

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年3月20日(20.03.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/041648 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/02 (2013.01) G01P 15/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/073382
- (22) 国際出願日: 2012年9月12日(12.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ルネサスエレクトロニクス株式会社(Renesas Electronics Corporation) [JP/JP]; 〒2118668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田辺 昭(TANABE Akira) [JP/JP]; 〒2118668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 ルネサスエレクトロニクス株式会社内 Kanagawa (JP). 中柴 康隆(NAKASHIBA Yasutaka) [JP/JP]; 〒2118668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 ルネサスエレクトロニクス株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 工藤 実(KUDOH Minoru); 〒1400013 東京都品川区南大井六丁目24番10号カドヤビル6階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

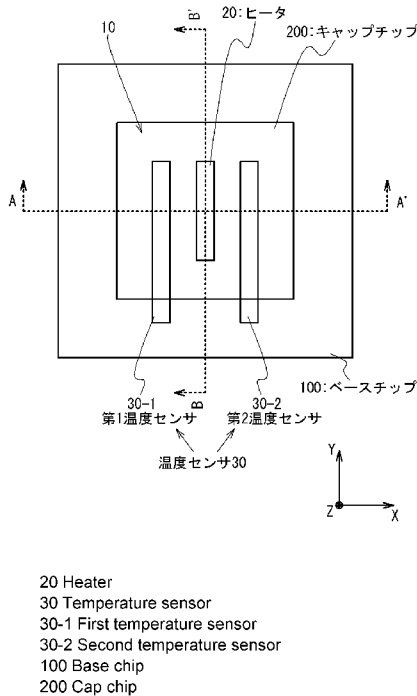
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置

[図1]



(57) Abstract: This semiconductor device includes a gas-type acceleration sensor that includes, as constituent elements, a heater, a first temperature sensor, and a second temperature sensor. The semiconductor device further includes a first chip having the heater formed on a surface thereof, a second chip having the temperature sensors formed on a surface thereof, and a connection member that electrically connects the chips. The first chip and the second chip are stacked on each other with the connection member being interposed therebetween in such a manner that the surfaces are opposed to each other. In the stacking direction, the position of the heater is different from the positions of the temperature sensors. In the in-plane direction orthogonal to the stacking direction, the first temperature sensor and the second temperature sensor are arranged so as to be opposed to each other with the heater being interposed therebetween. The constituent members of the gas-type acceleration sensor formed on the upper capacitor chip, among the first chip and the second chip, are in direct contact with the connection member.

(57) 要約: 半導体装置は、ヒータ、第1温度センサ及び第2温度センサを構成要素として含むガス式加速度センサを備える。半導体装置は、更に、ヒータが表面に形成された第1チップと、温度センサが表面に形成された第2チップと、それらチップ間を電氣的に接続する接続部材と、を備える。第1チップと第2チップは、表面同士が対向するように、接続部材を介して積層されている。その積層方向において、ヒータ位置は、温度センサの位置と異なっている。積層方向に直交する面内方向において、第1温度センサと第2温度センサは、ヒータを挟んで対向するように配置されている。第1チップと第2チップのうち上方のキャップチップに形成されたガス式加速度センサの構成要素は、接続部材と直接接触し

ている。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置に関し、特に、ガス式加速度センサを搭載した半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、スマートフォン、タブレットPC、携帯ゲーム機などの携帯情報機器において、加速度センサが広く利用されている。代表的な加速度センサとして、静電容量式（例えば、特許文献1参照）、piezo抵抗式（例えば、特許文献2参照）、ガス式（例えば、特許文献3、特許文献4、特許文献5参照）が知られている。

[0003] 静電容量式とpiezo抵抗式は、MEMS (Micro-Electro Mechanical Systems) 素子を用いた加速度センサである。より詳細には、MEMS素子を利用することにより“機械的な可動部分”が半導体チップ中に形成される。そして、半導体チップの加速による当該可動部分の移動が、容量変化やpiezo素子を通して検出される。但し、機械的な可動部分を形成しなければならないことは、歩留まりの低下を招き、製造コストの観点から好ましくない。

[0004] ガス式の加速度センサの場合、半導体チップ内の空間にヒータ及び温度センサが設けられ、更に、その空間にガスが封入される。半導体チップの加速により、空間内のガスが移動し、ガスの温度分布が変化する。その温度分布の変化を温度センサで検出することにより、半導体チップの加速が検知される。このガス式加速度センサの場合、“機械的な可動部”は不要であり、歩留まり及び製造コストの観点から好ましい。

[0005] 尚、一般的なセンサに関連する技術として、次のものも知られている。特許文献6には、加速度センサのパッケージ全体をプリント基板に対して垂直に実装する方式が開示されている。特許文献7には、テーパ形状の基板上

に磁気センサを配置する方式が示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2000-046859号公報
特許文献2：特開平9-236616号公報
特許文献3：US特許第6182509号
特許文献4：特開2005-351892号公報
特許文献5：特開2008-39519号公報
特許文献6：特開平11-211750号公報
特許文献7：特開2009-122041号公報

発明の概要

- [0007] 従来の加速度センサと異なり、複数方向の加速度を検知することができ、構成上及び製造上の観点からより有利な形で構成されるガス式加速度センサが望まれる。
- [0008] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるだろう。
- [0009] 一実施の形態において、半導体装置が提供される。半導体装置は、ヒータ、第1温度センサ及び第2温度センサを構成要素として含むガス式加速度センサを備える。半導体装置は、更に、上記構成要素のうちヒータが第1表面に形成された第1チップと、上記構成要素のうち第1温度センサと第2温度センサが第2表面に形成された第2チップと、第1チップと第2チップとを電氣的に接続する接続部材と、を備える。第1チップと第2チップは、第1表面と第2表面が対向するように、接続部材を介して積層されている。第1チップと第2チップの積層方向において、ヒータの位置は、第1温度センサ及び第2温度センサの位置と異なっている。積層方向に直交する第1面内方向において、第1温度センサと第2温度センサは、ヒータを挟んで対向するように配置されている。第1チップと第2チップのうち一方が、ベースチップであり、第1チップと第2チップのうち他方が、ベースチップ上に積層さ

れたキャップチップである。キャップチップに形成されたガス式加速度センサの構成要素は、接続部材と直接接触している。

[0010] 他の実施の形態において、半導体装置の製造方法が提供される。半導体装置は、ヒータ、第1温度センサ及び第2温度センサを構成要素として含むガス式加速度センサを備える。製造方法は、(A)第1チップの第1表面上に、構成要素のうちヒータを形成する工程と、(B)第2チップの第2表面上に、構成要素のうち第1温度センサと第2温度センサを形成する工程と、(C)第1チップと第2チップを、第1表面と第2表面が対向するように、接続部材を介してフリップ接続する工程と、を含む。第1チップと第2チップの積層方向において、ヒータの位置は、第1温度センサ及び第2温度センサの位置と異なっている。積層方向に直交する第1面内方向において、第1温度センサと第2温度センサは、ヒータを挟んで対向するように配置される。第1チップと第2チップのうち一方が、ベースチップであり、第1チップと第2チップのうち他方が、ベースチップ上に積層されたキャップチップである。キャップチップに形成されたガス式加速度センサの構成要素は、接続部材と直接接触する。

[0011] 構成上及び製造上の観点からより有利な形で構成されるガス式加速度センサが実現される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、第1の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図2A]図2Aは、図1中の線A-A'に沿った断面構造を概念的に示している。

[図2B]図2Bは、図1中の線B-B'に沿った断面構造を概念的に示している。

[図2C]図2Cは、第1の実施の形態に係る半導体装置の平面配置の一例を示す概念図である。

[図3]図3は、第1の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図

である。

[図4A]図4 Aは、第1の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図4B]図4 Bは、第1の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図5A]図5 Aは、第1の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図5B]図5 Bは、第1の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図6]図6は、第1の実施の形態に係る半導体装置の構造の一例を示す断面図である。

[図7]図7は、第1の実施の形態に係る半導体装置のパッケージ構成の一例を示す概念図である。

[図8]図8は、第1の実施の形態に係る半導体装置のパッケージ構成の一例を示す概念図である。

[図9A]図9 Aは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9B]図9 Bは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9C]図9 Cは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9D]図9 Dは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9E]図9 Eは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9F]図9 Fは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9G]図9 Gは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

す断面図である。

[図9H]図9 Hは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9I]図9 Iは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9J]図9 Jは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9K]図9 Kは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図9L]図9 Lは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[図10A]図10 Aは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の他の例を示す断面図である。

[図10B]図10 Bは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の他の例を示す断面図である。

[図10C]図10 Cは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の他の例を示す断面図である。

[図10D]図10 Dは、第1の実施の形態に係る半導体装置の製造方法の他の例を示す断面図である。

[図11]図11は、第2の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図12A]図12 Aは、図11中の線A-A'に沿った断面構造を概念的に示している。

[図12B]図12 Bは、図11中の線B-B'に沿った断面構造を概念的に示している。

[図13]図13は、第3の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す断面図である。

[図14]図14は、第3の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するため

の図である。

[図15]図 1 5 は、第 4 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す断面図である。

[図16]図 1 6 は、第 4 の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図17]図 1 7 は、第 4 の実施の形態に係る半導体装置の作用を説明するための図である。

[図18]図 1 8 は、第 5 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図19]図 1 9 は、第 5 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図20]図 2 0 は、第 6 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図21]図 2 1 は、第 6 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 1. 第 1 の実施の形態

1-1. 基本構成

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。図 2 A は、図 1 中の線 A-A' に沿った断面構造を概念的に示している。図 2 B は、図 1 中の線 B-B' に沿った断面構造を概念的に示している。

[0014] 本実施の形態に係る半導体装置は、少なくとも 2 つの半導体チップを備えており、それら半導体チップが積層されている。下側の半導体チップは、以下「ベースチップ 100」と参照され、上側のチップは、以下「キャップチップ 200」と参照される。キャップチップ 200 は、ベースチップ 100 の上に積層されている。より詳細には、ベースチップ 100 とキャップチップ 200 は、ベースチップ 100 の表面 101 とキャップチップ 200 の表

面201が対向するように積層されている。つまり、ベースチップ100とキャップチップ200は、フリップ接続されている。

[0015] ベースチップ100とキャップチップ200との間の電氣的接続に用いられるのが「接続部材300」である。典型的には、接続部材300は、バンプ（バンプ電極）である。この接続部材300は、ベースチップ100とキャップチップ200との間を電氣的に接続するだけでなく、キャップチップ200を機械的に支えるスペーサとしての役割をも果たす。つまり、ベースチップ100とキャップチップ200は、接続部材300を介して積層されている。キャップチップ200を安定的に支えるためには、3個以上の接続部材300が設けられていればよい。また、一部の接続部材300は、実際には電氣的接続に寄与しない“ダミーの接続部材”であってもよい。

[0016] 以下の説明において、ベースチップ100とキャップチップ200の積層方向は、Z方向と参照される。Z方向と直交する面内方向は、X方向とY方向である。X方向とY方向は、互いに直交している。

[0017] 本実施の形態に係る半導体装置は、ガス式加速度センサ10を備えている。ガス式加速度センサ10は、空間40内のガスの温度分布の変化を検出することにより、半導体装置の加速度を検知する。より詳細には、ガス式加速度センサ10は、ヒータ20、第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2を構成要素として備えている。

[0018] ヒータ20は、通電により熱を発生する。典型的には、ヒータ20は、AlやCu等の金属配線で形成される。例えば、図1に示されるように、ヒータ20としての金属配線は、Y方向に延在するように形成されている。また、本実施の形態では、図2Aに示されるように、ヒータ20は、キャップチップ200側に形成されている。より詳細には、ヒータ20は、キャップチップ200の表面201上に形成されており、空間40に露出している。

[0019] 第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2は、空間40内のガスの温度を計測するために設けられている。空間40には、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス、若しくは空気が封入されている。また、典型的

には、これら温度センサ30も、AlやCu等の金属配線で形成される。例えば、図1に示されるように、温度センサ30としての金属配線は、Y方向に延在するように形成されている。また、本実施の形態では、図2Aに示されるように、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、ベースチップ100側に形成されている。より詳細には、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、ベースチップ100の表面101上に形成されており、空間40に露出している。

[0020] また、図1及び図2Aに示されるように、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、熱源であるヒータ20の両側に配置されている。言い換えれば、X方向において、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、ヒータ20を挟んで対向するように配置されている。典型的には、第1温度センサ30-1とヒータ20との間隔は、第2温度センサ30-2とヒータ20との間隔と等しい。つまり、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、ヒータ20を中心として対称な位置に配置されている。

[0021] 更に、Z方向において、ヒータ20の位置は、第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2の位置と異なっている。これは、ヒータ20がキャップチップ200の表面201上に形成されている一方で、第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2がベースチップ100の表面101上に形成されているからである。

[0022] 尚、熱を発生させるために、ヒータ20に通電する必要がある。本実施の形態によれば、図2Bに示されるように、ヒータ20は、異なる2点において、接続部材300と直接接触している。より詳細には、一对の接続部材300がY方向において離間して設けられており、ヒータ20（金属配線）の両端がその一对の接続部材300のそれぞれと直接接触している。一对の接続部材300は、ベースチップ100の表面101上に形成された配線50と接触している。そして、その配線50が、ベースチップ100内部に形成された素子と電氣的に接続されている。尚、配線50は必ずしも必要ではな

く、接続部材300は、ベースチップ100の表面101上に形成された電極パッドと接触していてもよい。

[0023] このように、キャップチップ200側に形成されたヒータ20に対しては、ベースチップ100から接続部材300を介して直接電流を供給することができる。キャップチップ200側のヒータ20が接続部材300と直接接触していることは、そのヒータ20が電極パッドの役割も兼ねていることを意味する。この場合、キャップチップ200の表面201に電極パッドを別途形成したり、キャップチップ200内部に配線を引き回したりする必要がない。従って、製造が容易であり、又、製造コストも削減される。

[0024] 図2Cは、本実施の形態に係る半導体装置の平面配置の一例を概念的に示している。図2Cにおいて、キャップチップ200の周りを囲むように、サイドフィル250（例：ポリイミド）が形成されている。上述の第1温度センサ30-1、第2温度センサ30-2及び配線50は、そのサイドフィル250の外側に突出するように形成されている。また、接続部材300（バンプ）は、ヒータ20と接触し電流を流すバンプと、電氣的接続に寄与しないダミーのバンプとを含んでいる。尚、キャップチップ200を安定的に支えるためには、3個以上の接続部材300（バンプ）が設けられていればよい。

[0025] 1-2. 作用、効果

図3は、半導体装置に加速がかかっていない状態（例：静止状態）での温度分布を示している。縦軸が温度を表し、横軸がX方向における位置を表している。この状態では、ヒータ20の位置を中心とした対称的な温度分布が形成される。

[0026] 図4Aは、半導体装置に「-X方向の加速」がかかった状態を概念的に示している。図4Bは、図4Aで示された状態での温度分布を示している。この場合、空間40内のガスは、半導体装置の動きに追従できない。そのため、空間40内においては、加速方向A（-X方向）とは逆方向（+X方向）にガスの流れ（相対的な動き）が発生する。空間40内で+X方向に熱いガ

スが流れるため、温度分布も $+X$ 方向に偏る。結果として、第2温度センサ30-2の位置では温度が上昇し、その一方で、第1温度センサ30-1の位置では温度が低下する。第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2を用いることにより、このような温度変化のパターンを検出することができる。逆に言えば、このような温度変化のパターンの検出から、「 $-X$ 方向の加速」を検知することができる。

