(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 6 日(06.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/034306 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/36 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069335

(22) 国際出願日: 2013 年 7 月 17 日(17.07.2013)

(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 2012-188204 2012 年 8 月 29 日(29.08.2012) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 保田 雄亮(YASUDA Yusuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP). 守田 俊章(MORITA Toshiaki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP). 露野 円丈(TSUYUNO Nobutake); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP). 阿部 博幸(ABE Hiroyuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社 日立製作所内 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) **Title**: ELECTRONIC CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称 : 電子制御装置

【図1】

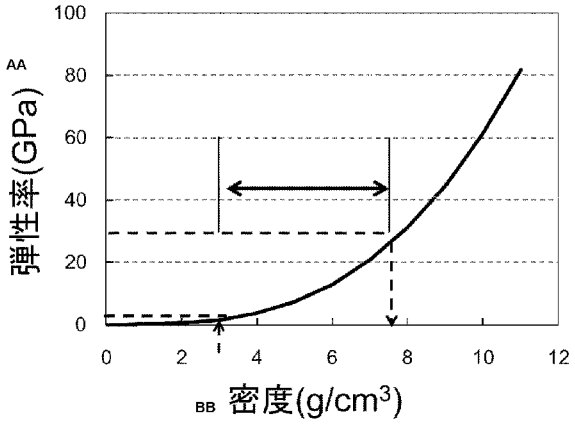


FIG. 1:
AA Elastic modulus
BB Density

を特徴とする電子制御装置。

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide an electronic circuit substrate and an electronic control device in which heat resistance, heat dissipation, and low stress are simultaneously realized. This electronic control device has a semiconductor chip provided with wiring terminals on one side thereof, a substrate with wiring terminals that are connected to the semiconductor chip wiring terminals via a first connecting layer, and a heat sink that is connected directly to the semiconductor chip via a second connecting layer, wherein the electronic control device is characterized in that, in the second connecting layer, a region that is 30-70% of the space where the semiconductor chip and the heat sink face one another comprises sintered metal.

(57) 要約: 本発明の課題は、耐熱性及び放熱性と低応力を同時に実現した電子回路基板及び電子制御装置を提供することである。本発明に係る電子制御装置は、一方の面に配線用端子を備える半導体チップと、前記配線用端子と第一の接続層を介して接続される配線用端子を有する基板と、前記半導体チップと第二の接続層を介して直接接続されるヒートシンクと、を有する電子制御装置において、前記第二の接続層は、前記半導体チップと前記ヒートシンクとが対向する空間の３０～７０%の領域が焼結金属で構成されていること

WO 2014/034306 A1

(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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 電子制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、自動車用のエンジンルームに配置される電子制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、例えば車両の制御に用いられるエンジン制御装置（ＥＣＵ）には、演算処理を行うマイコン、外部負荷やセンサなどと接続される入出力回路、これらの回路に電源を供給する電源回路などが、基板上に配置されている。当該回路等は、ケース及びカバーからなる筐体に収容されている。

[0003] また、従来のエンジン制御装置の実装構造では、制御基板に搭載する電子部品の数の増加に伴い、制御基板が大きくなることから、エンジン制御装置のサイズ増大の要因となっている。近年、車両サイズに対する居住スペース（車内空間）の割合は、快適さを求めるため増加傾向にある。このためエンジン制御装置は車載に設置するためのスペースが限られているため小型化が望まれている。

[0004] 一方で小型化した場合には、半導体チップの単位面積あたりの発熱量が増加するため、接合部の温度が上昇する傾向にある。従って接合部には耐熱性と放熱性の両方が要求されている。

[0005] 特許文献１には、基板を小型化する技術の一つに半導体チップ等の電子部品を基板に内蔵する方法が開示されている。当該特許文献１のように電子部品を基板に埋め込むことで、基板サイズを小型化することが可能になる。

[0006] しかし、特許文献１に記載の電子部品内蔵型基板では放熱経路が基板と平行な方向のみであるため、半導体チップからの発熱量が増加してくると放熱性が不十分になる。

[0007] 一方、特許文献２には半導体チップの垂直方向からの放熱性を向上させるために、半導体素子の上面にヒートシンクを配置したものが開示されている

。

[0008] また、特許文献３には金属ナノ粒子を焼結させて接合する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２００８-２０５１２３号公報

特許文献2：特開２００８－２４３９６６号公報

特許文献3：Guo-Quan Lu et. al. ８th. Int. Conf. on Thermal, Mechanical and Multiphysics Simulation and Experiments in Micro-Electronics and Micro-Systems, EuroSime ２００７.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 実際の接合プロセスでは基板への熱履歴を減らすためにヒートシンクと半導体チップを接合してから基板に接合するプロセスが採用される。しかしこのようなプロセスでは、特許文献２に記載の発明でさらに放熱性を向上させるために、特許文献３に記載の焼結金属を用いると、これらの焼結金属の弾性率が高いために接合後に半導体チップの反りが発生し、その後の電子基板への接合が極めて困難になるという問題があった。

[0011] そこで本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、耐熱性及び放熱性と低応力を同時に実現した電子回路基板及び電子制御装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る電子制御装置は、一方の面に配線用端子を備える半導体チップと、前記配線用端子と第一の接続層を介して接続される配線用端子を有する基板と、前記半導体チップと第二の接続層を介して直接接続されるヒートシンクと、を有する電子制御装置において、前記第二の接続層は、前記半導体チップと前記ヒートシンクとが対向する空間の３０～７０％の領域が焼結

金属で構成されていることを特徴とする電子制御装置。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、耐熱性・放熱性と低応力化を同時に実現できる電子回路基板及び電子制御装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明に用いる焼結金属の密度と弾性率の関係である。

[図2]本発明の第一の実施形態における組み付け前のＥＣＵの概略構成を示す分解図である。

[図3]第一の実施形態の電子回路基板部分の図である。

[図4]ヒートシンクと半導体チップの接合部の構造を示す図である。

[図5]ヒートシンクと半導体チップの接合プロセスを示す図である。

[図6]組み付け後の電子装置の概略構成を示す拡大断面図である。

[図7]本発明の第二の実施形態におけるＥＣＵの概略構成を示す図である。

[図8]ヒートシンクと半導体チップの接合部の別構造を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0015] この出願の発明は、上記の通りの特徴を持つものであるが、以下にその実施の形態について説明する。

[0016] ＜ヒートシンク１０１と半導体チップ１０３の接合構造＞

本発明では、ヒートシンク１０１と半導体チップ１０３とを接合する焼結金属の接合構造を低密度な構造にすることで応力を緩和し・半導体チップ１０３の反りを防止することが可能である。具体的な低密度構造としては以下に挙げるものである。

[0017] 本発明では、反りを抑制するための一つの要因として接合部の密度が重要になる。図１に銀の密度に対する弾性率の関係を示す。バルクの銀の密度は１０．５ｇ／ｃｍ^{3}である。半導体チップ１０３とヒートシンク１０１との間に形成された銀の接合部の密度が７．３５ｇ／ｃｍ^{3}以下、つまり接合部の密度が銀のバルク密度に対して７０%以下のときには、銅からなるヒートシンク１０１の反りを抑制するために必要な弾性率である３０GPa以下となるため好

ましい。これは現行使用されているＳｎＡｇＣｕの鉛フリーはんだの弾性率が約３０ＧＰａであり、この値になると反りの問題がなくなるためである。また、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１との間に形成された銀の接合部の密度が３．１５ｇ／ｃｍ^{3}以上、つまり接合部の密度が銀のバルク密度に対して３０％以上のときには接合強度及び放熱性を十分確保することが出来、使用時のヒートシンク１０１の反りを抑制することが可能となるため好ましい。

