



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104040714 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201280066436. X

代理人 舒艳君 李洋

(22) 申请日 2012. 12. 27

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

2012-005650 2012. 01. 13 JP

2012-005651 2012. 01. 13 JP

H01L 25/07(2006. 01)

H01L 23/36(2006. 01)

H01L 25/18(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/083963 2012. 12. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/105456 JA 2013. 07. 18

(71) 申请人 住友电木株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 八木茂幸 新居良英

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

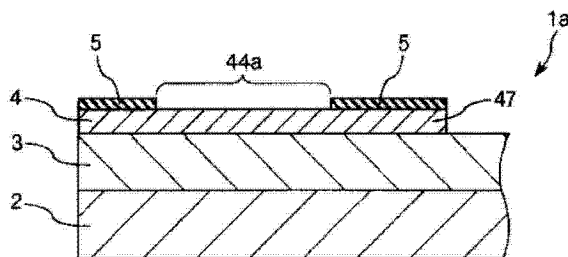
权利要求书3页 说明书18页 附图6页

(54) 发明名称

电路基板以及电子器件

(57) 摘要

本发明涉及电路基板以及电子器件, 提供能够提高所安装的电路的动作稳定性的电路基板及使用了该电路基板的电子器件。电路基板(1a)具备: 金属基板(2)、在金属基板(2)的一面侧设置的绝缘层(3)、以及在绝缘层(3)上设置的导体层(4)。导体层(4)具备布线图案, 该布线图案具有由用于连接开关元件的多个开关元件用端子构成的开关臂串联电路用端子组(41U、41V、41W)、以及由用于连接向开关元件施加驱动电压的驱动电路的多个驱动电路用端子构成的驱动电路用端子组(42U、42V、42W)。开关臂串联电路用端子组(41U、41V、41W)以及驱动电路用端子组(42U、42V、42W)形成在同一面上。



1. 一种电路基板,其特征在于,具备:
金属基板;
绝缘层,其设置在所述金属基板的一面侧;以及
导体层,其设置在所述绝缘层上,
所述导体层具备布线图案,所述布线图案具有:
3个开关臂串联电路用端子组,该3个开关臂串联电路用端子组由用于安装开关元件的多个开关元件用端子构成;以及
驱动电路用端子组,其由用于安装向所述开关元件施加驱动电压的驱动电路的多个驱动电路用端子构成,
所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组形成在同一面上,
所述开关臂串联电路用端子组分别具有多个由1对所述开关元件用端子构成的开关元件用端子对。
2. 根据权利要求1所述的电路基板,其中,
构成所述各开关臂串联电路用端子组的多个所述开关元件用端子对沿一个方向配置为列状。
3. 根据权利要求2所述的电路基板,其中,
所述驱动电路用端子组被配置在由多个所述开关元件用端子对构成的开关臂串联电路用端子组的一端侧。
4. 根据权利要求3所述的电路基板,其中,
所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的电容器用端子,
所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组在同一面上、并且被配置在所述开关臂串联电路用端子组的未配置有所述驱动电路用端子组的另一端侧。
5. 根据权利要求2所述的电路基板,其中,
由多个所述开关元件用端子对构成的所述3个开关臂串联电路用端子组并排设置。
6. 根据权利要求5所述的电路基板,其中,
所述导体层的布线图案具有3个所述驱动电路用端子组,
所述3个驱动电路用端子组分别被配置在所述3个开关臂串联电路用端子组的一端侧。
7. 根据权利要求6所述的电路基板,其中,
所述各驱动电路用端子组全都配置在所述3个开关臂串联电路用端子组的同一端侧。
8. 根据权利要求7所述的电路基板,其中,
所述各驱动电路用端子组分别通过多个所述驱动电路用端子形成非对称的图案,
在所述3个开关臂串联电路用端子组中的、两端的2个所述开关臂串联电路用端子组的一端侧分别配置的所述驱动电路用端子组形成朝向同一方向的所述非对称的图案,
在中心的所述开关臂串联电路用端子组的一端侧配置的所述驱动电路用端子组相对于在所述两端2个开关臂串联电路用端子组的一端侧形成所配置的2组所述驱动电路用端子组的所述非对称的图案,形成以相对于所述金属基板的水平面的法线为旋转中心旋转了180度的所述非对称的图案。

