の領域の形状が不均一になりやすい。そのため、エキスパンド工程において、隣接する領域間を均一に広げることが難しくなる。しかしながら、本変形例によれば、 $0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ であることにより、切断部分が均一に拡張されやすくなる。その結果、伸張性シート18に引き裂きが生じてしまう可能性を減らした上で、金属箔素子7を容易にピックアップすることが可能となる。チップが矩形の場合に形成される分断ラインは、チップ形状に合わせて格子状に形成されるため、形成する位置や数は必然的に決定する。一方、余剰領域分断ライン17-2は、図4（b）に示されるように、素子形成領域15と一点で接続しさえすればよい。そのため、不要な分断ラインを増やすことは通常行われない。特に、回転ブレードを使用して金属箔14を切断する場合には、処理時間の増加やブレードの摩耗等を考慮して、余分な分断ラインを形成することは避けられる傾向がある。図8の実施形態では、敢えて余分な余剰領域分断ライン17-2（素子形成領域15に接続しない余剰領域分断ライン17-2）を設け

ることにより、 X/Y の比を1に近づけ、上述した効果を得ようとしている。 X/Y の比については、 $0.7 \leq X/Y \leq 1.4$ であることが好ましく、 $0.8 \leq X/Y \leq 1.2$ であることがより好ましく、 $X/Y = 1$ である（ X と Y が等しい）ことがさらに好ましい。

[0053] なお、図8に示す例においては、余剰領域分断ライン17-2（第1ライン17-2-1）が、素子形成領域15における切り欠き部分に接続されている。ただし、変形例1と同様に、余剰領域分断ライン17-2は、切り欠きが設けられた部分とは異なる位置において素子形成領域15に接続されていてもよい。このような場合には、既述のように、切断後に形成される個々の形状は複雑にならない。しかし、複数の領域間では形状が不均一になりやすく、エキスパンド工程において隣接する領域間を均一に広げることが困難となりやすい。しかしながら、変形例2によれば、 $0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ であるので、隣接する領域間を均一に拡張しやすくなる。

[0054] 以上、本発明について、実施形態及び変形例を用いて説明した。以下に、本発明の構成と作用効果に関し、代表的なものについて要約する。

[0055] 一態様において、金属箔素子7の製造方法は、金属箔14に切断予定ライン17を設定し、切断予定ライン17に沿って金属箔14を切断する切断工程を備える。切断予定ライン17は、素子形成領域15の外周に対応する素子形成ライン17-1と、素子形成領域15以外の領域である余剰領域16を複数の領域に分断する、余剰領域分断ライン17-2とを含む。素子形成領域は、矩形以外の形状である。素子形成領域は、少なくとも2か所で、前記切断予定ラインを介して前記金属箔の外周に接続されている。この方法によれば、余剰領域分断ライン17-2によって、エキスパンド工程が実施可能となるように余剰領域16が複数の領域に分断されるから、素子形成領域が特殊な形状を有しているにもかかわらず、切断工程の後にエキスパンドを実施することが可能になる。これにより、ピックアップ時に、金属箔素子7がその周囲の領域と接触し難くなり、適切にピックアップを行うことが可能になる。

