



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101971329 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200980109188. 0

(22) 申请日 2009. 03. 11

(30) 优先权数据

2008-067344 2008. 03. 17 JP

2008-234997 2008. 09. 12 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/054654 2009. 03. 11

(87) PCT申请的公布数据

W02009/116439 JA 2009. 09. 24

(73) 专利权人 三菱综合材料株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 林浩正 北原丈嗣 殿村宏史

石塚博弥 黑光祥郎

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 闫小龙 王忠忠

(51) Int. Cl.

H01L 23/12(2006. 01)

H01L 23/36(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1691313 A, 2005. 11. 02,

JP 2004288828 A, 2004. 10. 14,

CN 1713808 A, 2005. 12. 28,

CN 1815720 A, 2006. 08. 09,

JP 2002059272 A, 2002. 02. 26,

审查员 赵端

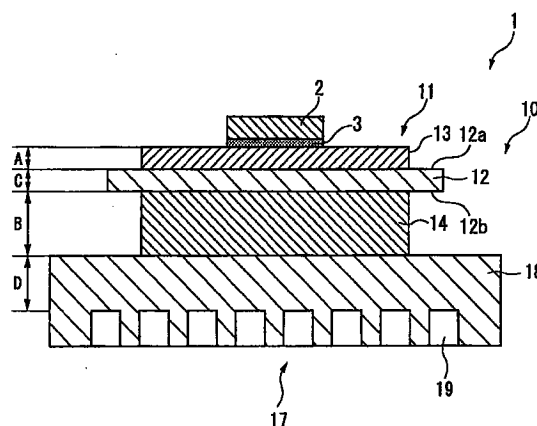
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

带散热片的功率模块用基板及其制造方法、
以及带散热片的功率模块、功率模块用基板

(57) 摘要

本发明涉及带散热片的功率模块用基板及其制造方法、以及带散热片的功率模块、功率模块用基板。该带散热片的功率模块用基板具有：功率模块用基板(11)，该功率模块用基板(11)具有具备第一面(12a)以及第二面(12b)的绝缘基板(12)、在所述第一面(12a)形成的电路层(13)、在所述第二面(12b)形成的金属层(14)；散热片(17)，与所述金属层(14)直接接合，对所述功率模块用基板(11)进行冷却，其中，在使所述电路层(13)的厚度为A、使所述金属层(14)的厚度为B的情况下，比率B/A设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。



1. 一种带散热片的功率模块用基板,其特征在于,

具有:功率模块用基板,该功率模块用基板具有具备第一面以及第二面的绝缘基板、在所述第一面形成的电路层、在所述第二面形成的金属层;散热片,利用 Al-Si 系焊料与所述金属层直接钎焊,对所述功率模块用基板进行冷却,

在使所述电路层的厚度为 A、使所述金属层的厚度为 B 的情况下,比率 B/A 设定在 $2.167 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。

2. 如权利要求 1 所述的带散热片的功率模块用基板,其特征在于,

所述金属层在利用 Al-Si 系焊料与所述散热片钎焊之前的状态下由纯度 99.99% 以上的铝构成。

3. 一种带散热片的功率模块用基板的制造方法,其特征在于,

准备具有第一面以及第二面的绝缘基板和散热片,

具有在所述绝缘基板的所述第一面接合电路层的工序和在所述绝缘基板的所述第二面接合金属层的工序,由此,形成功率模块用基板,

具有对所述功率模块用基板与所述散热片进行层叠的工序,

所述层叠工序以 $0.15 \sim 3\text{MPa}$ 在层叠方向进行加压,由此,利用 Al-Si 系焊料将所述功率模块用基板的所述金属层与所述散热片钎焊。

4. 如权利要求 3 所述的带散热片的功率模块用基板的制造方法,其特征在于,

所述金属层在利用 Al-Si 系焊料与所述散热片钎焊之前的状态下由纯度 99.99% 以上的铝构成。

5. 一种带散热片的功率模块,其特征在于,具备:

权利要求 1 或者权利要求 2 所述的带散热片的功率模块用基板;

在所述带散热片的功率模块用基板的所述电路层上搭载的电子部件。

6. 一种在权利要求 1 或者权利要求 2 所述的带散热片的功率模块用基板中使用的功率模块用基板,其特征在于,

具有:具有第一面以及第二面的绝缘基板;在所述第一面形成的电路层;在所述第二面形成的金属层,

在使所述电路层的厚度为 A、使所述金属层的厚度为 B 的情况下,比率 B/A 设定在 $2.167 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。

带散热片的功率模块用基板及其制造方法、以及带散热片的功率模块、功率模块用基板

技术领域

[0001] 本发明涉及在对大电流、高电压进行控制的半导体装置中所使用的带散热片的功率模块用基板及其制造方法、以及带散热片的功率模块、功率模块用基板。

背景技术

[0002] 以往,公知在对大电流、高电压进行控制的半导体装置中所使用的带散热片的功率模块用基板。作为这种功率模块用基板,广泛提出如下结构:在绝缘基板的一个面(第一面)形成由铝构成的电路层,在绝缘基板的另一个面(第二面)形成由铝构成的金属层,散热片的顶板部接合到该金属层的表面。例如,在专利文献1以及专利文献2中示出了这样的功率模块用基板。