9. 根据权利要求 7 所述的电路基板,其中,

在所述 3 个开关臂串联电路用端子组中的、两端 2 个所述开关臂串联电路用端子组的一端侧分别配置的所述驱动电路用端子组被配置在所述两端 2 个开关臂串联电路用端子组的同一侧,

在中心的所述开关臂串联电路用端子组的一端侧配置的所述驱动电路用端子组被配置在所述两端的开关臂串联电路用端子组的与所述驱动电路用端子组相反的一端侧,

所述各驱动电路用端子组分别通过多个所述驱动电路用端子形成非对称的图案,

所述各驱动电路用端子组形成全都朝向同一方向的所述非对称的图案。

10. 根据权利要求 6 至 9 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的至少 3 个电容器用端子,

所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组在同一面上、并且在所述 3 个开关臂串联电路用端子组各自的未配置有所述驱动电路用端子组的一侧至少配置 1 个所述电容器用端子。

11. 根据权利要求 1 至 3 以及 5 至 9 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的电容器用端子,

所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组形成在同一面上。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述绝缘层的热传导率为 $0.1 \sim 2.0\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,

所述金属基板的厚度为 $0.8 \sim 1.5\text{mm}$ 。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述绝缘层的厚度为 $30 \sim 200 \mu\text{m}$ 。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述绝缘层以环氧树脂、氰酸酯树脂以及酚醛树脂中的至少 1 种作为主成分。

15. 根据权利要求 1 至 14 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述绝缘层包含热传导率为 $10 \sim 150\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的填充物。

16. 根据权利要求 1 至 15 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述绝缘层的厚度 t_1 与所述金属基板的厚度 t_2 之比 (t_1/t_2) 为 $1/50 \sim 1/4$ 。

17. 根据权利要求 1 至 16 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述金属基板的热传导率为 $100 \sim 500\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

18. 根据权利要求 1 至 17 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述导体层的厚度为 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ 。

19. 根据权利要求 1 至 18 中任意一项所述的电路基板,其中,

所述导体层具有用于在该导体层上接合追加导体的长条状的追加导体接合部。

20. 根据权利要求 19 所述的电路基板,其中,

所述金属基板具有俯视下为四边形的形状,

所述追加导体接合部沿所述金属基板的四边形的各边配置,

所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组端子被配置在由所述追加导体接合部包围的区域。

21. 根据权利要求 20 所述的电路基板,其中,
所述开关臂串联电路用端子组以每平方厘米 0.1 ~ 5.0 个的集成度被配置在由所述追加导体接合部包围的区域。
22. 根据权利要求 19 至 21 中任意一项所述的电路基板,其中,
所述电路基板还具有与所述追加导体接合的所述追加导体。
23. 根据权利要求 22 所述的电路基板,其中,
所述追加导体由与所述导体层的构成材料相同或者主成分相同的材料构成。
24. 根据权利要求 22 或 23 所述的电路基板,其中,
所述追加导体具有与所述追加导体接合部接合的 1 对脚部、以及从所述追加导体接合部分离并连结所述 1 对脚部的连结部。
25. 根据权利要求 22 所述的电路基板,其中,
所述电路基板具有多个所述追加导体,
所述多个追加导体沿所述追加导体接合部的长条方向并排配置,相互相邻的所述追加导体彼此的所述脚部接合。
26. 一种电子器件,其特征在于,具备:
权利要求 1 至 25 中任意一项所述的电路基板;
安装在所述电路基板上的开关元件;以及
安装在所述电路基板并向所述开关元件施加驱动电压的所述驱动电路。
27. 根据权利要求 26 所述的电子器件,其中,
所述开关元件因驱动而发出 200 ~ 700J/s 的热。
28. 根据权利要求 26 或 27 所述的电子器件,其中,
所述电子器件还具有向所述电路基板输入 10 ~ 400A 的电流的电源装置。