[0018] したがって、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１の間に形成された接合部の密度は、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１との間に形成された接合部が全て銀などの金属で埋められている場合と比較して接合部の金属密度が３０％以上７０％以下であること、つまり、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１とが対向して形成される空間の３０％～７０％の領域が焼結金属で構成されていることが好ましい。なお、ここでは便宜上銀を使用して説明したが、銅などの金属でも同様の金属密度であることが好ましい。

[0019] 低密度化するには接合面でパターンを形成することで可能となる。これにより接合部の低応力化が可能となる。このような構造としては、ヒートシンク１０１の上から見た場合に平面状で正方形、長方形、円、三角、ひし形、楕円等の形状にして各種パターンを描くことが可能である。結果として平面内において７０～９０％の領域を占める程度になればよい。例えば格子状に正方形を規則的に配列させる構造でもよいし、図８の上面図及び当該上面図のＡ－Ａ断面図に示すように、真ん中に大きな正方形の格子３０３をおいて、周囲に真ん中の大きな正方形の格子３０３よりも小さな格子３０２を配置させてもよい。また、結果的に７０～９０％の領域で印刷が可能であれば不規則に配置させる構造でも可能である。

[0020] 焼結金属ペーストのパターンを作成することによって、焼結後の接合部は、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１とが焼結金属１０２を介して接続される接続部と、半導体チップ１０３とヒートシンク１０１が焼結金属１０２を介さず対向してなる空間から構成される。このように構成することに

よって、単純に焼結金属の空隙率を上げすぎることなく空間の割合を増やすことが可能となるため、接合強度及び放熱性を保ちつつ接合ができ、電子回路基板１００の反りを抑制した電子制御装置１０を提供することが可能となる。

[0021] また、銅配線１０５と半導体チップ１０３の接合する接続材料の配置を上記ヒートシンク１０１と半導体チップ１０３の焼結金属ペーストを塗布するパターンと同様のパターンで構成しても良い。

[0022] このように構成することによって、半導体チップ１０３のヒートシンク１０１側、及び銅配線１０５側の接合層を同様の構造とすることができるので半導体チップ１０３の両面で熱膨張係数を揃えることが可能となり、反りを抑制した電子制御装置１０を提供することが可能となる。

[0023] なお、このときには半導体チップ１０３の両面で同じ種類の焼結金属を用いた方が、熱膨張係数を揃えることが可能となるため、より好ましい。

[0024] なお、均一に応力を低減するという観点からは、格子状に規則的に配列させる構造が好ましい。また、十分な熱拡散をさせて放熱性を向上させて使用時の応力低減を重視する場合は、図８に示すように真ん中に大きな正方形の格子３０３をおいて、周囲に真ん中の大きな正方形の格子３０３よりも小さな格子３０２を配置させる構造が好ましい。

[0025] さらには上記数字の範囲内であれば不規則な形状を不規則に配置させる構造でも結果的に応力を緩和することが可能となる。

[0026] 上記の接合に用いる焼結金属材料はいずれも高い放熱性を有しているためその密度が低下しても十分な放熱性を有することになる。

[0027] また、接合材料の厚さは１０um以上４００um以下とする。１０um以下の厚みでは上記弾性率の値でも接合部の応力を緩和することが困難になるからである。また、４００um以上の厚さでは放熱性が悪くなるためである。

[0028] 以下で本発明で用いる３種類の低温焼結する金属粒子材料について述べる。

[0029] ＜金属ナノ粒子の例＞

１つ目は平均粒径が１００nm以下の金属ナノ粒子を用いる方法である。粒径が１００nm以下になると３５０℃以下の低温で金属が焼結するようになる。この方法では接合後にはバルクの金属となるため高い放熱性と耐熱性が得られる。金属ナノ粒子は接合時に接合相手電極に例えばAuやAgに対して接合が可能である。また、CuやNiなどに対しても表面酸化膜を還元して直接接合が可能であるためCuのヒートシンクへの貴金属めっき、しいてはNiめっきなどの処理が不要になるメリットがある。このように相手電極を還元することが可能なのは金属粒子が室温での安定性を保つために有機物で被覆されているためである。金属粒子を被覆する有機物としてはアルキルカルボン酸、アルキルアミン、アルキルチオールがある。この中でも特に酸化膜に対して還元性の強いアルキルカルボン酸、アルキルアミンを用いることが好ましい。

[0030] 上記金属粒子としては銀、銅の２種類が挙げられる。２種類の金属とも放熱性が非常に高い。が、コストを考えると、銅を用いることが好ましい。

[0031] ＜金属酸化物の例＞

２つ目は１００nm～１０um程度の金属酸化物粒子を用いる方法である。ここで用いる金属酸化物粒子としては酸化金、酸化銀、酸化銅がある。金属酸化物粒子は、平均粒径が１００nm以上１０um以下としている。金属酸化物の平均粒径が１０umより大きくなると、導電性接合材料中における分散性が悪くなり、緻密な接合層を得ることが困難になるためである。さらにこれ以上の粒径になるとスクリーン印刷をする場合はスクリーンに目詰まりをおこしたりするからである。また、平均粒径を１００nm以上としたのは、平均粒子が１００nm未満になると特に酸化銀の安定性が悪くなるからである。

[0032] ＜還元剤の例＞

金属酸化物粒子を用いる場合には接合時に還元して金属に戻すため還元剤との組み合わせが必須である。還元剤としては炭素数３０以下の有機物からなるアルコール類、カルボン酸類、アミン類から選ばれた１種以上の混合物を用いることができる。これらは金属酸化物粒子を還元して金属にする効果だけではなく、混合粒子の溶媒への金属粒子の周りを有機物で被覆し、有機

溶剤への分散性を向上する作用もある。

[0033] ここで、還元剤として例えばステアリン酸を用いた場合、金属酸化物として酸化銀を用いた場合、酸化銀とそれに付着していたステアリン酸とが１４０～１５０℃で還元反応を起こし、ステアリン酸が酸化銀粒子から除去される。このため、酸化銀の混合割合がステアリン酸の量に比べて多すぎると、十分に還元反応を起こすことができずに酸化銀が接合材内に残ってしまう。これでは接合強度が上がらない。よって、酸化銀に対する還元剤は０．１wt%以上とする。また、多量にステアリン酸が存在すると接合後にステアリン酸が残存し、接合強度の低下を招くため５０wt%以下を限度とする。

[0034] 有機物還元剤の炭素数を３０以下としたのは、炭素数が多くなりすぎると、分散材の沸点が高くなってしまって、接合時に加熱（例えば２００℃）しても分散材が接合部分に残ってしまい、接合強度及び信頼性に問題となる可能性があるからである。

[0035] また、利用可能なアルコール基を含む化合物としては、アルキルアルコールが挙げられ、例えば、エタノール、プロパノール、ブチルアルコール、ペンチルアルコール、ヘキシルアルコール、ヘプチルアルコール、オクチルアルコール、ノニルアルコール、デシルアルコール、ウンデシルアルコール、ドデシルアルコール、トリデシルアルコール、テトラデシルアルコール、ペンタデシルアルコール、ヘキサデシルアルコール、ヘプタデシルアルコール、オクタデシルアルコール、ノナデシルアルコール、イコシルアルコール、がある。さらには１級アルコール型に限らず、２級アルコール型、３級アルコール型、及びアルカンジオール、環状型の構造を有するアルコール化合物を用いることが可能である。それ以外にも、エチレングリコール、トリエチレングリコール、または、クエン酸、アスコルビン酸、グルコースなど多数のアルコール基を有する化合物を用いてもよい。