[0003] 这样的带散热片的功率模块利用如下方法制造:将绝缘基板、电路层以及金属层分别进行接合,形成功率模块用基板之后,将该功率模块用基板与散热片接合。

[0004] 在该带散热片的功率模块用基板中,使用软钎料将半导体芯片等电子部件接合到所述电路层。

[0005] 专利文献1:特许第3171234号公报

[0006] 专利文献2:特开平10-065075号公报

[0007] 但是,在所述的带散热片的功率模块用基板中,在位于绝缘基板的第二面上的金属层以及散热片的顶板部的合计厚度较小的情况下,弯曲刚性变低,有时会产生翘曲。

[0008] 在最近的带散热片的功率模块中,存在如下倾向:小型化以及薄壁化推进,此外,电子部件的发热量上升。

[0009] 为了提高散热片的冷却能力,也使用顶板部的厚度较小的散热片。

[0010] 因此,产生如下问题:位于绝缘基板的第二面上的金属层以及散热片的顶板部的合计厚度变小,发生所述的翘曲。

[0011] 此外,在专利文献1所记载的带散热片的功率模块中,通过在两面形成有由Al-Si系焊料构成的熔点降低层的铝箔,将金属层和散热片接合。

[0012] 因此,在铝箔与金属层的接合界面以及铝箔与散热片的接合界面,形成含有很多Si的硬度较高的部分。

[0013] 当这样在位于绝缘基板的第二面上的金属层以及散热片上形成有硬度较高的部分时,在硬度较高的部分,金属层或者散热片的顶板部被约束。

[0014] 因此,存在如下情况:例如,在将功率模块用基板与散热片接合时,即便向它们的层叠方向加压,金属层也被硬度较高的部分约束,变形不充分,不能够抑制翘曲。

发明内容

[0015] 本发明是鉴于上述问题而提出的,其目的在于提供一种能够抑制翘曲的发生的带散热片的功率模块用基板及其制造方法、以及带散热片的功率模块。

[0016] 为了解决这样的课题,达成所述目的,本发明的第一方式的带散热片的功率模块用基板具有:功率模块用基板,该功率模块用基板具备具有第一面以及第二面的绝缘基板、在所述第一面形成的电路层、在所述第二面形成的金属层;散热片,与所述金属层直接接合,对所述功率模块用基板进行冷却。在使所述电路层的厚度为A、使所述金属层的厚度为B的情况下,比率 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。

[0017] 在该结构的带散热片的功率模块用基板中,如上所述,比率 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内,即,将与散热片接合的金属层的厚度设定得比电路层的厚度大。根据该结构,即便在使用顶板部的厚度较小的散热片的情况下,也能够使位于绝缘基板的第二面上的金属层以及散热片的顶板部的合计厚度比较大,能够抑制翘曲的发生。

[0018] 此外,较厚的金属层与散热片直接接合,所以,在将功率模块用基板和散热片接合时在其层叠方向上对功率模块用基板和散热片进行加压,由此,能够使金属层充分变形,能够抑制翘曲。

[0019] 这里,若电路层的厚度A和金属层的厚度B的比率 B/A 小于1.5,则不能充分得到所述效果。

[0020] 另一方面,若电路层的厚度A和金属层的厚度B的比率 B/A 超过20,则金属层成为热电阻,利用散热片进行的冷却变得不充分。

[0021] 因此,优选电路层的厚度A和金属层的厚度B的比率 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。

[0022] 此外,在本发明中,优选所述金属层在与所述散热片接合之前的状态下由纯度99.99%以上的铝构成。根据该结构,金属层的变形电阻较小,在与散热片接合时进行加压,能够使金属层充分变形,能够可靠地抑制翘曲的发生。

[0023] 本发明的第二方式的带散热片的功率模块用基板的制造方法,具有:一次接合工序,准备具有第一面以及第二面的绝缘基板和散热片,在所述绝缘基板的所述第一面接合电路层,在所述绝缘基板的所述第二面接合金属层,由此,形成功率模块用基板;二次接合工序,将所述功率模块用基板与所述散热片层叠,在层叠方向以 $0.15 \sim 3\text{MPa}$ 进行加压,由此,将所述功率模块用基板的所述金属层与所述散热片接合。

[0024] 在该结构的带散热片的功率模块用基板的制造方法中,在将所述的功率模块用基板和散热片接合的二次接合工序中,在该层叠方向上以 $0.15 \sim 3\text{MPa}$ 进行加压,所以,能够使金属层充分变形,由此,能够抑制翘曲的发生。

[0025] 本发明的第三方式的带散热片的功率模块具备:所述的带散热片的功率模块用基板;在所述带散热片的功率模块用基板的所述电路层上搭载的电子部件。

[0026] 该结构的带散热片的功率模块可抑制翘曲变形,即使在使用环境严格的情况下,例如,在如反复产生应力的使用环境下,也能够使其可靠性得到飞跃性地提高。

[0027] 本发明的第四方式的功率模块用基板,具有:具有第一面以及第二面的绝缘基板;在所述第一面形成的电路层;在所述第二面形成的金属层。所述电路层的厚度A和所述金属层的厚度B的比率 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内。

