

(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  
2018年2月8日(08.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/025362 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 20/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/072886

(22) 国際出願日:

2016年8月4日(04.08.2016)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 一瀬 明大 (ICHINOSE Akihiro); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東

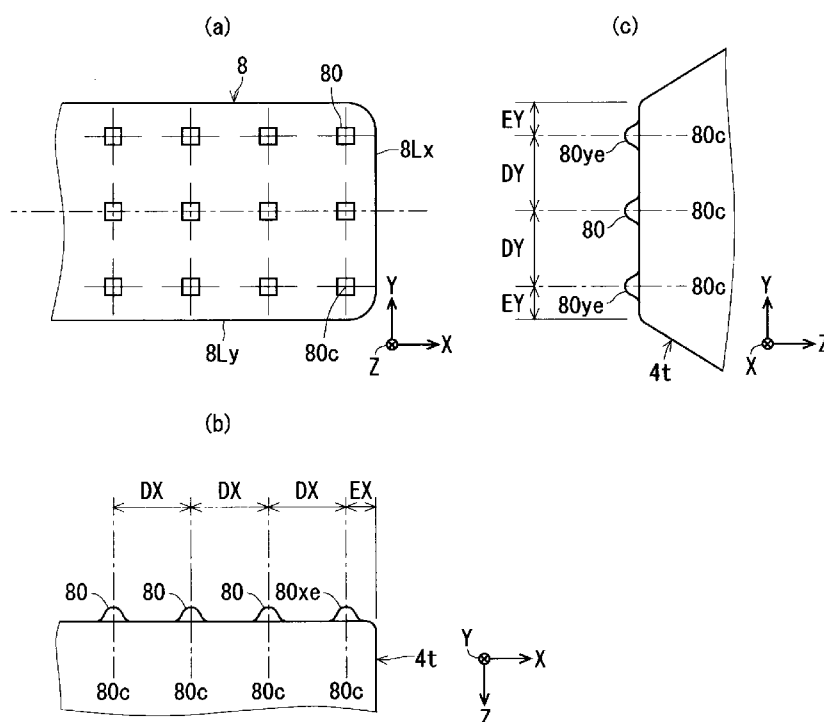
芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).  
山田 義人(YAMADA Yoshihito); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区域見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (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,

(54) Title: TOOL FOR ULTRASONIC BONDING AND DEVICE FOR ULTRASONIC BONDING

(54) 発明の名称: 超音波接合用ツール及び超音波接合装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a tool for ultrasonic bonding having a structure capable of keeping favorable bondability for a material to be bonded after ultrasonic vibration processing. A bonding tool (4), which is a tool for ultrasonic bonding according to the present invention, has a plurality of protrusions (80) in a protrusion region (8) at an abutment tip end portion (4t). The plurality of protrusions (80) are formed at equal longitudinal intervals (DX) in the X-direction, which is the longitudinal direction of the protrusion region (8), and an X-direction outermost

KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,  
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

protrusion (80xe) in the outermost position in the X-direction is arranged a longitudinal end side distance (EX) apart from the end side of the protrusion region (8) in the X direction. The plurality of protrusions (80) are arranged to satisfy a first arrangement condition  $\{0.349 \leq EX/DX \leq 0.510\}$ .

(57) 要約：本発明は、超音波振動処理後における被接合材の接合性を良好に保つことができる構造の超音波接合用ツールを提供することを目的とする。そして、本発明に係る超音波接合用ツールであるボンディングツール（4）は、当接先端部（4 t）における突出領域（8）に複数の突起部（8 0）を有している。複数の突起部（8 0）は、突出領域（8）の長手方向であるX方向に沿って長手方向間隔（DX）毎に均等に形成され、X方向において最外に位置するX方向最外突起部（8 0 x e）は、X方向における突出領域（8）の端辺から長手方向端辺距離（EX）を隔てて配置される。そして、複数の突起部（8 0）は、第1の配置条件  $\{0.349 \leq EX/DX \leq 0.510\}$  を満足するように配置される。

## 明 細 書

**発明の名称：**超音波接合用ツール及び超音波接合装置

### 技術分野

[0001] この発明は超音波接合用ツールに関し、特に、太陽電池などの製造に於いて、超音波振動を活用して電極線を接合する超音波接合装置に用いられる超音波接合用ツールに関する。

### 背景技術

[0002] 被接合材であるワークへ加圧（必要により加温）し超音波振動を伝達する先端金具として超音波接合用ツールがあり、超音波接合用チップ、超音波接合用ホーンとも呼ばれている。

[0003] 超音波接合用ツールの材料、構造や、超音波接合用ツールを用いた超音波接合装置に関する技術が、例えば、特許文献１～特許文献４に開示されている。これらの先行技術文献において、超音波接合用ツールに関し、被接合材に対する接合性の向上及び接合強度の向上、並びに低コスト化が図れる技術が示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００６－２３１４０２号公報

特許文献２：特開２００５－２９７０５５号公報

特許文献３：特開２００５－２５４３２３号公報

特許文献４：特開２００５－１７７８１２号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した超音波接合用ツールの先端部は超音波振動の印加時に被接合材に接する突出領を有し、この突出領域に複数の突起部が形成されるのが一般的であった。

[0006] 一方、被接合材に対する接合性、接合強度の向上、低コスト化の実現を図

るべく、被接合材に対し広範囲の接合領域を一回の超音波接合動作にて処理できるようにしたい要望があった。この要望を実現するためには、突出領域を広く形成する必要がある、突出領域を広くするに伴い複数の突起部の形成数（以下、「突起部形成数」と呼ぶ）が増加することになる。

[0007] しかしながら、複数の突起部における突起部形成数を多くし過ぎると、必然的に超音波接合後における被接合材の剥離強度にバラツキが生じてしまい、被接合材は良好な接合性を保てないという問題点があった。

[0008] 本発明では、上記のような問題点を解決し、突起部形成数を多くしても、超音波振動処理後における被接合材の接合性を良好に保つことができる構造の超音波接合用ツール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

[0009] この発明にかかる超音波接合用ツールは、基板の表面上に配置された被接合材に対し、上方から加圧するとともに超音波振動を印加して、前記基板の表面上に前記被接合材を接合する超音波振動接合装置に用いられる超音波接合用ツールであって、前記超音波接合用ツールの先端部には超音波振動の印加時に前記被接合材に接する突出領域が設けられ、前記突出領域は互いに分離形成された複数の凸部を有し、前記複数の凸部は第1の方向に沿って第1の間隔毎に均等に形成され、前記第1の方向は前記突出領域の長手方向であり、前記複数の凸部のうち、前記第1の方向において最外に位置する第1方向最外凸部は、前記第1の方向における前記突出領域の端部から第1方向端部距離を隔てて配置され、前記複数の凸部は、前記第1の間隔を $DX$ 、前記第1方向端部距離を $EX$ としたとき、第1の配置条件  $\{0.349 \leq EX/DX \leq 0.510\}$  を満足するように配置される。

### 発明の効果

[0010] この発明における超音波接合用ツールにおける突出領域は、第1の方向に沿って第1の間隔毎に均等に形成される複数の凸部を有し、複数の凸部は上述した第1の配置条件を満足して配置される。

[0011] このため、この発明における超音波接合用ツールを用いた超音波振動処理

時において、被接合材に与える荷重分布をバラツキの少ない良好な分布に設定することができるため、複数の突起の形成数である突起部形成数を多くしても、被接合材の剥離強度のバラツキを抑制し、被接合材の基板への良好な接合性を保つことができる効果を奏する。

[0012] この発明の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]太陽電池積層膜上に導電性を有するリード線が接合された状態を示す斜視図である。

[図2]実施の形態であるボンディングツールが用いられる加圧式の超音波接合装置の全体構成を示す説明図である。

[図3]実施の形態であるボンディングツールにおける先端把持部及び当接先端部の詳細を示す説明図である。

[図4]実施の形態のボンディングツールにおける突出領域の詳細を示す説明図である。

[図5]図4で示した突起部の構成例の詳細を示す説明図である。

[図6]超音波接合装置の制御系を模式的に示すブロック図である。

[図7]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第1の実験結果を示すグラフ（その1）である。

[図8]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第1の実験結果を示すグラフ（その2）である。

[図9]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第1の実験結果を示すグラフ（その3）である。

[図10]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第2の実験結果を示すグラフ（その1）である。

[図11]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第2の実験結果を示すグラフ（その2）である。

[図12]張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第2の実験結果を

示すグラフ（その３）である。

[図13]張り出し率HRが第１の配置条件を満足しない場合の第３の実験結果を示すグラフ（その１）である。

[図14]張り出し率HRが第１の配置条件を満足しない場合の第３の実験結果を示すグラフ（その２）である。

[図15]張り出し率HRが第１の配置条件を満足しない場合の第３の実験結果を示すグラフ（その３）である。

[図16]張り出し率HRが第１の配置条件を満足する場合の第４実験結果を示すグラフ（その１）である。

[図17]張り出し率HRが第１の配置条件を満足する場合の第４実験結果を示すグラフ（その２）である。

[図18]張り出し率HRが第１の配置条件を満足する場合の第４実験結果を示すグラフ（その３）である。

[図19]張り出し率HRが第１の配置条件を満足する場合の第４実験結果を示すグラフ（その４）である。

[図20]第１～第４の実験結果で用いた突出領域のNの値と、長手方向間隔DX及び長手方向端辺距離EXの実寸法を表形式で示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] <実施の形態>

（全体構成）

図１は基板テーブル１０上にガラス基板１１が配置され、ガラス基板１１の最上層である太陽電池薄膜１１ｇ上に導電性を有するリード線１２が接合された状態を示す斜視図である。図２はこの発明における実施の形態であるボンディングツール４が用いられる、加圧式の超音波接合装置１００の全体構成を示す説明図であり、超音波接合装置１００を斜め上方から見た斜視図である。なお、図１及び図２並びに以降に示す図３～図５にXYZ直交座標系を適宜示している。

[0015] 図１及び図２に示すように、超音波接合装置１００は、（電動）シリンダ

1、ボンディングツール4、振動ホーン部6、押さえ機構20、30及び基板テーブル10（図1参照）を備えている。そして、本実施の形態の超音波接合用ツールであるボンディングツール4は先端把持部4h及び当接先端部4tを有している。

[0016] シリンダ1はボンディングツール4に連結されており、シリンダ1の駆動力（押圧力）F1は、ボンディングツール4に伝達され、ボンディングツール4の駆動を制御することができる。具体的に、シリンダ1は、ボンディングツール4をZ軸方向に沿って移動させることができる。さらに、シリンダ1は、ボンディングツール4の当接先端部4tを介してリード線12に対して所定の圧力を印加することができる。なお、リード線12の構成材料として例えばアルミニウムが考えられる。

[0017] また、ボンディングツール4は、図示しないホルダーにより支持されており、当該ホルダー内部においてボンディングツール4は上下方向にガイドされている。ボンディングツール4における基板テーブル10側の先端部には当接先端部4tが配設されている。また、ボンディングツール4には、振動ホーン部6が接続されており、図1及び図2では図示しない超音波振動子17（図6参照）で発生した超音波振動UVは、振動ホーン部6を介してボンディングツール4に伝達される。すなわち、超音波振動子17及び振動ホーン部6は当接先端部4tから超音波振動が印加されるようにボンディングツール4を駆動する超音波伝達部として機能する。

[0018] なお、当接先端部4tは、ボンディングツール4の先端に形成され、超音波振動接合処理の際に、被接合材であるリード線12に当接される突出領域8を最先端領域に有している。

[0019] （当接先端部4tの突出領域8）

図3は本実施の形態であるボンディングツール4における先端把持部4h及び当接先端部4tの詳細を示す説明図である。同図において、(a)は正面図、(b)は側面図、(c)は底面図を示している。