[0027] 半導体装置に「 $+X$ 方向の加速」がかかった場合、検出される温度変化のパターンは、図4Bで示されたものと逆になる。従って、「 $-X$ 方向の加速」と「 $+X$ 方向の加速」とを区別することができる。

[0028] 図5Aは、半導体装置に「 $-Z$ 方向の加速」がかかった状態を概念的に示している。図5Bは、図5Aで示された状態での温度分布を示している。この場合、空間40内のガスは、半導体装置の動きに追従できない。そのため、空間40内においては、加速方向A（ $-Z$ 方向）とは逆方向（ $+Z$ 方向）にガスの流れ（相対的な動き）が発生する。空間40内で $+Z$ 方向に熱いガスが流れるため、温度分布も $+Z$ 方向に偏る。結果として、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2の両方の位置で温度が低下する。第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2を用いることにより、このような温度変化のパターンを検出することができる。逆に言えば、このような温度変化のパターンの検出から、「 $-Z$ 方向の加速」を検知することができる。

[0029] 半導体装置に「 $+Z$ 方向の加速」がかかった場合、検出される温度変化のパターンは、図5Bで示されたものと逆になる。従って、「 $-Z$ 方向の加速」と「 $+Z$ 方向の加速」とを区別することができる。

[0030] このように、本実施の形態のガス式加速度センサ10によれば、簡易な構成で、 X 方向と Z 方向の2方向の加速度を検知することができる。 X 方向の加速度を検知できるのは、 X 方向において、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2がヒータ20の両側に配置されているからである。 Z 方向の加速度を検知できるのは、 Z 方向において、ヒータ20の位置が、第1

温度センサ 30-1 及び第 2 温度センサ 30-2 の位置と異なっているからである。

[0031] 更に、本実施の形態によれば、キャップチップ 200 側のヒータ 20 が、接続部材 300 と直接接触している。このことは、ヒータ 20 が電極パッドの役割も兼ねていることを意味する。この場合、キャップチップ 200 の表面 201 に電極パッドを別途形成したり、キャップチップ 200 内部に配線を引き回したりする必要がない。従って、製造が容易であり、又、製造コストも削減される。

[0032] 1-3. 構造例

図 6 は、本実施の形態に係る半導体装置の構造の一例を示している。

[0033] ベースチップ 100 において、シリコン基板 110 上にトランジスタ 120 が形成されている。シリコン基板 110 及びトランジスタ 120 を覆うように絶縁膜 130 が形成されており、その絶縁膜 130 の中には、トランジスタ 120 につながる多層配線 140 が形成されている。更に、絶縁膜 130 上に絶縁膜 150 が形成されており、その絶縁膜 150 中には、多層配線 140 につながるビア 160 が形成されている。更に、絶縁膜 150 上には、ビア 160 につながる最上層配線 170 が形成されている。その最上層配線 170 は、温度センサ 30、配線 50、電極パッド等を含んでいる。最上層配線 170 は、例えば、A1 で形成されている。

[0034] キャップチップ 200 において、シリコン基板 210 上に絶縁膜 220 が形成されている。その絶縁膜 220 上には、ヒータ 20 として機能する金属配線（例：A1）が形成されている。尚、上述のベースチップ 100 上の絶縁層の層数は、キャップチップ 200 上の絶縁層の総数よりも多い。

[0035] ベースチップ 100 とキャップチップ 200 との間には、接続部材 300 としてバンプ（バンプ電極）が形成されている。バンプ 300 は、ベースチップ 100 とキャップチップ 200 との間を電氣的に接続するだけでなく、キャップチップ 200 を機械的に支えるスペーサとしての役割をも果たす。また、上述の通り、本実施の形態では、キャップチップ 200 側に形成され

たヒータ２０が、バンプ３００と直接接触している。つまり、ヒータ２０が電極パッドの役割も兼ねている。ヒータ２０には、バンプ３００を介して直接電流を供給することができる。

[0036] 更に、キャップチップ２００の周りを囲むように、サイドフィル２５０（例：ポリイミド）が形成されている。これにより、ベースチップ１００、キャップチップ２００及びサイドフィル２５０で囲まれた空間４０が形成される。この空間４０にはガスが密封されている。ガス式加速度センサ１０は、この空間４０内のガスの温度分布の変化を検出することにより、半導体装置の加速度を検知する。

[0037] 尚、図６で示された例では、ベースチップ１００中にはトランジスタ１２０が形成されているが、キャップチップ２００中にはトランジスタは形成されていない。それは、ヒータ２０がバンプ３００と直接接触しており、ヒータ２０のＯＮ／ＯＦＦはベースチップ１００側から制御可能だからである。キャップチップ２００内には、ヒータ２０をＯＮ／ＯＦＦ制御するためのトランジスタや多層配線を形成する必要がない。従って、製造コストが削減される。

[0038] また、キャップチップ２００内にトランジスタが形成されない場合、キャップチップ２００のシリコン基板２１０としてそれほど高品質、高価なものを用いなくてもよい。つまり、キャップチップ２００のシリコン基板２１０の品質は、トランジスタ１２０が形成されるベースチップ１００のシリコン基板１１０の品質より低くてもよい。このことも、製造コストの削減に寄与する。

[0039] シリコン基板（半導体基板）の品質の１つの指標は、「欠陥密度」である。欠陥密度が低いほど、品質は高いと言える。図６で示された例では、キャップチップ２００のシリコン基板２１０の欠陥密度は、ベースチップ１００のシリコン基板１１０の欠陥密度より高くてもよい。尚、基板（ウエハ）表面の欠陥の測定方法としては、光散乱法が一般的である。光散乱法によれば、波長４００～７００ｎｍの収束レーザ光が、基板（ウエハ）表面に照射さ

れる。そして、欠陥部分での散乱光が受光素子で検出される。散乱光の検出頻度や検出状態等に基づいて、欠陥密度を求めることができる。

[0040] 尚、熱源であるヒータ20が上側のキャップチップ200に形成されていることは、次の点で好ましい。まず、最上部のシリコン基板210から上方への放熱が期待できる。また、ヒータ20の位置がベースチップ100中に形成されたトランジスタ120から遠くなるため、ヒータ20の熱がトランジスタ120の動作に与える影響を抑えることができる。

[0041] 図7及び図8は、本実施の形態に係る半導体装置のパッケージ構成の一例として、QFP (Quad Flat Package) を概念的に示している。ベースチップ100の表面上の電極パッド (最上層配線170の一部) は、ボンディングワイヤ400を介してリード500に接続されている。更に、モールド樹脂600によって半導体装置が封止されている。

[0042] 1-4. 製造方法

図9A～図9Lは、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法の一例を示す断面図である。

[0043] まず、図9Aに示されるように、ベースチップ100のシリコン基板110、絶縁膜130及び絶縁膜150の積層構造が形成される。上述の通り、シリコン基板110上にはトランジスタ120 (図示されない) が形成されている。絶縁膜130中には多層配線140 (図示されない) が形成されている。絶縁膜150中にはビア160 (図示されない) が形成されている。

[0044] 次に、図9Bに示されるように、絶縁膜150の表面上に最上層配線170が形成される。その最上層配線170は、温度センサ30、配線50、電極パッド等を含んでいる。最上層配線170は、例えば、Alで形成される。

[0045] 次に、図9Cに示されるように、絶縁膜150及び最上層配線170を覆うようにレジスト膜310が形成される。更に、後にバンプ300が形成される位置に、開口部が形成される。

[0046] 次に、図9Dに示されるように、上記の開口部中の最上層配線170上に

、Cuめっき層180が形成される。

[0047] 次に、図9Eに示されるように、上記の開口部を埋めるようにはんだ320が形成される。はんだ320は、例えば、Sn合金である。

[0048] 次に、図9Fに示されるように、レジスト膜310が除去される。

[0049] 続いて、はんだリフローが行われる。その結果、図9Gに示されるように、球状はんだ330が形成される。

[0050] キャップチップ200も、上記のベースチップ100の場合と同様に形成される。図9Hに示されるように、シリコン基板210上に絶縁膜220が形成される。そして、その絶縁膜220の表面上に、ヒータ20として機能する金属配線（例：Al）が形成される。更に、ベースチップ100の場合と同様の方法により、絶縁膜220上に球状はんだ330が形成される。尚、シリコン基板210上にはトランジスタは形成されていない。

[0051] 次に、図9Iに示されるように、表面同士が対向するようにベースチップ100とキャップチップ200の重ね合わせが行われる。このとき、ベースチップ100側の球状はんだ330とキャップチップ200側の球状はんだ330とが接触するように重ね合わせが行われる。つまり、ベースチップ100とキャップチップ200は、球状はんだ330の分布位置が一致するように形成されており、球状はんだ330同士が接触するように積層される。

[0052] 続いて、はんだリフローが行われる。その結果、図9Jに示されるように、球状はんだ330同士が混ざり合い、バンプ300が形成される。このようにして、ベースチップ100とキャップチップ200は、バンプ300を介してフリップ接続される。

[0053] 尚、図9Jに示されるように、X方向において、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、ヒータ20を挟んで対向するように配置されている。また、Z方向において、ヒータ20の位置は、第1温度センサ30-1及び第2温度センサ30-2の位置と異なっている。更に、図示されないが、キャップチップ200に形成されたヒータ20は、バンプ300と直接接触している。

- [0054] その後、ベースチップ100とキャップチップ200の積層構造はリードフレーム上にマウントされる。そして、図9Kに示されるように、ベースチップ100の表面上の電極パッド（最上層配線170の一部）が、ボンディングワイヤ400を介してリード500に接続される。
- [0055] 更に、図9Lに示されるように、モールド樹脂600によって半導体装置が封止される。このとき、バンプ300によってモールド樹脂600の侵入が阻止される。また、モールド樹脂600の封止の際、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス雰囲気下若しくは空気雰囲気下で封止することで、空間40にガスを封入する。それにより、ガス式加速度センサ10の空間40が形成される。つまり、モールド樹脂600が、図6で示されたサイドフィル250となる。
- [0056] サイドフィル250の形成方法は、上記の手法に限られない。図10A～図10Dを参照して、変形例を説明する。
- [0057] 上記の図9Jで示された構造が得られた後、図10Aに示されるように、ポリイミド350が塗布される。このポリイミド350は感光性である。このとき、バンプ300によってポリイミド350の侵入が阻止される。また、ポリイミド塗布の際、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス雰囲気下若しくは空気雰囲気下で塗布することで、空間40にガスを封入する。それにより、ガス式加速度センサ10の空間40が形成される。
- [0058] 続いて、図10Bに示されるように、光露光によりポリイミド350が部分的に除去される。具体的には、ベースチップ100の表面上の電極パッドの部分のポリイミド350が除去される。また、この時、キャップチップ200のシリコン基板210上のポリイミド350も除去される。このようにして残ったポリイミド350が、図6で示されたサイドフィル250となる。
- [0059] その後、ベースチップ100とキャップチップ200の積層構造はリードフレーム上にマウントされる。そして、図10Cに示されるように、ベースチップ100の表面上の電極パッド（最上層配線170の一部）が、ボンデ

ィングワイヤ４００を介してリード５００に接続される。

[0060] 更に、図１０Ｄに示されるように、モールド樹脂６００によって半導体装置が封止される。

[0061] ２．第２の実施の形態

上記の第１の実施の形態では、ヒータ２０が上側のキャップチップ２００に形成され、温度センサ３０が下側のベースチップ１００に形成されていた。この関係は逆であってもよい。すなわち、ヒータ２０が下側のベースチップ１００に形成され、温度センサ３０が上側のキャップチップ２００に形成されてもよい。第２の実施の形態では、この場合を説明する。尚、第１の実施の形態と重複する説明は適宜省略する。

[0062] 図１１は、第２の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示す平面図である。図１２Ａは、図１１中の線Ａ－Ａ’に沿った断面構造を概念的に示している。図１２Ｂは、図１１中の線Ｂ－Ｂ’に沿った断面構造を概念的に示している。

[0063] 図１２Ａに示されるように、ヒータ２０は、ベースチップ１００の表面１０１上に形成されており、空間４０に露出している。一方、第１温度センサ３０－１と第２温度センサ３０－２は、キャップチップ２００の表面２０１上に形成されており、空間４０に露出している。Ｘ方向において、第１温度センサ３０－１と第２温度センサ３０－２は、ヒータ２０を挟んで対向するように配置されている。また、Ｚ方向において、ヒータ２０の位置は、第１温度センサ３０－１及び第２温度センサ３０－２の位置と異なっている。

[0064] また、図１２Ｂに示されるように、上側のキャップチップ２００に形成された第１温度センサ３０－１は、接続部材３００と直接接触している。より詳細には、一对の接続部材３００がＹ方向において離間して設けられており、第１温度センサ３０－１（金属配線）の両端がその一对の接続部材３００のそれぞれと直接接触している。第２温度センサ３０－２も同様である。

[0065] このように、キャップチップ２００側に形成された温度センサ３０に対しては、ベースチップ１００から接続部材３００を介して直接信号を送ること

ができる。キャップチップ200側の温度センサ30が接続部材300と直接接触していることは、その温度センサ30が電極パッドの役割も兼ねていることを意味する。この場合、キャップチップ200の表面201に電極パッドを別途形成したり、キャップチップ200内部に配線を引き回したりする必要がない。従って、製造が容易であり、又、製造コストも削減される。

[0066] また、キャップチップ200内には、温度センサ30を制御するためのトランジスタや多層配線を形成する必要がない。従って、製造コストが削減される。また、キャップチップ200内にトランジスタが形成されない場合、キャップチップ200のシリコン基板210としてそれほど高品質、高価なものをいなくてもよい。つまり、キャップチップ200のシリコン基板210の品質は、トランジスタ120が形成されるベースチップ100のシリコン基板110の品質より低くてもよい。このことも、製造コストの削減に寄与する。

[0067] 加速度の検知に関しても、第1の実施の形態と同様である。本実施の形態に係る構成によっても、X方向とZ方向の2方向の加速度を検知することができる。

[0068] 3. 第3の実施の形態

図13は、第3の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示している。第1の実施の形態（図2A参照）と比較して、ガス式加速度センサ10は、更に、第3温度センサ30-3及び第4温度センサ30-4を構成要素として備えている。尚、第1の実施の形態と重複する説明は適宜省略する。

[0069] 第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2がベースチップ100側に形成されているのに対し、第3温度センサ30-3と第4温度センサ30-4はキャップチップ200側に形成されている。より詳細には、第3温度センサ30-3と第4温度センサ30-4は、キャップチップ200の表面201上に形成されており、空間40に露出している。

[0070] X方向において、第3温度センサ30-3と第4温度センサ30-4は、ヒータ20を挟んで対向するように配置されている。典型的には、第3温度

センサ30-3とヒータ20との間隔は、第4温度センサ30-4とヒータ20との間隔と等しい。つまり、第3温度センサ30-3と第4温度センサ30-4は、ヒータ20を中心として対称な位置に配置されている。また、X方向の位置が、第1温度センサ30-1と第3温度センサ30-3とで同じであり、また、第2温度センサ30-2と第4温度センサ30-4とで同じであってもよい。つまり、第1温度センサ30-1と第3温度センサ30-3が対向しており、また、第2温度センサ30-2と第4温度センサ30-4が対向していてもよい。

[0071] また、ヒータ20の場合と同様に、第3温度センサ30-3及び第4温度センサ30-4のそれぞれも接続部材300に直接接触するように形成されていることが好ましい。