[0028] 在该结构的功率模块用基板中,在金属层的表面接合了散热片的情况下,即便使用顶板部的厚度较小的散热片,也能够使位于绝缘基板的第二面上的金属层以及散热片的顶板部的合计厚度比较大,能够抑制翘曲的发生。

[0029] 根据本发明,能够提供一种能抑制翘曲的发生的带散热片的功率模块用基板及其制造方法、以及带散热片的功率模块、功率模块用基板。

附图说明

[0030] 图 1 是表示使用了作为本发明的实施方式的带散热片的功率模块用基板的带散热片的功率模块的结构概略剖面图。

[0031] 图 2 是表示作为本发明的实施方式的带散热片的功率模块用基板的金属层以及顶板部的维氏硬度的分布的图。

[0032] 图 3A 以及图 3B 是用于对作为本发明的实施方式的带散热片的功率模块用基板的制造方法进行说明的概略剖面图。

[0033] 图 4 是表示使用了作为本发明的其他实施方式的带散热片的功率模块用基板的带散热片的功率模块的结构概略剖面图。

[0034] 图 5 是表示使用了作为本发明的其他实施方式的带散热片的功率模块用基板的带散热片的功率模块的结构概略剖面图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0036] 从图 1 至图 3B 中示出作为本发明的实施方式的带散热片的功率模块用基板以及带散热片的功率模块。

[0037] 该带散热片的功率模块 1 具备:配设有电路层 13 的功率模块用基板 11;通过软钎料层 3 与电路层 13 的表面接合的半导体芯片 2;散热片 17。

[0038] 这里,软钎料层 3 是例如 Sn-Ag 系、Sn-In 系、或者 Sn-Ag-Cu 系的软钎料材料。

[0039] 此外,在本实施方式中,在电路层 13 和软钎料层 3 之间设置有 Ni 镀层(未图示)。

[0040] 功率模块用基板 11 具备:绝缘基板 12;在该绝缘基板 12 的第一面 12a(在图 1 中是上表面)配设的电路层 13;在该绝缘基板 12 的第二面 12b(在图 1 中是下表面)配设的金属层 14。

[0041] 绝缘基板 12 是防止电路层 13 和金属层 14 之间的电连接的基板,由例如 AlN(氮化铝)、 Si_3N_4 (氮化硅)、 Al_2O_3 (氧化铝)等绝缘性较高的陶瓷构成。在本实施方式中,绝缘基板 12 由 AlN(氮化铝)构成。

[0042] 此外,绝缘基板 12 的厚度 C 设定在 $0.2\text{mm} \leq C \leq 1.5\text{mm}$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $C = 0.635\text{mm}$ 。

[0043] 将具有导电性的金属板 23 钎焊在绝缘基板 12 的第一面 12a 上,由此形成电路层 13。

[0044] 在本实施方式中,将由纯度 99.99% 以上的铝(所谓的 4N 铝)构成的金属板 23 钎焊在绝缘基板 12 上,由此,形成电路层 13。

[0045] 这里,在本实施方式中,使用 Al-Si 系的焊料箔 26 进行钎焊,焊料的 Si 扩散到金属板 23,由此,在电路层 13 中产生 Si 的浓度分布。

[0046] 将金属板 24 钎焊在绝缘基板 12 的第二面 12b 上,由此,形成金属层 14。

[0047] 在本实施方式中,与电路层 13 相同地,将由纯度 99.99% 以上的铝(所谓的 4N 铝)

构成的金属板 24 钎焊在绝缘基板 12 上,由此,形成金属层 24。

[0048] 在本实施方式中,使用 Al-Si 系的焊料箔 27 进行钎焊,由于焊料的 Si 扩散到金属板 24,由此,在金属层 14 中产生 Si 的浓度分布。

[0049] 这里,电路层 13 的厚度 A 设定在 $0.25\text{mm} \leq A \leq 0.9\text{mm}$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $A = 0.6\text{mm}$ 。

[0050] 此外,金属层 14 的厚度 B 设定在 $0.4\text{mm} \leq B \leq 5\text{mm}$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $B = 1.3\text{mm}$ 。

[0051] 并且,电路层 13 的厚度 A 和金属层 14 的厚度 B 的比 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $B/A = 1.3/0.6 = 2.167$ 。

[0052] 散热片 17 是用于冷却所述的功率模块用基板 11 的构件,具备:与功率模块用基板 11 接合的顶板部 18;用于使冷却介质(例如冷却水)流通的流道 19。

[0053] 优选散热片 17 中的至少顶板部 18 由热传导性良好的材质构成。在本实施方式中,由 A6063 的铝材料构成。

[0054] 此外,顶板部 18 的厚度 D 设定在 $1\text{mm} \leq D \leq 10\text{mm}$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $D = 1.7\text{mm}$ 。