[0020] 図3に示すように、先端把持部4hに当接先端部4tは結合され、当接先

端部 4 t の底部 4 t b の表面領域として形成される突出領域 8 は、図 3 (c) に示すように、X Y 平面において X 方向を長手方向とした矩形状に形成される。

[0021] 図 4 は実施の形態であるボンディングツール 4 における突出領域 8 の詳細を示す説明図である。同図において、(a) は底面図、(b) X 方向に沿った側面図、(c) は Y 方向に沿った側面図を示している。なお、図 4 (a) が図 3 (b) の突出領域 8 の着目領域 P 1 の詳細を示している。

[0022] 図 4 及び図 3 (c) に示すように、突出領域 8 上に X 方向（第 1 の方向）に沿って  $N$  ( $\geq 2$ ) 個、X 方向に直交する Y 方向（第 2 の方向）に沿って  $M$  ( $\geq 2$ ) 個の  $N \times M$  のマトリクス状に、互いに分離形成された複数の突起部 8 0 (凸部) を有している。図 4 で示す例では、 $M = 3$ 、 $N > 3$  の場合を示している。

[0023] そして、図 4 (b) に示すように、複数の突起部 8 0 のうち X 方向に沿って形成される 3 組の  $N$  個の突起部 8 0 はそれぞれ、X 方向に沿って長手方向間隔  $D_X$  (第 1 の間隔) 毎に均等に形成される。そして、3 組の  $N$  個の突起部 8 0 はそれぞれ、X 方向において最外に位置する X 方向最外突起部 8 0 x e (第 1 方向最外凸部) は、突出領域 8 の X 方向における端辺 8 L x (端部) から長手方向端辺距離  $E_X$  (第 1 方向端部距離) を隔てて配置される。

[0024] さらに、図 4 (c) に示すように、複数の突起部 8 0 のうち Y 方向に沿って形成される  $N$  組の 3 個の突起部 8 0 はそれぞれ、Y 方向に沿って短手方向間隔  $D_Y$  (第 2 の間隔) 毎に均等に形成される。そして、 $N$  組の 3 個の突起部 8 0 はそれぞれ、Y 方向において最外に位置する Y 方向最外突起部 8 0 y e (第 2 方向最外凸部) は、突出領域 8 の Y 方向における端辺 8 L y (端部) から短手方向端辺距離  $E_Y$  (第 2 方向端部距離) を隔てて配置される。

[0025] なお、長手方向間隔  $D_X$ 、長手方向端辺距離  $E_X$ 、短手方向間隔  $D_Y$  及び短手方向端辺距離  $E_Y$  は、図 4 に示すように突起部 8 0 の中心位置 8 0 c を基準として設定される。

[0026] さらに、複数の突起部 8 0 は、以下の(1)で示す第 1 の配置条件と、以下の

(2)で示す第2の配置条件とを共に満足する。

[0027] (1) 第1の配置条件  $\{0.349 \leq EX/DX \leq 0.510\}$

(2) 第2の配置条件  $\{0.349 \leq EY/DY \leq 0.510\}$

[0028] なお、上述した第1及び第2の配置条件は理想基準STを「0.425」としている。そして、「0.349」は理想基準ST「0.425」に対する下限 ( $0.425 - 0.425 \times 0.18$ ) を意味し、「0.510」は理想基準ST「0.425」に対する上限 ( $0.425 + 0.425 \times 0.02$ ) を意味する。

[0029] すなわち、張り出し率HR ( $EX/DX$ あるいは $EY/DY$ ) は理想基準STを中心に下限を「-18%」、上限を「+20%」として張り出し率HRの許容範囲を設定している。

[0030] 図5は突起部80の構成例の詳細を示す説明図である。同図(a)は上面図、同図(b)は側面図を示している。

[0031] 同図に示すように、突起部80の底部は平面視して一辺が装着面寸法 $d_2$ の正形状を呈しており、中段部も平面視して一辺が先端面寸法 $d_1$  ( $< d_2$ ) 正形状を呈している。そして、突起部80は-Z方向に向けて形成高さ $h_1$ を有しており、底部から中段部にかけて側面部曲率 $k_2$ を有し、中段部から頂部にかけて先端部曲率 $k_1$ を有している。

[0032] 具体的な寸法としては、例えば、先端面寸法 $d_1$ が0.22mm、装着面寸法 $d_2$ が0.47mm、形成高さ $h_1$ が0.2mm、先端部曲率 $k_1$ が0.075 (1/mm)、側面部曲率 $k_2$  (1/mm) が0.125の寸法設定が考えられる。

[0033] また、本実施の形態の超音波接合装置100は、ボンディングツール4に連結されたシリンダ1の両側面(X方向側の面)が接合板25及び35を介して押さえ機構20及び30(のシリンダ21及び31)と連結されることにより、ボンディングツール4と押さえ機構20及び30とが一体的に構成される。

[0034] 押さえ機構20(第1の押さえ機構)は(電動)シリンダ21、押さえ部

材 2 2 及び押さえローラ 2 3 により構成され、押さえローラ 2 3（第 1 の押さえローラ）は押さえ部材 2 2 の回転軸 2 2 j を中心とした回転動作が可能である。同様に、押さえ機構 3 0（第 2 の押さえ機構）は（電動）シリンダ 3 1、押さえ部材 3 2 及び押さえローラ 3 3 により構成され、押さえローラ 3 3（第 2 の押さえローラ）は押さえ部材 3 2 の回転軸 3 2 j を中心とした回転動作が可能である。

[0035] 押さえ部材 2 2 及び 3 2 はシリンダ 2 1 及び 3 1 に連結されている。このため、シリンダ 2 1 からの駆動力（押圧力）F 2 2 は押さえ部材 2 2 を介して押さえローラ 2 3 に伝達され、押さえローラ 2 3 を Z 軸方向（-Z 方向）に移動させることができる。さらに、シリンダ 2 1 は、押さえローラ 2 3 を介してリード線 1 2 に対して所定の圧力を印加することができる。同様に、シリンダ 3 1 からの駆動力（押圧力）F 3 2 は押さえ部材 3 2 を介して押さえローラ 3 3 に伝達され、押さえローラ 3 3 を Z 軸方向（-Z 方向）に移動させることができ、さらに、シリンダ 3 1 は、押さえローラ 3 3 を介してリード線 1 2 に対して所定の圧力を印加することができる。

[0036] なお、押さえローラ 2 3 及び 3 3 は、例えば、ゴムなどの弾性体で構成されており、押さえローラ 2 3 及び 3 3 によるリード線 1 2 の押圧により、リード線 1 2 にダメージを与えることを防止している。

[0037] さらに、ボンディングツール 4 と押さえ機構 2 0 及び 3 0 等が一体化してなる超音波接合装置 1 0 0 には図示しない駆動部が連結されており、超音波接合装置 1 0 0 を装置操作方向 D R 1 0 0 に沿って移動させる移動処理が実行可能である。

[0038] （ガラス基板）

図 1 に示すように、基板テーブル 1 0 上には、表面に太陽電池薄膜 1 1 g が形成されたガラス基板 1 1 が設置され、ガラス基板 1 1 の太陽電池薄膜 1 1 g 上に X 方向に沿ってリード線 1 2 が設けられる。すなわち、リード線 1 2 の形成長方向が X 方向（第 1 の方向）となり、形成幅方向が Y 方向（第 2 の方向）となる。

[0039] また、図示は省略しているが、基板テーブル 10 上面には、少なくとも一つ以上の穴が穿設されており、当該穴を介した真空吸着により、ガラス基板 11 は基板テーブル 10 に固定される。

[0040] 超音波振動処理の実行時には、（ガラス基板 11 の）太陽電池薄膜 11g 上に導電性を有するリード線 12 が X 方向に沿って配置された状態となる。この状態で、シリンダ 1 からの駆動力 F1 により、ボンディングツール 4 は基板テーブル 10 側に向かう所定の圧力をリード線 12 に加えながら、超音波振動子で発生し振動ホーン部 6 を介して得られる超音波振動 UV が、ボンディングツール 4 における当接先端部 4t の突出領域 8 からリード線 12 の超音波接合ポイント 12p 上に印加されることにより、リード線 12 をガラス基板 11 の太陽電池薄膜 11g に接合する超音波振動処理が実行される。

[0041] （超音波振動処理）

以下、図 1 及び図 2 を参照して、本実施の形態の超音波接合装置 100 を用いた、加圧式の超音波振動処理の動作内容について説明する。

[0042] まず、基板テーブル 10 上に、太陽電池薄膜 11g が表面に形成された薄厚のガラス基板 11 を設置する。そして、基板テーブル 10 に設けられた穴（図示せず）を介した真空吸着により、ガラス基板 11 を基板テーブル 10 に固定させる。

[0043] 次に、図示を省略しているリールには、導電性を有する薄膜のリード線 12 が旋回されている。当該リールからリード線 12 を引き出し、当該引き出したリード線 12 を X 方向に沿って太陽電池薄膜 11g 上の所定の箇所に配置する。

[0044] 次に、シリンダ 21 及び 31 の押圧力 F22 及び F32 により、押さえ機構 20 及び 30 の押さえローラ 23 及び 33 がリード線 12 に対して押圧（基板テーブル 10 側に押圧）する押圧処理を実行する。

[0045] そして、押さえローラ 23 及び 33 によってリード線 12 を押圧している状態で、シリンダ 1 の駆動力 F1 により、リード線 12 に向けてボンディングツール 4 を下降させる。さらに、ボンディングツール 4 の当接先端部 4t

の突出領域 8、すなわち、複数の突起部 80 がリード線 12 に当接すると、シリンダ 1 の駆動力 F1 により、当該リード線 12 に対して基板テーブル 10 側に所定の圧力を加える。

[0046] 上述したように、押さえ機構 20 及び 30 の押圧処理によってリード線 12 を押さえローラ 23 及び 33 により押圧し、ボンディングツール 4 がリード線 12 に所定の圧力を印加している状態にした後、超音波振動子 17 に超音波振動 UV を発生させる。当該発生した超音波振動 UV は、振動ホーン部 6 を介して、ボンディングツール 4 に伝達される。そして、ボンディングツール 4 の当接先端部 4t の突出領域 8 は、所定の振動数（例えば 20～40 kHz）・振幅（10  $\mu$ m 以下で、例えばガラス基板 11 に対する損傷防止の観点から 4, 5  $\mu$ m 程度）の超音波振動 UV を行う。

[0047] このように、ガラス基板 11 の太陽電池薄膜 11g 上にリード線 12 を配置した状態で、基板テーブル 10 側に所定の圧力を加えながら、振動ホーン部 6 及び超音波振動子を有する超音波伝達部によって、複数の突起部 80 を有する突出領域 8 からリード線 12 上の超音波接合ポイント 12p（印加部）に超音波振動が印加されるように、超音波接合用ツールであるボンディングツール 4 を駆動する。

[0048] ここで、超音波振動 UV の振動方向は、例えば X 軸方向に平行な方向（つまり、リード線 12 の延設方向）、あるいは Y 軸に平行な方向（つまり、リード線 12 の幅方向）が考えられるが、Y 軸に平行な方向が望ましい。このように、ボンディングツール 4 を用いた超音波振動処理を行うことにより、超音波振動 UV は当接先端部 4t の突出領域 8 を介してリード線 12 の超音波接合ポイント 12p に印加される。

[0049] 上述したように、リード線 12 を押さえローラ 23 及び 33 により押圧しながら、リード線 12 に対しボンディングツール 4 を用いた加圧式の超音波振動処理を実行することにより、リード線 12 がガラス基板 11 に接合される。