[0036] また、利用可能なカルボン酸を含む化合物としてアルキルカルボン酸がある。具体例としては、ブタン酸、ペンタン酸、ヘキサン酸、ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸、デカン酸、ウンデカン酸、ドデカン酸、トリデカン酸

、テトラデカン酸、ペンタデカン酸、ヘキサデカン酸、ヘプタデカン酸、オクタデカン酸、ノナデカン酸、イコサン酸、オレイン酸が挙げられる。また、上記アルコール基と同様に１級アルコール型に限らず、２級カルボン酸型、３級カルボン酸型、及びジカルボン酸、環状型の構造を有するカルボキシル化合物を用いることが可能である。

[0037] また、用いる還元材は上記アルコール、カルボン酸を含む有機物に限らず、アルデヒド基やエステル基、スルファニル基、ケトン、アミノ基などを含む有機物を用いることが可能である。

[0038] ＜金属粒子の例＞

３つ目は１００nm～１０um程度の銀粒子を用いる方法である。金属粒子は１０um以下の粒径でも４００℃以下の低温で焼結し、接合材料として用いられる。この銀粒子は室温での安定性を保つために有機物で被覆されているためである。金属粒子を被覆する有機物としてはアルキルカルボン酸、アルキルアミン、アルキルチオールがある。この中でも特に酸化膜に対して還元性の強いアルキルカルボン酸、アルキルアミンを用いることが好ましい。

[0039] ＜ペースト溶剤＞

本実施形態で用いられる導電性接合材料は金属酸化物粒子と還元剤（プラス他の金属粒子）のみで生成してもよいが、ペースト状の接合材料として用いる場合には沸点が３５０℃以下の溶媒を加えて用いてもよい。このような溶媒としては例えばアルコール類等が挙げられる。ここで、沸点３５０℃以下としたのは、接合温度のターゲットが２００～２５０℃であるので、あまり沸点が高いと蒸発するのに時間が掛かりすぎるからであり、３５０℃を限度にするのが適当と考えられるからである。ただし、その温度を超える沸点を有するアルコール類等の有機物が絶対に不適かというとそうではない。用途によってはそのような有機物を用いても良いのはもちろんである。

[0040] 利用可能なアルコール基を有する有機物としては、メタノール、エタノール、プロパノール、ブチルアルコール、ペンチルアルコール、ヘキシルアルコール、ヘプチルアルコール、オクチルアルコール、ノニルアルコール、デ

シルルコール、ウンデシルアルコール、ドデシルアルコール、トリデシルアルコール、テトラデシルアルコール、ペンタデシルアルコール、ヘキサデシルアルコール、ヘプタデシルアルコール、オクタデシルアルコール、ノナデシルアルコール、イコシルアルコール、がある。また、ジエチレングリコール、エチレングリコール、トリエチレングリコールなどのグリコール系を用いることができる。さらには１級アルコール型に限らず、２級アルコール型、３級アルコール型、及びアルカンジオール、環状型の構造を有するアルコール化合物を用いることが可能である。それ以外にも、テルピネオール、エチレングリコール、トリエチレングリコール、または、クエン酸、アスコルビン酸、グルコースなど多数のアルコール基を有する化合物を用いてもよい。これらの中でもグリコール系の溶媒を用いることが好ましい。これはグリコール系の溶媒は安価で、人体等に対する毒性も少ないからである。

[0041] また、接合材料中には平均粒径が１０um以下の金属粒子を予め混合しておいてもよい。このような金属の種類としては白金、パラジウム、ロジウム、オスミウム、ルテニウム、鉄、錫、亜鉛、コバルト、ニッケル、クロム、チタン、タンタル、タングステン、インジウム、ケイ素、アルミニウム等の中から少なくとも１種類の金属あるいは２種類以上の金属からなる合金を用いることが可能である。これらは本発明における導電性接合材料の特性を大きく低下させない範囲で混合させて用いてもよい。

[0042] また、上記アルコール基を含む有機物に限らず、カルボン酸、アミン、アルデヒド基やエステル基、スルファニル基、ケトン基などを含む有機物を用いることができる。さらには、上記のような官能基を有さない、トルエンや、炭化水素のみからなる有機物を用いてもよく、そのような例としてはヘキサン、シクロヘキサンなどが挙げられる。このように用いる有機溶剤としては沸点が３５０℃以下であればよく、そのような中からは１種のみではなく、２種類以上の混合物を用いることが可能である。ここで、３５０℃以下の沸点を有する有機物とは、一般に市販されている、Seiko Instruments 製ＴＧ／ＤＴＡ６２００や、島津製作所製ＴＧＡ－５０等の熱重量測定が可能な

装置を用いて１０℃／min において窒素中において測定を行った場合に３５０℃までに９９ｗｔ％の重量減少を起こす有機物とする。

[0043] 混合する有機溶剤の量は本発明における焼結する金属材料を１００重量％とした場合に５０重量％以内（より好適には２０重量％以内）であればよい。この際には乳鉢、擂潰機、振動ボールミル、ローラーミル、遊星ボールミル等を用いて攪拌して混合すればよい。

[0044] ＜接合条件＞

上記の３種類の焼結性金属粒子材料を用いた場合は、接合するためには熱を加えることが必須である。接合条件としては、１秒以上１８０分以内で１００℃以上３５０℃以下の加熱を加えることが好ましい。

[0045] また、接合強度向上のために、必要があれば加圧をかけて用いてもよい。

加熱温度を１００℃以上としたのは、これよりも低温での加熱であると、接合を達成することが不可能だからである。

[0046] 加熱時間を１８０分以下としたのは加熱時間を１８０分以上とすると、一つの製品を作製するのにあまりにも多くの時間がかかり、大量生産を行うことが難しくなるからである。

[0047] このときの接合雰囲気としては、大気中に限らず、還元雰囲気、例えば、水素雰囲気、または不活性雰囲気である窒素雰囲気、アルゴン雰囲気などを用いることが可能である。このような雰囲気で接合を行うことで、電子部品等の大気中での酸化等の問題を軽減することが可能となる。

[0048] 以下、具体的な実施形態を用いて本発明をより詳細に説明する。

〈第一の実施形態〉

図２は、本実施形態における車両のエンジンＥＣＵ（Electric Control Unit）の概略構成を説明するための組み付け前の状態を示す分解図である。図２に示すように、ＥＣＵ１０は、筐体３０１、当該筐体３０１内に収容される電子回路基板１００と、コネクタ部分２００により構成される。

[0049] 筐体３０１は、例えばポリブチレンテレフタラート(PBT)等からなり、一方が開放され、もう片方はコネクタ端子を差し込むための穴（図示しない）が

形成された構成となる。

そして、この中に電子回路基板１００を収容する内部空間を構成する。

[0050] 基板部１１１は、銅配線１０５や当該配線間を接続するビアホール（図示しない）等から構成されるものである。電子回路基板１００は、当該基板部１１１に、ヒートシンク１０１、半導体チップ(マイコン)１０３、コンデンサ１０６、抵抗等の電子部品を実装して構成されるものである。本実施形態においては、基板部１１１の材料としては、例えばエポキシ樹脂とガラスファイバーからなる基板を用いている。

[0051] なお、本実施形態では上記構成の電子回路基板１００を用いたが、上記構成に限定されるものではなく、それ以外の樹脂基板や、セラミック基板を適用することができる。ヒートシンク１０３には銅が放熱性の観点から好ましいが、より軽いAlなどを用いてもよい。