[0072] 図14は、半導体装置に「-Z方向の加速」がかかった状態を概念的に示している。この場合、空間40内のガスは、半導体装置の動きに追従できない。そのため、空間40内においては、加速方向A（-Z方向）とは逆方向（+Z方向）にガスの流れ（相対的な動き）が発生する。結果として、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2の両方の位置で温度が低下する。一方、第3温度センサ30-3と第4温度センサ30-4の両方の位置では温度が上昇する。このような温度変化のパターンの検出から、「-Z方向の加速」を検知することができる。

[0073] 特に、本実施の形態では、対向する第1温度センサ30-1（第2温度センサ30-2）と第3温度センサ30-3（第4温度センサ30-4）との間で測定温度の差分を取ることによって、温度変化のパターンをよりクリアに検出することが可能となる。このような絶対値ではなく差分に基づく方式によって、ガス式加速度センサ10の感度及び精度が向上する。例えば、周辺環境の変化によりオフセット値が変動した場合であっても、差分に基づく本方式であれば、正確な加速度検知が可能となる。

[0074] 尚、第2の実施の形態と第3の実施の形態の組み合わせも可能である。

[0075] 4. 第4の実施の形態

図15は、第4の実施の形態に係る半導体装置の構成を概念的に示している。第1の実施の形態（図2A参照）と比較して、ガス式加速度センサ10は、2つのヒータ20（第1ヒータ20Aと第2ヒータ20B）を構成要素として備えている。尚、第1の実施の形態と重複する説明は適宜省略する。

[0076] 第1ヒータ20Aは、キャップチップ200側に形成されており、第1の実施の形態におけるヒータ20と同じである。

[0077] 一方、第2ヒータ20Bは、ベースチップ100側に形成されている。より詳細には、第2ヒータ20Bは、ベースチップ100の表面101上に形成されており、空間40に露出している。X方向において、第1温度センサ30-1と第2温度センサ30-2は、第2ヒータ20Bを挟んで対向するように配置されている。また、第1ヒータ20Aと第2ヒータ20Bは対向するように設けられていてもよい。

[0078] 図16は、半導体装置に「-Z方向の加速」がかかった状態を概念的に示している。この場合、空間40内のガスは、半導体装置の動きに追従できない。そのため、空間40内においては、加速方向A（-Z方向）とは逆方向（+Z方向）にガスの流れ（相対的な動き）が発生する。

[0079] ここで、本実施の形態では、図17に示されるように、第1ヒータ20Aと第2ヒータ20Bは、交互に通電（ON）される。つまり、第1ヒータ20AがONのとき、第2ヒータ20BはOFFであり、第1ヒータ20AがOFFのとき、第2ヒータ20BはONである。第1ヒータ20AがONしている場合、第1ヒータ20Aは温度センサ30から離れた位置にあるため、Z方向の加速が印加された際に温度センサ30で検出される温度変化は大きい。一方、第2ヒータ20BがONしている場合、第2ヒータ20Bは温度センサ30の真横にあるため、Z方向の加速が印加された際に温度センサ30で検出される温度変化は小さい。

[0080] 従って、両者の場合の測定温度の差分を取ることによって、温度変化のパターンをよりクリアに検出することが可能となる。このような絶対値ではなく差分に基づく方式によって、ガス式加速度センサ10の感度及び精度が向

上する。例えば、周辺環境の変化によりオフセット値が変動した場合であっても、差分に基づく本方式であれば、正確な加速度検知が可能となる。

[0081] 尚、矛盾しない限りにおいて、本実施の形態を既出の実施の形態と組み合わせることも可能である。

[0082] 5. 第5の実施の形態

第5の実施の形態では、半導体装置に、複数のガス式加速度センサ10が設けられる。ここでは、例として、2個のガス式加速度センサ10（第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2）が設けられている場合を考える。尚、第1の実施の形態と重複する説明は適宜省略する。

[0083] 図18に示されるように、単一のベースチップ100上に2つのキャップチップ200（第1キャップチップ200-1と第2キャップチップ200-2）がマウントされている。第1キャップチップ200-1の周囲はサイドフィル250-1で囲まれており、第2キャップチップ200-2の周囲はサイドフィル250-2で囲まれている。これら第1キャップチップ200-1と第2キャップチップ200-2が、それぞれ、第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2に対応する。

[0084] より詳細には、第1ガス式加速度センサ10-1のヒータ20が、第1キャップチップ200-1に形成されている。一方、第2ガス式加速度センサ10-2のヒータ20が、第2キャップチップ200-2に形成されている。第1ガス式加速度センサ10-1の温度センサ30及び第2ガス式加速度センサ10-2の温度センサ30は、単一のベースチップ100に形成されている。第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2のそれぞれの動作は、第1の実施の形態の場合と同じである。

[0085] 図18で示される例では、第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2の各々が、X方向とZ方向の2方向の加速度を検知することができるように配置されている。第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2のそれぞれによる検知結果を用いることに

よって、例えば補正処理を行うことが可能となる。

[0086] 他の例として、加速度を検知可能な方向が、第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2とで異なってもよい。図19に示される例では、加速度を検知可能な面内方向が、第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2とで異なっている（交差している）。より詳細には、第1ガス式加速度センサ10-1は、X方向とZ方向の2方向の加速度を検知することができるように配置されている。それに対し、第2ガス式加速度センサ10-2は、Y方向とZ方向の2方向の加速度を検知することができるように配置されている。これにより、全方向の加速度を検知することが可能となる。

[0087] 尚、矛盾しない限りにおいて、本実施の形態を既出の実施の形態と組み合わせることも可能である。

[0088] 6. 第6の実施の形態

第6の実施の形態では、上記の第5の実施の形態と同様に、半導体装置に、複数のガス式加速度センサ10が設けられる。但し、第5の実施の形態とは異なり、単一のベースチップ100と単一のキャップチップ200を用いて複数のガス式加速度センサ10が形成される。尚、第5の実施の形態と重複する説明は適宜省略する。

[0089] 図20に示されるように、単一のベースチップ100上に単一のキャップチップ200がマウントされている。キャップチップ200の周囲はサイドフィル250で囲まれている。第1ガス式加速度センサ10-1のヒータ20と第2ガス式加速度センサ10-2のヒータ20は、単一のキャップチップ200に形成されている。第1ガス式加速度センサ10-1の温度センサ30及び第2ガス式加速度センサ10-2の温度センサ30は、単一のベースチップ100に形成されている。

[0090] ここで、第1ガス式加速度センサ10-1と第2ガス式加速度センサ10-2のそれぞれを独立して動作させるためには、それぞれの空間40を確保する必要がある。そのために、本実施の形態によれば、第1ガス式加速度セ

ンサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 との間に、第 1 ガス式加速度センサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 を隔離するための「パーティション」が形成される。

[0091] パーティションとして、絶縁膜が形成されてもよい。あるいは、バンプ 300 を利用することによりパーティションが形成されてもよい。具体的には、図 20 に示されるように、隙間なく一列に配置された複数のバンプ 300 によって「バンプ列 300A」が形成される。このバンプ列 300A がパーティションとして用いられてもよい。尚、バンプ列 300A は導電性であるため、バンプ列 300A とベースチップ 100 側の温度センサ 30 とが接触しないように注意する必要がある。また、バンプ列 300A は隣接するガス式加速度センサに影響しないのであれば、多少の隙間があるように並んでいてもよい。

[0092] 図 20 で示される例では、第 1 ガス式加速度センサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 の各々が、X 方向と Z 方向の 2 方向の加速度を検知することができるように配置されている。第 1 ガス式加速度センサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 のそれぞれによる検知結果を用いることによって、例えば補正処理を行うことが可能となる。

[0093] 他の例として、加速度を検知可能な方向が、第 1 ガス式加速度センサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 とで異なってもよい。図 21 に示される例では、加速度を検知可能な面内方向が、第 1 ガス式加速度センサ 10-1 と第 2 ガス式加速度センサ 10-2 とで異なっている（交差している）。より詳細には、第 1 ガス式加速度センサ 10-1 は、X 方向と Z 方向の 2 方向の加速度を検知することができるように配置されている。それに対し、第 2 ガス式加速度センサ 10-2 は、Y 方向と Z 方向の 2 方向の加速度を検知することができるように配置されている。これにより、全方向の加速度を検知することが可能となる。

[0094] 尚、矛盾しない限りにおいて、本実施の形態を既出の実施の形態と組み合わせることも可能である。

[0095] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

請求の範囲

[請求項1]

ヒータ、第1温度センサ及び第2温度センサを構成要素として含むガス式加速度センサと、

前記構成要素のうち前記ヒータが第1表面に形成された第1チップと、

前記構成要素のうち前記第1温度センサと前記第2温度センサが第2表面に形成された第2チップと、

前記第1チップと前記第2チップとを電氣的に接続する接続部材とを備え、

前記第1チップと前記第2チップは、前記第1表面と前記第2表面が対向するように、前記接続部材を介して積層されており、

前記第1チップと前記第2チップの積層方向において、前記ヒータの位置は、前記第1温度センサ及び前記第2温度センサの位置と異なっており、

前記積層方向に直交する第1面内方向において、前記第1温度センサと前記第2温度センサは、前記ヒータを挟んで対向するように配置されており、

前記第1チップと前記第2チップのうち一方が、ベースチップであり、

前記第1チップと前記第2チップのうち他方が、前記ベースチップ上に積層されたキャップチップであり、

前記キャップチップに形成された前記ガス式加速度センサの前記構成要素は、前記接続部材と直接接触している

半導体装置。

[請求項2]

請求項1に記載の半導体装置であって、

前記第1チップが前記キャップチップであり、

前記第2チップが前記ベースチップである

半導体装置。

- [請求項3] 請求項1に記載の半導体装置であって、
前記キャップチップの半導体基板の欠陥密度は、前記ベースチップ
の半導体基板の欠陥密度よりも高い
半導体装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の半導体装置であって、
前記ベースチップはトランジスタを有し、
前記キャップチップはトランジスタを有さない
半導体装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の半導体装置であって、
前記接続部材はバンプである
半導体装置。
- [請求項6] 請求項1に記載の半導体装置であって、
前記積層方向と直交し且つ前記第1面内方向と交差する方向は、第
2面内方向であり、
前記ガス式加速度センサの前記構成要素は、前記第2面内方向に延
在するように形成された金属配線である
半導体装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の半導体装置であって、
前記接続部材は、前記第2面内方向において離間して設けられた一
対の接続部材を含み、
前記キャップチップに形成された前記ガス式加速度センサの前記構
成要素の各々は、前記一对の接続部材と直接接触している
半導体装置。
- [請求項8] 請求項1に記載の半導体装置であって、
前記ガス式加速度センサは、更に、第3温度センサと第4温度セン
サを前記構成要素として含み、
前記第3温度センサ及び前記第4温度センサは、前記第1チップの
前記第1表面に形成されており、

前記第 1 面内方向において、前記第 3 温度センサと前記第 4 温度センサは、前記ヒータを挟んで対向するように配置されている半導体装置。

[請求項 9] 請求項 1 に記載の半導体装置であって、
前記ガス式加速度センサは、更に、他のヒータを前記構成要素として含み、
前記他のヒータは、前記第 2 チップの前記第 2 表面に形成されており、
前記第 1 面内方向において、前記第 1 温度センサと前記第 2 温度センサは、前記他のヒータを挟んで対向するように配置されている半導体装置。

[請求項 10] 請求項 9 に記載の半導体装置であって、
前記ヒータと前記他のヒータは交互に通電される半導体装置。

[請求項 11] 請求項 1 に記載の半導体装置であって、
前記ガス式加速度センサの数は複数であり、
前記複数のガス式加速度センサの各々が、前記構成要素を含んでいる半導体装置。

[請求項 12] 請求項 1 に記載の半導体装置であって、
前記複数のガス式加速度センサは、第 1 ガス式加速度センサと第 2 ガス式加速度センサとを含み、
前記第 1 ガス式加速度センサに関する前記第 1 面内方向は、前記第 2 ガス式加速度センサに関する前記第 1 面内方向と交差している半導体装置。

[請求項 13] 請求項 1 に記載の半導体装置であって、
前記キャップチップの数は複数であり、
前記複数のキャップチップのそれぞれが前記複数のガス式加速度セ

ンサに対応している

半導体装置。

[請求項14]

請求項 1 1 に記載の半導体装置であって、

前記複数のガス式加速度センサ間には、前記複数のガス式加速度センサのそれぞれを隔離するパーティションが形成されている

半導体装置。

[請求項15]

請求項 1 4 に記載の半導体装置であって、

前記パーティションは、複数のバンプで形成されている

半導体装置。

[請求項16]

請求項 1 に記載の半導体装置であって、

前記ベースチップ上と前記キャップチップ上には絶縁層が形成されており、前記ベースチップ上の絶縁層の層数は前記キャップチップ上の絶縁層の層数より多い

半導体装置。

[請求項17]

加速度センサを構成する温度センサが配置された第 1 チップと、

前記加速度センサを構成するヒータが配置された第 2 チップと、

前記第 1 チップと前記第 2 チップとの間に配置され、前記温度センサと前記ヒータが配置される空間を区画する接続部材とを有し、

前記ヒータの両端は前記接続部材と直接接触して前記第 1 チップと電氣的に接続される

半導体装置。

[請求項18]