[0050] 押さえ機構 20 及び 30 の押圧処理は、押さえローラ 23 及び 33 による

リード線 12 に対する圧力が薄厚のガラス基板 11 に損傷を与えない程度の大きさで実行され、ガラス基板 11（特に太陽電池薄膜 11g）の材質や厚さにもよるが、例えば 10kg 程度の圧力に設定される。なお、押さえ機構 20 及び 30 の押さえローラ 23 及び 33 は、リード線 12 にのみ当接され、押圧の際にガラス基板 11（太陽電池薄膜 11g）には接することはない。

[0051] 超音波接合装置 100 は、押さえ機構 20 及び 30 の押さえローラ 23 及び 33 の押圧処理によりリード線 12 の超音波接合ポイント 12p の両脇を押圧しながら、ボンディングツール 4 によって上述した超音波振動処理を実行している。

[0052] また、押さえローラ 23 及び 33 によりリード線 12 を押圧することにより、ガラス基板 11 を基板テーブル 10 に対して押圧することにもなる。したがって、基板テーブル 10 に対するガラス基板 11 の固定がより強固なものとなり、リード線 12 に対する加圧式の超音波振動処理を施す際に、ガラス基板 11 が基板テーブル 10 に対して移動することを防止できる。

[0053] このように、ガラス基板 11 の固定が強固となると、ボンディングツール 4 による超音波振動処理の実行時に、リード線 12 のみを超音波振動させることができる。つまり、ボンディングツール 4 による超音波振動エネルギーを、ガラス基板 11 とリード線 12 との接触部における摩擦エネルギーに効率良く変換できる。したがって、超音波振動によるリード線 12 とガラス基板 11 との接合を、より短時間でより効率良く行うことが可能となる。

[0054] 一方、超音波振動処理時には、押さえローラ 23 及び 33 と超音波接合ポイント 12p との間には必ず隙間が存在するため、リード線 12 において、この隙間の形成領域（以下、「リード線隙間形成領域」と称す）内において、リード線 12 にリード線浮き（撓み）が生じる可能性がある。また、超音波接合ポイント 12p の間隔を比較的広く設定した場合、隣接する超音波接合ポイント 12p、12p 間に形成されるリード線 12 上の領域である接合ポイント間形成領域内においてリード線 12 にリード線浮きが生じる可能性

がある。

[0055] 次に、超音波接合装置 100 は、超音波振動処理の非実行時に行う押さえ機構 20 及び 30 の移動処理を実行する。

[0056] シリンダ 1 からの駆動力 F 1 により、ボンディングツール 4 を Z 軸方向（+Z 方向）に移動させ、基板テーブル 10 側から浮いた状態にする。すなわち、超音波接合装置 100 は、リード線 12 をガラス基板 11 に対して接合する超音波振動処理の実行後は、シリンダ 1 の駆動力 F 1 によりボンディングツール 4 を上方向に移動させ、リード線 12 との接触状態を解放する。

[0057] 一方、押さえ機構 20 及び 30 の押さえローラ 23 及び 33 によるリード線 12 に対する圧力は、薄厚のガラス基板 11 に損傷を与えない程度でかつ、リード線 12 上で回転軸 22 j 及び 32 j を中心とした押さえローラ 23 及び 33 による回転動作を実行させ、リード線 12 を押圧しつつボンディングツール 4 と共にリード線 12 上を押さえ機構 20 及び 30 の移動が可能な状態に設定される。

[0058] 上記状態で、超音波接合装置 100 に連結された図示しない駆動部により、超音波接合装置 100 を装置操作方向 DR 100 に沿って移動させる移動処理を実行する。なお、駆動部を設けることなく、ガラス基板 11 を真空吸着固定している基板テーブル 10 を装置操作方向 DR 100 に沿って移動させることにより、基板テーブル 10 との関係において相対的に超音波接合装置 100 による装置操作方向 DR 100 に沿った移動処理を実行するようにしても良い。

[0059] すなわち、押さえローラ 23 及び 33 による回転動作によって装置操作方向 DR 100 に沿って、押さえローラ 23 及び 33 がリード線 12 上を移動することによる、超音波接合装置 100 の移動処理を実行する。そして、超音波振動を印加する次の超音波接合ポイント 12 p の上方にボンディングツール 4 の当接先端部 4 t が位置する状態で移動処理を停止する。

[0060] その結果、移動処理中に、押さえローラ 23 及び 33 のうちの一方の押さえローラが必ず上述したリード線 12 の上記リード線隙間形成領域上を押圧

しながら移動することになる。このため、仮に、上述した超音波振動処理の実行時にリード線 1 2 の上記リード線隙間形成領域にリード線浮きが生じた場合でも、上記一方の押さえローラによる押圧によって上記リード線浮きを確実に解消することができる。同様にして、上記接合ポイント間形成領域にリード浮きが生じた場合にも、当該リード浮きを確実に解消することができる。

[0061] このように、本実施の形態の超音波接合装置 1 0 0 の押さえ機構 2 0 及び 3 0（第 1 及び第 2 の押さえ機構）は、ボンディングツール 4 による超音波振動処理の実行後において、リード線 1 2 を押圧しつつ押さえローラ 2 3 及び 3 3 がリード線 1 2（直近の超音波振動処理の実行時におけるリード線隙間形成領域を含む）上を移動する移動処理を実行している。

[0062] このため、超音波接合装置 1 0 0 の移動処理時に、押さえローラ 2 3 及び 3 3（第 1 及び第 2 の押さえローラ）のうち少なくとも一方の押さえローラにより上記リード線隙間形成領域及び上記接合ポイント間形成領域上を押圧することができる。その結果、超音波接合装置 1 0 0 の移動処理時に、リード線 1 2 に生じるリード線浮きを確実に解消し、リード線 1 2 をガラス基板 1 1 上に精度良く接合することができる効果を奏する。

[0063] （制御部）

図 6 は超音波接合装置 1 0 0 の制御系を模式的に示すブロック図である。同図に示すように、超音波接合装置 1 0 0 は制御部 1 5 をさらに有しており、制御部 1 5 において、シリンダ 1、2 1 及び 3 1、駆動部 1 6 並びに超音波振動子 1 7 の駆動を制御している。なお、駆動部 1 6 は超音波接合装置 1 0 0 全体を装置操作方向 D R 1 0 0 方向に移動させる移動処理を実行し、超音波振動子 1 7 は振動ホーン部 6 を介してボンディングツール 4 に超音波振動 U V を与える超音波振動処理を実行する。

[0064] 制御部 1 5 は、シリンダ 2 1 及び 3 1 の駆動を制御することにより、押さえローラ 2 3 及び 3 3 の押圧力 F 2 2 及び F 3 2 を可変に制御できると共に、駆動部 1 6 を制御することにより超音波接合装置 1 0 0 の装置

操作方向D R 1 0 0に沿った移動処理を制御することができる。

[0065] さらに、制御部15は、シリンダ1を駆動制御してボンディングツール4へのZ軸方向に沿った駆動力F1を制御し、超音波振動子17を制御してボンディングツール4の超音波振動処理を制御することができる。したがって、制御部15は、例えば、ユーザからの指示に応じて、ボンディングツール4による超音波振動接合処理の条件（振動数、振幅、加圧力）を可変に制御することができる。

[0066] 一方、ガラス基板11の材質及び厚さ、太陽電池薄膜11gの材質及び厚さ、並びに超音波振動接合処理の条件に応じて、押さえ機構20及び30によるガラス基板11に対する押圧力を変える必要がある。そこで、制御部15は、ユーザからの指示に応じて、シリンダ21及び31を介した押さえ機構20及び30による押圧力F22及びF32を可変に制御する。具体的には、制御部15に、各情報（ガラス基板11自体及び太陽電池薄膜11gを構成する各膜の材質及び厚さ、並びに超音波振動接合処理の条件等）が入力された場合に、予め設定されている情報テーブルと上記各情報とから決定される押圧力により、押さえ機構20及び30の押圧力F22及びF32を制御することができる。ここで、当該情報テーブルには、上記各情報に対して一義的に押圧力が規定されている。

[0067] 上述したように、制御部15の制御により押さえ機構20及び30のシリンダ21及び31を駆動することにより、超音波振動処理の実行時及び実行後それぞれにおいて、超音波振動接合処理の条件に応じて、押さえローラ23及び33の押圧力F22及びF32を適宜制御することができる。

[0068] このように、制御部15による制御によって、押さえ機構20及び30による押圧力F22及びF32並びにボンディングツール4による超音波振動接合処理の条件等を可変に制御する。したがって、ガラス基板11及び太陽電池薄膜11gの厚さ・素材等に応じて、押さえ機構20及び30による押圧力F22及びF32、駆動部16の駆動内容、並びにボンディングツール4（シリンダ1，超音波振動子17）による超音波振動接合処理の条件を、

適宜変更することができる。

[0069] その結果、本実施の形態の超音波接合装置 100 は、ガラス基板 11（太陽電池薄膜 11g を含む）に影響を与えることなく、リード線 12 における上記リード線浮きの発生可能性を確実に解消しつつ、リード線 12 をガラス基板 11 上に接合するように、押圧力  $F_{22}$  及び  $F_{32}$ 、駆動部 16 の駆動内容並びに超音波振動接合処理の条件を、適切に変更することができる。

[0070] なお、上記効果は、制御部 15 により少なくとも押さえ機構 20 及び 30 による押圧力  $F_{22}$  及び  $F_{32}$  を制御することにより得ることができる。

[0071] （本実施の形態の効果）

（第 1 の実験結果）

図 7～図 9 は張り出し率  $HR$  が第 1 の配置条件を満足する場合の第 1 の実験結果（シミュレーション結果）を示すグラフであり、具体的には、 $EX/DX$  を張り出し率  $HR$  として、 $N=17$  の場合の 17 個の突起部 80 の荷重分布を示すグラフ（その 1～その 3）である。図 7 は張り出し率  $HR$  が理想基準  $ST$  の「0.425」の場合、図 8 は張り出し率  $HR$  が理想基準  $ST$  の上限値である「0.510」の場合、図 9 は張り出し率  $HR$  が理想基準  $ST$  の下限値である「0.349」の場合を示している。

[0072] 図 7～図 9 それぞれにおいて、横軸は 17 個の突起部 80 の  $X$  方向における形成位置  $R_0 \sim R_{16}$  を示しており、形成位置  $R_0$  及び  $R_{16}$  がそれぞれ  $X$  方向最外突起部  $80 \times e$  の位置を示している。縦軸は荷重度合を示しており、縦軸において基準荷重を“1”とし、基準荷重に対する相対比を示している。

[0073] 発明者らは基準荷重から  $\pm 10\%$ 、すなわち、形成位置  $R_0 \sim R_{16}$  における 17 個の突起部 80 の超音波振動処理時におけるリード線 12 に対する荷重分布が  $\{0.90 \sim 1.10\}$  を満足すれば、リード線 12 の剥離強度のバラツキを許容範囲内に抑制でき、超音波振動処理後の超音波接合ポイント 12p において、被接合材であるリード線 12 の太陽電池薄膜 11g への接合性を良好に保つことができていると判断している。

[0074] 図7の荷重分布線L1に示すように、張り出し率HRが理想基準STである場合、基準荷重から最も離れている形成位置R1、形成位置R15の荷重においても、「0.950」に収まるため、超音波振動処理後の超音波接合ポイント12pにおいて、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を保つことができる。

[0075] 図8の荷重分布線L2に示すように、張り出し率HRが理想基準STの上限である場合、基準荷重から最も離れている形成位置R0、形成位置R16の荷重においても、「1.100」を少し下回るため、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を保つことができる。また、形成位置R0及びR16の荷重が「1.100」に近い値であることから、張り出し率HRが上限値「0.510」を超えると、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性が保てない恐れがあることも併せて推測することができる。