电路板以及电子器件

技术领域

[0001] 本发明涉及用于安装开关元件的电路板以及在电路板上安装了开关元件的电子器件。

背景技术

[0002] 近年来,伴随着电子设备的高性能化、小型化,具有要求半导体的高密度化以及高功能化的趋势。在这样的趋势下,在由开关元件等发热元件构成的电路中,由于因在有源元件中流过电流而发热、温度上升,所以存在电路的动作变得不稳定的情况。

[0003] 作为这样的通过驱动而发热的有源元件,可以列举 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, 金属-氧化层半导体场效应晶体管)、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管)等开关元件、有机 EL(Electro Luminescence, 电致发光)、LED(Light Emitting Diode, 发光二极管)等发光元件。

[0004] 使用具有金属基板的电路板作为安装包括这样的发热元件的电路的电路板。这样的电路板具有热传导率高的金属基板(例如铝基板)、通过在金属基板的表面覆盖绝缘性材料而成的绝缘层、和包括在该绝缘层上设置的布线图案的导体层。能够经由绝缘层将因在这样的电路板上安装包括发热元件的电路而在发热元件中产生的热传递给金属基板,由金属基板散热。因此,能够抑制因在发热元件产生的热导致电路的动作变得不稳定的情况。其中,这里所说的“安装”是指元件或者电路等与电路板上的规定的端子电连接。

[0005] 例如,在专利文献 1 中公开了一种具有金属基板、设置在金属基板上的绝缘层、和设置在绝缘层上的布线图案形成用的导体层,并用于安装发光元件的电路板。在专利文献 1 的电路板中,金属基板由铝、铜、不锈钢等或者它们的合金等热传导率高的金属构成。由安装在电路板上的发光元件发出的热经由绝缘层传递给金属基板,并从金属基板散热。

[0006] 然而,即使如专利文献 1 的电路板那样,由热传导率高的金属构成金属基板,由于绝缘层的热传导率低,所以有时也不能将从安装在电路板上的发光元件发出的热充分传递给金属基板。

[0007] 因此,存在即使增加金属基板的厚度也不能提高电路板的散热性的问题。另外,使金属基板变厚不利于电路板的薄型化、轻量化,并且存在使电路板的材料成本增加这样的问题。

[0008] 另外,作为上述那样的在电路板安装的发热量大的电路的代表例,可列举由开关元件构成的逆变电路。

[0009] 例如,在专利文献 2 中公开了具有金属基板、设置在金属基板上的绝缘层、设置在绝缘层上的金属布线的电路板和设置在该电路板上的逆变电路。在专利文献 2 的逆变电路中,开关元件和驱动开关元件的驱动电路分别安装在不同的电路板上。因此,开关元

件与驱动电路之间的电连接经由在安装了开关元件的基板上设置的连接用端子来实现。

[0010] 在如专利文献 2 的逆变电路那样,安装了开关元件的电路基板和安装了驱动电路的电路基板不同的情况下,难以缩短开关元件与驱动电路之间的导线。因此,开关元件与驱动电路之间的导线的阻抗增大,逆变电路容易受到噪声以及电流不平衡的影响。结果,存在逆变电路的动作变得不稳定这样的问题。并且,由于需要经由连接用端子来实现开关元件与驱动电路之间的电连接,所以因连接用端子与驱动电路之间的连接部分的连接不良、接触电阻,信号的电平降低、SN 比变差。存在逆变电路的动作因这样的 SN 比的变差也变得不稳定的问题。

[0011] 这样的问题不仅在逆变电路中发生,有时在电路基板上具有开关元件的开关调整器电路、PWM(Pulse Width Modulation, 脉冲调制) 电路、有机 EL 电路等电路中也同样地发生。