半導体装置の製造方法であって、

前記半導体装置は、ヒータ、第 1 温度センサ及び第 2 温度センサを構成要素として含むガス式加速度センサを備え、

前記製造方法は、

第 1 チップの第 1 表面上に、前記構成要素のうち前記ヒータを形成する工程と、

第 2 チップの第 2 表面上に、前記構成要素のうち前記第 1 温度セ

ンサと前記第 2 温度センサを形成する工程と、

前記第 1 チップと前記第 2 チップを、前記第 1 表面と前記第 2 表面が対向するように、接続部材を介してフリップ接続する工程と

を含み、

前記第 1 チップと前記第 2 チップの積層方向において、前記ヒータの位置は、前記第 1 温度センサ及び前記第 2 温度センサの位置と異なっており、

前記積層方向に直交する第 1 面内方向において、前記第 1 温度センサと前記第 2 温度センサは、前記ヒータを挟んで対向するように配置され、

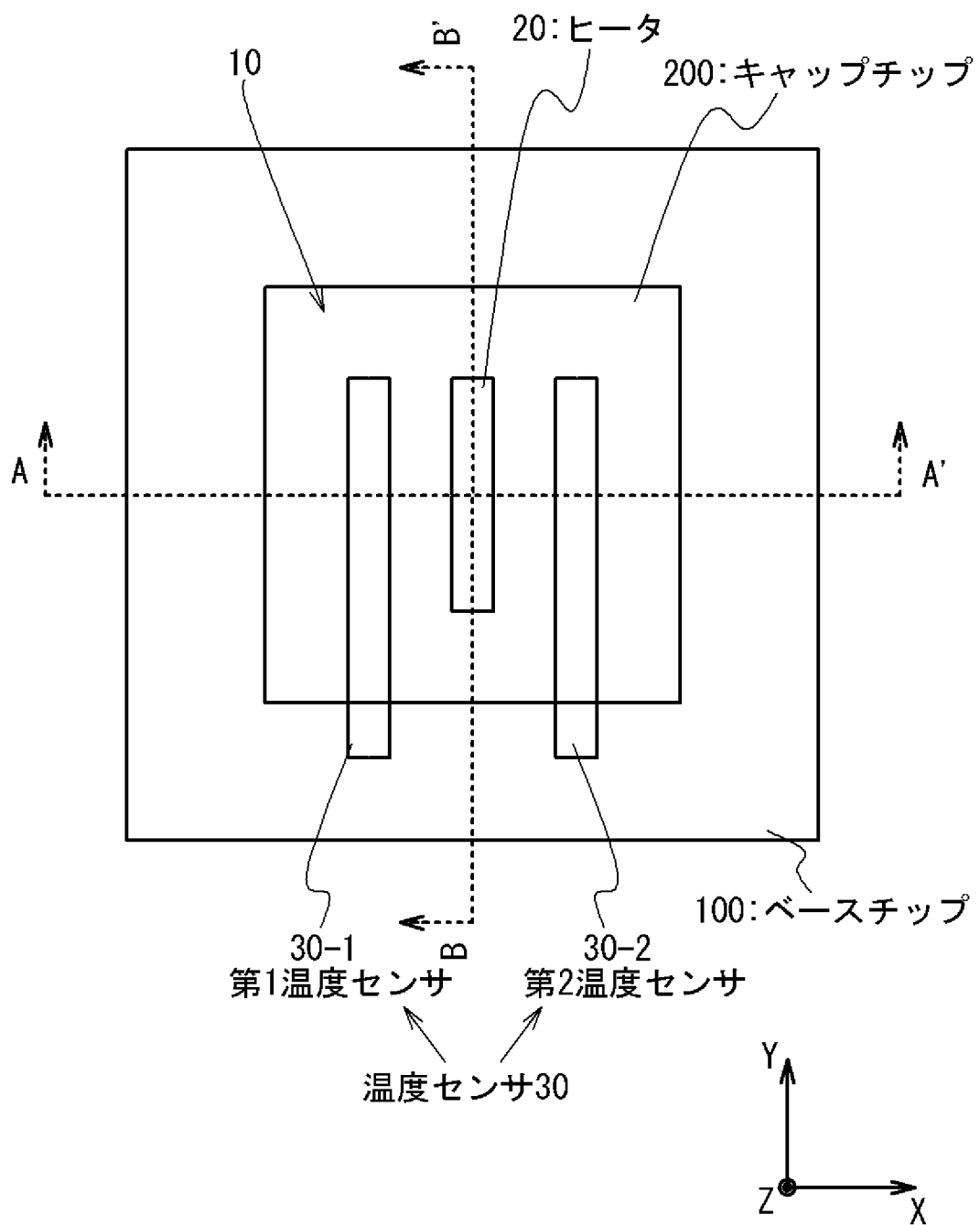
前記第 1 チップと前記第 2 チップのうち一方が、ベースチップであり、

前記第 1 チップと前記第 2 チップのうち他方が、前記ベースチップ上に積層されたキャップチップであり、

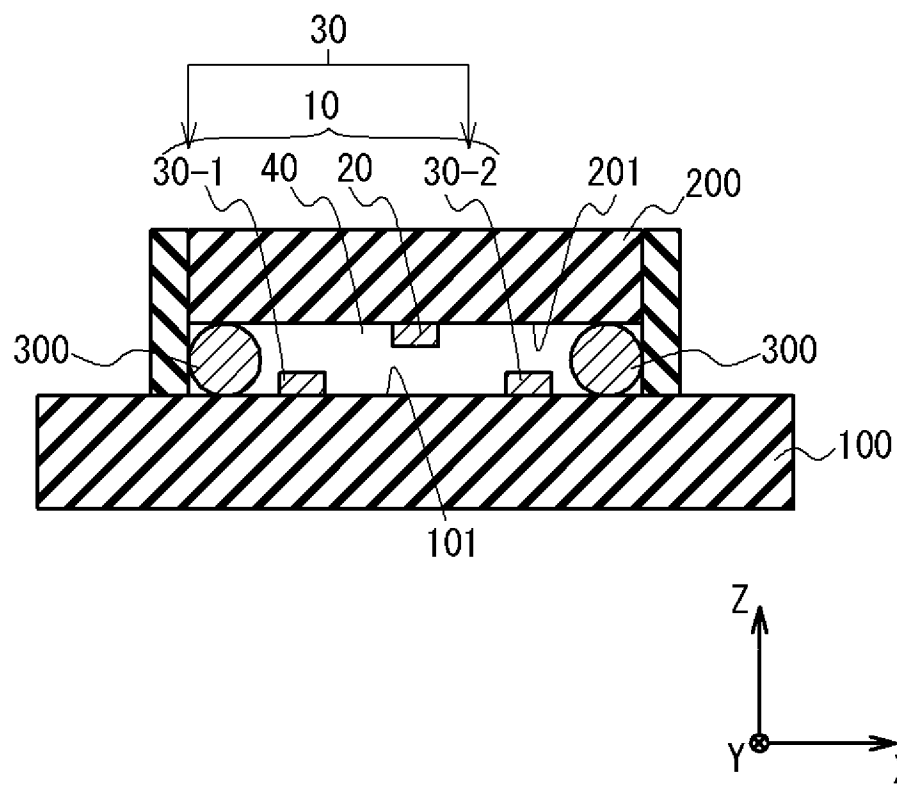
前記キャップチップに形成された前記ガス式加速度センサの前記構成要素は、前記接続部材と直接接触する

半導体装置の製造方法。

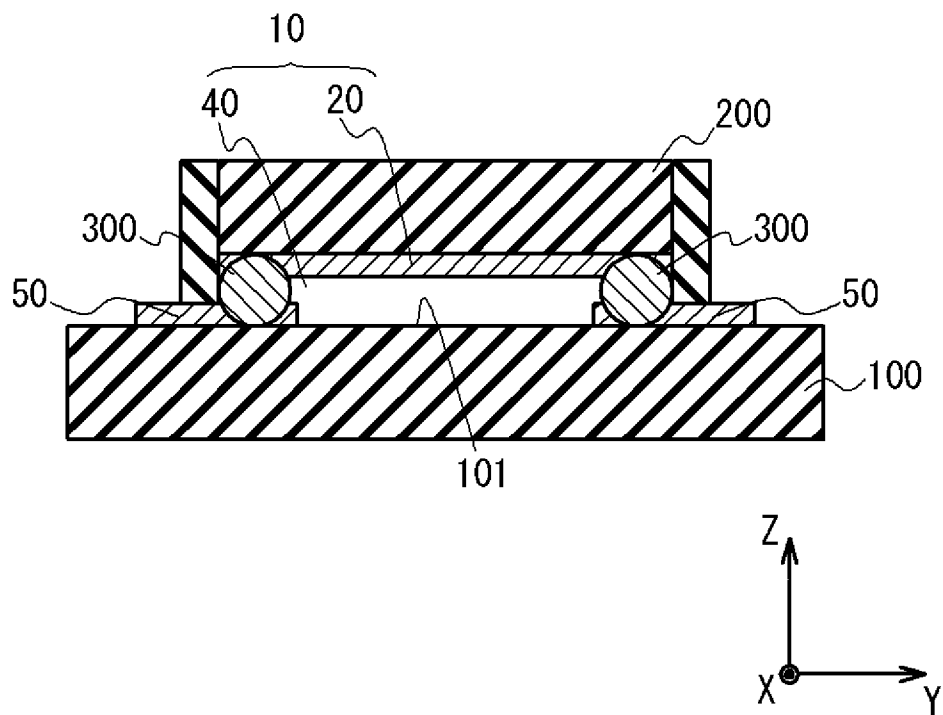
[図1]



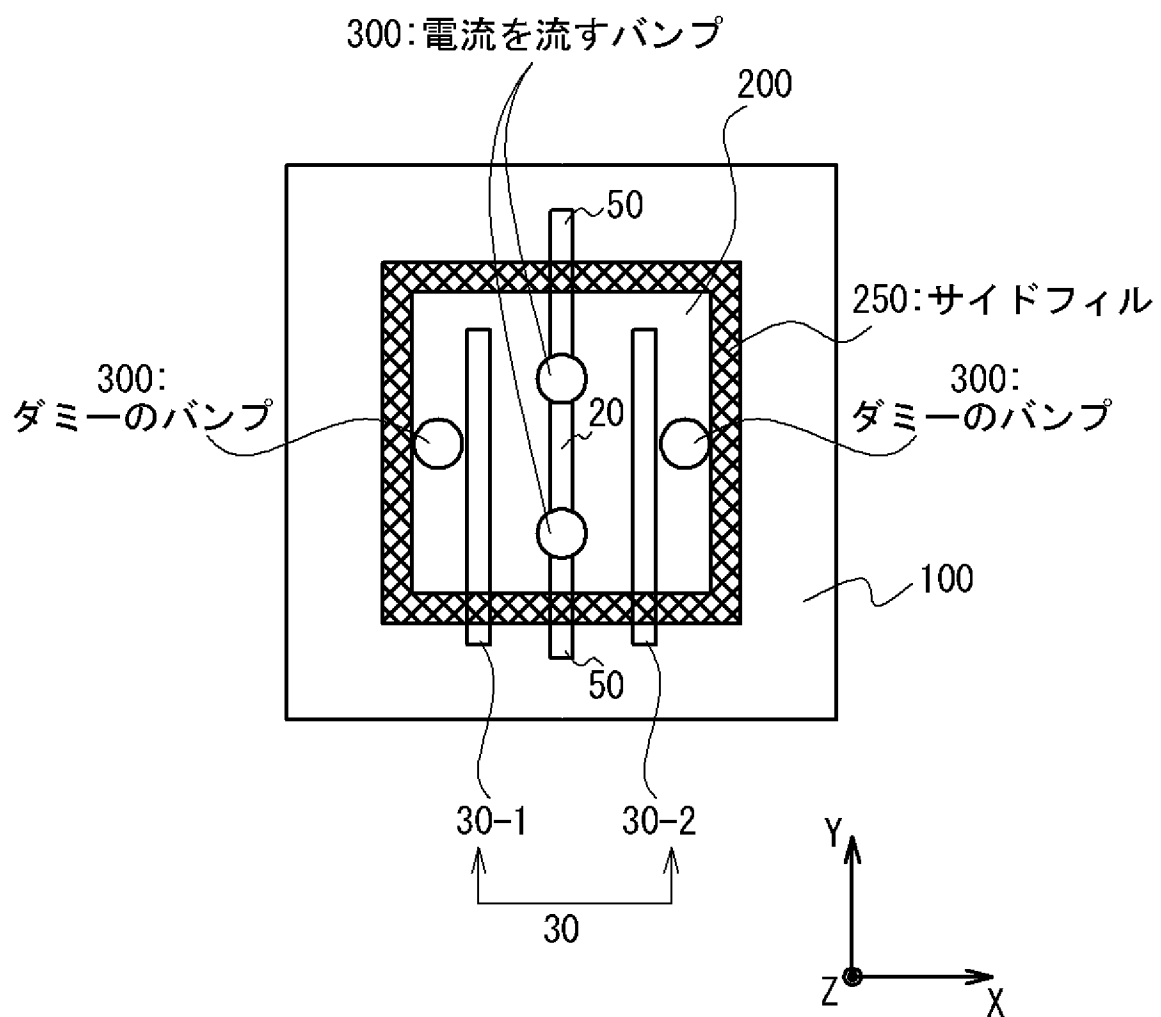
[図2A]



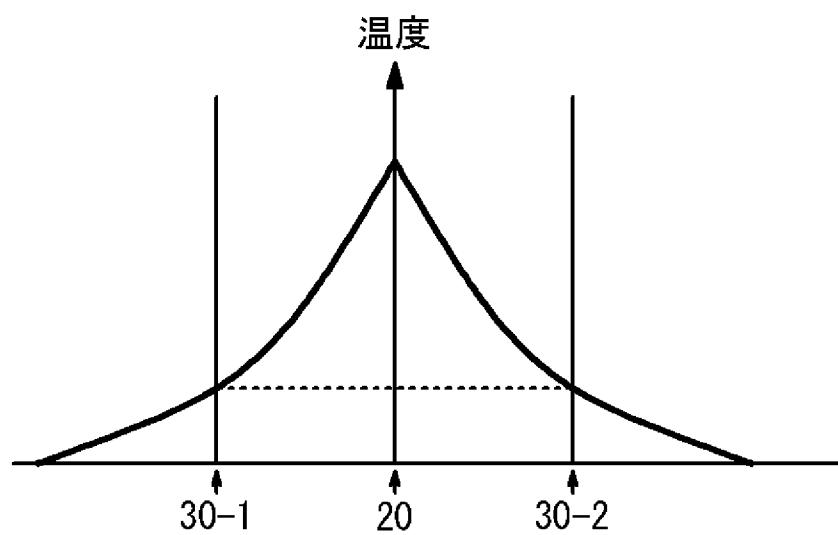
[図2B]



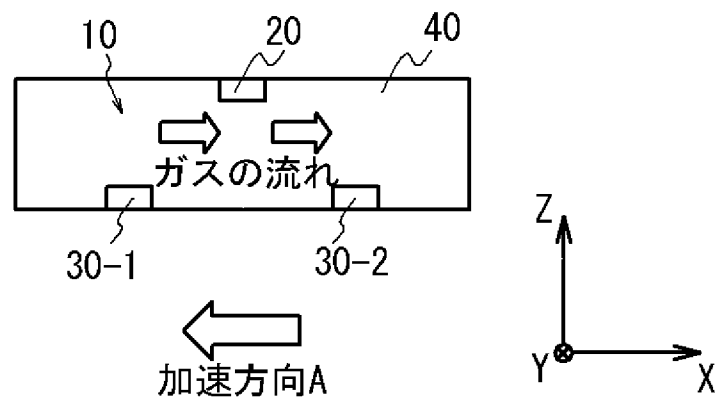
[図2C]



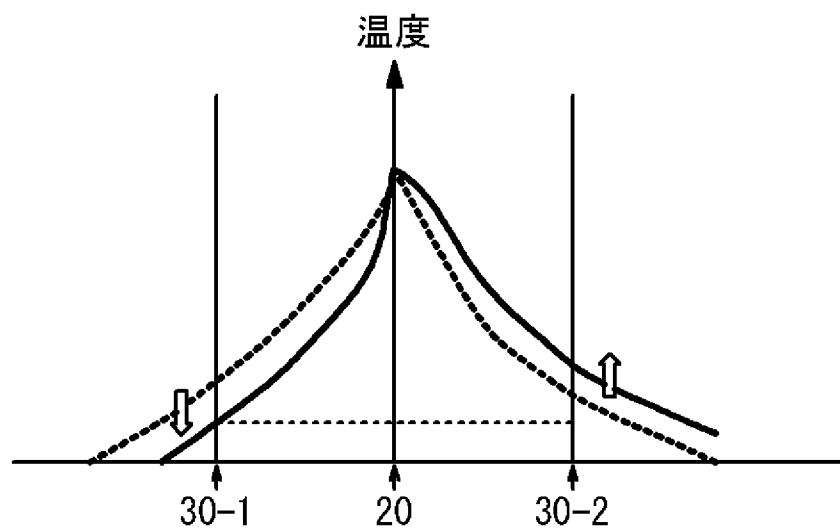
[図3]



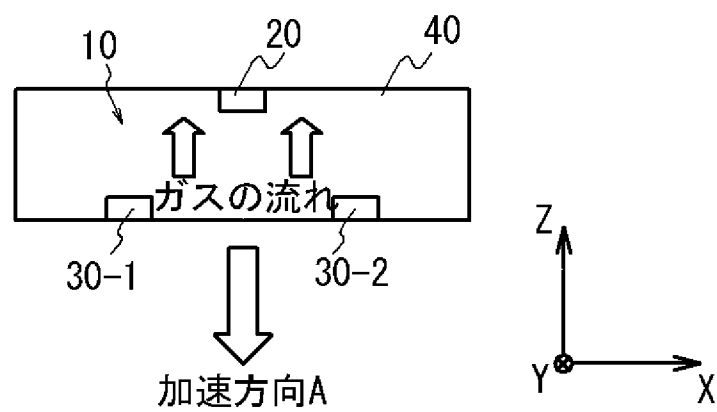
[図4A]