[0076] 図9の荷重分布線L3に示すように、張り出し率HRが理想基準STの下限である場合、基準荷重から最も離れている形成位置R0、形成位置R16の荷重においても、「0.9」となるため、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を保つことができる。また、形成位置R0及びR16の荷重がほぼ「0.9」の値であることから、張り出し率HRが下限値「0.349」を下回ると、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性が保てない恐れがあることも併せて推測することができる。

[0077] このように、本実施の形態のボンディングツール4における突出領域8の長手方向であるX方向（第1の方向）に沿って長手方向間隔DX（第1の間隔）毎に均等に形成されるN個の突起部80はそれぞれ、長手方向間隔DX及び長手方向端辺距離EX（第1方向端部距離）により規定される上述した第1の配置条件を満足して配置される。

[0078] このため、図7～図9で示した第1の実験結果に示すように、本実施の形態のボンディングツール4を用いた超音波接合装置100による超音波振動処理時において、リード線12の超音波接合ポイント12pに与える荷重分

布をバラツキの少ない良好な分布に抑えることができる。その結果、本実施の形態のボンディングツール4を有する超音波接合装置100は、ボンディングツール4の突出領域8に形成される複数の突起部80の形成数である突起部形成数を多くしても、リード線12の剥離強度のバラツキを抑制し、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を保つことができる効果を奏する。

[0079] なお、第1の実験結果では、張り出し率HRとしてEX/DXの場合を示した。リード線12の太陽電池薄膜11gへの接合性に影響を与えるのは、突起部80の形成数が多い( $N > M$ )、突出領域8の長手方向(リード線12の形成方向)であるX方向におけるリード線12の剥離強度のバラツキである。したがって、X方向における張り出し率HR(EX/DX)が上記第1の配置条件を満足すれば、基本的にリード線12の剥離強度のバラツキを許容範囲に抑えることができる。

[0080] なお、本実施の形態のボンディングツール4における突出領域8は、上記第1の配置条件に加え、張り出し率HRがEY/DYの場合における上記第2の配置条件を満足している。このため、第1の実験結果から、X方向に加え、突出領域8の短手方向であるY方向においても、リード線12の剥離強度のバラツキを確実に許容範囲に抑えることにより、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を確実に保つことができる効果を奏する。

[0081] (第2の実験結果)

図10～図12は張り出し率HRが第1の配置条件を満足する場合の第2の実験結果(シミュレーション結果)を示すグラフであり、具体的には、EX/DXを張り出し率HRとして、張り出し率HRが理想基準STの「0.425」の場合の突起部80の荷重分布を示すグラフ(その1～その3)である。ただし、第2の実験結果では、X方向に沿って配置される個数であるNを変化させ、図10は $N = 17$ の場合、図11は $N = 7$ の場合、図12は $N = 75$ の場合を示している。

[0082] 図10において、横軸は17個の突起部80の形成位置R0～R16を示

しており、形成位置 R 0 及び R 1 6 がそれぞれ X 方向最外突起部 8 0 x e の位置を示している。

[0083] 図 1 1 において、横軸は 7 個の突起部 8 0 の形成位置 R 0 ~ R 6 を示しており、形成位置 R 0 及び R 6 がそれぞれ X 方向最外突起部 8 0 x e の位置を示している。

[0084] 図 1 2 において、横軸は 7 5 個の突起部 8 0 の形成位置 R 0 ~ R 7 4 を示しており、形成位置 R 0 及び R 7 4 がそれぞれ X 方向最外突起部 8 0 x e の位置を示している。なお、縦軸は、図 7 ~ 図 9 で示した第 1 の実験結果と同様である。

[0085] 図 1 0 の荷重分布線 L 4 に示すように、 $N = 17$  で張り出し率 HR が理想基準 ST である場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 1、形成位置 R 1 5 においても、「0. 9 5 0」を少し上回るため、超音波振動処理後の超音波接合ポイント 1 2 p において、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0086] 図 1 1 の荷重分布線 L 5 に示すように、 $N = 7$  で張り出し率 HR が理想基準 ST ある場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 1、形成位置 R 5 の荷重においても、「0. 9 5 0」を少し上回るため、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0087] 図 1 2 の荷重分布線 L 6 に示すように、 $N = 75$  で張り出し率 HR が理想基準 ST である場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 1、形成位置 R 7 3 の荷重においても「0. 9 5 0」の荷重を少し上回るため、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0088] このように、本実施の形態のボンディングツール 4 における突出領域 8 の長手方向である X 方向に沿って形成される N 個の突起部 8 0 は上述した第 1 の配置条件を満足することにより、X 方向における形成個数 N に関係無く、リード線 1 2 の剥離強度のバラツキを許容範囲に抑制し、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる効果を奏する。

[0089] また、本実施の形態のボンディングツール 4 における突出領域 8 は、張り

出し率HRが $EY/DY$ の場合においても、上記第2の配置条件を満足している。このため、第2の実験結果から、Y方向においても、Y方向における形成個数Mに関係なく、リード線12の剥離強度のバラツキを確実に許容範囲に抑えることにより、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を確実に保つことができる効果が期待できる。

[0090] (第3の実験結果)

図13～図15は張り出し率HRが第1の配置条件を満足しない場合の第3の実験結果（シミュレーション結果）を示すグラフであり、具体的には、 $EX/DX$ を張り出し率HRとして突起部80の荷重分布を示すグラフ（その1～その3）である。図13は $N=7$ の場合、図14は $N=17$ の場合、図15は $N=50$ の場合を示している。

[0091] 図13において、横軸は7個の突起部80の形成位置 $R_0 \sim R_6$ を示しており、形成位置 $R_0$ 及び $R_6$ がそれぞれX方向最外突起部 $80 \times e$ の位置を示している。

[0092] 図14において、横軸は17個の突起部80の形成位置 $R_0 \sim R_{16}$ を示しており、形成位置 $R_0$ 及び $R_{16}$ がそれぞれX方向最外突起部 $80 \times e$ の位置を示している。

[0093] 図15において、横軸は50個の突起部80の形成位置 $R_0 \sim R_{49}$ を示しており、形成位置 $R_0$ 及び $R_{49}$ がそれぞれX方向最外突起部 $80 \times e$ の位置を示している。なお、縦軸は、図7～図9及び図10～図12で示した第1及び第2の実験結果と同様である。

[0094] 図13の荷重分布線L7に示すように、 $N=7$ で張り出し率HRが「0.688」と上限値「0.510」を上回り上記第1の配置条件を満足しない場合、基準荷重から最も離れている形成位置 $R_0$ 、形成位置 $R_6$ における荷重が「1.300」を超えるため、リード線12の太陽電池薄膜11gへの良好な接合性を保つことができない。

[0095] 図14の荷重分布線L8に示すように、 $N=17$ で張り出し率HRが「0.625」と上限値「0.510」を上回り上記第1の配置条件を満足しない

い場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 0、形成位置 R 1 6 における荷重が「1. 2 5」付近に達するため、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができない。

[0096] 図 1 5 の荷重分布線 L 9 に示すように、 $N = 50$  で張り出し率 HR が「0. 6 0 0」と上限値「0. 5 1 0」を上回り上記第 1 の配置条件を満足しない場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 0、形成位置 R 4 9 における荷重が「1. 2 0」に達するため、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができない。

[0097] このように、第 3 の実験結果から、本実施の形態の突起部 8 0 の長手方向である X 方向に沿って形成される N 個の突起部 8 0 は上述した第 1 の配置条件を満足しない場合、その形成個数 N に関係無く、リード線 1 2 の剥離強度のバラツキを許容範囲内に抑制することができないことがわかる。

[0098] (第 4 の実験結果)

図 1 6 ~ 図 1 9 は張り出し率 HR が第 1 の配置条件を満足する場合の第 4 の実験結果 (シミュレーション結果) を示すグラフであり、具体的には、 $EX/DX$  を張り出し率 HR として、張り出し率 HR が第 1 の配置条件を満足する場合の突起部 8 0 の荷重分布を示すグラフ (その 1 ~ その 4) である。図 1 6 及び図 1 8 は  $N = 7$  の場合、図 1 7 及び図 1 9 は  $N = 75$  の場合を示している。

[0099] 図 1 6 及び図 1 8 において、横軸は 7 個の突起部 8 0 の形成位置 R 0 ~ R 6 を示しており、形成位置 R 0 及び R 6 がそれぞれ X 方向最外突起部  $80 \times e$  の位置を示している。

[0100] 図 1 7 及び図 1 9 において、横軸は 75 個の突起部 8 0 の形成位置 R 0 ~ R 7 4 を示しており、形成位置 R 0 及び R 7 4 がそれぞれ X 方向最外突起部  $80 \times e$  の位置を示している。

[0101] 図 2 0 は第 1 ~ 第 4 の実験結果で用いた突出領域 8 の N の値と、長手方向間隔 DX 及び長手方向端辺距離 EX の実寸法を表形式で示す説明図である。

[0102] 図 2 0 に示すように、 $N = 7$  の場合、長手方向間隔 DX を 0. 8 5 mm、

長手方向端辺距離  $E_X$  を  $0.361\text{ mm}$  として、理想基準  $ST$  である「 $0.425$ 」を実現している。 $N=17$  の場合、長手方向間隔  $D_X$  を  $0.450\text{ mm}$ 、長手方向端辺距離  $E_X$  を  $0.191\text{ mm}$  として、理想基準  $ST$  である「 $0.425$ 」を実現している。 $N=75$  の場合、長手方向間隔  $D_X$  を  $1.00\text{ mm}$ 、長手方向端辺距離  $E_X$  を  $0.425\text{ mm}$  として、理想基準  $ST$  である「 $0.425$ 」を実現している。

[0103] したがって、図 16 及び図 18 は長手方向間隔  $D_X$  を  $0.85\text{ mm}$ 、長手方向端辺距離  $E_X$  を  $0.361$  の実寸値設定の場合における理想基準  $ST=0.425$  を想定した場合の上限値及び下限値となる。すなわち、図 16 及び図 18 は、長手方向間隔  $D_X$  及び長手方向端辺距離  $E_X$  のうち少なくとも一つの値が、図 20 で示した  $N=7$  の場合の実寸値からずれて、上限値及び下限値になった場合を示している。

[0104] 図 17 及び図 19 は長手方向間隔  $D_X$  を  $1.00\text{ mm}$ 、長手方向端辺距離  $E_X$  を  $0.425$  の実寸値設定の場合における理想基準  $ST=0.425$  を想定した場合の上限値及び下限値となる。すなわち、図 17 及び図 19 は、長手方向間隔  $D_X$  及び長手方向端辺距離  $E_X$  のうち少なくとも一つの値が、図 20 で示した  $N=75$  の場合の実寸値からずれて、上限値及び下限値になった場合を示している。

[0105] なお、縦軸は、図 7～図 9、図 10～図 12 及び図 13～図 15 で示した第 1、第 2 及び第 3 の実験結果と同様である。

[0106] 図 16 の荷重分布線  $L10$  に示すように、 $N=7$  で張り出し率  $HR$  が「 $0.510$ 」と上記第 1 の配置条件の上限値である場合、基準荷重から最も離れている形成位置  $R0$ 、形成位置  $R6$  における荷重が「 $1.100$ 」であり、超音波振動処理後の超音波接合ポイント  $12p$  において、リード線  $12$  の太陽電池薄膜  $11g$  への良好な接合性を保つことができる。

[0107] 図 17 の荷重分布線  $L11$  に示すように、 $N=75$  で張り出し率  $HR$  が「 $0.510$ 」と上記第 1 の配置条件の上限値である場合、基準荷重から最も離れている形成位置  $R0$ 、形成位置  $R74$  における荷重が「 $1.100$ 」で