また、表面にはNiめっき、Agめっき、Auめっき等を施して使用してもよい。

[0052] また、半導体チップ１０３が、過度に発熱する発熱する半導体チップ１０３である。この１０３が、特許請求の範囲で示す発熱する半導体チップである。尚、コネクタ２０１は、電子回路基板１００に実装された外部接続端子としてのコネクタであり、当該コネクタ２０１は、筐体３０１とカバー４０１を締結した状態で、一端が筐体３０１外に露出するように構成されている。

[0053] 次に、半導体チップ１０３にて生じた熱をヒートシンク１０１に放出する電子回路基板１００の放熱構造の詳細を、図３、図４、及び図５を用いて説明する。図３は、組み付け後の電子回路基板１００の概略構成を示す図である。図３に示すように半導体チップ１０３とヒートシンク１０１の接合部はパターン構造により低応力化されている。

[0054] 図４は、ヒートシンク１０１と半導体チップ１０３の接合前の焼結金属ペースト １２２の印刷方法を示す図である。図４に示すような電子回路基板１００の放熱構造を形成するためには、半導体チップ１０３と銅のヒートシンク１０１をはじめに接合する。

[0055] 図５にその接合方法を示す。まず、焼結金属を用いて、銅のヒートシンク１０１と半導体チップ１０３を接合する。銅のヒートシンク１０１上に焼結金属となる焼結金属ペースト材料１２２を格子マスクを用いて印刷する。この際の印刷する領域はチップサイズよりも小さくが(例えばチップサイズが８mmの場合は８mm×８mmよりも狭い)、その領域において平面の密度７０%以下となるようにペースト材料を印刷する(例えばチップサイズが８mmの場合は２mm×２mmの９つの正方形を１mm間隔で均等に配置する)。

[0056] また、焼結金属となるペーストは前述した３種類の金属ペーストを用いることが可能である。次にこれらを上述したような熱処理することで接合を行う。この際の雰囲気も前述のように還元・大気・不活性雰囲気などを採用してよい。また、接合温度も１５０～３００℃の範囲で行うことが可能である。

[0057] 次に図２で示すように、例えば接合材料１０４を介して半導体チップ１０３を回路基板１００上の銅配線１０５に実装する。この際のはんだとしては鉛フリーはんだを用いて接続されている。鉛フリーはんだとしては、Ｓｎ－Ｃｕはんだ、Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕはんだ、Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕ－Ｂｉはんだ等が用いられるが、特にこれらに限らず、プレスフィット接続等のはんだを用いず、接触のみで電気的に接続させる無はんだ接続でもよい、この半導体チップ１０３が実装された回路基板１００を、筐体３０１に取り付ける。また、前述したAu, Ag, Cuなどを焼結させた金属接合技術を用いてもよい。

[0058] なお、半導体チップ１０３の熱応力を低減するという観点を重視すると接合材料１０４に焼結金属を用いる方が、半導体チップ１０３の両面で熱膨張係数を揃えることが可能になるので好ましい。この際には、接続材料１０４のパターンを焼結金属１０２と同様のパターンにすることによって、半導体チップ１０３の両面にかかる応力を揃えることが出来るため、使用時により反りを低減することが可能となる。また、接続材料１０４と焼結金属１０２を同様の材料とすることによっても半導体チップ１０３の両面に係る応力を揃えることが可能となる。

[0059] 一方で、接合材料１０４にはんだを用いた場合には、はんだが融解して接合されるため、仮に半導体チップ１０３に若干の反りがあったとしても、はんだで反りによって発生する応力を無理なく吸収することが出来るため、半導体チップ１０３にチップばらつきの大きい低価格な半導体チップ１０３を用いる場合では好ましい。また、このように構成することによって、仮に半導体チップ１０３が破損等したとしても、回路基板１００側のはんだを再度溶融させることによって、別の半導体チップ１０３と容易に交換可能になるため、生産性が向上するというメリットがある。

[0060] また図２や図３にも示すように、封止樹脂１０７で、電子回路基板１００の半導体チップ１０３及び銅のヒートシンク１０１を封止するのが望ましい。これによりヒートシンク１０１と半導体チップ１０３の接合部の信頼性が向上する。また、樹脂１０７で封止することで半導体チップ１０３からの放熱性も向上する。この封止材料としては熱硬化性樹脂、あるいは熱可塑性樹脂を用いてよい。

[0061] このような工程を得て図６に示すような電子制御装置を得ることが出来る。

[0062] <第二の実施形態>

図７は、本実施形態における車両のエンジンＥＣＵ（Electric Control Unit）の概略構成を説明するための組み付け前の状態を示す分解図である。

[0063] 第一の実施形態と本実施形態で異なる点は、２つの半導体チップ１０３がそれぞれ電子回路基板から露出された構成となる電子回路基板１１０を用いた点である。この電子回路基板１１０は上部と下部に設置した半導体チップ１０３に接合されたヒートシンク１０１がどちらも電子回路基板１１０外部に露出されている。このような構造にすることによって、電子回路基板１１０のコネクタ２００側に配置されているヒートシンク１０１までの構成と、電子回路基板１１０のカバー４０１側に配置されているヒートシンク１０１までの構成を同様にすることが可能となる。

[0064] したがって、電子回路基板１１０の上下で熱膨張係数を揃えることが可能

となり、電子制御装置２０を使用している最中に、熱による電子回路基板１１０の反りを抑制することができる。

[0065] また、筐体３０１とカバー４０１の内部が全て樹脂で封止樹脂５０１により封止されている。このような構造により第一の実施形態に係る構造よりもより外部へ熱が伝わりやすい構造となり放熱性の向上により反りを抑制することが可能となる。

[0066] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行なうことができるものである。例えば、前記した実施形態は本発明をわかりやすく説明するために詳細に記載したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0067] １０，２０ 電子制御装置（ＥＣＵ）

１００ 電子回路基板

１０１ ヒートシンク

１０２ 焼結金属

１０３ 半導体チップ

１０４ 接合材料

１０５ 銅配線

１０６ コンデンサ

１０７ 封止樹脂

１１１ 基板部

１１０ 電子回路基板

２００ コネクタ

２０１　コネクタ端子

２０２　コネクタカバー

３０１　筐体

４０１　カバー

５０１　封止樹脂

請求の範囲

［請求項1］ 一方の面に配線用端子を備える半導体チップと、

前記配線用端子と第一の接続層を介して接続される配線用端子を有する基板と、

前記半導体チップと第二の接続層を介して直接接続されるヒートシンクと、を有する電子制御装置において、

前記第二の接続層は、前記半導体チップと前記ヒートシンクとが対向する空間の３０～７０％の領域が焼結金属で構成されていることを特徴とする電子制御装置。

［請求項2］ 請求項１に記載の電子制御装置において、

前記第二の接続層は、前記半導体チップと前記ヒートシンクが焼結金属を介して接続される接続部と、前記半導体チップと前記ヒートシンクが前記前記焼結金属を介さず対向している空間からなることを特徴とする電子制御装置。

［請求項3］ 請求項２に記載の電子制御装置において、

前記第一の接続層は、前記半導体チップと前記配線用端子が接続材料を介して接続される接続部と、前記半導体チップと前記配線用端子が接続材料を介さずに対向している空間からなることを特徴とする電子制御装置。

［請求項4］ 請求項３に記載の電子制御装置において、前記第二の接続層の空間は前記焼結金属が格子状になるように形成されることを特徴とする電子制御装置。

［請求項5］ 請求項４に記載の電子制御装置において、前記第二の接続層の前記半導体チップ中央部領域に設けられた格子状の焼結金属の方が、当該中央部領域の周囲に設けられた格子状の焼結金属よりも大きい事を特徴とする電子制御装置。