[0012] 专利文献 1 :日本特开 2011-77270 号公报

[0013] 专利文献 2 :日本特开 2008-29093 号公报

发明内容

[0014] 本发明的目的在于,提供一种为了对从有源元件发出的热进行散热而保持足够的散热性并能实现小型化、薄型化、进而能够提高所安装的电路的动作稳定性的电路基板以及使用了该电路基板的电子器件。

[0015] 通过下述的 (1) ~ (12) 的本发明可实现这样的目的。

[0016] (1) 一种电路基板,具备:金属基板;绝缘层,其设置在所述金属基板的一面侧;以及导体层,其设置在所述绝缘层上,所述电路基板的特征在于,

[0017] 所述导体层具备布线图案,所述布线图案具有:

[0018] 3 个开关臂串联电路用端子组,该 3 个开关臂串联电路用端子组由用于安装开关元件的多个开关元件用端子构成;以及

[0019] 驱动电路用端子组,其由用于安装向所述开关元件施加驱动电压的驱动电路的多个驱动电路用端子构成,

[0020] 所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组形成在同一面上,

[0021] 所述开关臂串联电路用端子组分别具有多个由 1 对所述开关元件用端子构成的开关元件用端子对。

[0022] (2) 在上述 (1) 所述的电路基板中,

[0023] 构成所述各开关臂串联电路用端子组的多个所述开关元件用端子对沿一个方向配置为列状。

[0024] (3) 在上述 (2) 所述的电路基板中,

[0025] 所述驱动电路用端子组被配置在由多个所述开关元件用端子对构成的开关臂串联电路用端子组的一端侧。

[0026] (4) 在上述 (3) 所述的电路基板中,

[0027] 所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的电容器用端子,

[0028] 所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组在同一面上、并且被配置在所述开关臂串联电路用端子组的未配置有所述驱动电路用端子

组的另一端侧。

[0029] (5) 在上述 (2) 所述的电路基板中，

[0030] 由多个所述开关元件用端子对构成的所述 3 个开关臂串联电路用端子组并排设置。

[0031] (6) 在上述 (5) 所述的电路基板中，

[0032] 所述导体层的布线图案具有 3 个所述驱动电路用端子组，

[0033] 所述 3 个驱动电路用端子组分别被配置在所述 3 个开关臂串联电路用端子组的一端侧。

[0034] (7) 在上述 (6) 所述的电路基板中，

[0035] 所述各驱动电路用端子组全都被配置在所述 3 个开关臂串联电路用端子组的同一端侧。

[0036] (8) 在上述 (7) 所述的电路基板中，

[0037] 所述各驱动电路用端子组分别通过多个所述驱动电路用端子形成非对称的图案，

[0038] 在所述 3 个开关臂串联电路用端子组中的、两端的 2 个所述开关臂串联电路用端子组的一端侧分别配置的所述驱动电路用端子组形成朝向同一方向的所述非对称的图案，

[0039] 在中心的所述开关臂串联电路用端子组的一端侧配置的所述驱动电路用端子组相对于在所述两端 2 个开关臂串联电路用端子组的一端侧形成所配置的 2 组所述驱动电路用端子组的所述非对称的图案，形成以相对于所述金属基板的水平面的法线为旋转中心旋转了 180 度的所述非对称的图案。

[0040] (9) 在上述 (7) 所述的电路基板中，

[0041] 在所述 3 个开关臂串联电路用端子组中的、两端 2 个所述开关臂串联电路用端子组的一端侧分别配置的所述驱动电路用端子组被配置在所述两端 2 个开关臂串联电路用端子组的同一侧，