[0055] 并且,功率模块用基板 11 的金属层 14 和散热片 17 的顶板部 18 通过钎焊直接接合。

[0056] 在本实施方式中,使用 Al-Si 系的焊料箔 28 进行钎焊,焊料的 Si 向金属板 24 扩散,从而在金属层 14 中产生 Si 的浓度分布。

[0057] 如上所述,将金属层 14 使用焊料箔 27 与绝缘基板 12 进行钎焊,使用焊料箔 28 与散热片 17 的顶板部 18 进行钎焊。因此,在金属层 14 中,如图 2 所示,维氏硬度根据 Si 的浓度分布而在厚度方向发生变化。

[0058] 这样的带散热片的功率模块用基板 10 以如下方式制造。

[0059] 如图 3A 所示,首先,准备由 AlN 构成的绝缘基板 12。然后,隔着焊料箔 26 将成为电路层 13 的金属板 23(4N 铝)层叠在绝缘基板 12 的第一面 12a 上。焊料箔 26 的厚度为 0.02mm 。此外,隔着焊料箔 27 将成为金属层 14 的金属板 24(4N 铝)层叠在绝缘基板 12 的第二面 12b 上。焊料箔 27 的厚度与焊料箔 26 相同。

[0060] 其次,在将这样形成的层叠体在其层叠方向进行加压的状态下放入真空炉内,进行钎焊。由此,形成由绝缘基板 12、电路层 13、以及金属层 14 构成的功率模块用基板 11(一次接合工序 S1)。

[0061] 其次,如图 3B 所示,经由焊料箔 28 将散热片 17 的顶板部 18 层叠在功率模块用基板 11 的金属层 14 的表面。焊料箔 28 的厚度为 0.05mm 。

[0062] 在这样层叠的状态下,在层叠方向加压,并且,放入真空炉内进行钎焊,由此,制造出本实施方式的带散热片的功率模块用基板 10(二次接合工序 S2)。

[0063] 这里,在二次接合工序 S2 中,以 $0.15 \sim 3\text{MPa}$ 的压力将功率模块用基板 11 和散热片 17 在层叠方向加压。

[0064] 在具有这样结构的本实施方式的带散热片的功率模块用基板 10 以及带散热片的功率模块 1 中,与散热片 17 的顶板部 18 接合的金属层 14 的厚度设定得比电路层 13 的厚度大。由此,即便使用顶板部 18 的厚度较小的散热片 17,也能够确保位于绝缘基板 12 的第

二面 12b 上的金属层 14 以及散热片 17 的顶板部 18 的合计厚度,能够抑制翘曲的发生。

[0065] 此外,使用顶板部 18 较薄的散热片 17,能够提高冷却效率,能够应用于安装了发热量较高的电子部件的功率模块。

[0066] 此外,使用焊料箔 28 利用钎焊将比较厚的金属层 14 直接接合到散热片 17 的顶板部 18。由此,在将功率模块用基板 11 和散热片 17 的顶板部 18 接合的二次接合工序 S2 中,在将功率模块用基板 11 和散热片 17 在层叠方向进行加压时,能够使金属层 14 充分变形,能够可靠地抑制翘曲。

[0067] 并且,电路层 13 的厚度 A 和金属层 14 的厚度 B 的比率 B/A 设定在 $1.5 \leq B/A \leq 20$ 的范围内,在本实施方式中,设定为 $B/A = 1.3/0.6 = 2.167$ 。由此,能够确保金属层 14 的厚度,可靠地得到所述的翘曲的抑制效果。此外,金属层 14 不会成为较大的热电阻,能够利用散热片 17 充分地冷却功率模块。

[0068] 此外,优选电路层 13 的厚度 A 和金属层 14 的厚度 B 的比率 B/A 设定在 $2.167 \leq B/A \leq 5.625$ 的范围内。

[0069] 此外,金属层 14 在进行接合之前的状态下由纯度 99.99% 以上的铝、所谓的 4N 铝构成。由此,金属层 14 的变形电阻较小,在将金属层 14 和散热片 17 的顶板部 18 接合的二次接合工序 S2 中,在层叠方向进行加压时能够使金属层 14 充分变形,能够可靠地抑制翘曲的发生。

[0070] 并且,在将金属层 14 和散热片 17 的顶板部 18 接合的二次接合工序 S2 中,以 $0.15 \sim 3\text{MPa}$ 的压力将功率模块用基板 11 和散热片 17 在层叠方向上加压,因此,能够可靠地使金属层 14 变形,从而抑制翘曲。

[0071] 此外,在本实施方式的带散热片的功率模块 1 中,使用软钎料将半导体芯片 2 接合到带散热片的功率模块用基板 10 的电路层 13 上。由此,由于不发生翘曲变形,因此,即便在使用环境严格的情况下,例如,即便在反复产生应力的使用环境下,也能够飞跃性地提高其可靠性。

[0072] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但是,本发明不限于此,能够在不脱离本发明的技术思想的范围内适当变更。

[0073] 例如,在上述实施方式中,对采用 AlN (氮化铝) 作为绝缘基板 12 的材料的情况进行了说明,但是,若是具有绝缘性的材料即可,也可以使用 Si_3N_4 、 Al_2O_3 等材料。