- [0056] 他の一態様において、金属箔素子 7 の製造方法は、金属箔 14 に切断予定ライン 17 を設定し、切断予定ライン 17 に沿って金属箔 14 を切断する切断工程を備える。切断予定ライン 17 は、素子形成領域 15 の外周に対応する素子形成ライン 17-1 と、素子形成領域 15 以外の領域である余剰領域 16 を複数の領域に分断する、余剰領域分断ライン 17-2 とを含む。素子形成領域 15 は、互いに離間して複数設定されている。複数の素子形成領域 15 の各々は、少なくとも 2 か所で、切断予定ライン 17 を介して金属箔 14 の外周に接続されている。この方法によれば、余剰領域分断ライン 17-2 によって、エキスパンド工程が実施可能となるように余剰領域 16 が複数の領域に分断されるから、複数の素子形成領域が離間して設定されているにもかかわらず、切断工程の後にエキスパンドを実施することが可能になる。これにより、ピックアップ時に、金属箔素子 7 がその周囲の領域と接触し難くなり、適切にピックアップを行うことが可能になる。
- [0057] 一態様において、切断工程の後に、伸張性シート 18 上に金属箔を支持させた状態で伸張性シート 18 を伸張させる、エキスパンド工程が実施される。エキスパンド工程により、素子形成領域 15 をその周囲の領域から離すことが出来る。これにより、素子形成領域 15 を容易にピックアップすることが出来る。
- [0058] 一態様において、切断工程において、金属箔 14 は、レーザーアブレーション、ケミカルエッチング、またはプラズマエッチングにより切断される。このような手段を採用すれば、任意の位置において金属箔を切断することが可能となる。
- [0059] 一態様において、素子形成領域 15 は、少なくとも 1 つの辺に切り欠きを有する矩形状である。余剰領域分断ライン 17-2 は、切り欠きが設けられた部分とは異なる位置において、素子形成ライン 17-1 に接続されている。このような構成によれば、切断後の個々の余剰領域 16 が複雑な形状にはならないから、隣接する領域同士の接触が防止されやすくなる。
- [0060] 一態様において、余剰領域分断ライン 17-2 は、第 1 方向に沿って延び

るX本の直線上に位置する第1ライン17-2-1と、第1方向に垂直な第2方向に沿って延びるY本の直線上に位置する17-2-2第2ラインとを有している。そして、 $0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ である。このような構成によれば、切断後に形成される複数の領域の形状が均一になりやすいから、エキスパンド工程において切断部分が均一に拡張されやすくなる。

[0061] 一態様において、金属箔14は、熱伝導性材料を含有する接合用フィルム状材料13との積層体11として用意される。そして、切断工程において、積層体11を切断することにより、金属箔14が切断される。このような構成によれば、接合用フィルム状材料13が積層された金属箔素子7を得ることが出来る。また、金属箔14と接合用フィルム状材料13が同時に切断されることで、金属箔14と接合用フィルム状材料13の切断を同時に行えるだけでなく、金属箔14と接合用フィルム状材料13を正確に同一の形状に切断することが可能である。そして、金属箔素子7を放熱対象となる部品上に配置するだけで、金属箔素子7を放熱材料として使用することが出来る。

[0062] 一態様において、パワー半導体素子に、金属箔素子7が接合させられる。これにより、放熱材を有するパワー半導体装置を得ることが出来る。

符号の説明

[0063] 1・・・パワー半導体装置、2・・・基板、3・・・金属層、4・・・パッド、5・・・パワー半導体素子、6・・・接着層、7・・・金属箔素子、7-1・・・切り欠き、8・・・ワイヤ、9・・・ダイシングテープ、10・・・ベースフィルム、11・・・積層体、12・・・リングフレーム、13・・・接合用フィルム状材料、14・・・金属箔、15・・・素子形成領域、16・・・余剰領域、17・・・切断予定ライン、17-1・・・素子形成ライン、17-2・・・余剰領域分断ライン、18・・・伸張性シート

請求の範囲

- [請求項1] 金属箔に切断予定ラインを設定し、前記切断予定ラインに沿って前記金属箔を切断する切断工程を備え、
前記切断予定ラインは、
素子形成領域の外周に対応する素子形成ラインと、
前記素子形成領域以外の領域である余剰領域を複数の領域に分断する余剰領域分断ラインとを含み、
前記素子形成領域は、矩形以外の形状であり、
前記素子形成領域は、少なくとも2か所で、前記切断予定ラインを介して前記金属箔の外周に接続されている、
金属箔素子の製造方法。
- [請求項2] 金属箔に切断予定ラインを設定し、前記切断予定ラインに沿って前記金属箔を切断する切断工程を備え、
前記切断予定ラインは、
素子形成領域の外周に対応する素子形成ラインと、
前記素子形成領域以外の領域である余剰領域を複数の領域に分断する余剰領域分断ラインとを含み、
前記素子形成領域は、互いに離間して複数設定されており、
前記複数の素子形成領域の各々は、少なくとも2か所で、前記切断予定ラインを介して前記金属箔の外周に接続されている、
金属箔素子の製造方法。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の金属箔素子の製造方法であって、
前記切断工程の後に、伸張性シート上に前記金属箔を支持させた状態で前記伸張性シートを伸張させるエキスパンド工程を更に備える、
金属箔素子の製造方法。
- [請求項4] 請求項1又は2に記載の金属箔素子の製造方法であって、
前記切断工程において、前記金属箔は、レーザーアブレーション、ケミカルエッチング、またはプラズマエッチングにより切断される、