[0042] 在中心的所述开关臂串联电路用端子组的一端侧配置的所述驱动电路用端子组被配置在所述两端的开关臂串联电路用端子组的与所述驱动电路用端子组相反的一端侧，

[0043] 所述各驱动电路用端子组分别通过多个所述驱动电路用端子形成非对称的图案，

[0044] 所述各驱动电路用端子组形成全都朝向同一方向的所述非对称的图案。

[0045] (10) 在上述 (6) 至 (9) 中任意一项所述的电路基板中，

[0046] 所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的至少 3 个电容器用端子，

[0047] 所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组在同一面上、并且在所述 3 个开关臂串联电路用端子组各自的未配置有所述驱动电路用端子组的一侧至少配置 1 个所述电容器用端子。

[0048] (11) 在上述 (1) 至 (3) 以及 (5) 至 (9) 中任意一项所述的电路基板中，

[0049] 所述导体层的布线图案还具有用于安装电容器的电容器用端子，

[0050] 所述电容器用端子与所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组形成在同一面上。

[0051] (12) 在上述 (1) 至 (11) 中任意一项所述的电路基板中，

[0052] 所述绝缘层的热传导率为 $0.1 \sim 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，

[0053] 所述金属基板的厚度为 $0.8 \sim 1.5 \text{ mm}$ 。

- [0054] (13) 在上述 (1) 至 (12) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0055] 所述绝缘层的厚度为 $30 \sim 200 \mu\text{m}$ 。
- [0056] (14) 在上述 (1) 至 (13) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0057] 所述绝缘层以环氧树脂、氰酸酯树脂以及酚醛树脂中的至少 1 种作为主成分。
- [0058] (15) 在上述 (1) 至 (14) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0059] 所述绝缘层包含热传导率为 $10 \sim 150\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的填充物。
- [0060] (16) 在上述 (1) 至 (15) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0061] 所述绝缘层的厚度 t_1 与所述金属基板的厚度 t_2 之比 (t_1/t_2) 为 $1/50 \sim 1/4$ 。
- [0062] (17) 在上述 (1) 至 (16) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0063] 所述金属基板的热传导率为 $100 \sim 500\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。
- [0064] (18) 在上述 (1) 至 (17) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0065] 所述导体层的厚度为 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ 。
- [0066] (19) 在上述 (1) 至 (18) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0067] 所述导体层具有用于在该导体层上接合追加导体的长条状的追加导体接合部。
- [0068] (20) 在上述 (19) 所述的电路基板中，
- [0069] 所述金属基板具有俯视下为四边形的形状，
- [0070] 所述追加导体接合部沿所述金属基板的四边形的各边配置，
- [0071] 所述开关臂串联电路用端子组以及所述驱动电路用端子组端子被配置在由所述追加导体接合部包围的区域。
- [0072] (21) 在上述 (20) 所述的电路基板中，
- [0073] 所述开关臂串联电路用端子组以每平方厘米 $0.1 \sim 5.0$ 个的集成度被配置在由所述追加导体接合部包围的区域。
- [0074] (22) 在上述 (19) 至 (21) 中任意一项所述的电路基板中，
- [0075] 所述电路基板还具有与所述追加导体接合部接合的所述追加导体。
- [0076] (23) 在上述 (22) 所述的电路基板中，
- [0077] 所述追加导体由与所述导体层的构成材料相同或者主成分相同的材料构成。
- [0078] (24) 在上述 (22) 或 (23) 所述的电路基板中，
- [0079] 所述追加导体具有与所述追加导体接合部接合的 1 对脚部、以及从所述追加导体接合部分离并连结所述 1 对脚部的连结部。
- [0080] (25) 在上述 (22) 所述的电路基板中，
- [0081] 所述电路基板具有多个所述追加导体，
- [0082] 所述多个追加导体沿所述追加导体接合部的长条方向并排配置，相互相邻的所述追加导体彼此的所述脚部接合。
- [0083] (26) 一种电子器件，其特征在于，具备：
- [0084] 上述 (1) 至 (25) 中任意一项所述的电路基板；
- [0085] 安装在所述电路基板上的开关元件；以及
- [0086] 安装在所述电路基板并向所述开关元件施加驱动电压的所述驱动电路。
- [0087] (27) 在上述 (26) 所述的电子器件中，
- [0088] 所述开关元件因驱动而发出 $200 \sim 700\text{J}/\text{s}$ 的热。