あり、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0108] 図 1 8 の荷重分布線 L 1 2 に示すように、 $N = 7$  で張り出し率  $HR$  が「0.349」と上記第 1 の配置条件の下限值である場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 0、形成位置 R 6 における荷重が「0.900」であり、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0109] 図 1 9 の荷重分布線 L 1 3 に示すように、 $N = 7.5$  で張り出し率  $HR$  が「0.349」と上記第 1 の配置条件の下限值である場合、基準荷重から最も離れている形成位置 R 0、形成位置 R 7.4 における荷重が「0.900」であり、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる。

[0110] このように、本実施の形態のボンディングツール 4 における突出領域 8 の長手方向である X 方向に沿って形成される N 個の突起部 8 0 は上述した第 1 の配置条件を満足することにより、長手方向間隔  $D_X$  及び長手方向端辺距離  $E_X$  の寸法絶対値の大小に関係無く、リード線 1 2 の剥離強度のバラツキを許容範囲に抑制し、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を保つことができる効果を奏する。

[0111] また、本実施の形態のボンディングツール 4 における突出領域 8 は、張り出し率  $HR$  が  $E_Y / D_Y$  の場合においても、上記第 2 の配置条件を満足している。このため、第 4 の実験結果から、Y 方向においても、短手方向間隔  $D_Y$  及び短手方向端辺距離  $E_Y$  の寸法絶対値の大小に関係無く、リード線 1 2 の剥離強度のバラツキを確実に許容範囲に抑えることにより、リード線 1 2 の太陽電池薄膜 1 1 g への良好な接合性を確実に保つことができる効果が期待できる。

[0112] (その他)

上述した実施の形態では、リード線 1 2 が形成される基板としてガラス基板 1 1 を示したが、ガラス基板 1 1 に代えて、セラミック、シリコン、エポ

キシなどの薄厚の部材で基板を構成しても良い。また、導電性を有するリード線 1 2 の構成材料としてアルミニウムを示したが、他の導電性を有する材料を構成材料として採用しても良い。

[0113] また、超音波接合装置 1 0 0 は、ボンディングツール 4 と押さえ機構 2 0 及び 3 0 とが一体的に形成された構成を示したが、ボンディングツール 4 と押さえ機構 2 0 及び 3 0 とを互いに分離して超音波振動接合装置を構成しても良い。この場合、ボンディングツール 4 と押さえ機構 2 0 及び 3 0 とは互いに独立して移動処理を行うことになる。また、シリンダ 1、2 1 及び 3 1 としては電動シリンダを示したがこれに限定されない。

[0114] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

## 符号の説明

- [0115] 4    ボンディングツール
- 4 t    当接先端部
- 8    突出領域
- 6    振動ホーン部
- 1 0    基板テーブル
- 1 1    ガラス基板
- 1 1 g    太陽電池薄膜
- 1 2    リード線
- 1 5    制御部
- 1 6    駆動部
- 1 7    超音波振動子
- 8 0    突起部
- 1 0 0    超音波接合装置

## 請求の範囲

[請求項1]           基板（１１）の表面上に配置された被接合材（１２）に対し、上方から加圧するとともに超音波振動を印加して、前記基板の表面上に前記被接合材を接合する超音波振動接合装置に用いられる超音波接合用ツール（４）であって、

前記超音波接合用ツールの先端部（４ｔ）には超音波振動の印加時に前記被接合材に接する突出領域（８）が設けられ、

前記突出領域は互いに分離形成された複数の凸部（８０）を有し、前記複数の凸部は第１の方向に沿って第１の間隔毎に均等に形成され、前記第１の方向は前記突出領域の長手方向であり、

前記複数の凸部のうち、前記第１の方向において最外に位置する第１方向最外凸部は、前記第１の方向における前記突出領域の端部から第１方向端部距離を隔てて配置され、

前記複数の凸部は、前記第１の間隔を $D_X$ 、前記第１方向端部距離を $E_X$ としたとき、第１の配置条件  $\{0.349 \leq E_X / D_X \leq 0.510\}$  を満足するように配置される、  
超音波接合用ツール。

[請求項2]           請求項１記載の超音波接合用ツールであって、

前記複数の凸部は、前記突出領域上に第１の方向に沿って $N$ （ $\geq 2$ ）個、前記第１の方向に直交する第２の方向に沿って $M$ （ $\geq 2$ ）個の $N \times M$ のマトリクス状に形成され、

前記複数の凸部は前記第２の方向に沿って第２の間隔毎に均等に形成され、前記複数の凸部のうち、前記第２の方向において最外に位置する第２方向最外凸部は、前記第２の方向における前記突出領域の端部から第２方向端部距離を隔てて配置され、

前記複数の凸部は、前記第２の間隔を $D_Y$ 、前記第２方向端部距離を $E_Y$ としたとき、第２の配置条件  $\{0.349 \leq E_Y / D_Y \leq 0.510\}$  をさらに満足するように配置される、

超音波接合用ツール。

[請求項3]

請求項2記載の超音波接合用ツールであって、

前記被接合材は、前記第1の方向に沿って前記基板上に配置され導電性を有するリード線を含み、前記リード線の形成長方向が前記第1の方向となり、形成幅方向が前記第2の方向となり、

前記複数の凸部における $N \times M$ のマトリクスは $\{N > M\}$ を満足する、

超音波接合用ツール。

[請求項4]

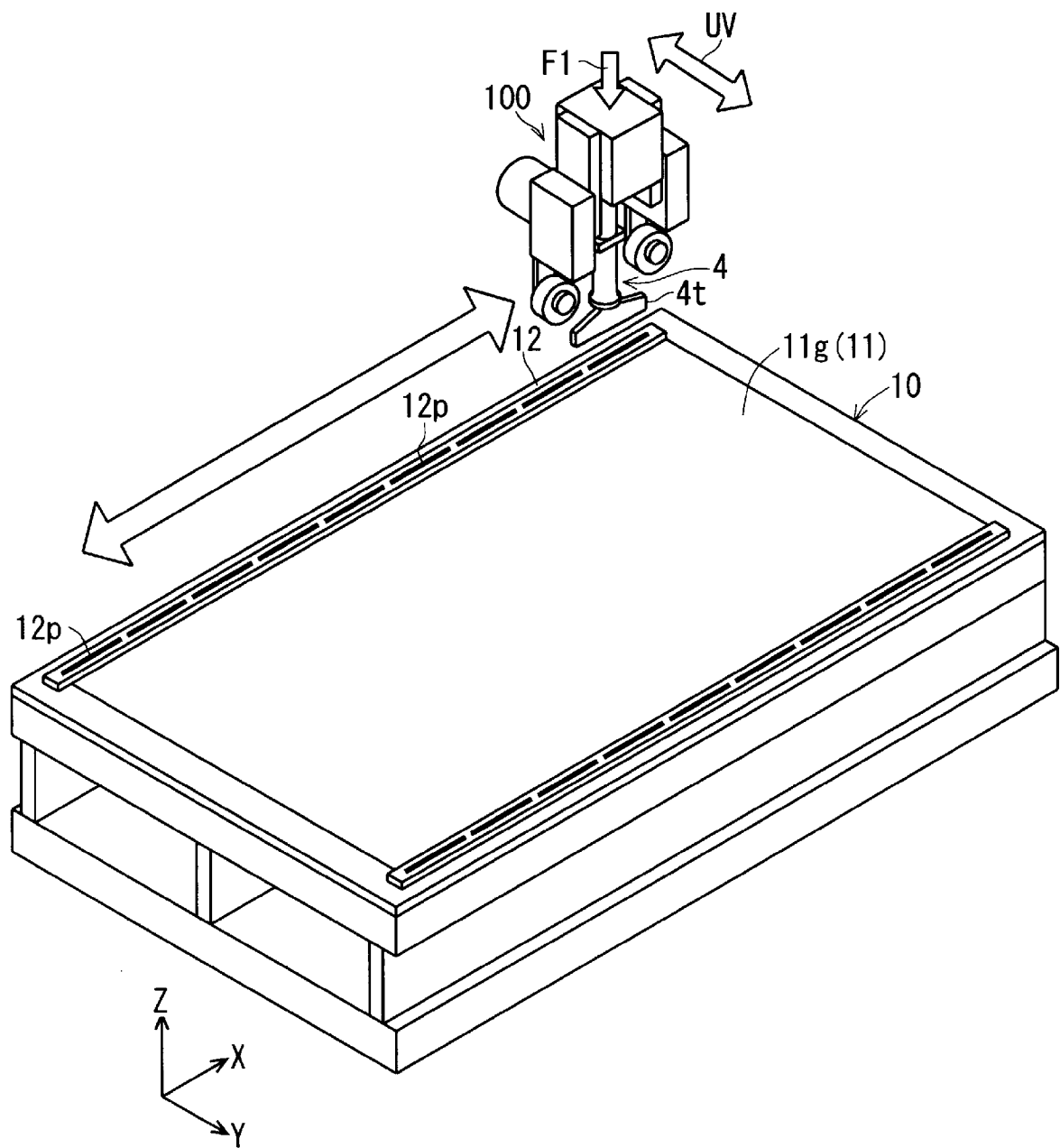
請求項3記載の超音波接合用ツールと、

前記基板を載置する基板テーブル(10)と、

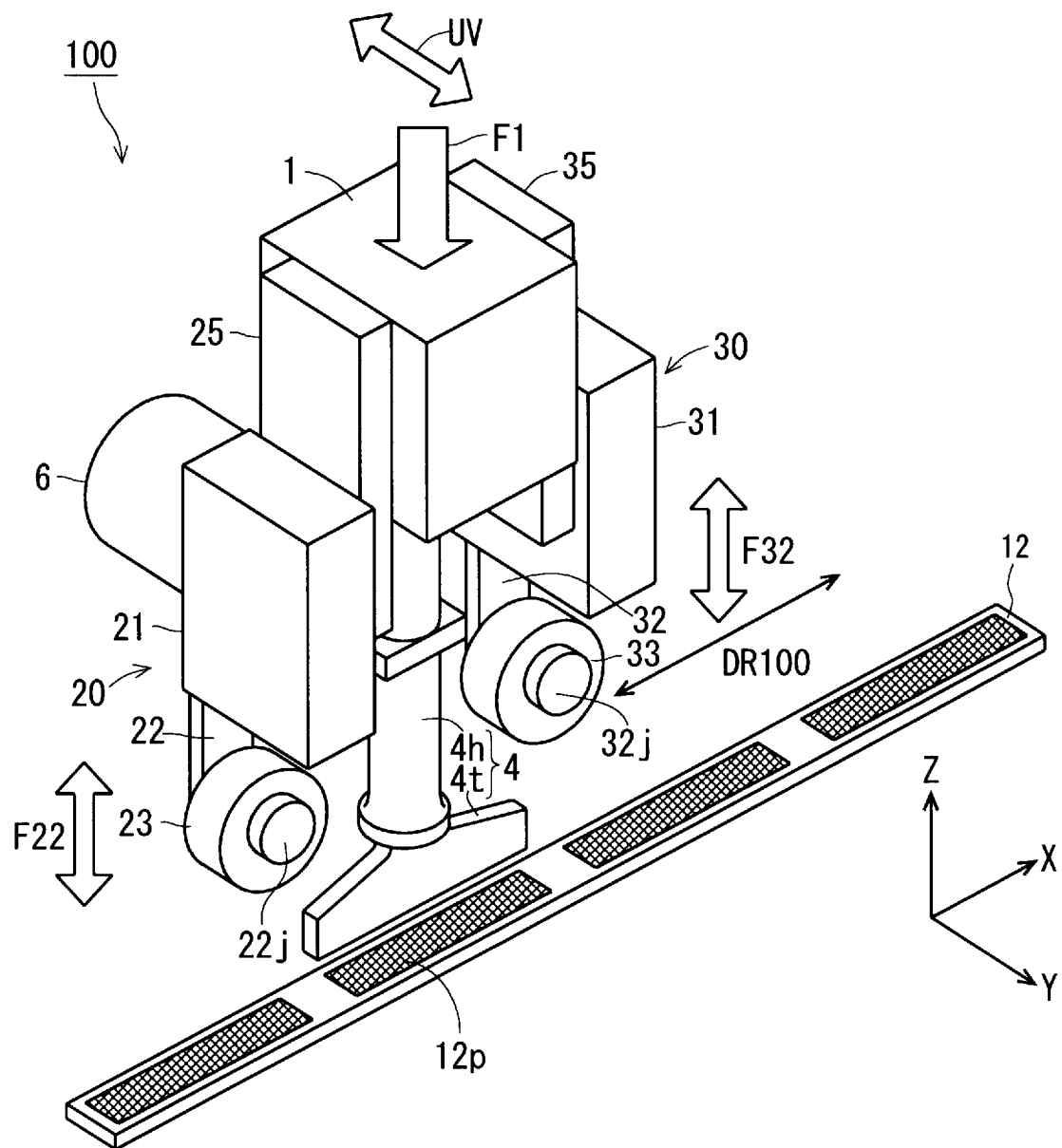
前記基板上に前記リード線を配置した状態で、前記突出領域から前記リード線上の印加部(12p)に超音波振動が印加されるように前記超音波接合用ツールを駆動する超音波伝達部(6, 17)とを備える、