[0074] 此外,对将功率模块用基板 11 接合到形成为平板状的顶板部 18 上的结构进行了说明,但是,本发明不限于此。例如,如图 4 所示,在顶板部 118 形成凹部 120,将功率模块用基板 111 容纳在该凹部 120 内也可以。

[0075] 在该情况下,顶板部 118 的厚度 D 为凹部 120 的底面的厚度。

[0076] 并且,在上述实施方式中,对金属层 14 的宽度与电路层 13 相同、并且比绝缘基板 12 窄的结构进行了说明,但是,本发明不限于此。例如,如图 5 所示,金属层 214 的宽度也可以比电路层 213 或绝缘基板 212 的宽度大。

[0077] 在该情况下,在将金属层 214 和绝缘基板 212 接合时不需要高精度地定位,能够比较简单地制造带散热片的功率模块用基板 210。

[0078] 此外,对电路层以及金属层由纯度 99.99% 以上的铝 (4N 铝) 构成的例子进行了说明,但是,本发明不限于此。由纯度 99% 以上的铝 (2N 铝) 或者铝合金构成电路层以及金属

层也可以。

[0079] 但是,将金属层的变形电阻变小而能够可靠地得到抑制翘曲的效果,所以,优选使用纯度 99.99%以上的铝。

[0080] 并且,对散热片由 A6063 的铝材料构成的例子进行了说明,但是,本发明不限于此。也可以利用纯铝构成散热片。

[0081] 并且,对具有冷却介质的流道的散热片进行了说明,但是,并不特别限定散热片的结构,例如,也可以为空气冷却方式的散热片。

[0082] 实施例

[0083] 对为了确认本发明的有效性而进行的比较试验进行说明。

[0084] 在比较例 1~3 以及实施例 1~5 中,准备了共通的带散热片的功率模块用基板,该带散热片的功率模块用基板具有:由厚度 0.635mm 的 AlN 构成的绝缘基板;由 4N 铝构成的电路层以及金属层;具备由厚度 1.7mm 的 A6063 的铝材料构成的顶板部的散热片。此外,在该带散热片的功率模块用基板中,利用钎焊将金属层和散热片的顶板部直接接合。

[0085] 并且,将带散热片的功率模块用基板上的电路层的厚度以及金属层的厚度分别进行变更,制作了比较例 1~3 以及实施例 1~5 的带散热片的功率模块用基板。

[0086] 在本实施方式中,对所制作的带散热片的功率模块用基板的翘曲的发生状况、和散热片与绝缘基板之间的热电阻进行了评价。对比较例 1~3 和实施例 1~5 进行了比较。

[0087] 在表 1 中示出评价结果。

[0088] 表 1

[0089]

	比较例 1	比较例 2	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	比较例 3
电路层 厚度 A	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.6mm	0.4mm	0.4mm	0.25mm	0.4mm
金属层 厚度 B	0.6mm	0.75mm	0.9mm	1.3mm	2.25mm	5mm	5mm	10mm
B/A	1	1.25	1.5	2.167	5.625	12.5	20	25
翘曲变形	×	△	○	○	○	○	○	○
热电阻	○	○	○	○	○	○	○	×