金属箔素子の製造方法。

[請求項5]

請求項 1 又は 2 に記載の金属箔素子の製造方法であって、

前記素子形成領域は、矩形における少なくとも 1 つの辺に切り欠きが設けられた形状であり、

前記余剰領域分断ラインは、前記切り欠きが設けられた部分とは異なる位置において、前記素子形成領域に接続されている、

金属箔素子の製造方法。

[請求項6]

請求項 1 又は 2 に記載の金属箔素子の製造方法であって、

前記余剰領域分断ラインは、

第 1 方向に沿って延びる X 本の直線上に位置する第 1 ラインと、

前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に沿って延びる Y 本の直線上に位置する第 2 ラインとを有しており、

$0.65 \leq X/Y \leq 1.5$ である、

金属箔素子の製造方法。

[請求項7]

請求項 1 又は 2 に記載の金属箔素子の製造方法であって、

前記金属箔は、熱伝導性材料を含有する接合用フィルム状材料との積層体として用意され、

前記切断工程において、前記積層体を切断することにより、前記金属箔が切断される、

金属箔素子の製造方法。

[請求項8]

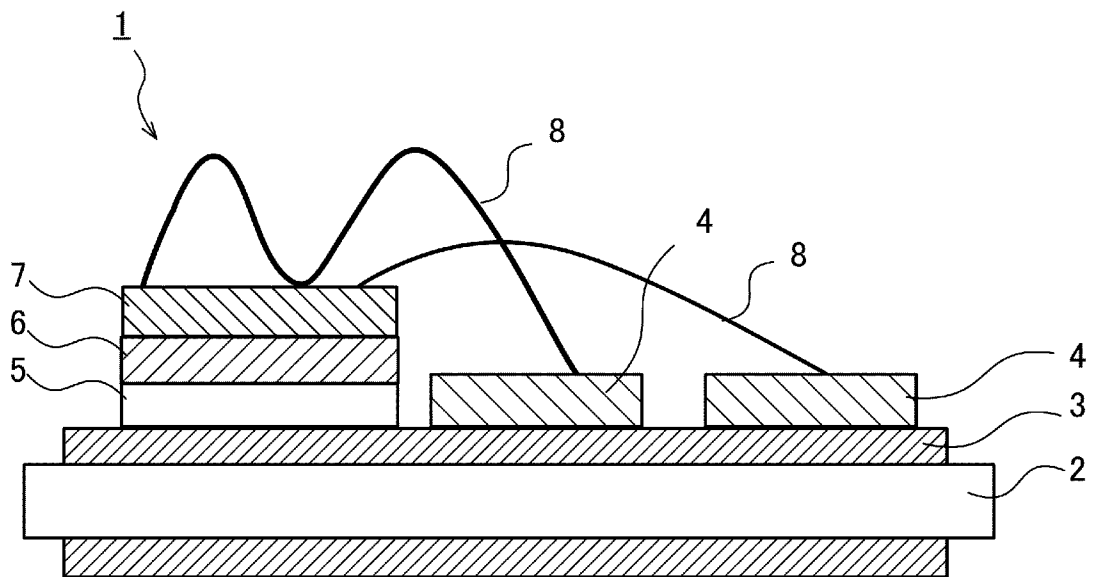
請求項 1 又は 2 に記載の金属箔素子の製造方法に従って、前記金属箔素子を製造する工程と、