［請求項6］ 請求項３乃至５のいずれかに記載の電子制御装置において、

前記第一の接続層の接続材料ははんだで構成されることを特徴とす

る電子制御装置。

[請求項7] 請求項３乃至５のいずれかに記載の電子制御装置において、

前記第一の接続層の接続材料は焼結金属であることを特徴とする電子制御装置。

[請求項8] 請求項３乃至５のいずれかに記載の電子制御装置において、

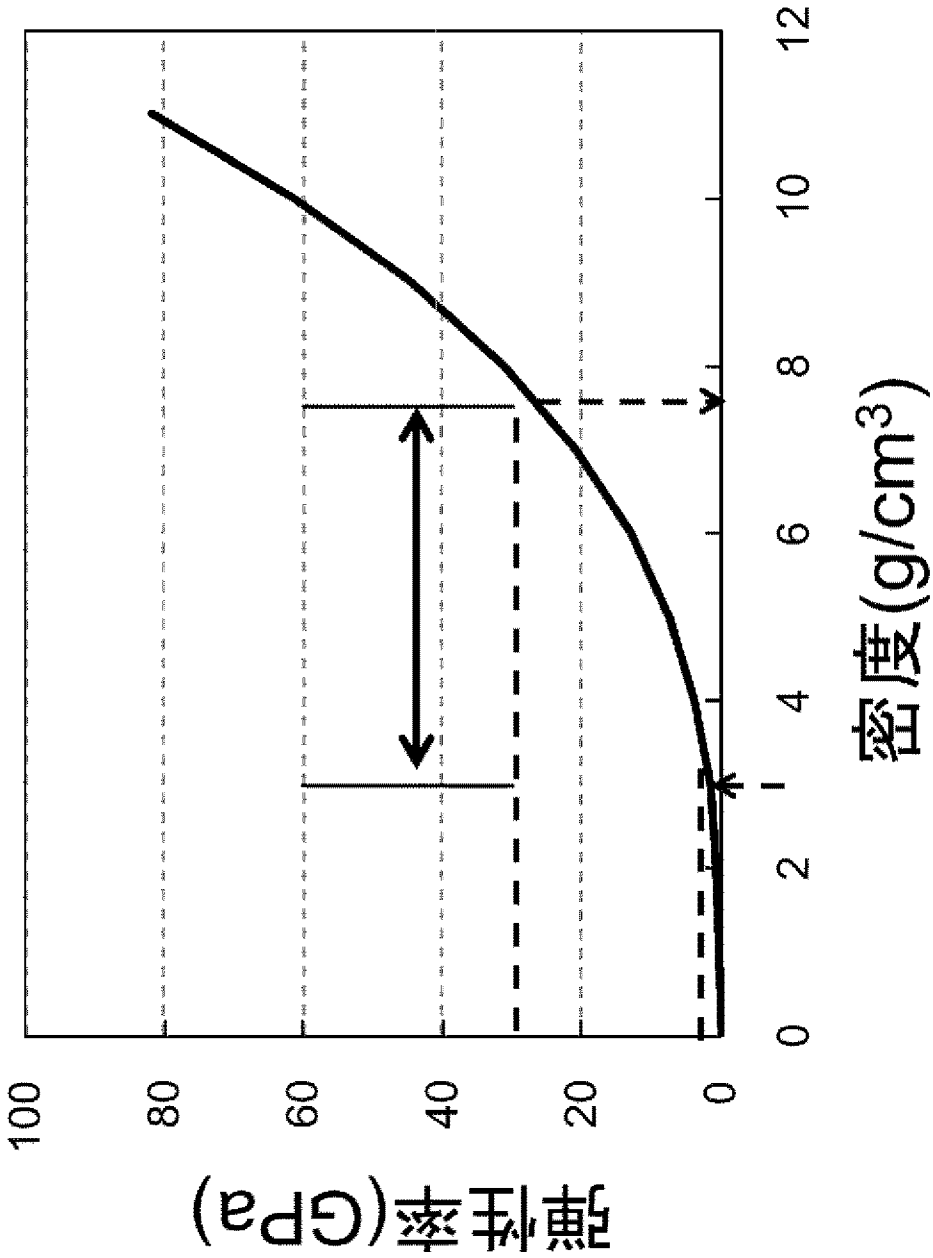
前記第一の接続層を構成する接続材料は、前記第二の接続層を構成する焼結金属と同様の配置となるように設けられていることを特徴とする電子制御装置。

[請求項9] 請求項８に記載の電子制御装置において、前記焼結金属は金粒子、銀粒子、酸化銀粒子、銅粒子、酸化銅粒子のいずれかを用いて形成されていることを特徴とする電子制御装置。

[請求項10] 請求項１乃至９のいずれかに記載の電子制御装置において、

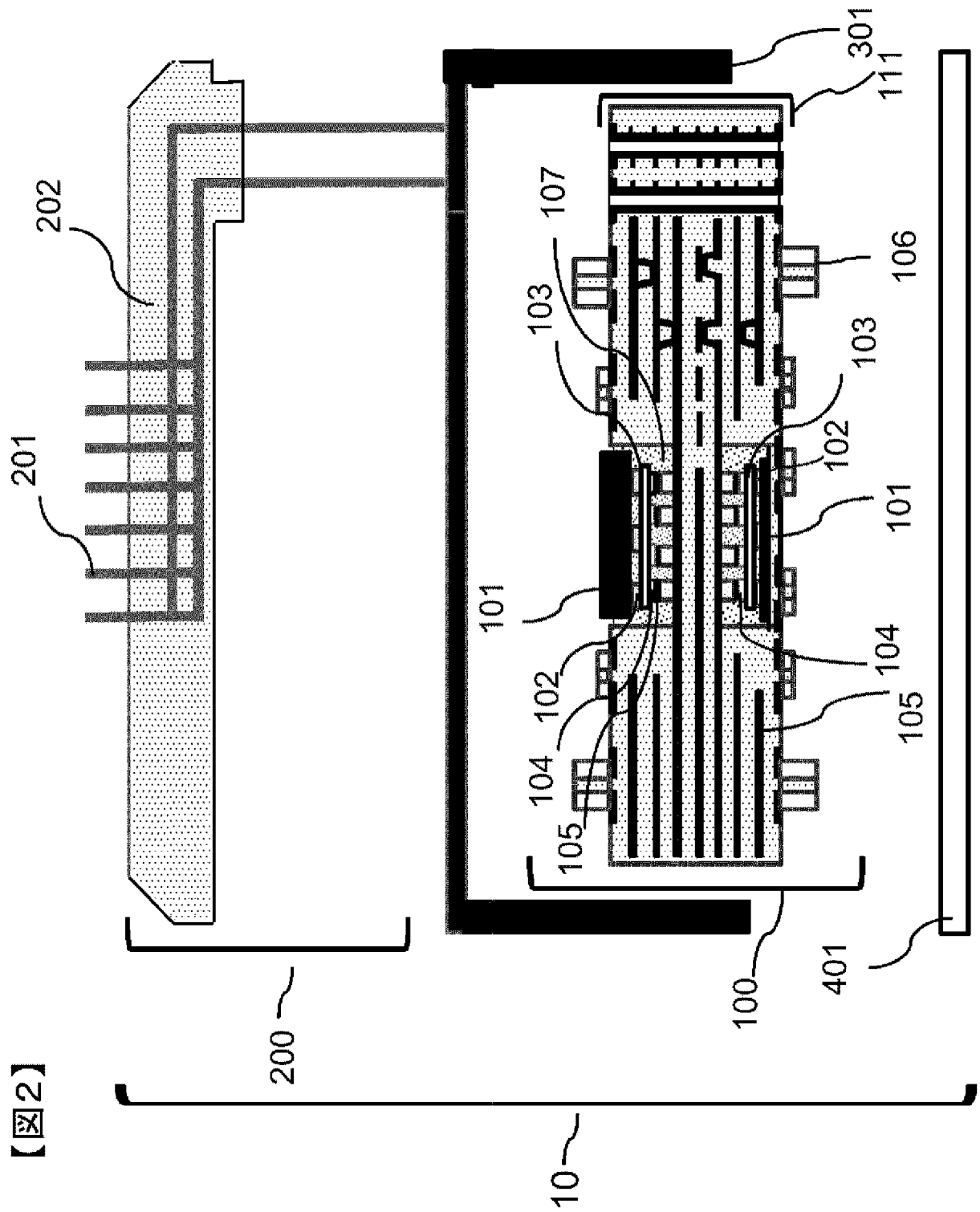
前記半導体チップ、前記ヒートシンク、及び前記配線用端子が封止樹脂で封止されていることを特徴とする電子制御装置。