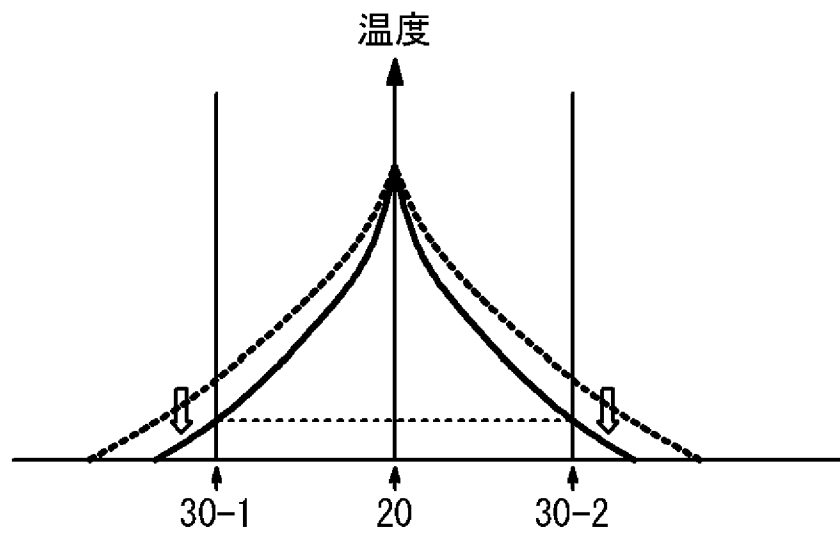
[図4B]



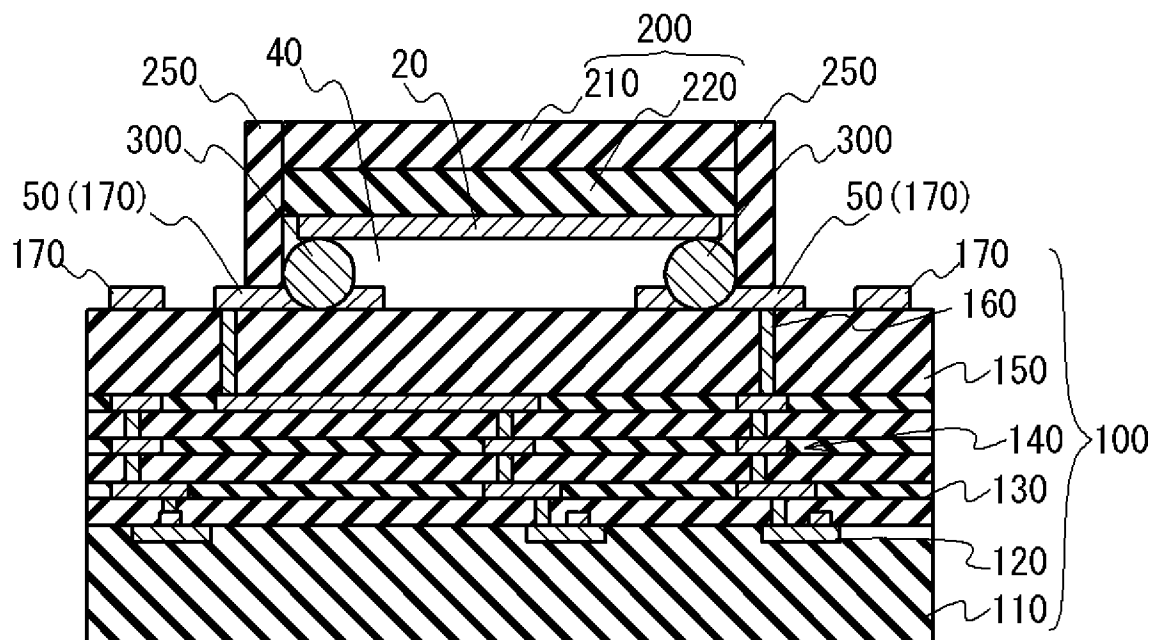
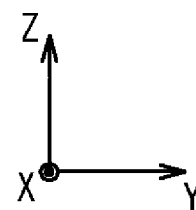
[図5A]



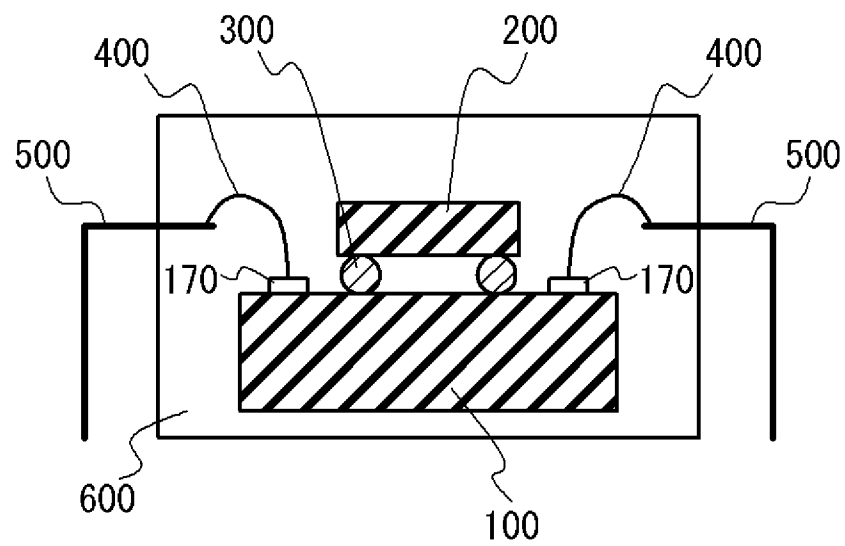
[図5B]



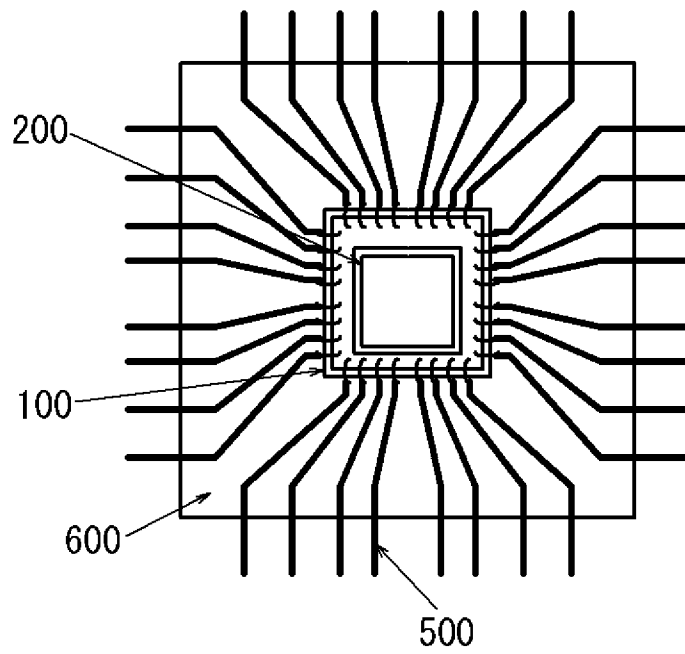
[図6]



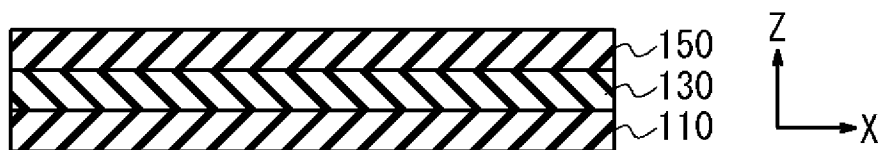
[図7]



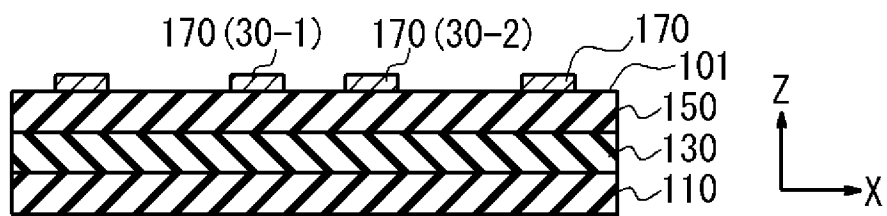
[図8]



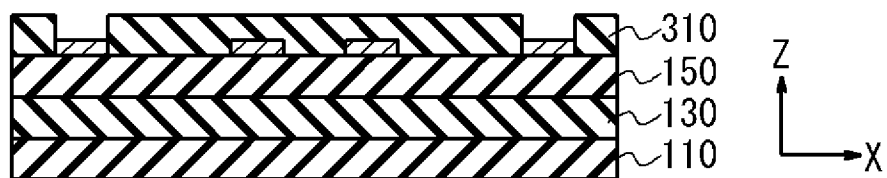
[図9A]



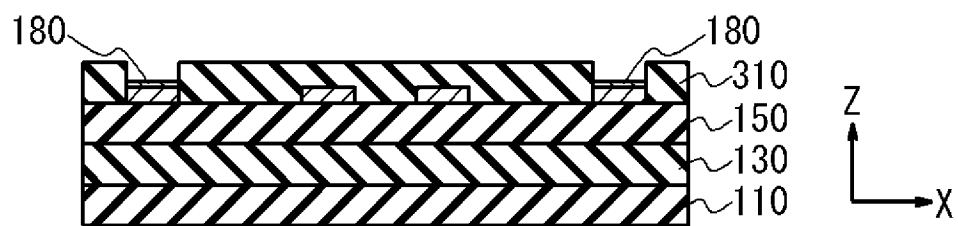
[図9B]



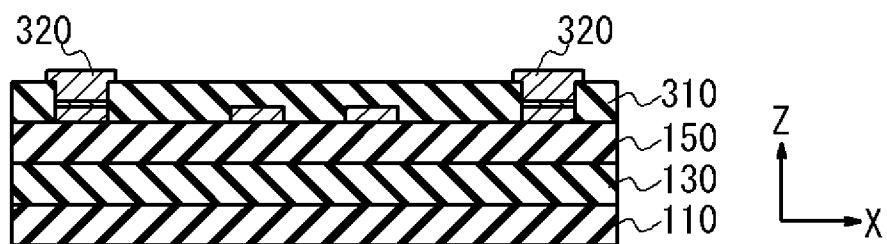
[図9C]



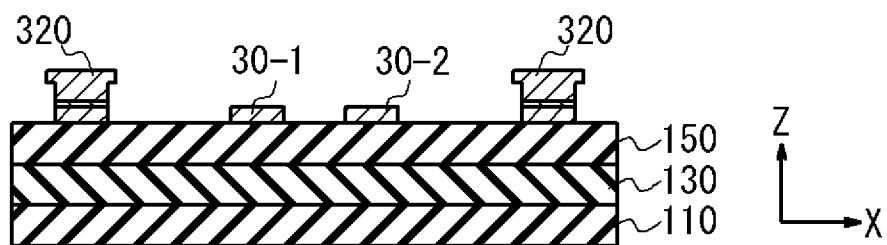
[図9D]



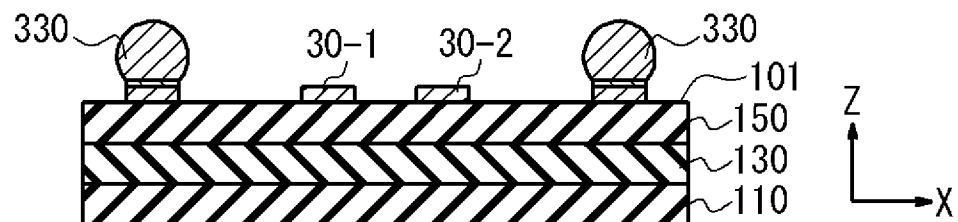
[図9E]



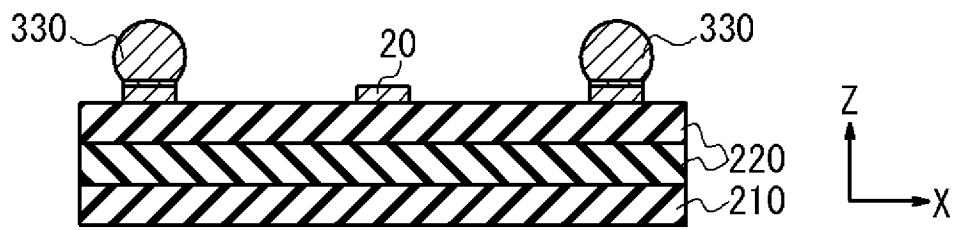
[図9F]



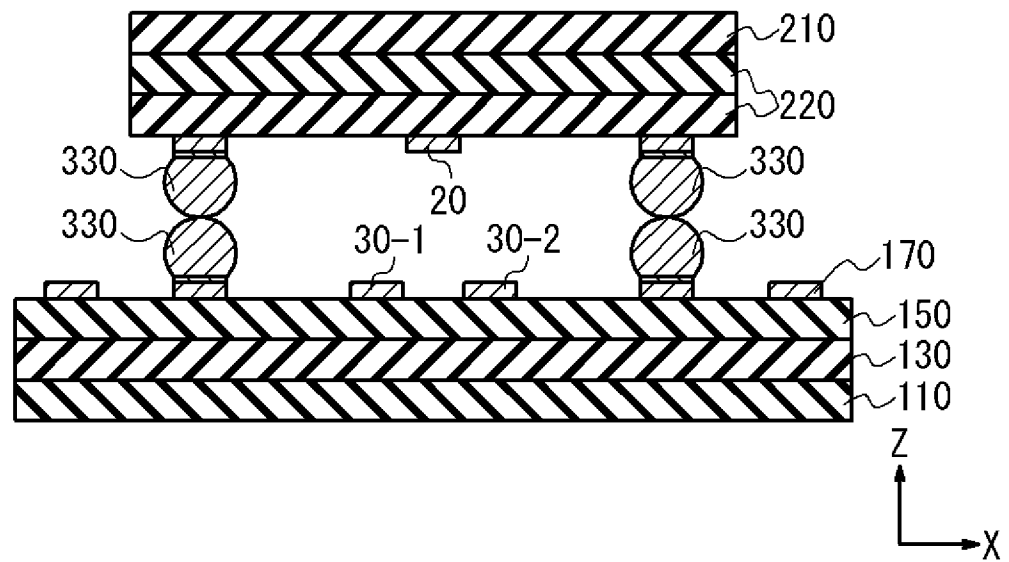
[図9G]



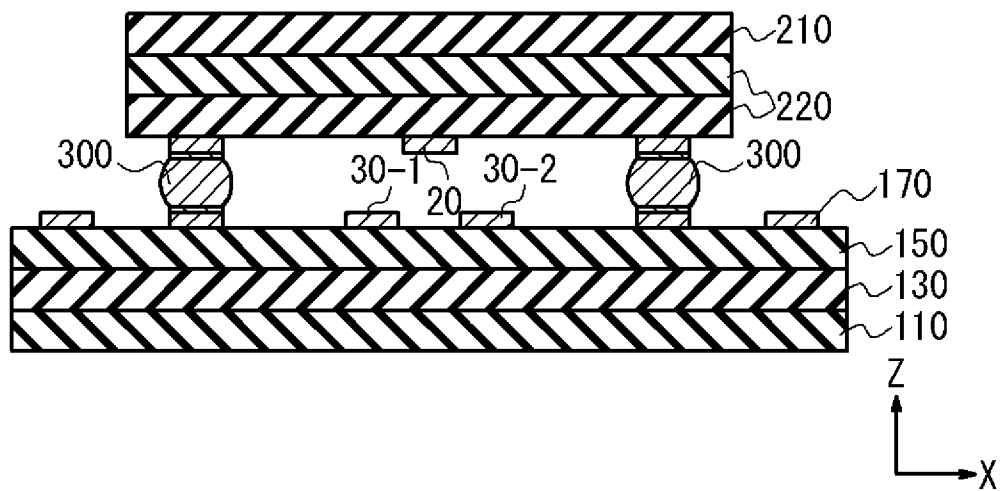
[図9H]