パワー半導体素子に前記金属箔素子を接合させる工程と、

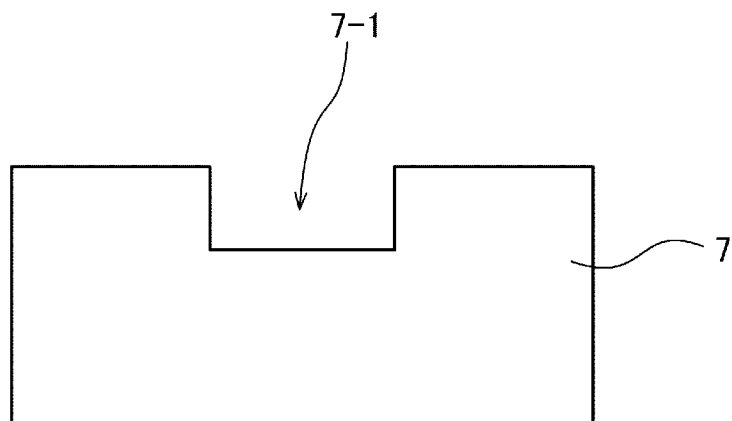
を含む、

パワー半導体装置の製造方法。

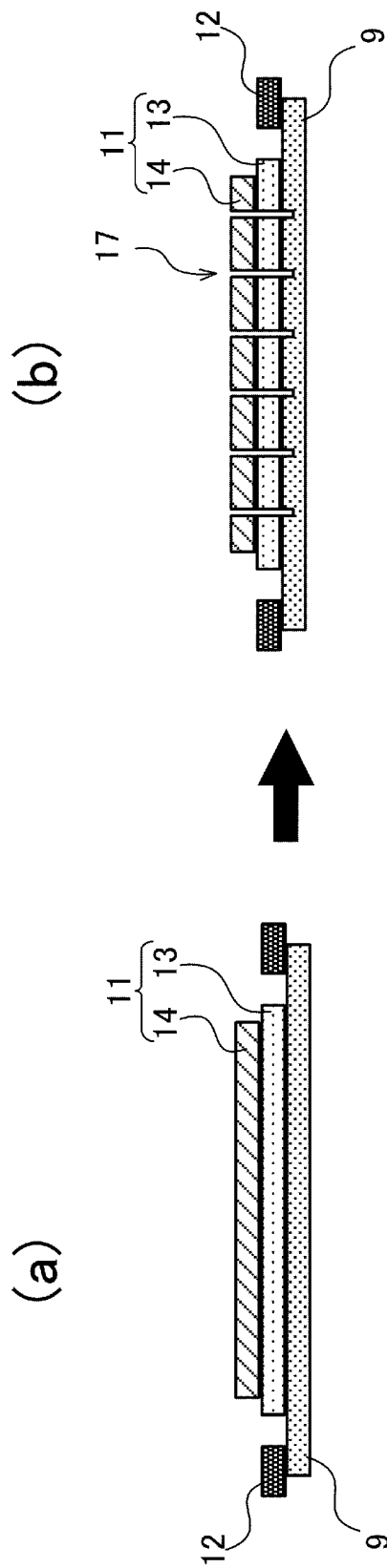
[図1]