[0089] (28) 在上述 (26) 或 (27) 所述的电子器件中,

[0090] 所述电子器件还具有向所述电路板输入 10 ~ 400A 的电流的电源装置。

[0091] 根据本发明的电路板,能够将开关元件和用于驱动开关元件的驱动电路安装在电路板的同一面上。因此,可缩短开关元件与驱动电路之间的导线,能够减小导线的阻抗。

[0092] 另外,根据本发明的电路板,能够经由电路板上的布线图案来实现开关元件与驱动电路之间的电连接。因此,不需要用于实现开关元件与驱动电路之间的电连接的连接用端子。结果,能够消除连接用端子与驱动电路的连接部中的连接不良、因连接电阻引起的 SN 比的变差。

[0093] 另外,在本发明的电路板中,由于将开关元件与驱动电路安装在电路板的同一面上,所以能够削减用于构成电子器件时所需要的电路板的张数。除了这样的削减电路板的张数之外,由于开关元件与驱动电路被集成,所以还能够使电子器件小型化、薄型化。

[0094] 另外,在本发明的电路板中,将金属基板的厚度设为与安装在电路板上的有源元件所发出的热量以及绝缘层的热传导率对应的厚度。因此,本发明的电路板能够保持足够的散热性并且使金属基板薄型化、轻量化。并且,由于金属基板薄型化,所以能够实现电路板整体的薄型化、轻量化以及低成本化。

[0095] 另外,根据本发明的电子器件,由于能够减小开关元件与驱动电路之间中的阻抗,并且能够抑制 SN 比变差,所以能够使电子器件的动作稳定。另外,根据与上述的本发明的电路板相同的理由,由于除了削减电路板的张数之外,还集成了开关元件与驱动电路,所以能够实现电子器件的小型化以及薄型化。

[0096] 另外,根据本发明的电子器件,由于电路板保持足够的散热性,所以能够使电子器件的动作稳定。并且,由于金属基板薄型化,所以能够实现电子器件的薄型化、轻量化以及低成本化。

附图说明

[0097] 图 1 是表示本发明的电路板的第 1 实施方式的俯视图。

[0098] 图 2 是图 1 所示的电路板的 A-A 线截面图。

[0099] 图 3 是表示在图 1 所示的电路板上设置的追加导体的构成例的图。

[0100] 图 4 是图 3 所示的追加导体的脚部的立体图。

[0101] 图 5 是表示本发明的电子器件的实施方式的俯视图。

[0102] 图 6 是图 5 所示的电子器件所具备的开关臂串联电路的电路图。

[0103] 图 7 是表示本发明的电路板的第 2 实施方式的俯视图。

具体实施方式

[0104] 以下,参照附图对本发明的电路板以及电子器件进行详细的说明。其中,作为因驱动而发热的有源元件,例如可以列举 MOSFET 或者 IGBT 等开关元件、有机 EL 或者 LED 等发光元件等,但下面以使用了开关元件的情况为代表来进行说明。另外,以下作为电路板的一个例子,对用于安装包括如上所述的开关元件的逆变电路的电路板进行说明。

[0105] <第 1 实施方式>

[0106] 图 1 是表示本发明的电路基板的第 1 实施方式的俯视图。图 2 是图 1 所示的电路基板的 A-A 线截面图。图 3 是表示在图 1 所示的电路基板上设置的追加导体的构成例的图。图 4 是图 3 所示的追加导体的脚部的立体图。图 5 是表示本发明的电子器件的实施方式的俯视图。图 6 是图 5 所示的电子器件所具备的开关臂串联电路的电路图。其中,在下面的说明中,将图 1 的上侧设为“上”、将下侧设为“下”、将左侧设为“左”、将右侧设为“右”,将图 2 以及图 3 的上侧设为“上面侧”、将下侧设为“下面侧”来进行说明。