超音波接合装置。

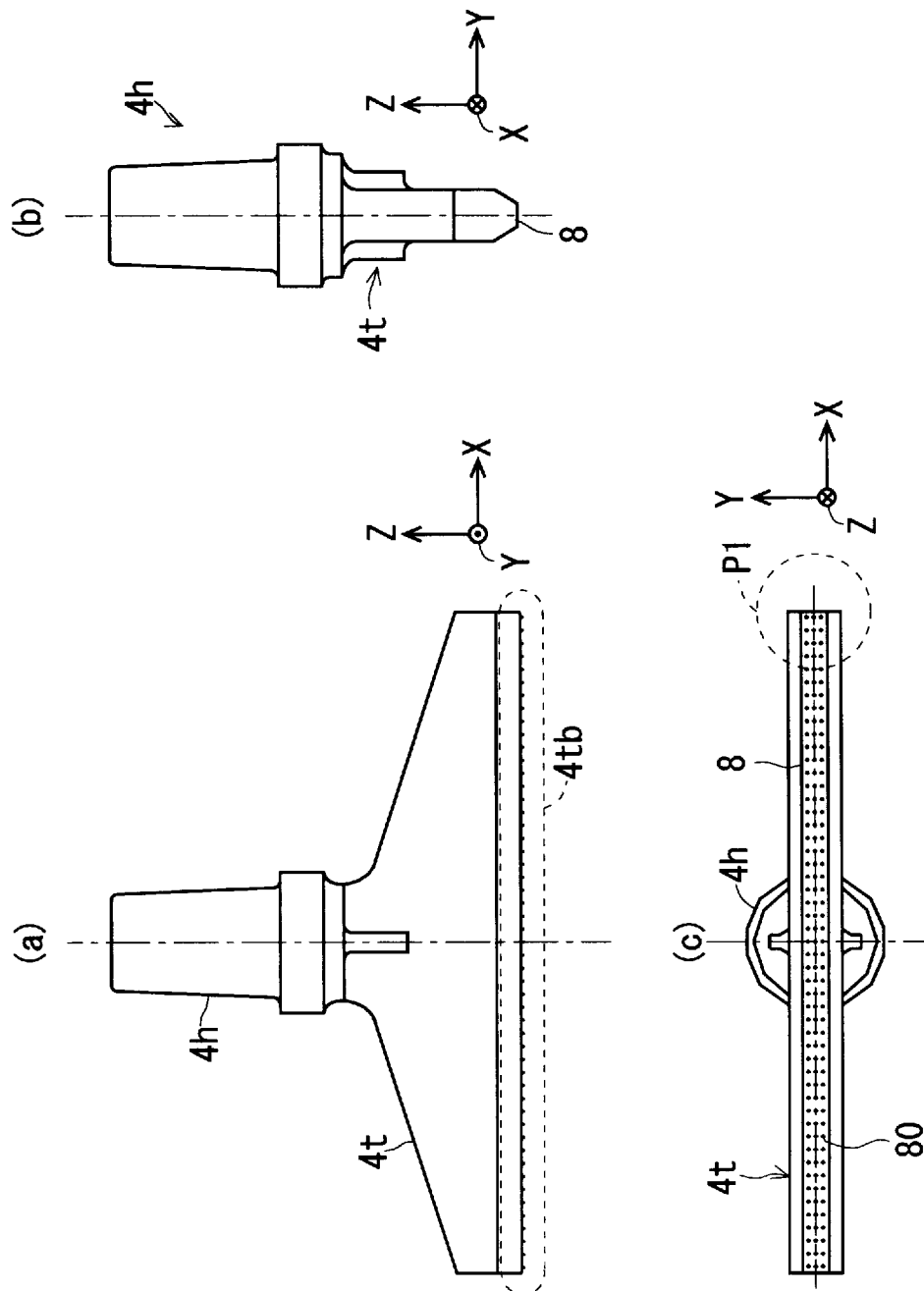
[図1]



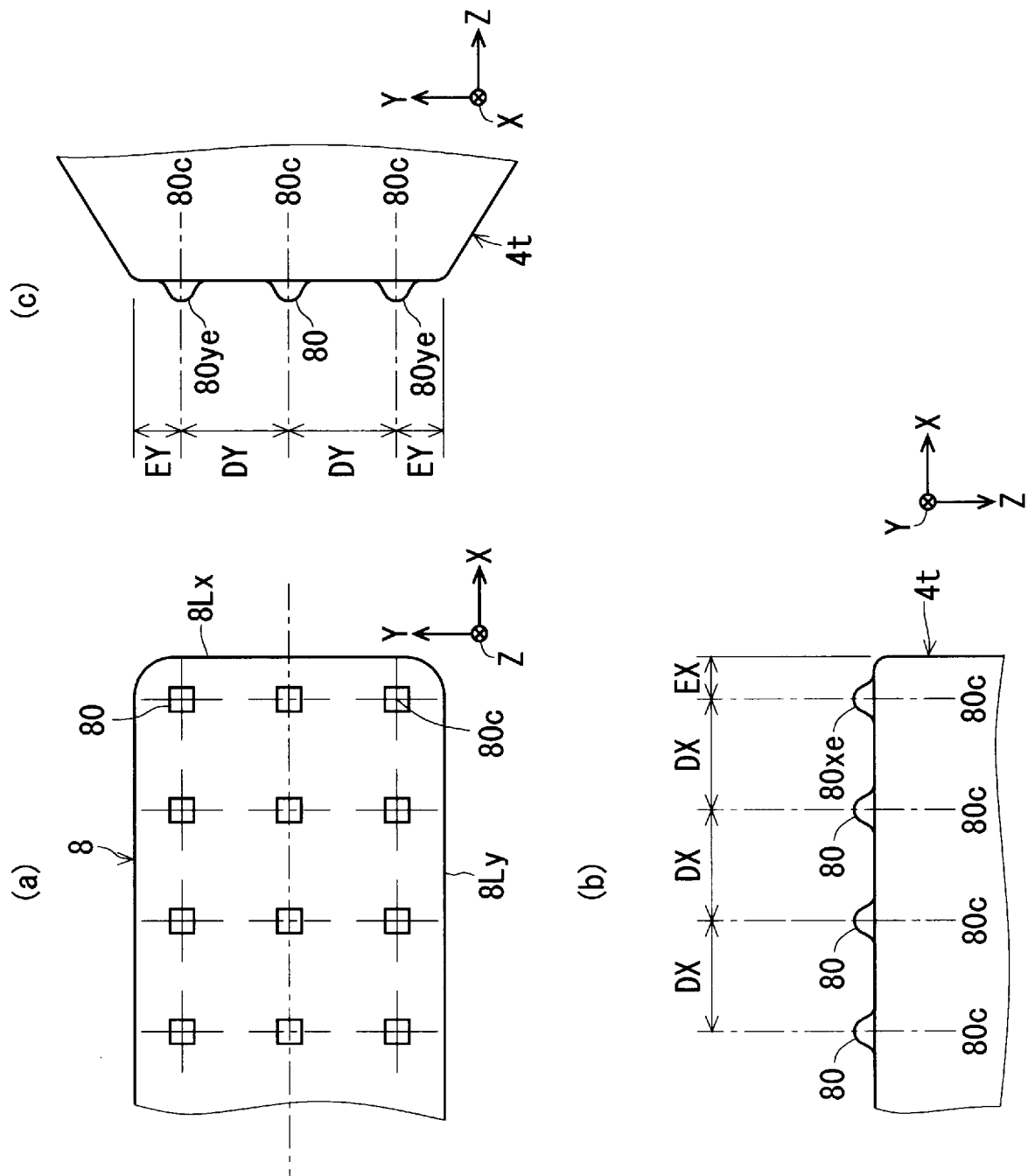
[図2]



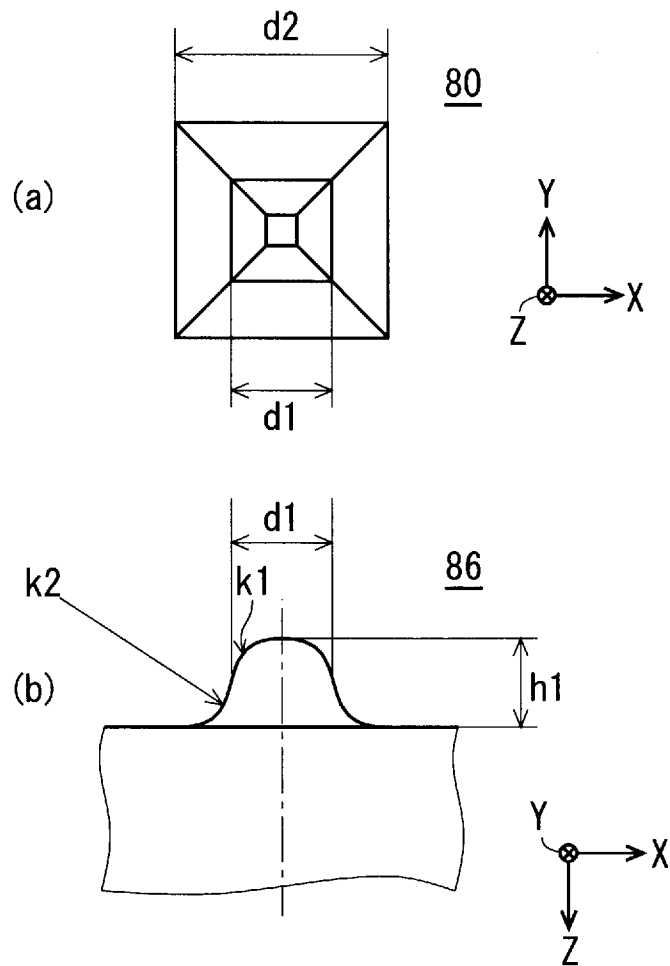
[図3]