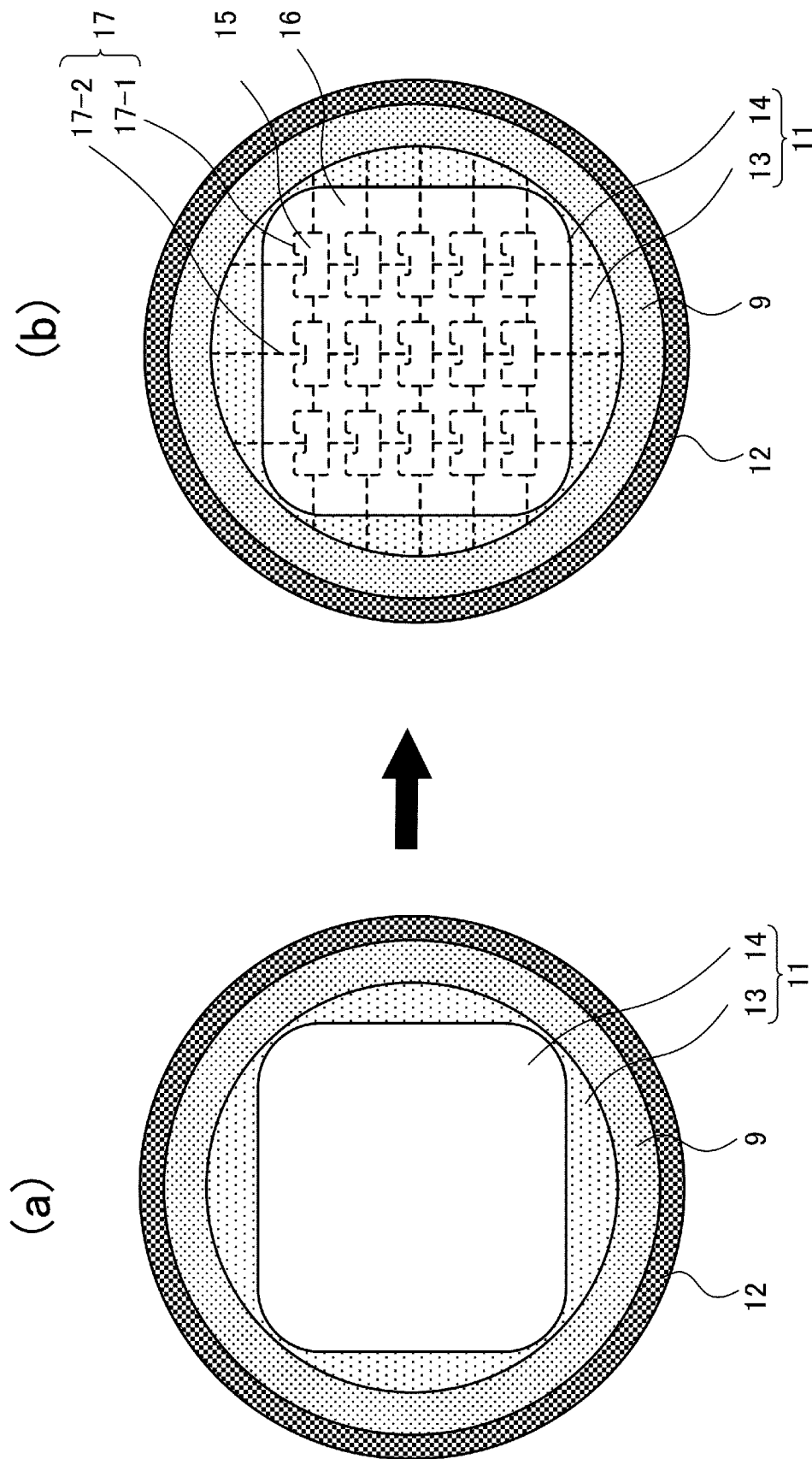
[図2]