[0107] 图 1 所示的电路板 1a 是用于安装 3 相 (U 相、V 相、W 相) 输出逆变电路的电路板。

[0108] 如图 2 所示,电路板 1a 包括:金属基板 2、在金属基板 2 的上面侧设置的绝缘层 3、和在绝缘层 3 的上面设置的导体层 4。

[0109] 导体层 4 主要由具有导电性的金属材料构成,是通过形成为与目的对应的规定图案来作为电路板 1a 的布线图案发挥功能的层。构成导体层 4 的金属材料没有特别限定,优选例如是铜、铝、铁、银、金或者包含这些的合金。尤其在导体层 4 由铜或者铜类合金构成的情况下,能够形成电阻值比较小的布线图案。将导体层 4 形成为规定的图案的方法没有特别限定,例如可以列举蚀刻处理等。

[0110] 导体层 4 的厚度没有特别限定,在由上述的材料构成的情况下,优选为 10 ~ 80 μm ,更优选为 30 ~ 50 μm 。若导体层 4 的厚度小于该下限值,则有时因其他条件,存在电阻增加、来自导体层 4 的发热量增大的情况,导体层 4 的厚度超过该上限值,有时也会存在导体层 4 的导电性无法进一步提高的情况、难以通过蚀刻等来形成图案的情况。

[0111] 另外,在导体层 4 层叠有覆盖其至少一部分的覆盖层 (阻焊层) 5。由此,能够保护导体层 4,可防止导体层 4 的劣化、短路。其中,在导体层 4 中,在用于连接开关元件等的端子部分省略了覆盖层 5 而露出导体层 4。另外,覆盖层 5 的构成材料没有特别限定,例如优选环氧树脂、氰酸酯树脂、酚醛树脂等各种树脂材料。

[0112] 覆盖层 5 的厚度没有特别限定,在由上述的树脂材料构成的情况下,优选为 10 ~ 100 μm ,更优选为 10 ~ 30 μm 。若覆盖层 5 的厚度小于该下限值,则因其他的条件,存在不能充分发挥覆盖层 5 的保护功能的情况,覆盖层 5 的厚度超过该上限值,也会存在覆盖层 5 的保护功能无法进一步提高的情况。

[0113] 另外,导体层 4 具有例如在利用 60A 的电流进行了驱动的情况下用于将发出 200 ~ 700J/s 的热度的开关元件连接的端子。优选该端子被以每平方厘米 0.1 ~ 5.0 个的集成度配置在导体层 4 上,更优选被以 1.0 ~ 3.0 个的集成度配置。若端子的集成度小于该下限值,则不利于电路板 1a 的小型化,若端子的集成度超过该上限值,则存在不能从后述的金属基板 2 充分地经由后述的绝缘层 3 从与导体层 4 的端子连接的开关元件发出的热进行散热的情况。

[0114] 此外,驱动开关元件的电流的电流值并不限于 60A,可以根据开关元件的种类而为不同的电流值,例如,优选为 10 ~ 400A,更优选为 40 ~ 350A。

[0115] 绝缘层 3 被设置在金属基板 2 的上面侧,是将金属基板 2 与导体层 4 绝缘的层。通过设置该绝缘层 3,能够可靠地防止导体层 4 的短路 (short)。另外,在图示的结构中,绝缘层 3 的形状在俯视观察时呈四边形 (长方形、正方形)。绝缘层 3 由绝缘性材料构成。构成

绝缘层 3 的绝缘性材料没有特别限定,例如可以列举各种树脂材料,尤其优选环氧树脂、氰酸酯树脂、酚醛树脂等。

[0116] 另外,也可以使用绝缘性材料与填充物 (filler) 的混合物作为绝缘层 3 的构成材料。通过向绝缘层 3 的构成材料混合规定的填充物,绝缘层 3 具有优异的热传导性,能够将在电路基板 1a 上的电路中产生的热更高效地传递给金属基板 2。并且,通过向绝缘层 3 的构成材料混合规定的填充物,能够提高绝缘层 3 的刚性。