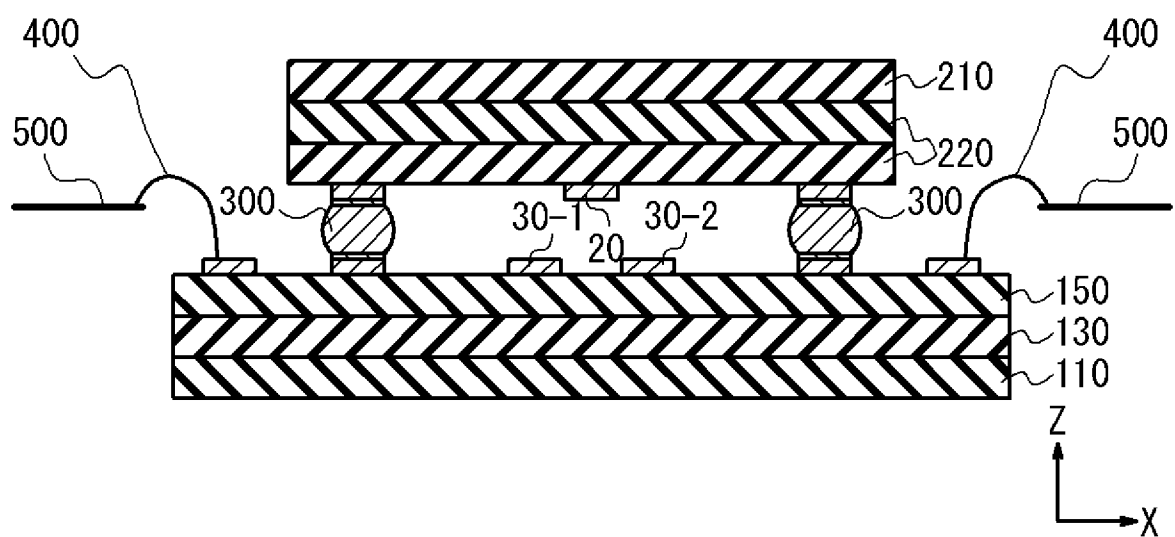
[図9I]



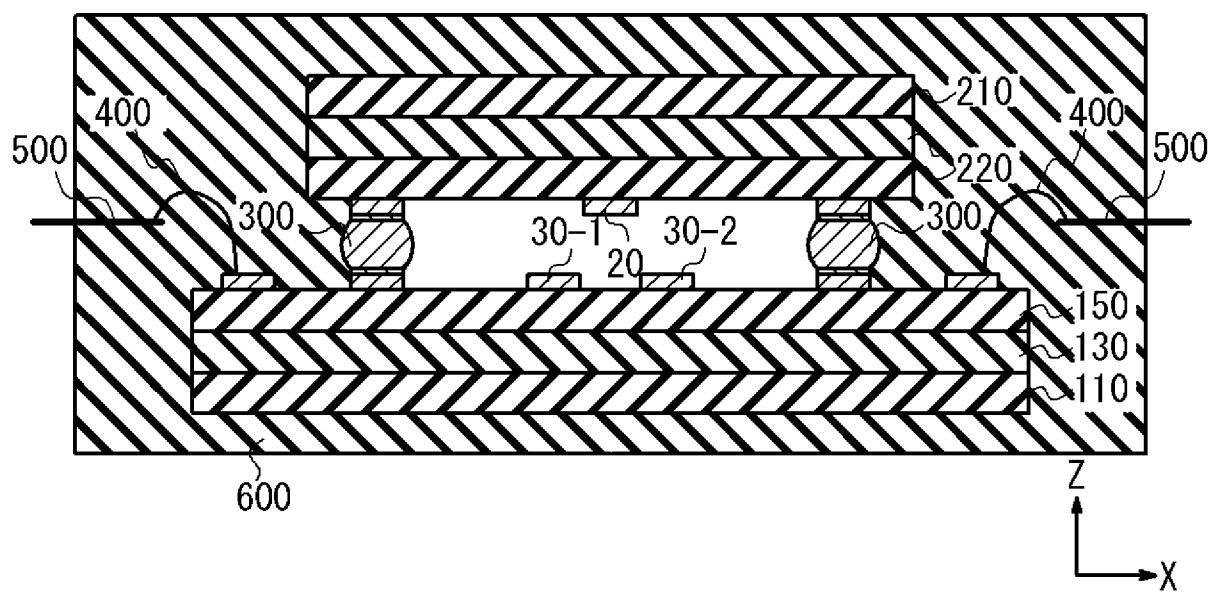
[図9J]



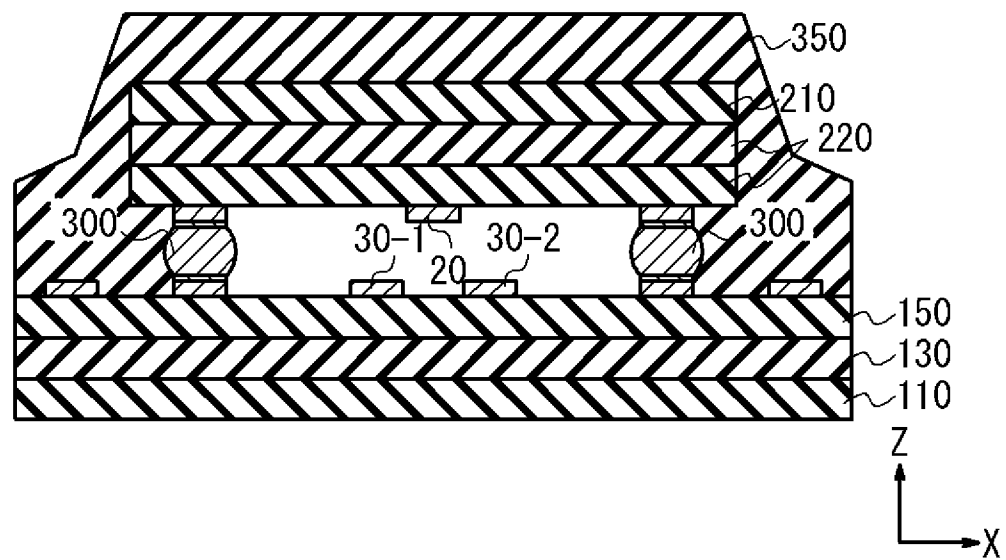
[図9K]



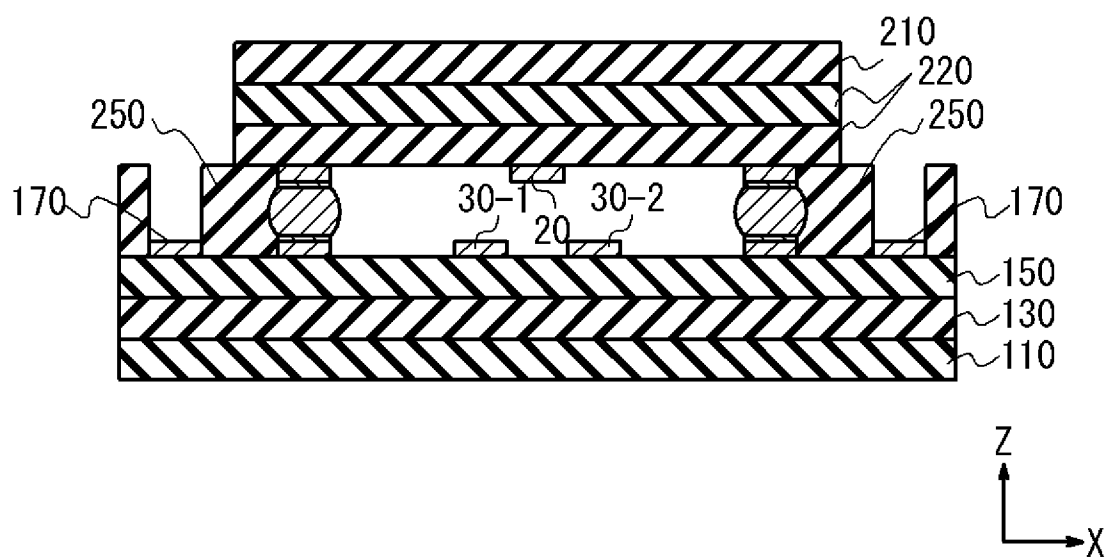
[図9L]



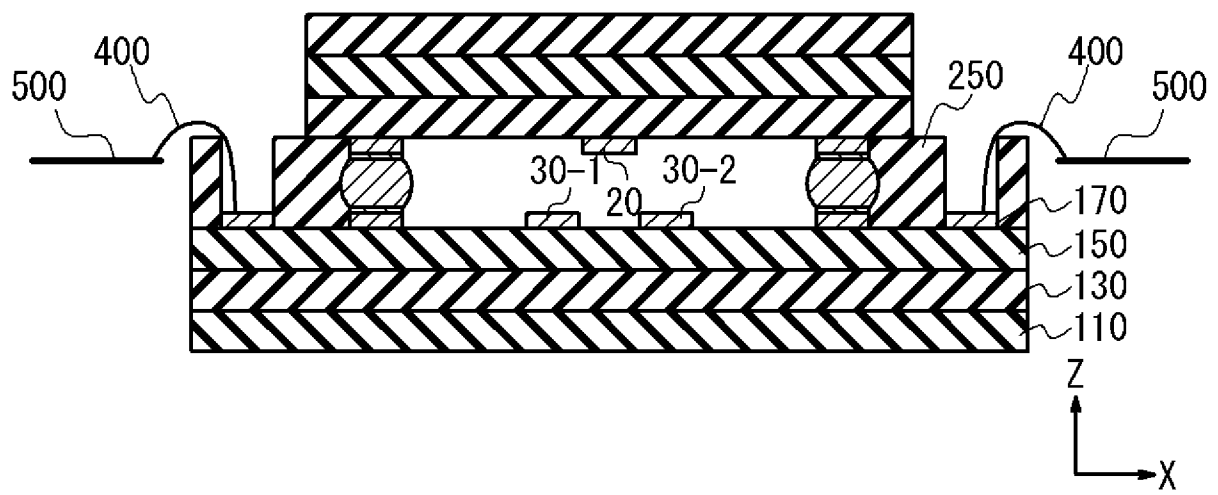
[図10A]



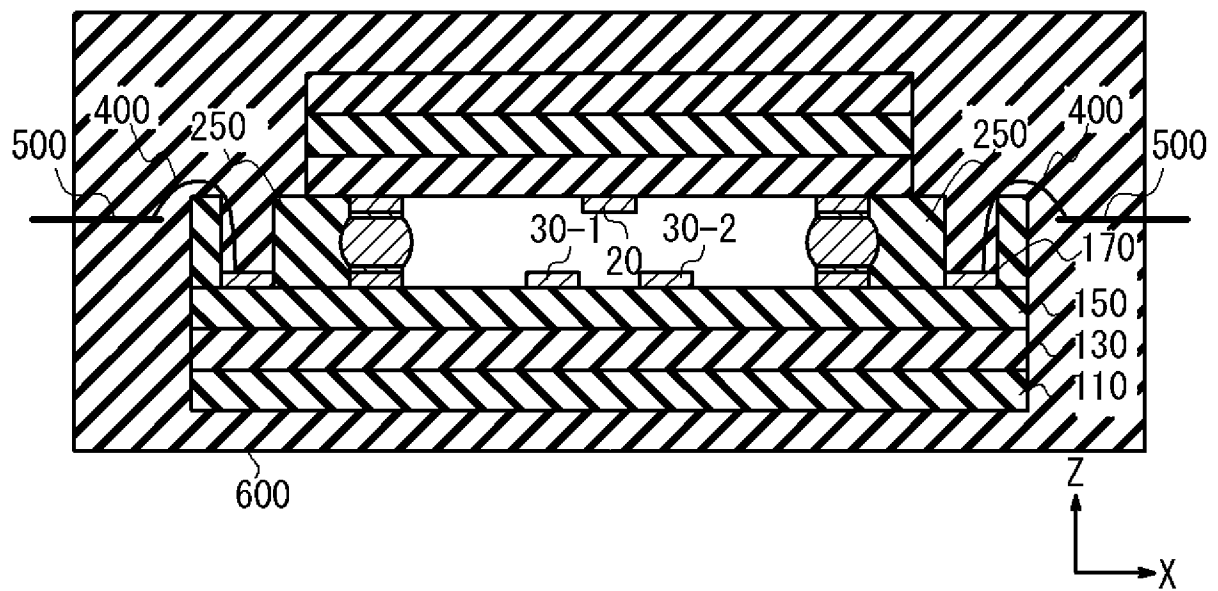
[図10B]



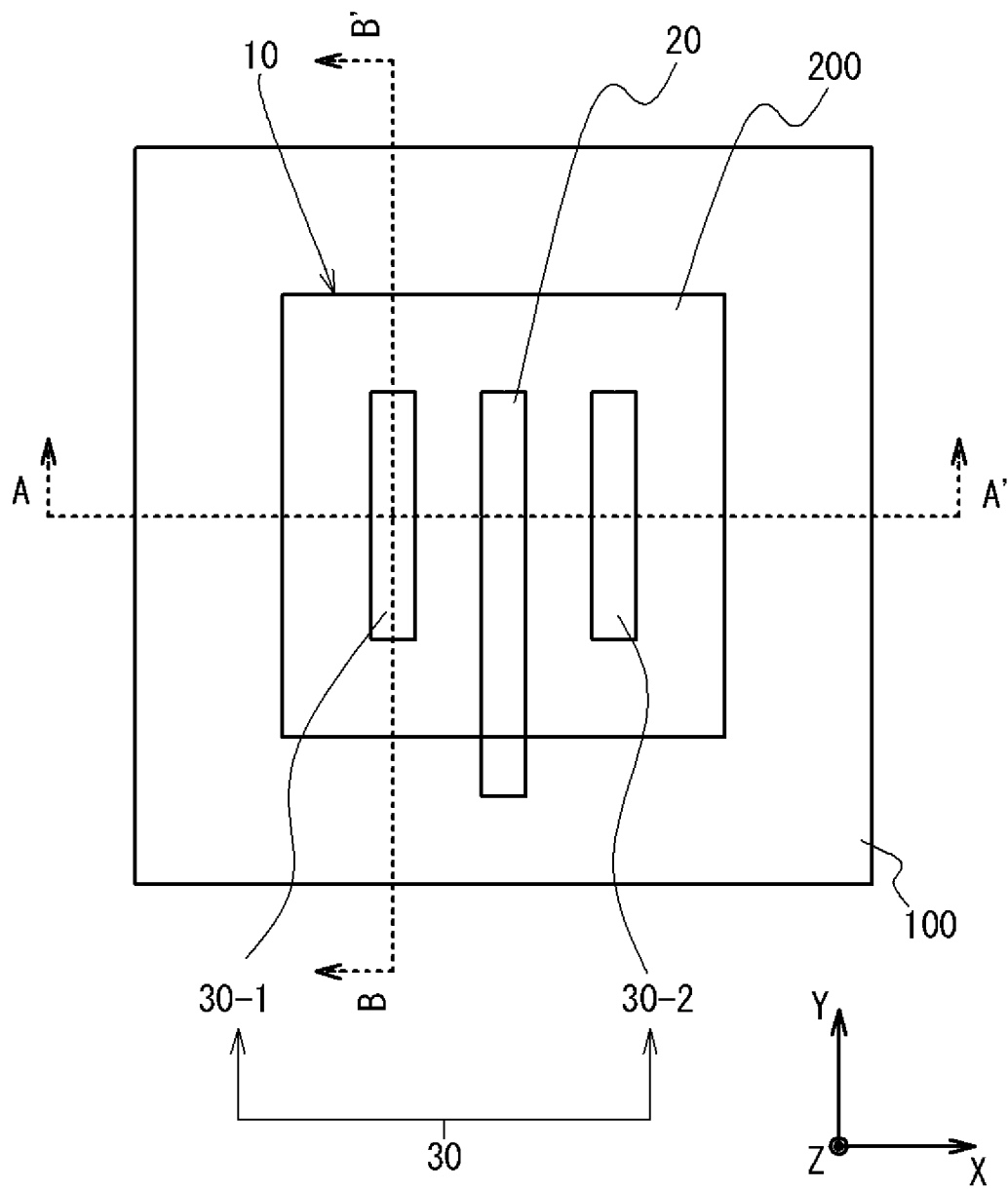
[図10C]