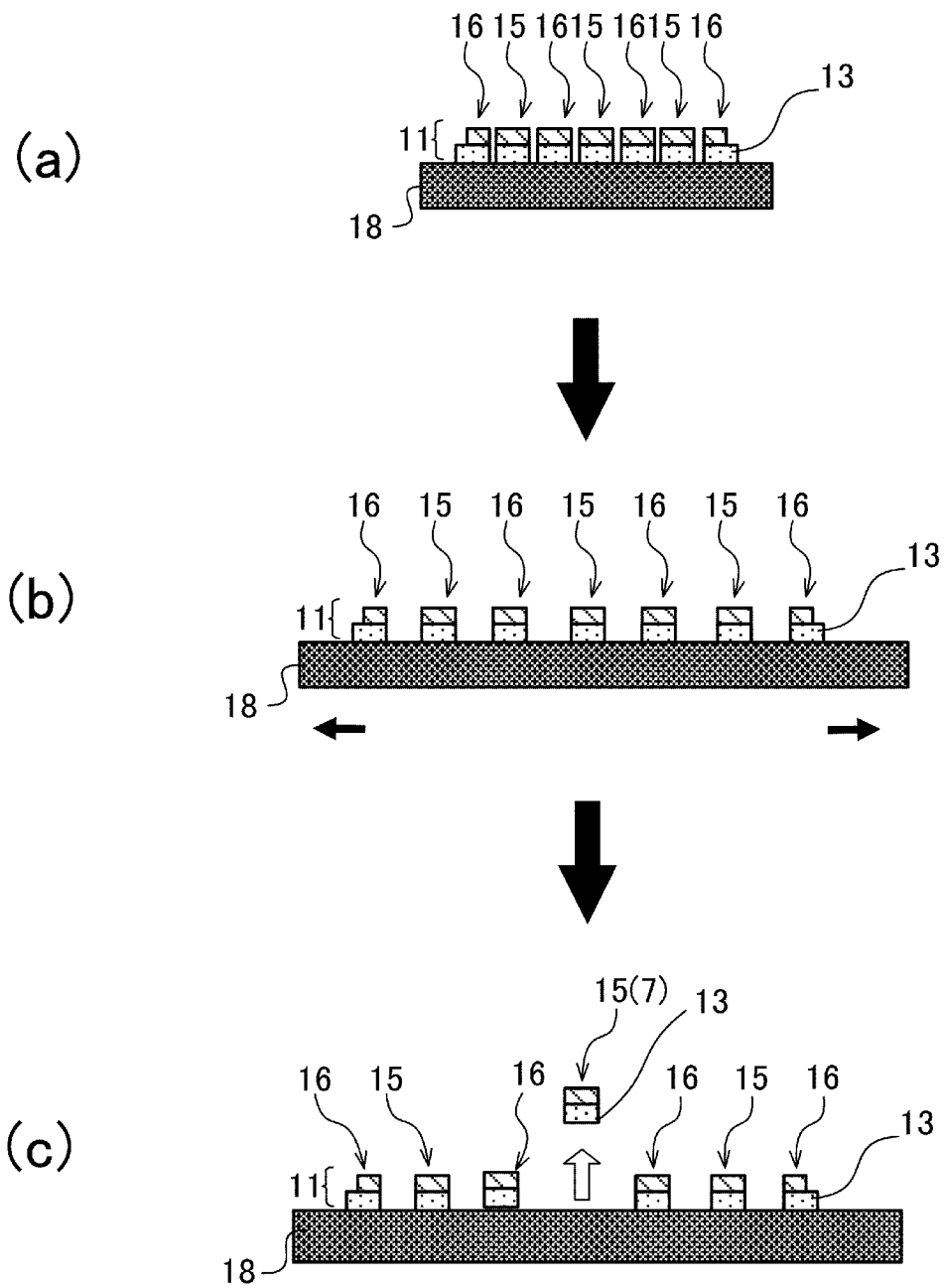
[図3]



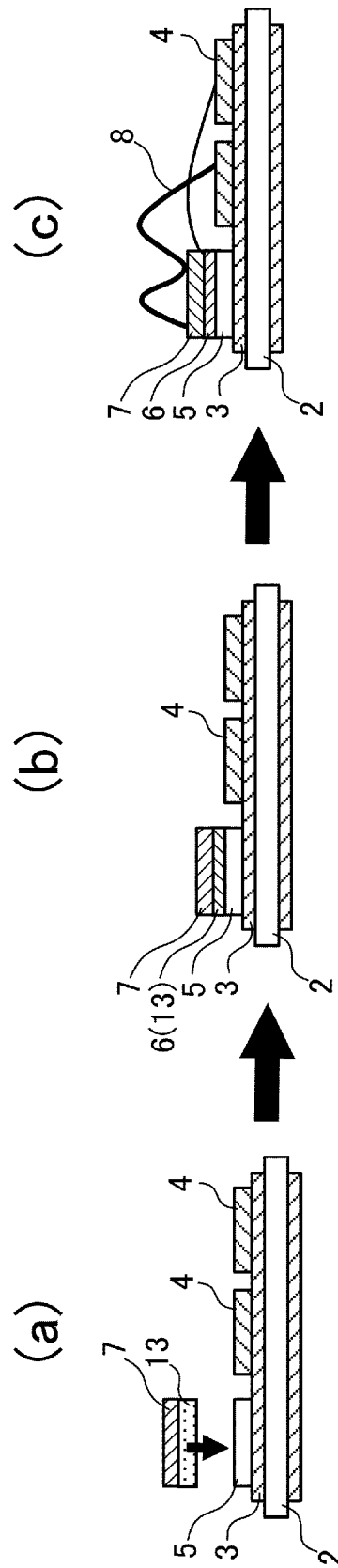
[図4]