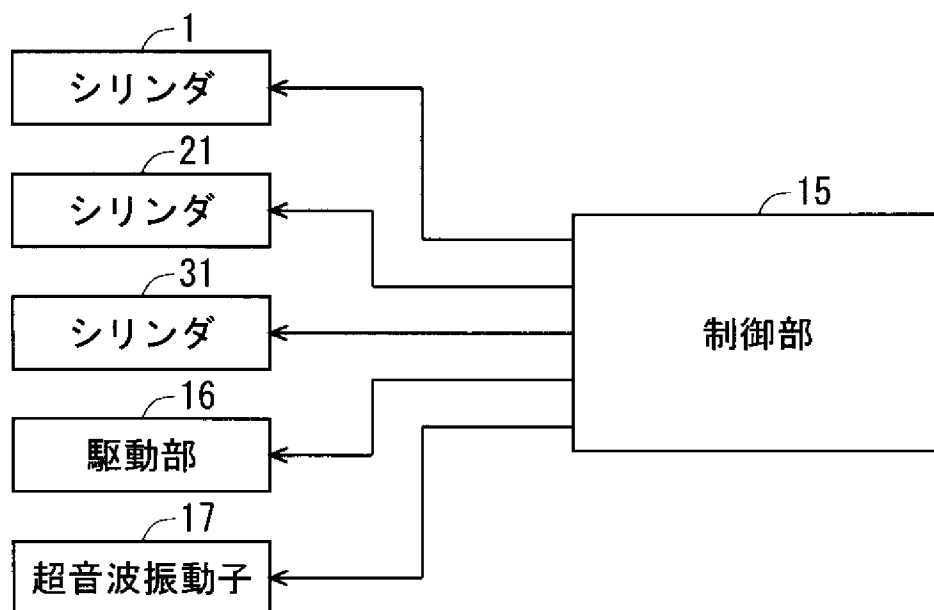
[図4]



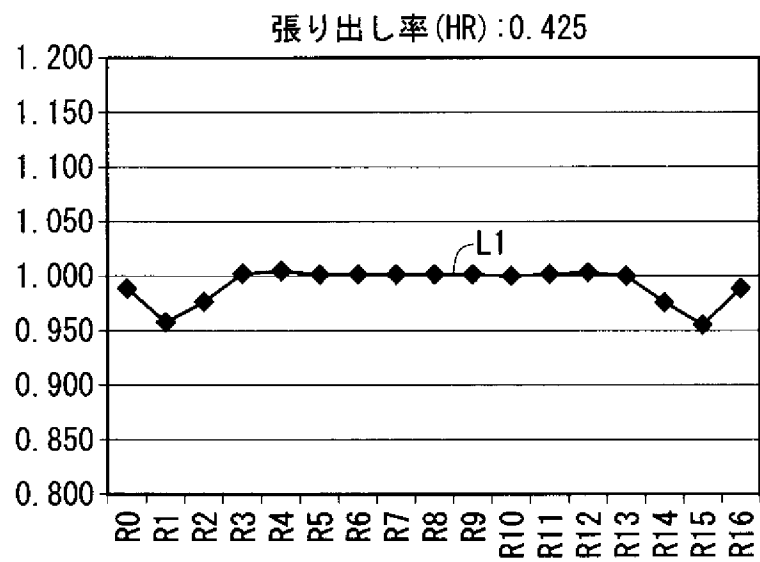
[図5]



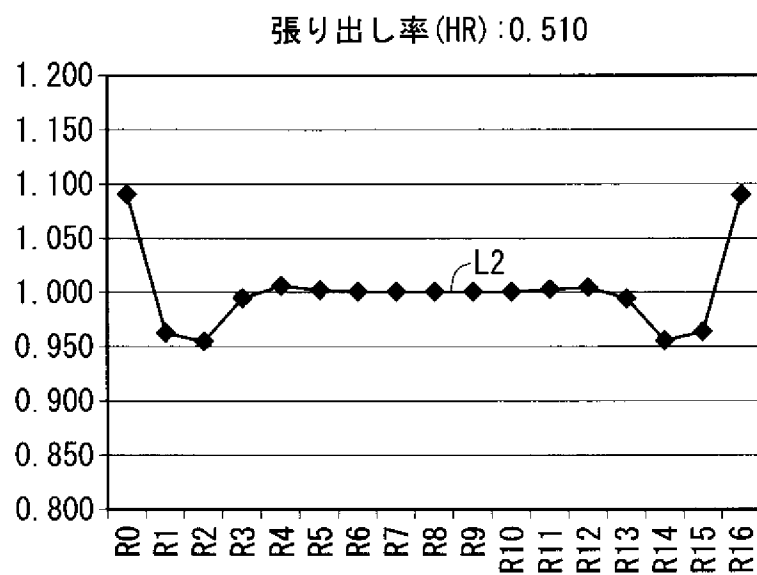
[図6]



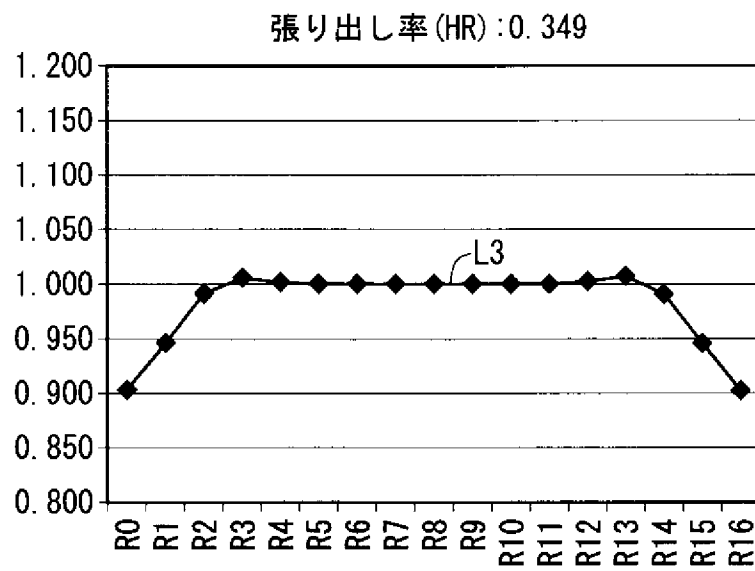
[図7]



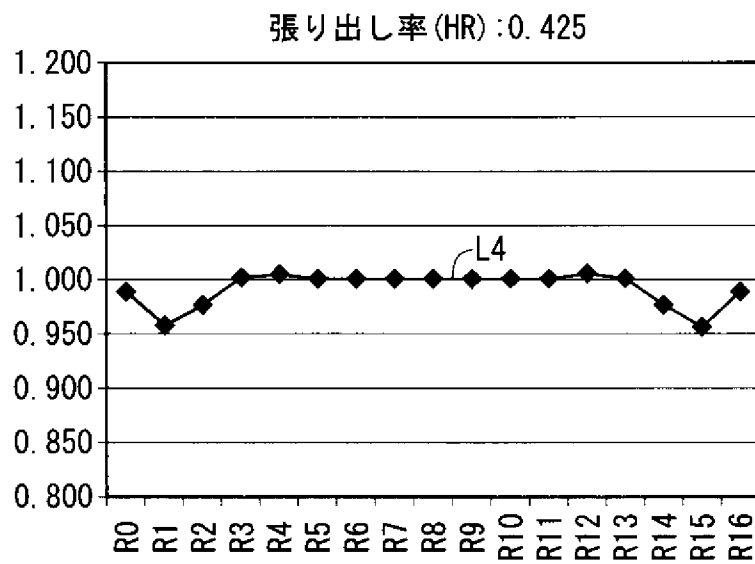
[図8]



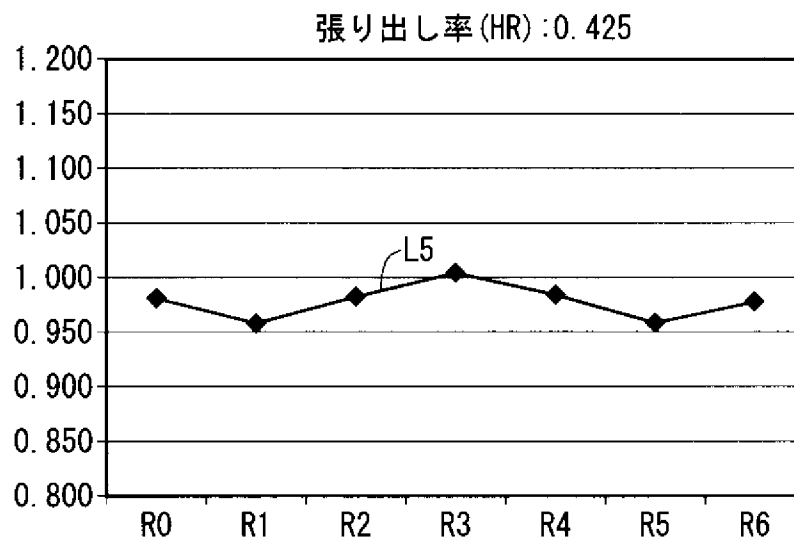
[図9]



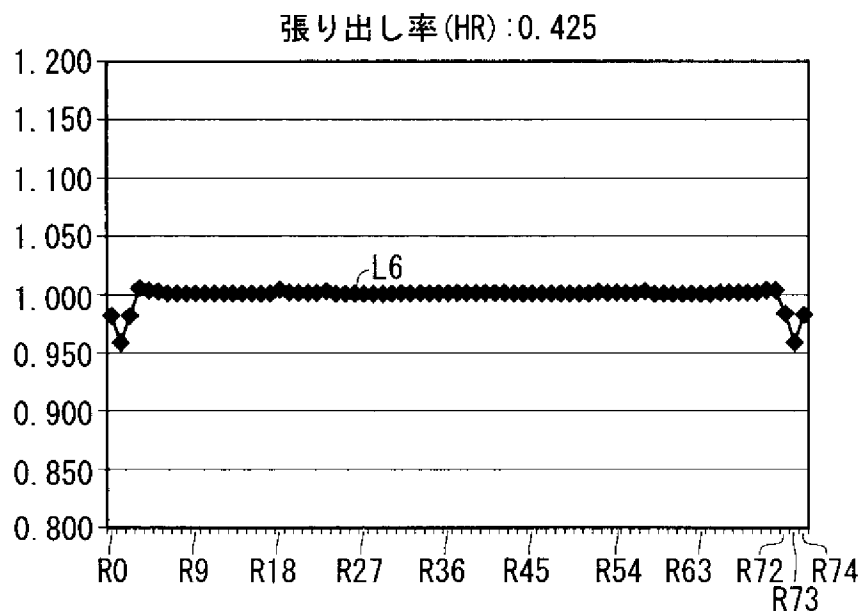
[図10]



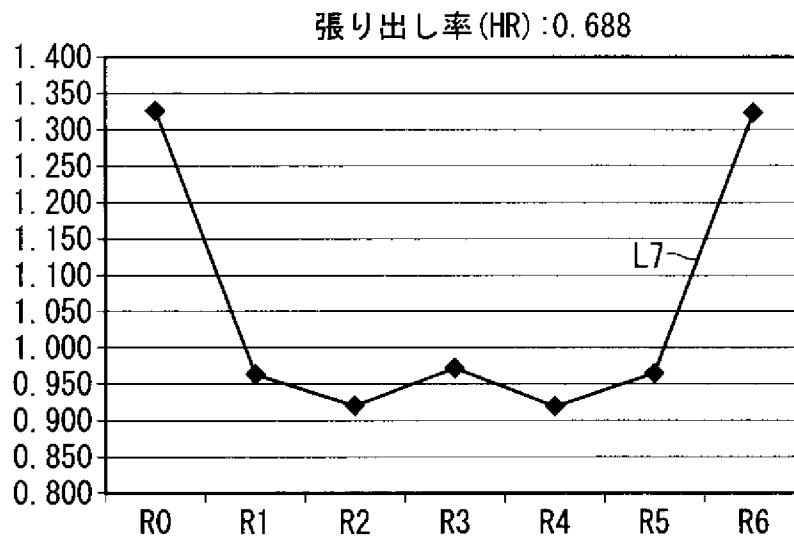
[図11]