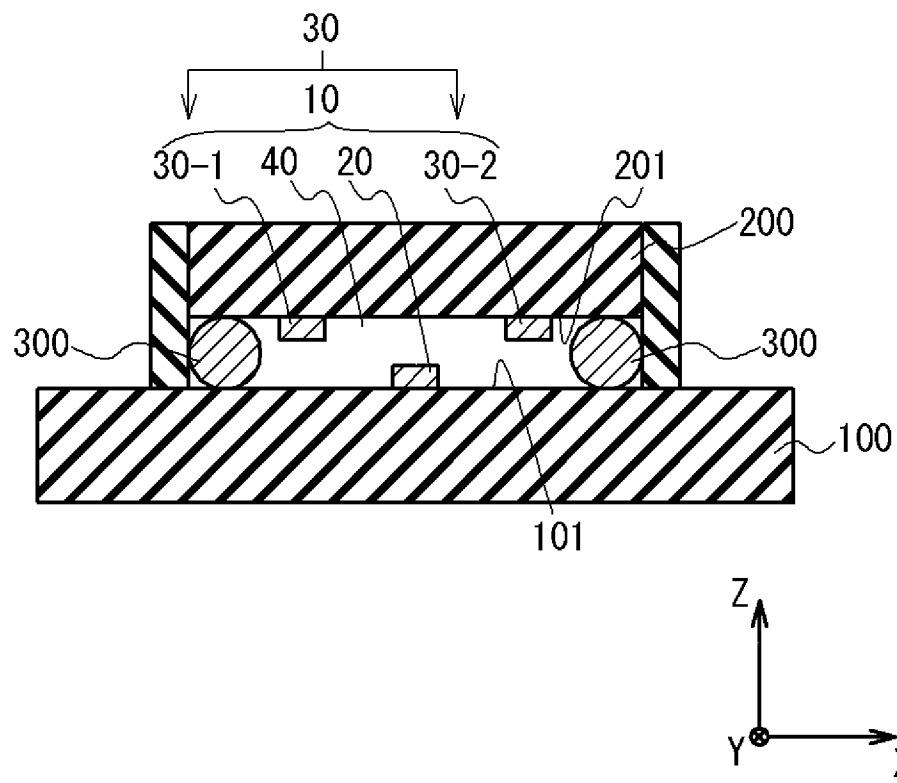
[図10D]



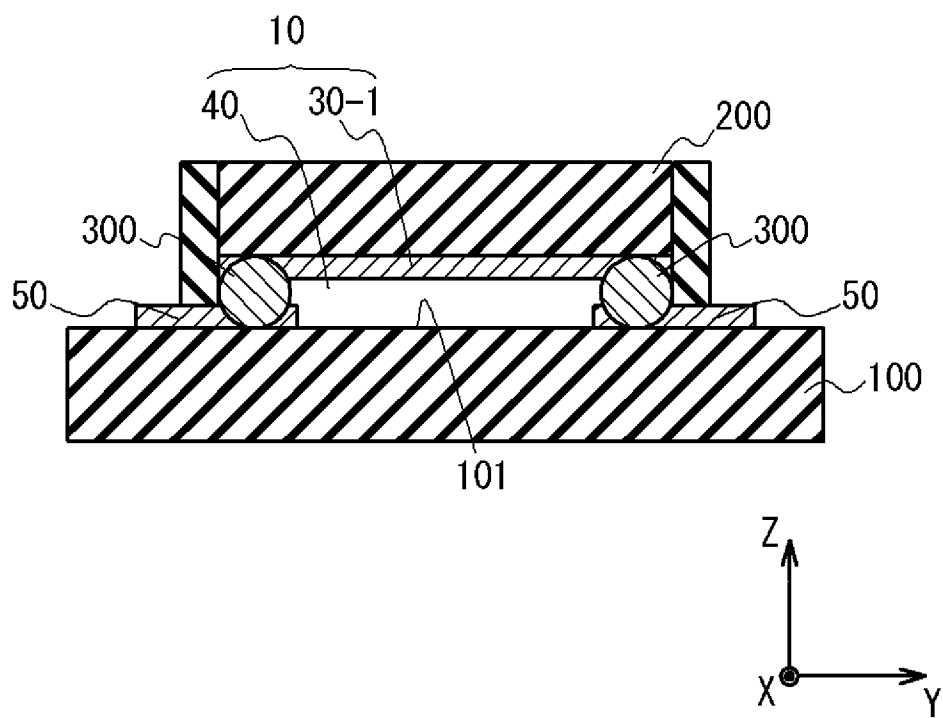
[図11]



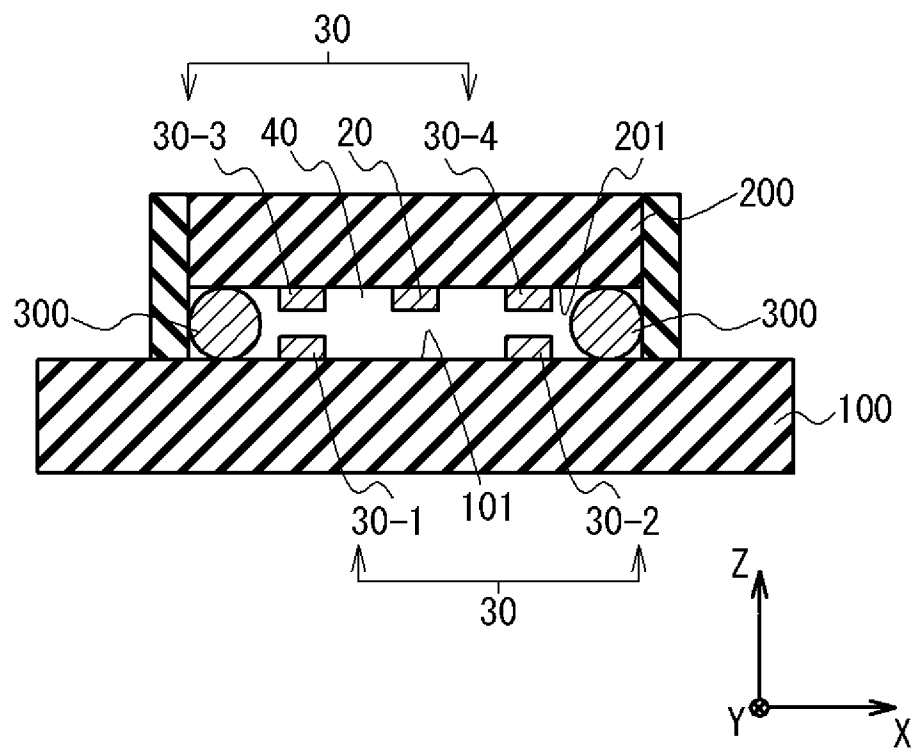
[図12A]



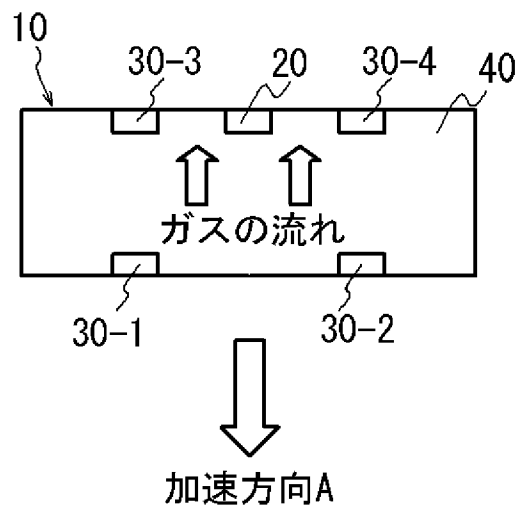
[図12B]



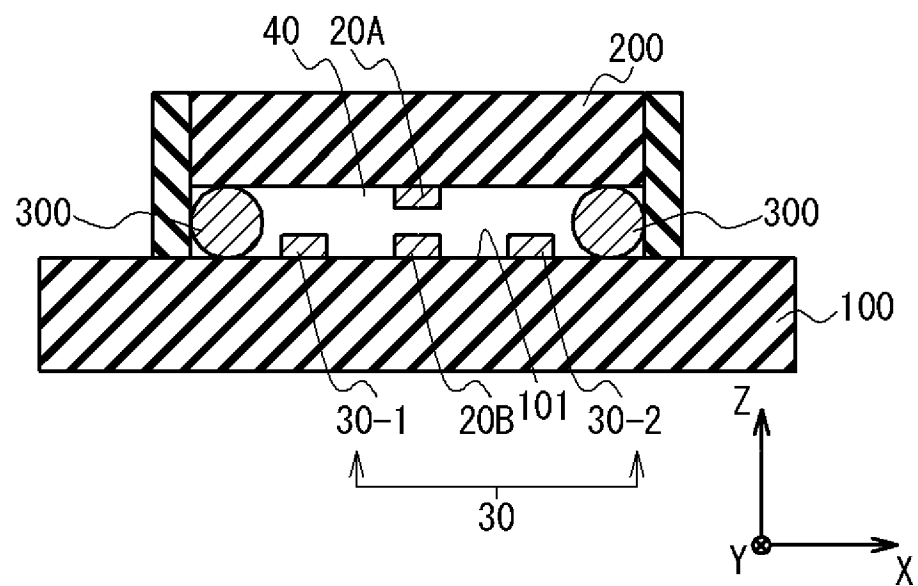
[図13]



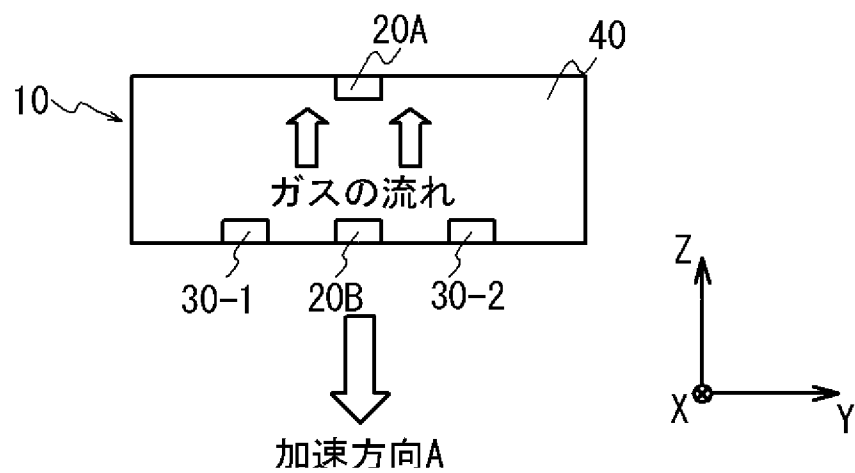
[図14]



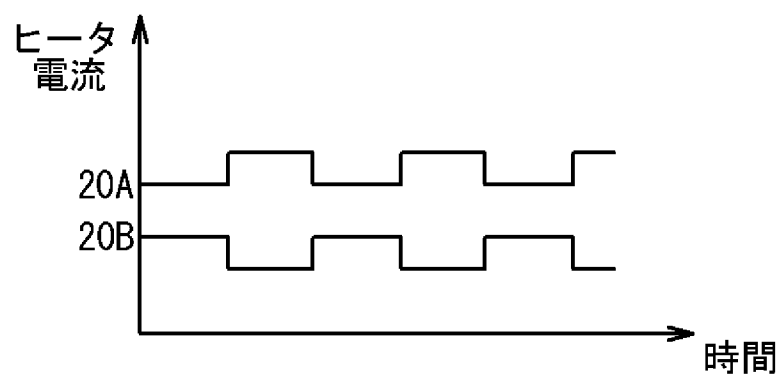
[図15]



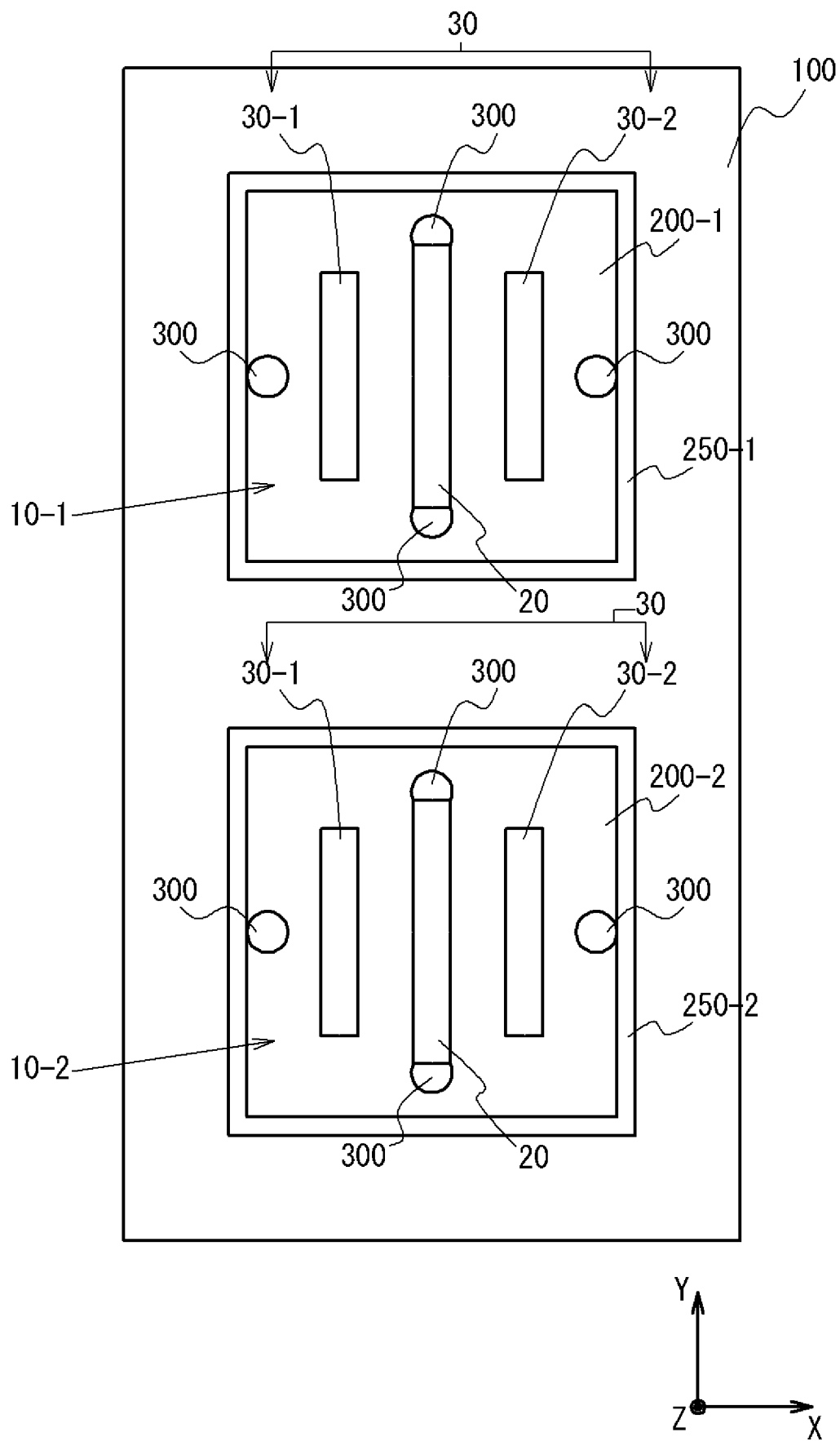
[図16]