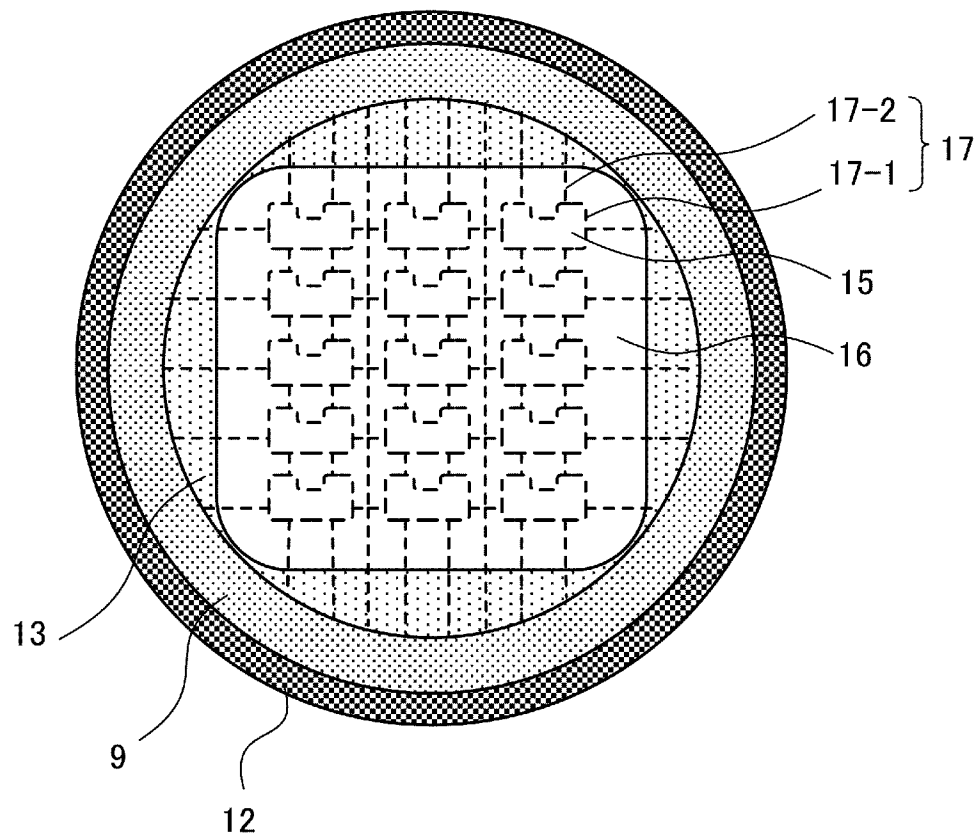
[図5]