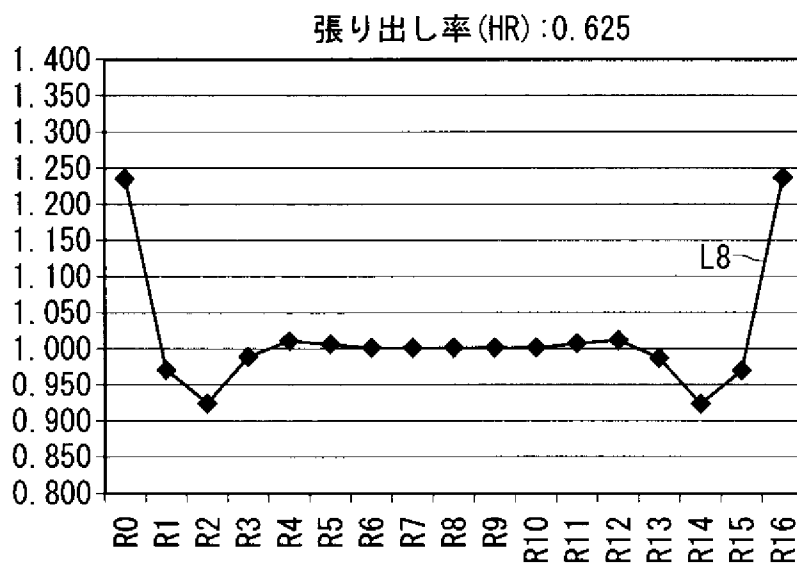
[図12]



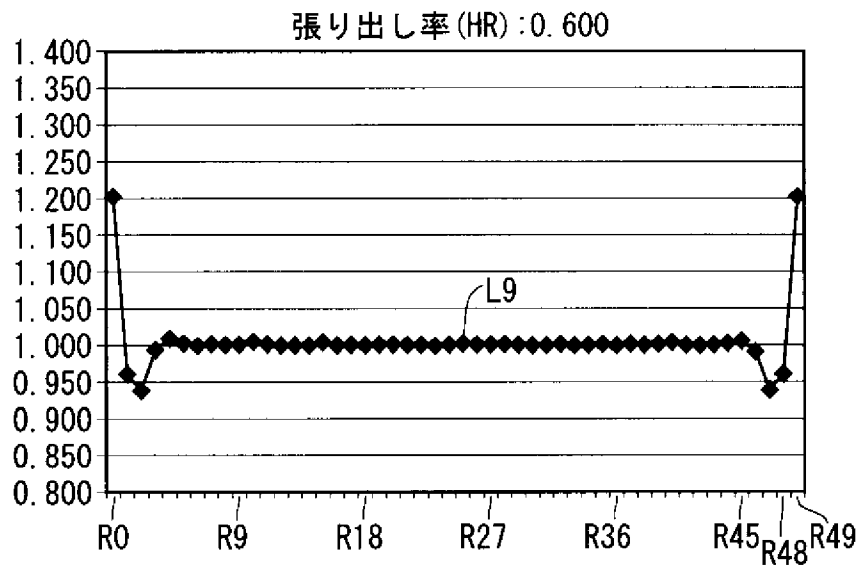
[図13]



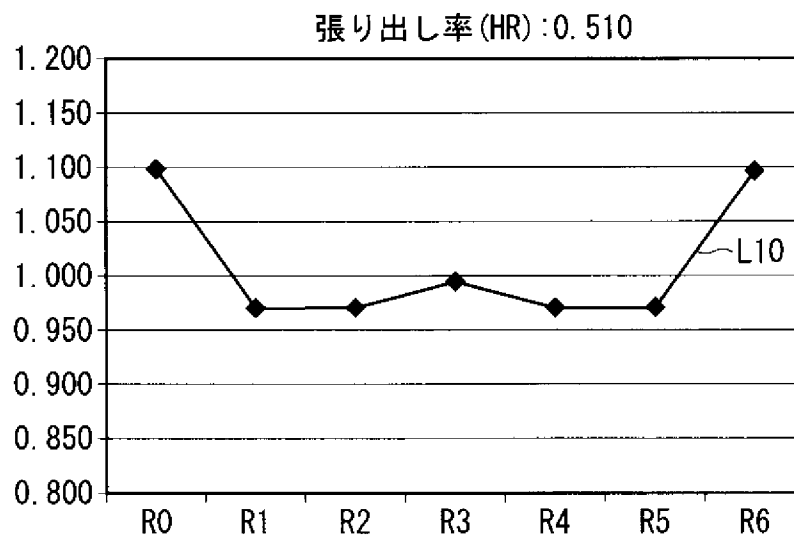
[図14]



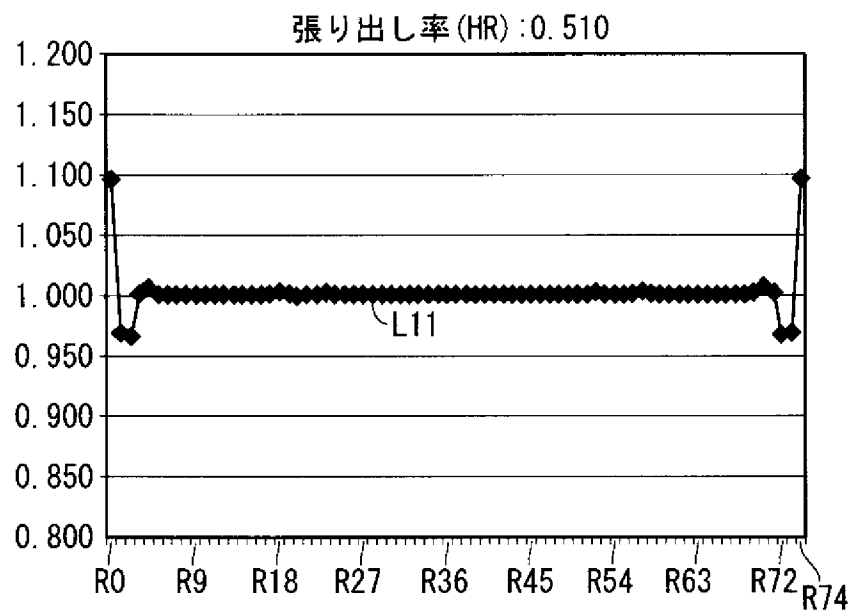
[図15]



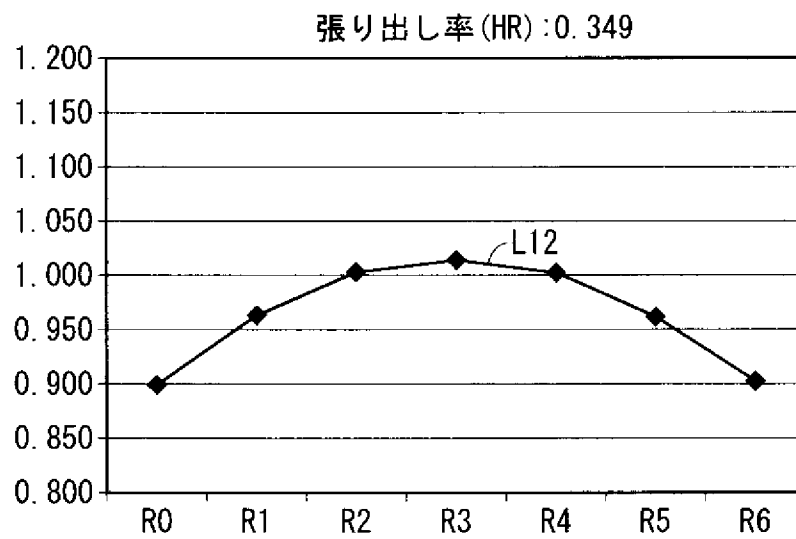
[図16]



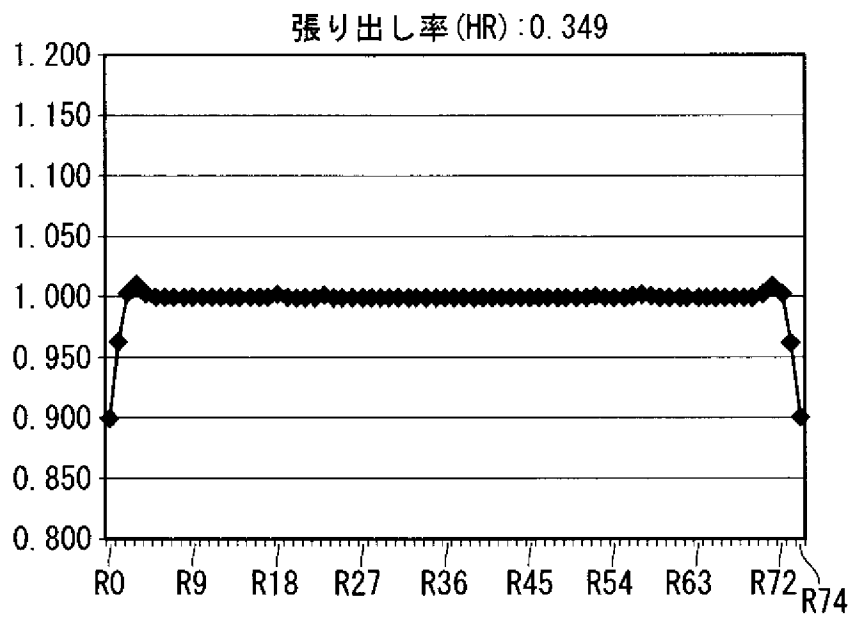
[図17]



[図18]



[図19]



[図20]

|      | DX寸法 (mm) | EX寸法 (mm) | HR<br>(張り出し率) |
|------|-----------|-----------|---------------|
| N=7  | 0.850     | 0.361     | EX/DX=0.425   |
| N=17 | 0.450     | 0.191     | EX/DX=0.425   |
| N=75 | 1.000     | 0.425     | EX/DX=0.425   |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072886

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/10(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)

B23K20/10

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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 2016-52670 A (Nichicon Corp.),<br>14 April 2016 (14.04.2016),<br>paragraphs [0027] to [0028], [0033] to [0036],<br>[0047], [0052]; fig. 10<br>(Family: none)                        | 1-4                   |
| Y         | JP 2013-255927 A (Mitsubishi Electric<br>Engineering Co., Ltd.),<br>26 December 2013 (26.12.2013),<br>paragraphs [0057] to [0058]; fig. 1<br>(Family: none)                            | 1-4                   |
| Y         | US 2016/0043360 A1 (SAMSUNG SDI CO., LTD.),<br>11 February 2016 (11.02.2016),<br>paragraphs [0032] to [0038]; fig. 2 to 3<br>& EP 2985806 A & KR 10-2016-0019287 A<br>& CN 105364295 A | 3-4                   |

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

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

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

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

Date of the actual completion of the international search  
27 September 2016 (27.09.16)

Date of mailing of the international search report  
04 October 2016 (04.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/10(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. B23K20/10

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 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2016-52670 A（ニチコン株式会社）2016.04.14, 段落 [0027] - [0028], [0033] - [0036], [0047], [0052], [図10]（ファミリーなし） | 1-4            |
| Y               | JP 2013-255927 A（三菱電機エンジニアリング株式会社）2013.12.26, 段落 [0057] - [0058], [図1]（ファミリーなし）                          | 1-4            |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

27.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

青木 正博

3 P

3935

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                 |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | US 2016/0043360 A1 (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 2016.02.11, 段落 [ 0 0 3 2 ] — [ 0 0 3 8 ], [FIG. 2] — [FIG. 3] & EP 2985806 A & KR 10-2016-0019287 A & CN 105364295 A | 3-4            |