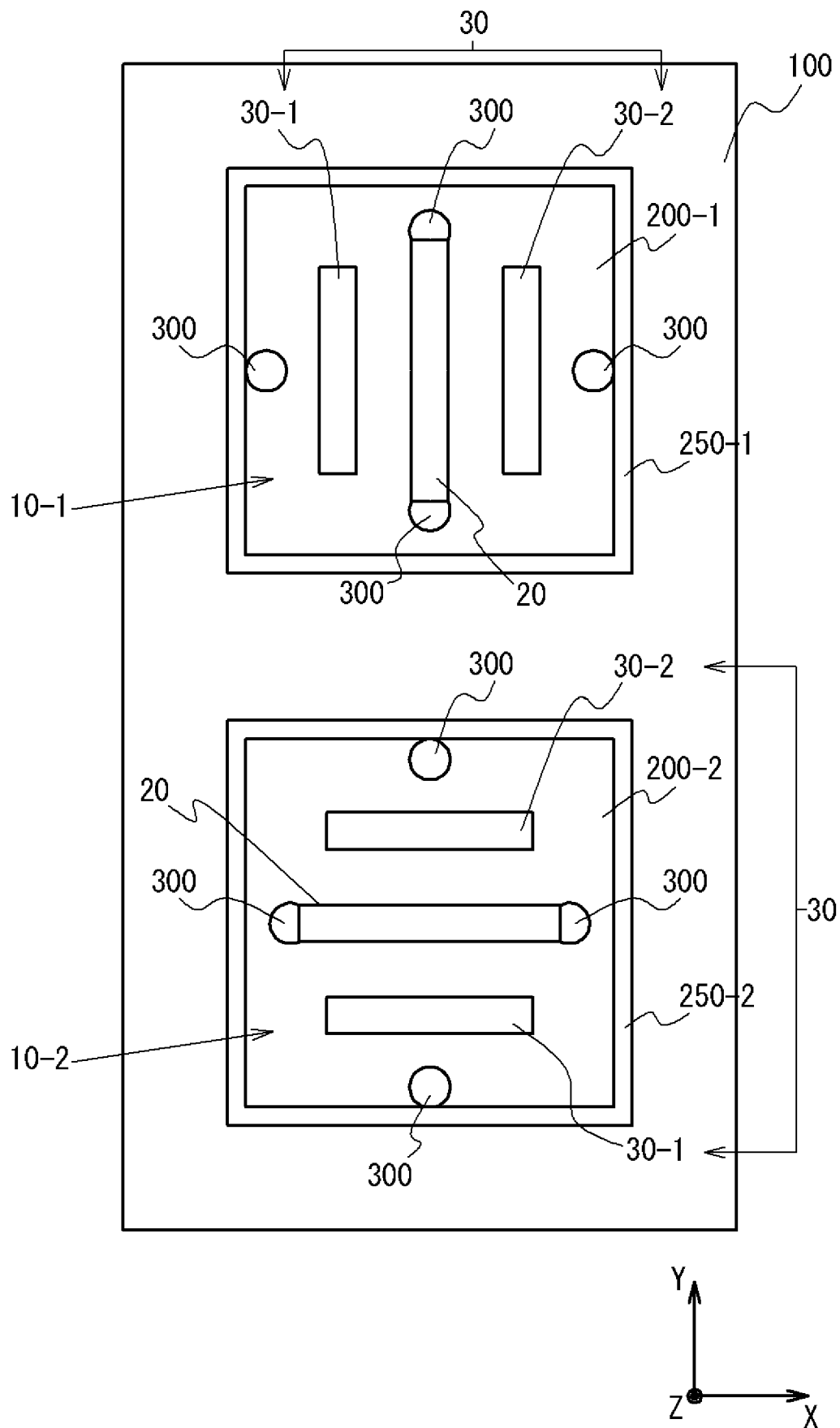
[図17]



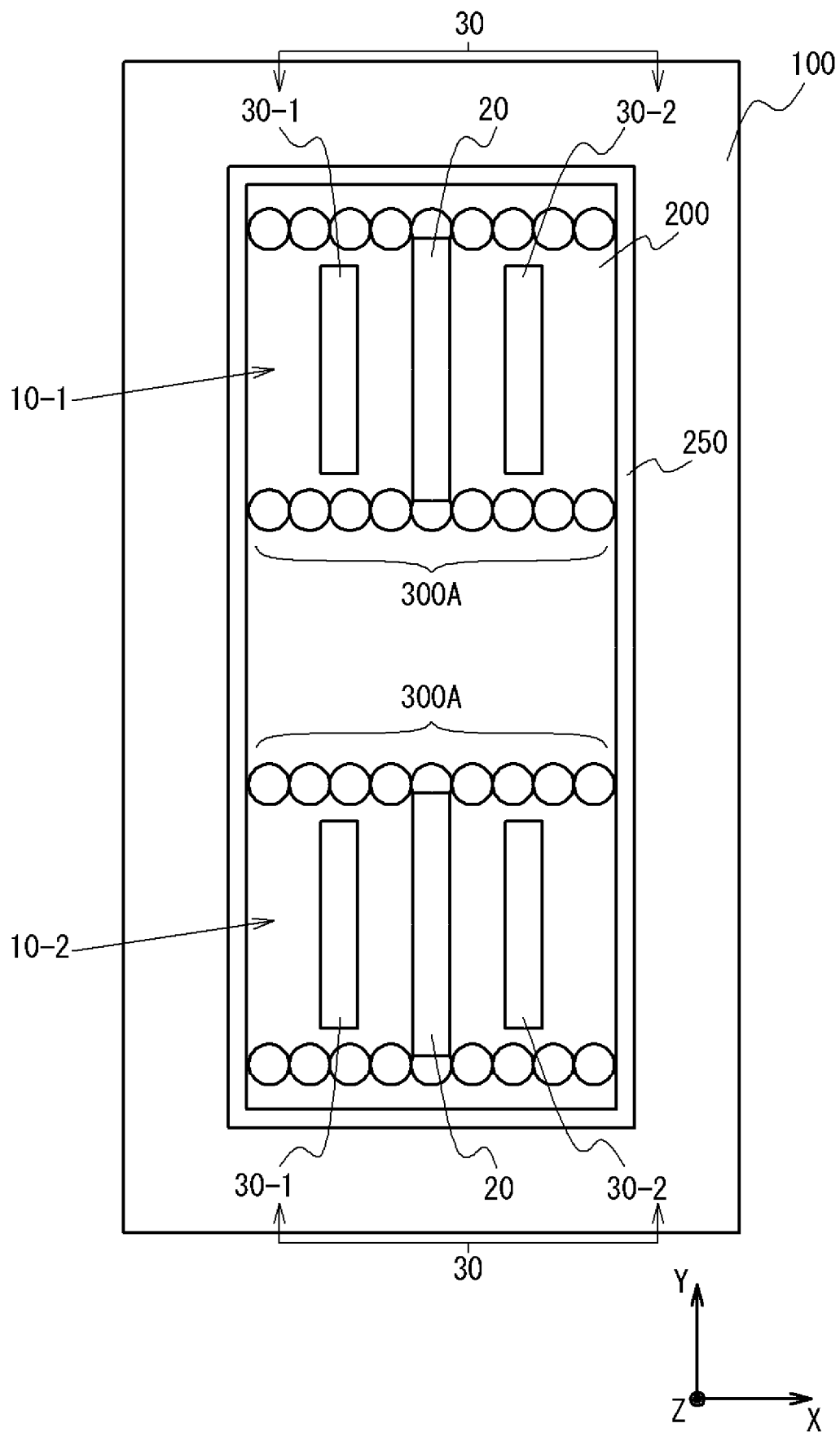
[図18]



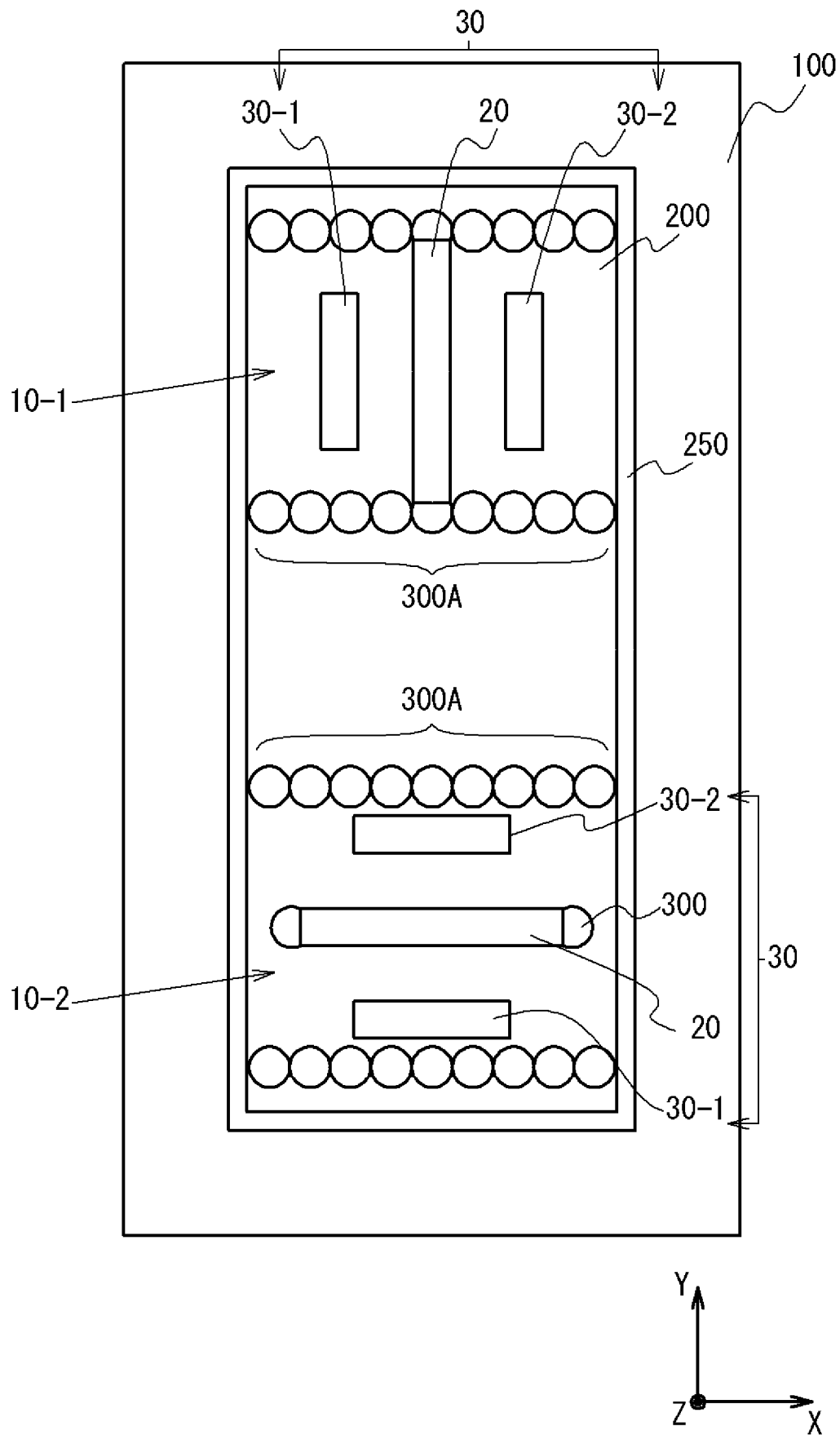
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073382

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/02(2006.01)i, G01P15/08(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)

G01P15/02, G01P15/08

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 A	JP 2008-039519 A (Rohm Co., Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0011] to [0025]; fig. 1 to 3 & US 2008/0250859 A1	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16
Y A	JP 2005-351892 A (Memsic, Inc.), 22 December 2005 (22.12.2005), paragraphs [0013], [0022] & US 2005/0274187 A1 & EP 1615038 A2	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16
Y A	JP 10-332455 A (Ricoh Co., Ltd.), 18 December 1998 (18.12.1998), paragraphs [0024] to [0036]; fig. 4 to 6 (Family: none)	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16

☒ 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
03 October, 2012 (03.10.12)

Date of mailing of the international search report
16 October, 2012 (16.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073382

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-227902 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 August 2001 (24.08.2001), paragraphs [0025] to [0035]; fig. 1 & US 6316840 B1 & DE 10050364 A	2
Y	JP 2004-037105 A (Akashi Corp.), 05 February 2004 (05.02.2004), paragraphs [0017] to [0018]; fig. 1 to 2 (Family: none)	11-13
Y	JP 08-330476 A (Toshiba Corp.), 13 December 1996 (13.12.1996), paragraph [0016]; fig. 2 (Family: none)	17
A	JP 07-260820 A (Honda Motor Co., Ltd.), 13 October 1995 (13.10.1995), entire text; all drawings & US 5719333 A & US 5945601 A & EP 664456 A1 & DE 69510569 C	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01P15/02 (2006.01)i, G01P15/08 (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（I P C））

Int.Cl. G01P15/02, G01P15/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-039519 A（ローム株式会社）2008.02.21 段落【0011】－【0025】、【図1】－【図3】 & US 2008/0250859 A1	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16
Y A	JP 2005-351892 A（メムシック インコーポレイテッド）2005.12.22 段落【0013】、【0022】 & US 2005/0274187 A1 & EP 1615038 A2	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

0 3 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A / 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）

續山 浩二

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

4 4 5 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 10-332455 A (株式会社リコー) 1998. 12. 18 段落【0024】－【0036】、【図4】－【図6】 (ファミリーなし)	1-2, 5-13, 17-18 3-4, 14-16
Y	JP 2001-227902 A (三菱電機株式会社) 2001. 08. 24 段落【0025】－【0035】、【図1】 & US 6316840 B1 & DE 10050364 A	2
Y	JP 2004-037105 A (株式会社アカシ) 2004. 02. 05 段落【0017】－【0018】、【図1】－【図2】 (ファミリーなし)	11-13
Y	JP 08-330476 A (株式会社東芝) 1996. 12. 13 段落【0016】、【図2】 (ファミリーなし)	17
A	JP 07-260820 A (本田技研工業株式会社) 1995. 10. 13 全文、全図 & US 5719333 A & US 5945601 A & EP 664456 A1 & DE 69510569 C	1-18