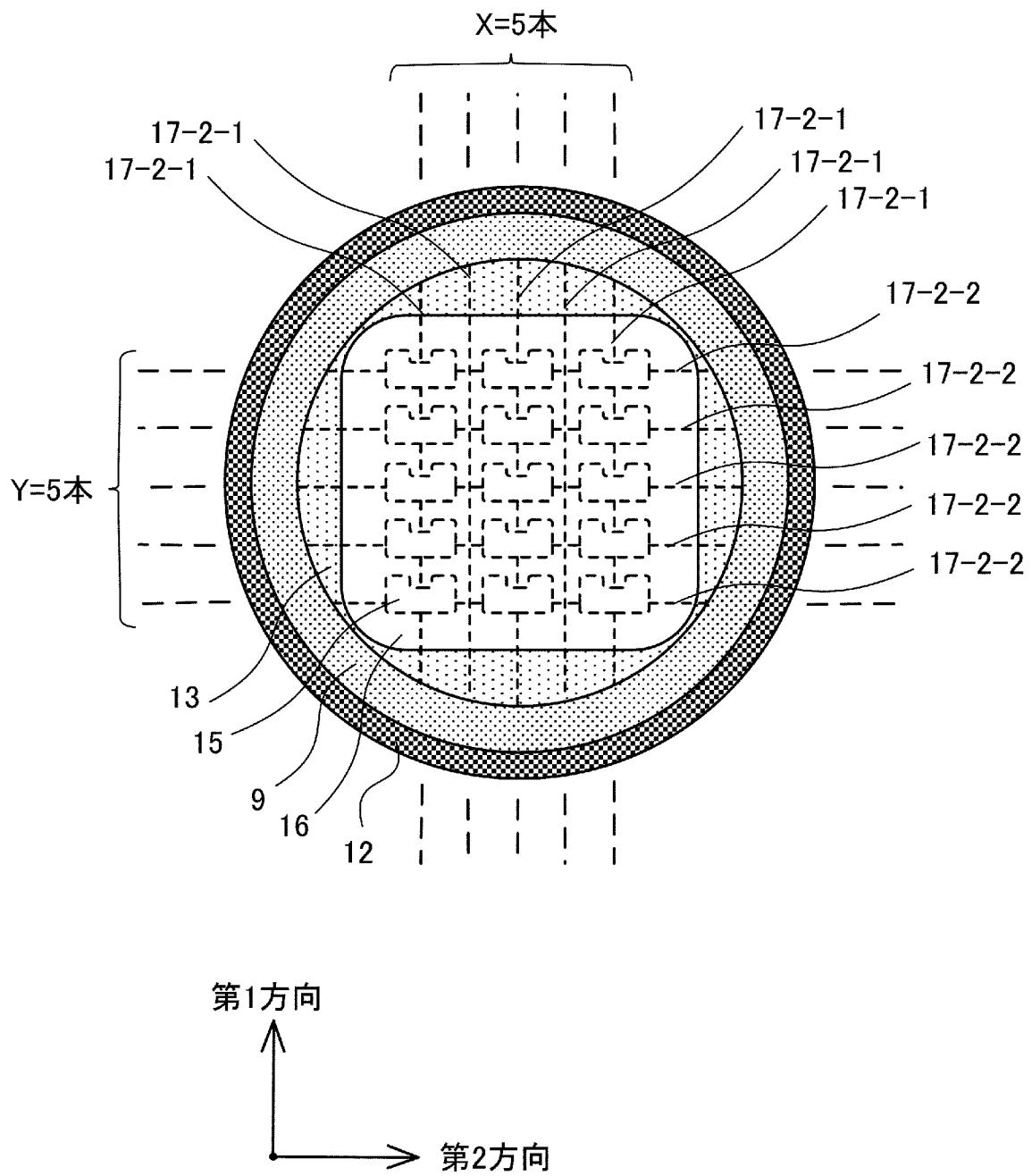
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/044239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/40**(2006.01)i

FI: H01L23/40 F

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)

H01L23/40

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.
A	JP 2017-041352 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) 23 February 2017 (2017-02-23) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-026398 A (DISCO CORPORATION) 15 February 2018 (2018-02-15) entire text, all drawings	1-8
A	US 2016/0379884 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 29 December 2016 (2016-12-29) entire text, all drawings	1-8
A	US 2012/0135195 A1 (GLAESEMAN, Gregory Scott) 31 May 2012 (2012-05-31) entire text, all drawings	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
 “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

13 February 2024

Date of mailing of the international search report

20 February 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/044239

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-041352	A	23 February 2017	(Family: none)	
JP	2018-026398	A	15 February 2018	(Family: none)	
US	2016/0379884	A1	29 December 2016	CN 106298464 A entire text, all drawings	
US	2012/0135195	A1	31 May 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01L 23/40(2006.01)i

FI: H01L23/40 F

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））

H01L23/40

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
A	JP 2017-041352 A（株式会社豊田自動織機）23.02.2017（2017 - 02 - 23） 全文，全文	1-8
A	JP 2018-026398 A（株式会社ディスコ）15.02.2018（2018 - 02 - 15） 全文，全文	1-8
A	US 2016/0379884 A1（INFINEON TECHNOLOGIES AG）29.12.2016（2016 - 12 - 29） 全文，全文	1-8
A	US 2012/0135195 A1（GLAESEMANN, Gregory Scott）31.05.2012（2012 - 05 - 31） 全文，全文	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

“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

13. 02. 2024

国際調査報告の発送日

20. 02. 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）

高橋 優斗 5F 5585

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2023/044239

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-041352	A	23.02.2017	(ファミリーなし)	
JP	2018-026398	A	15.02.2018	(ファミリーなし)	
US	2016/0379884	A1	29.12.2016	CN 106298464 A	
				全文, 全図	
US	2012/0135195	A1	31.05.2012	(ファミリーなし)	