[図1]



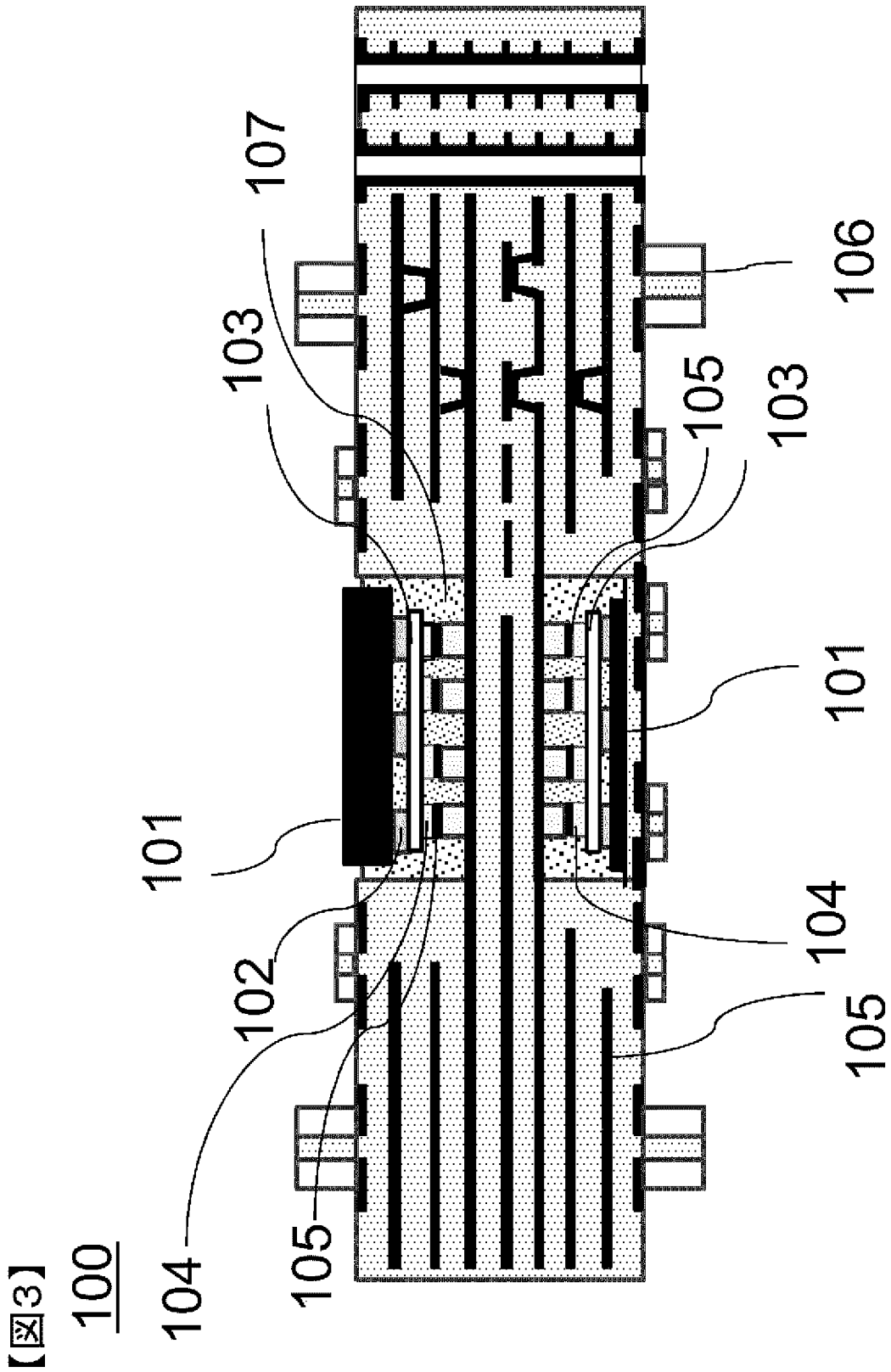
【図1】

[図2]


301
111
107
106
103
103
202
102
201
101
101
104
102
105
104
105
100
401
200
10

【図2】

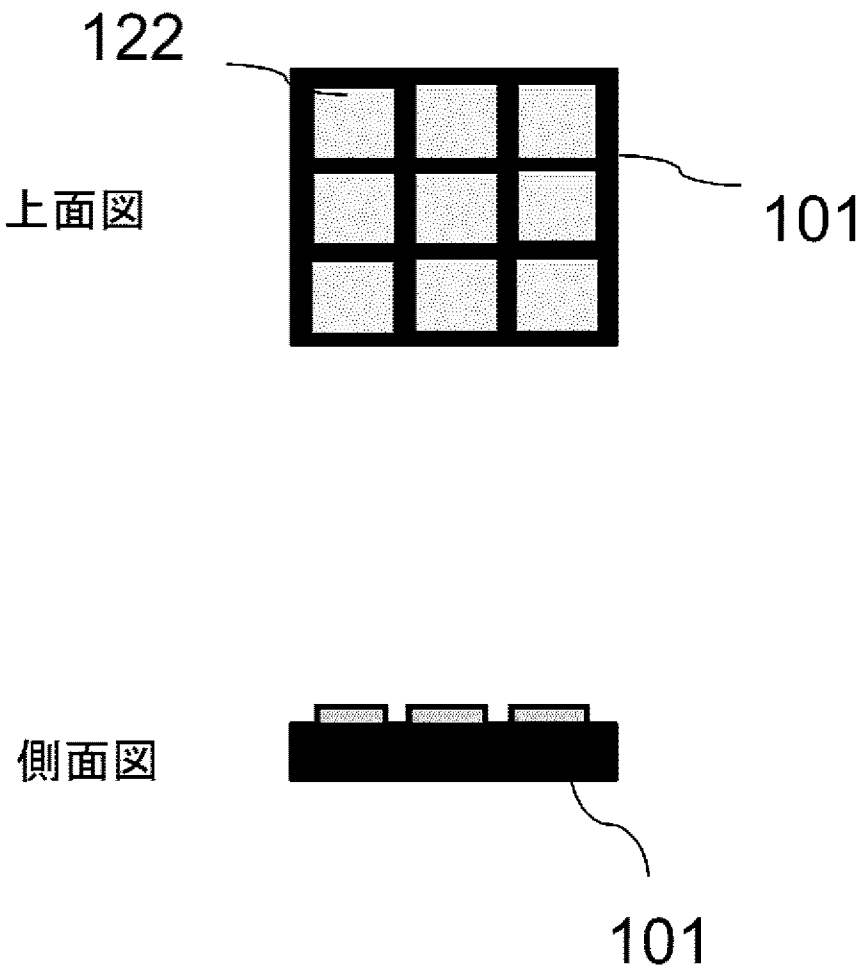
[図3]