[0090] 在比较例 1、2 中,金属层比较薄,所以,热电阻较小,但是确认了发生翘曲变形。

[0091] 另一方面,如比较例 3 所示,在金属层与电路层相比显著较厚的情况下,热电阻较大,确认了利用散热片进行的冷却不充分。

[0092] 与此相对,在实施例 1~5 中可知,翘曲变形被抑制,并且热电阻也被抑制得较小。

[0093] 该比较试验的结果是,根据本发明,能够提供一种没有翘曲变形并且能够利用散热片有效地对电子部件进行冷却的带散热片的功率模块用基板。

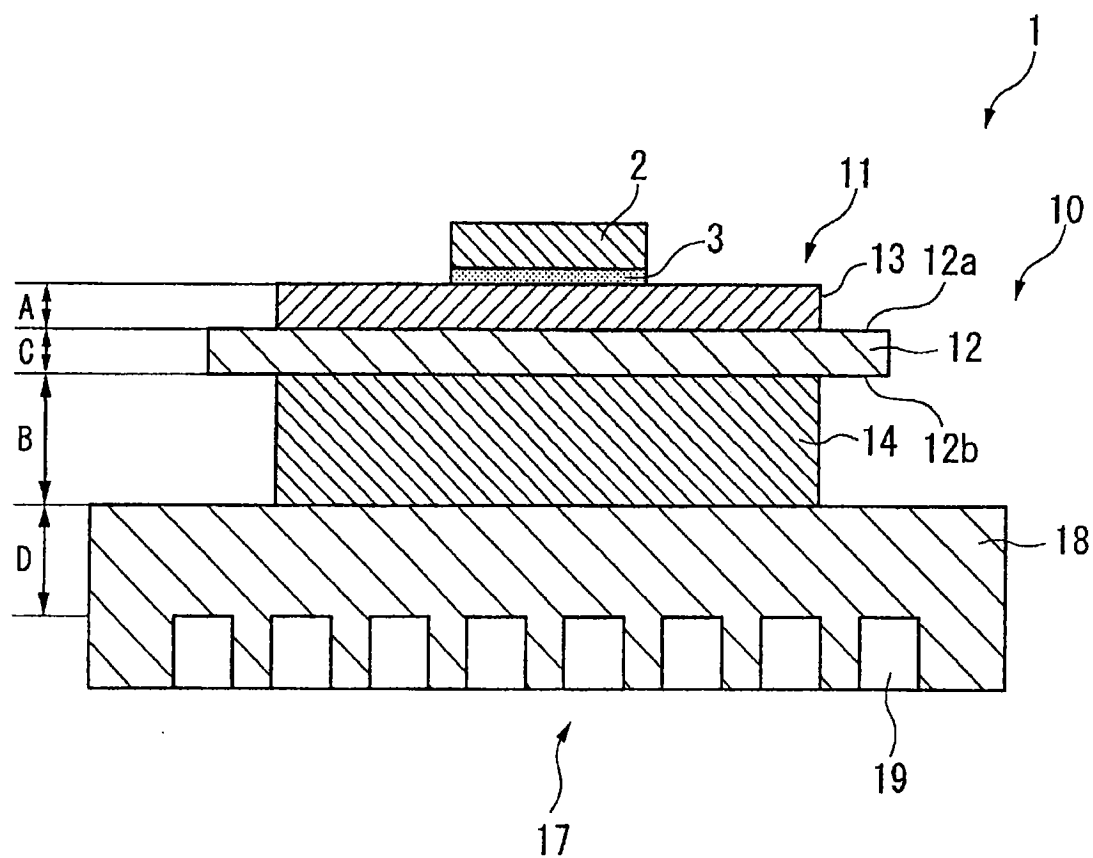


图 1

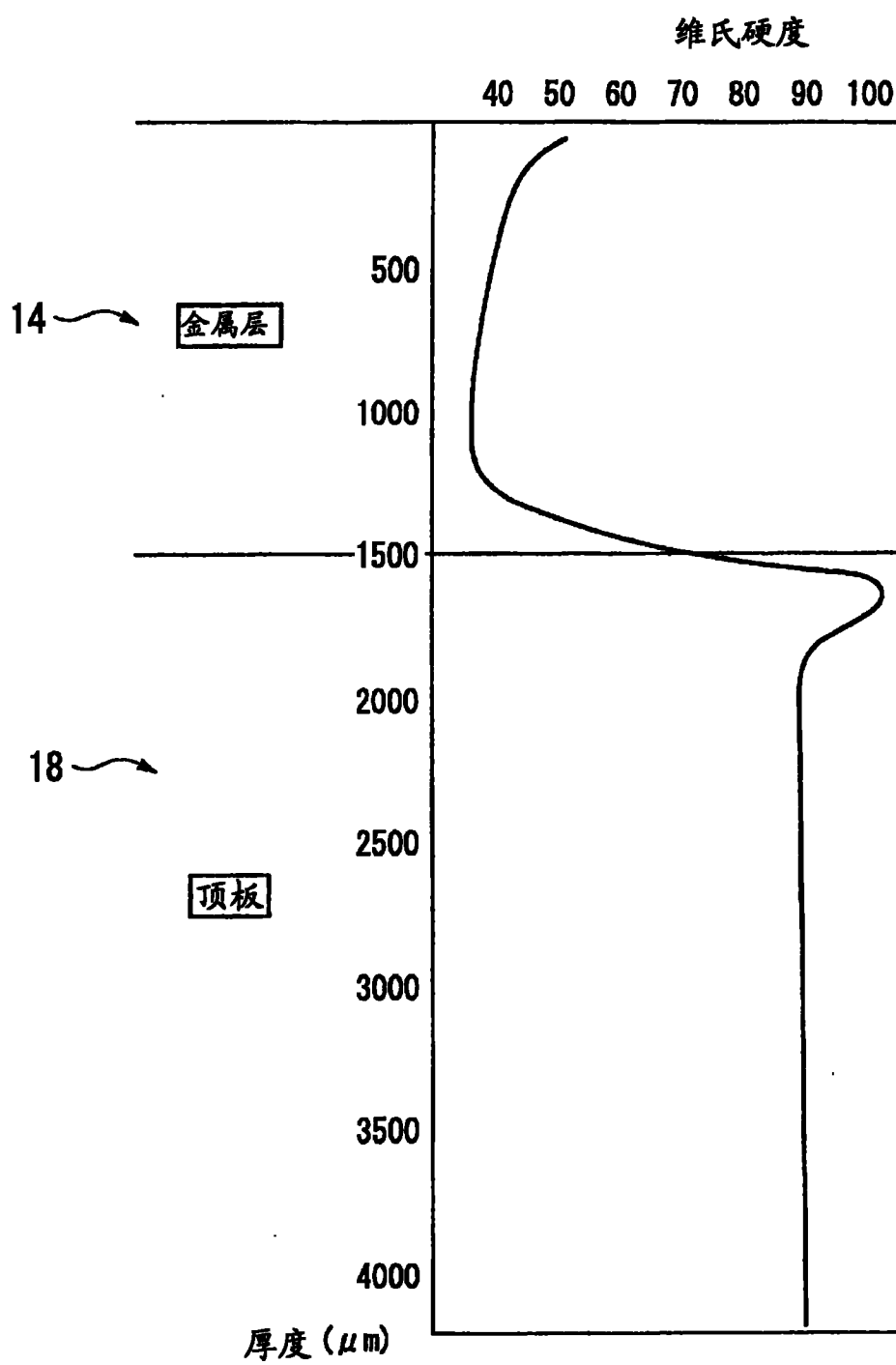


图 2