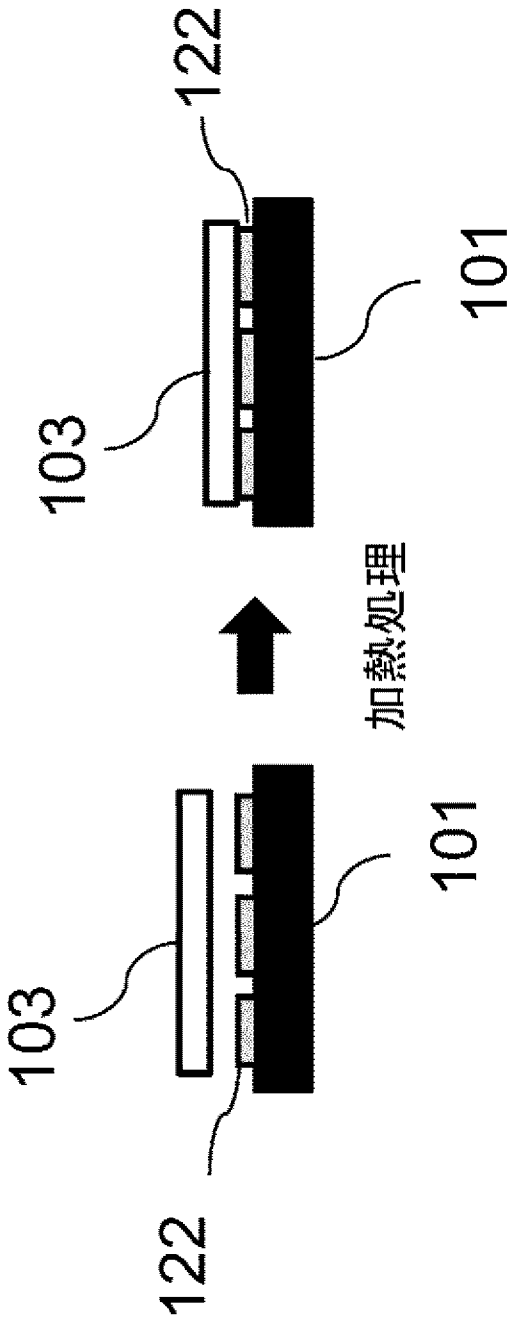
【図3】

[図4]

【図4】

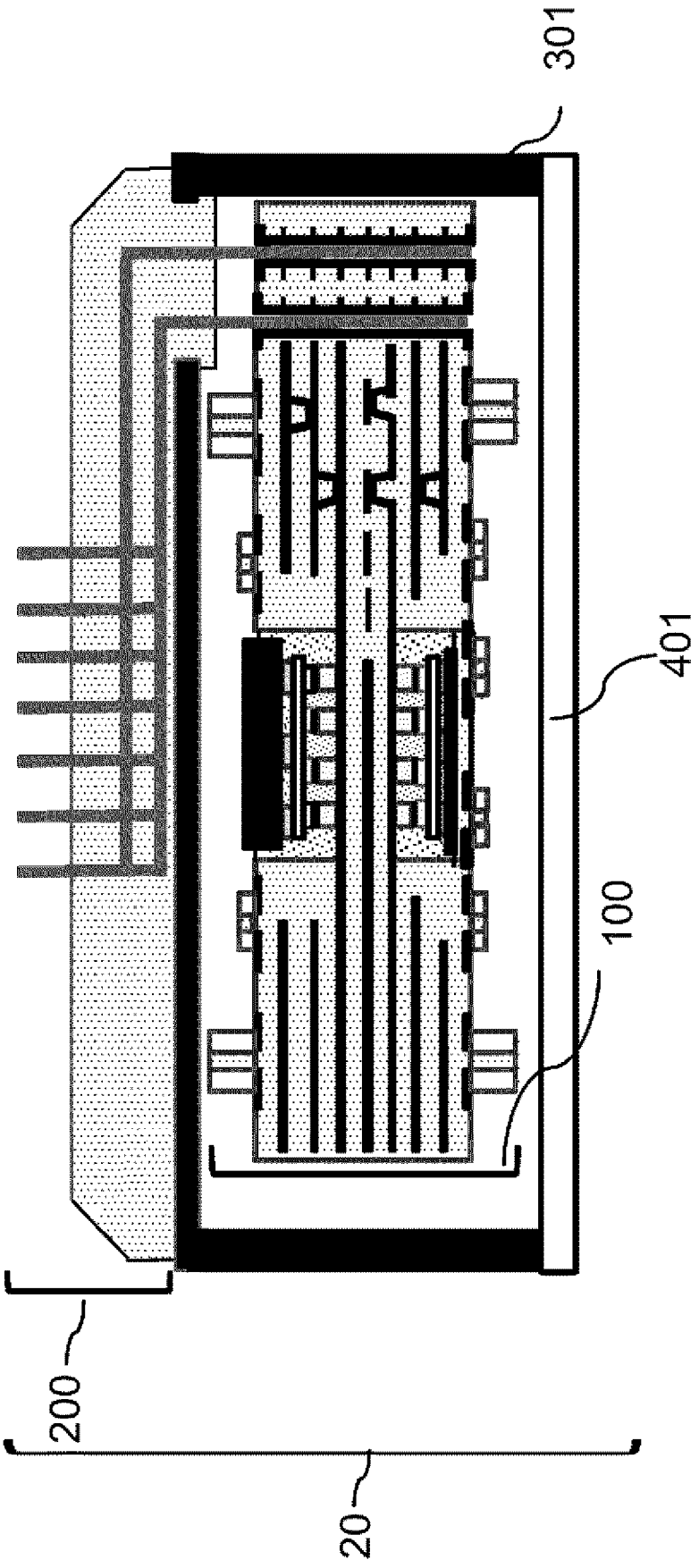


[図5]



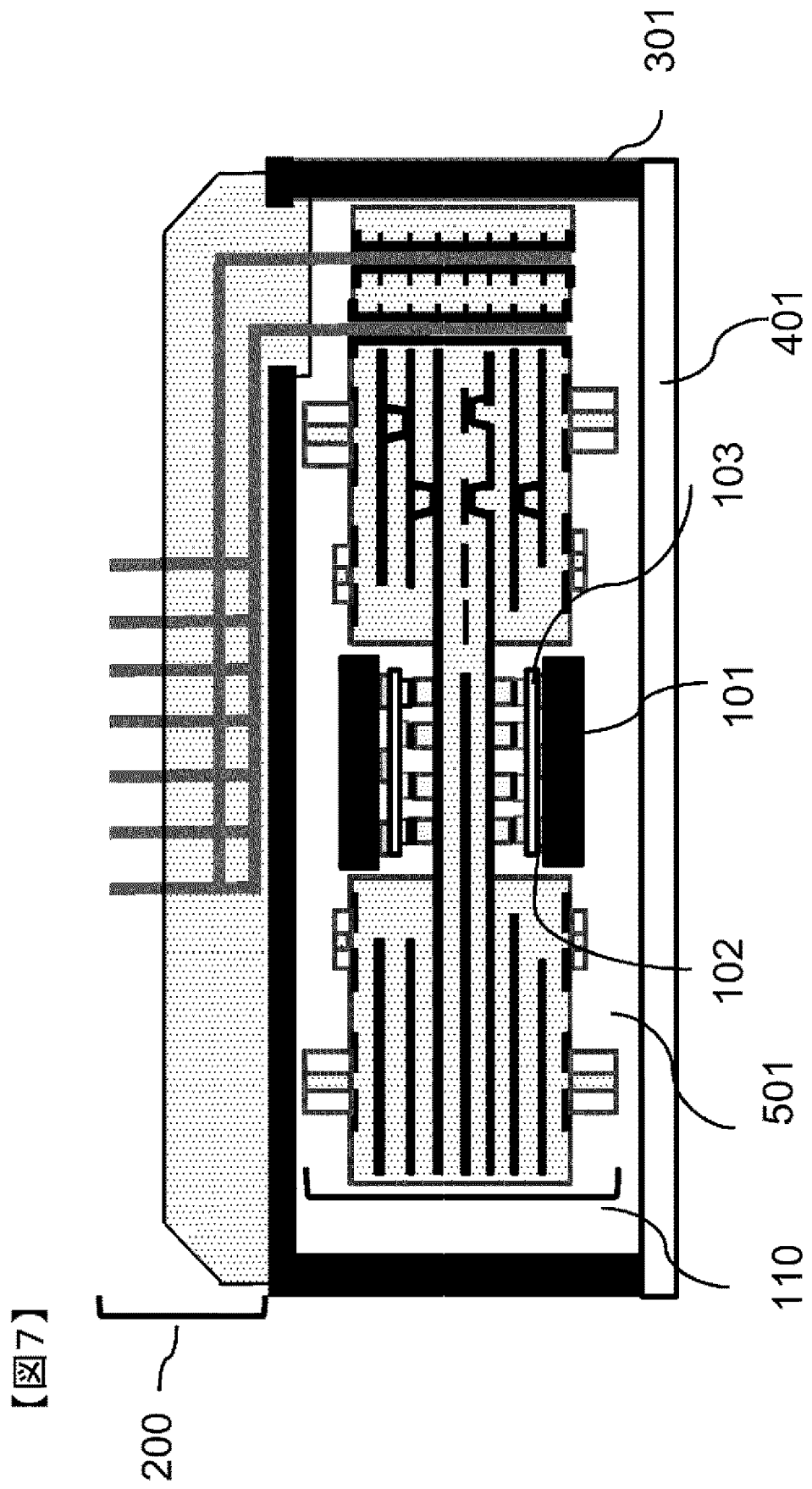
【図5】

[図6]



【図6】

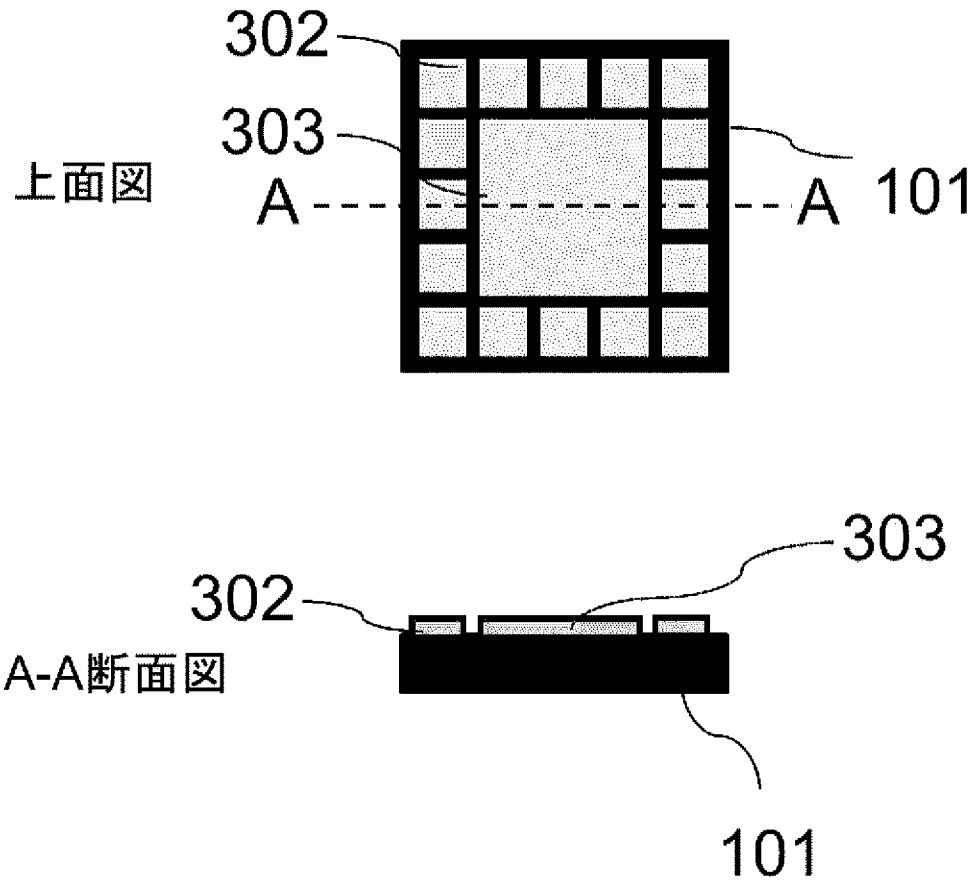
[図7]



【図7】

[図8]

【図8】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/069335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L23/36(2006.01)i, *H05K7/20*(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)
H01L23/36, H01L21/52, H05K7/20

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2-246141 A (Fujitsu Ltd.), 01 October 1990 (01.10.1990), page 2, lower left column, line 2 to page 3, upper right column, line 4; fig. 1, 3 & US 5055914 A & US 5081067 A & EP 382203 A2	1,10 2-9
Y	JP 2009-94341 A (Renesas Technology Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), claims 1, 2; paragraphs [0006], [0036], [0039]; fig. 7 & US 2009/0096100 A1	1,10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"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 09 October, 2013 (09.10.13)	Date of mailing of the international search report 22 October, 2013 (22.10.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/069335

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-117049 A (Hitachi, Ltd.), 09 May 1989 (09.05.1989), page 2, lower right column, lines 1 to 18; fig. 1, 2 (Family: none)	2-9
A	JP 1-106451 A (Hitachi, Ltd.), 24 April 1989 (24.04.1989), page 3, lower right column, line 3 to page 4, upper left column, line 13; page 5, upper right column, line 18 to page 5, lower left column, line 5; fig. 1, 5(a) (Family: none)	2-9
A	JP 2003-529934 A (Siemens AG.), 07 October 2003 (07.10.2003), paragraphs [0033] to [0048], [0054] & US 2003/0102356 A1 & WO 2001/075963 A1 & DE 10016129 A	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６９３３５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L23/36(2006.01)i, H05K7/20(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.　H01L23/36, H01L21/52, H05K7/20

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2-246141 A (富士通株式会社) 1990.10.01, 2頁左下欄2行-3頁右上欄4行,第1図,第3図	1,10
A	& US 5055914 A & US 5081067 A & EP 382203 A2	2-9
Y	JP 2009-94341 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2009.04.30, 【請求項1】,【請求項2】,【0006】,【0036】,【0039】,【図7】 & US 2009/0096100 A1	1,10

☑　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 ０９．１０．２０１３	国際調査報告の発送日 ２２．１０．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｒ　９１６９ 今井　拓也 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１

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
A	JP 1-117049 A（株式会社日立製作所）1989.05.09, 2頁右下欄1-18行,第1図,第2図（ファミリーなし）	2-9
A	JP 1-106451 A（株式会社日立製作所）1989.04.24, 3頁右下欄3行-4頁左上欄13行,5頁右上欄18行-5頁左下欄5行, 第1図,第5図(a)（ファミリーなし）	2-9
A	JP 2003-529934 A（シーメンス　アクチエンゲゼルシヤフト） 2003.10.07,【0033】-【0048】,【0054】 & US 2003/0102356 A1 & WO 2001/075963 A1 & DE 10016129 A	1-10