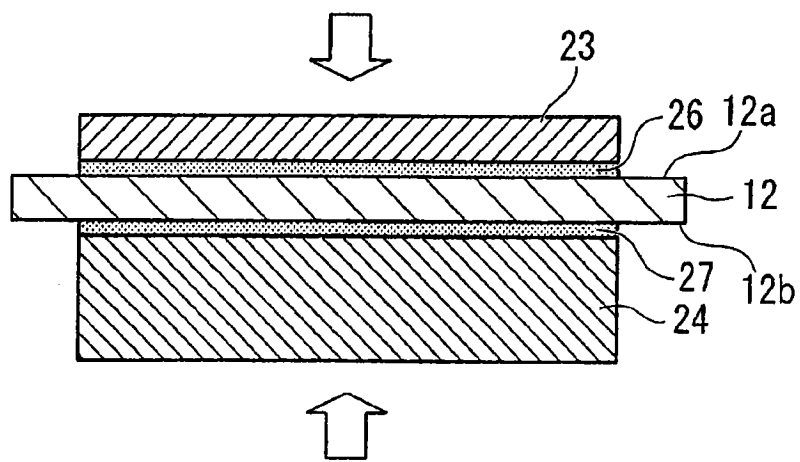


图 3A

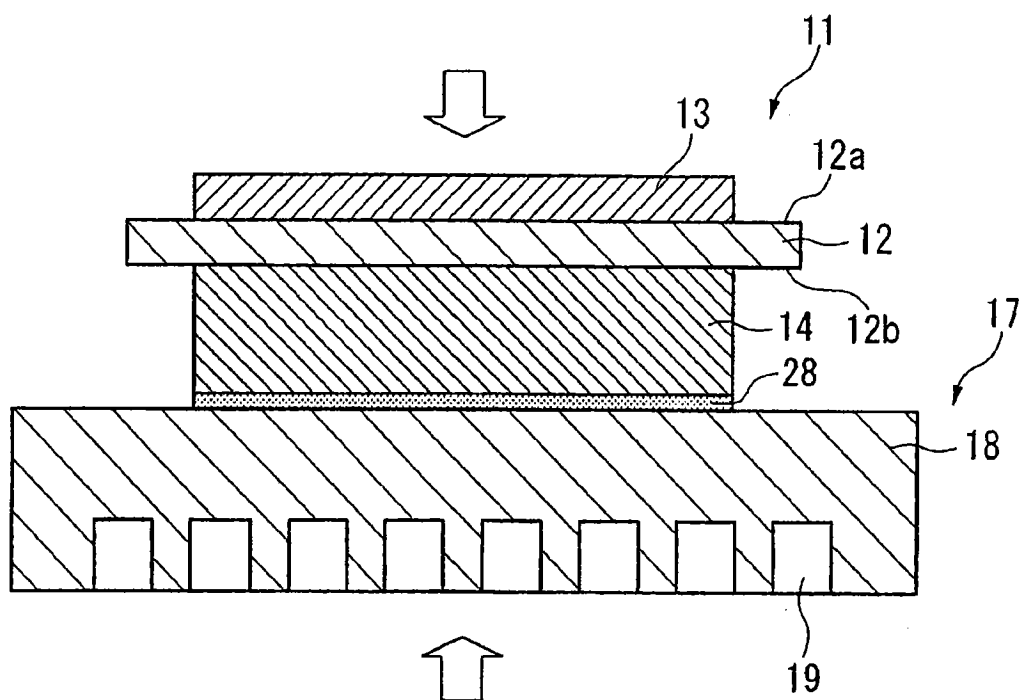


图 3B

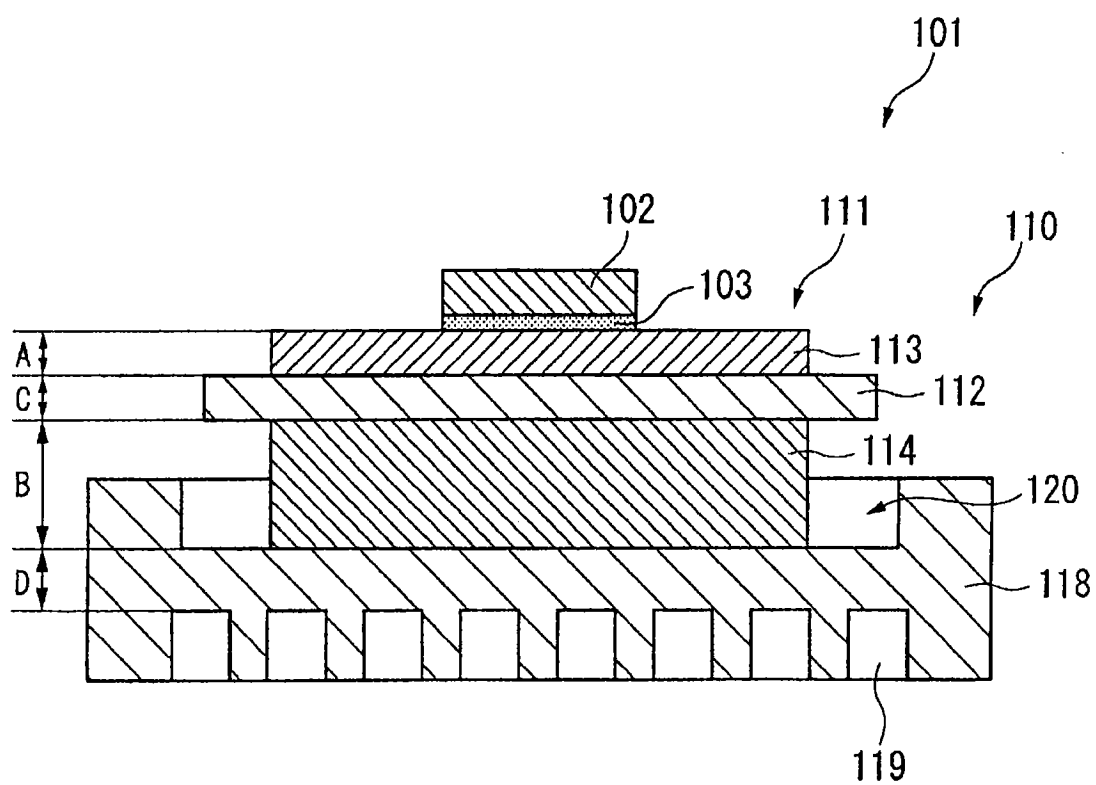


图 4

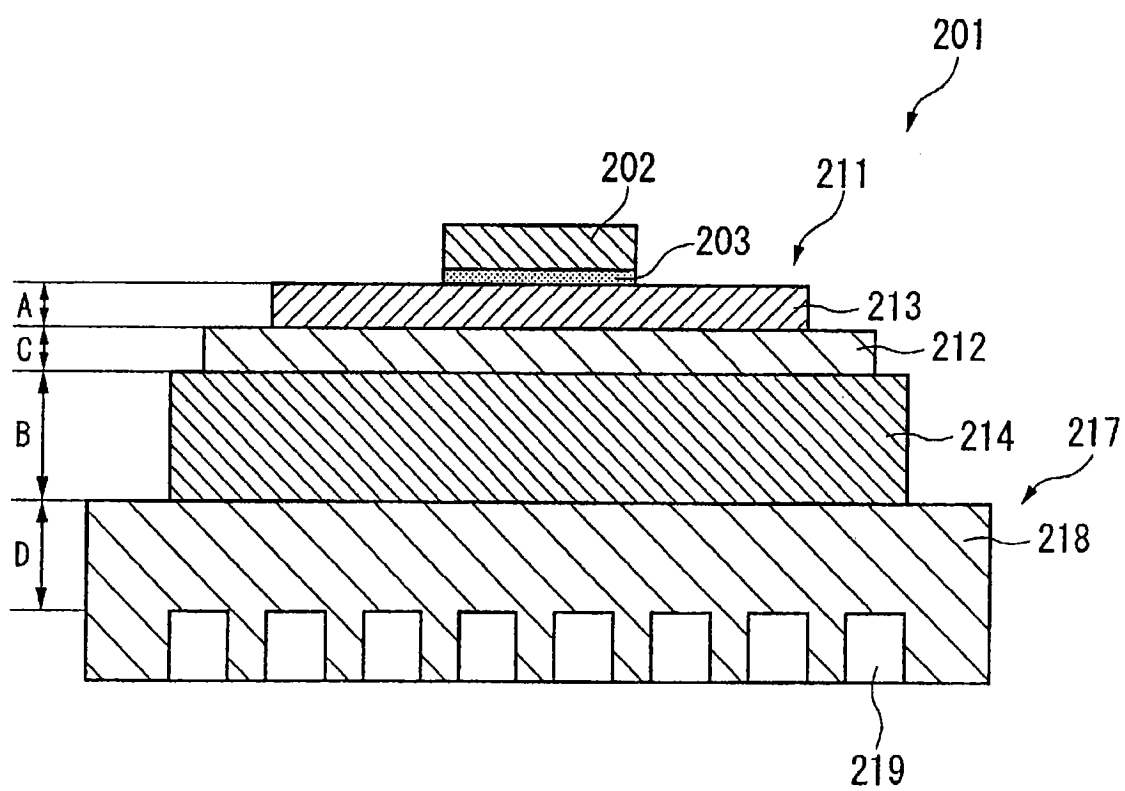


图 5