[0117] 优选向绝缘层 3 的构成材料中混合的填充物的含量百分比为绝缘层 3 的构成材料整体的 5 ~ 40 重量%,更优选为 15 ~ 30 重量%。若填充物的含量百分比小于该下限值,则因其他的条件,存在不能充分地提高绝缘层 3 的热传导率的情况,若填充物的含量百分比超过该上限值,则因其他的条件,存在绝缘层 3 的韧性降低、不能充分地保证绝缘层 3 的机械强度的情况。

[0118] 另外,优选向绝缘层 3 的构成材料中混合的填充物的热传导率高于上述的树脂材料的热传导率,具体优选为 10 ~ 150W/(m·K)。若填充物的热传导率小于该下限值,则因其他的条件,存在不能充分地提高绝缘层 3 的热传导率的情况,即使填充物的热传导率超过该上限值,也存在绝缘层 3 的热传导率无法进一步提高的情况。

[0119] 通过向绝缘层 3 的构成材料中混合这样的热传导率高的填充物,绝缘层 3 具有优异的热传导性,能够将在电路基板 1a 上的电路中产生的热更高效地传递给金属基板 2。

[0120] 作为这样的填充物,例如能够列举:滑石粉、烧制粘土、未烧制粘土、云母、玻璃那样的硅酸盐;氧化钛、氧化铝那样的氧化物;熔凝硅石(熔凝球状硅石、熔凝破碎硅石)、结晶硅石那样的硅化物;碳酸钙、碳酸镁、水滑石那样的碳酸盐;氢氧化铝、氢氧化镁、氢氧化钙那样的氢氧化物;硫酸钡、硫酸钙、亚硫酸钙那样的硫酸盐或者亚硫酸盐、硼酸锌、偏硼酸钡、硼酸铝、硼酸钙、硼酸钠那样的硼酸盐;氮化铝、氮化硼、氮化硅那样的氮化物;玻璃纤维、碳纤维那样的纤维等。

[0121] 另外,优选绝缘层 3 的热传导率为 0.1 ~ 2.0W/(m·K),更优选为 0.4 ~ 1.0W/(m·K)。若绝缘层 3 的热传导率小于该下限值,则不能充分地向金属基板 2 传递由与导体层 4 的端子连接的开关元件发出的热,即使绝缘层 3 的热传导率超过该上限值,因后述的金属基板 2 的厚度,对于从安装在导体层 4 的端子的开关元件发出的热的散热效率也不能进一步提高。

[0122] 绝缘层 3 的厚度没有特别限定,在由上述的材料构成的情况下,优选为 30 ~ 200 μm,更优选为 50 ~ 100 μm。若绝缘层 3 的厚度小于该下限值,则在向导体层 4 输入了超过上述的电流值的上限值的电流的情况下,存在不能保证充分的绝缘性的情况,若绝缘层 3 的厚度超过该上限值,则因绝缘层 3 的热电阻,存在不能将从开关元件发出的热充分地传递给金属基板 2 的情况。

[0123] 金属基板 2 承担电路基板 1a 的主要的刚性,其具有将从元件发出的热向下面侧释放的功能。金属基板 2 的形状没有特别限定,在图示的结构中,俯视下呈四边形(长方形、正方形)。

[0124] 金属基板 2 由金属材料构成。构成金属基板 2 的金属材料没有特别限定,例如可以列举热传导率高的铜、铝、铁或者包含这些的合金。这些材料中,优选铝或者铝类合金。在金属基板 2 由铝或者铝类合金构成的情况下,金属基板 2 成为热传导率比较高的基板,能够

对在安装于电路基板 1a 上的开关元件、电路等中产生的热可靠地进行散热。另外，金属基板 2 也可以包含陶瓷材料。

[0125] 另外，优选金属基板 2 的热传导率为 $100 \sim 500\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，更优选为 $200 \sim 300\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。若金属基板 2 的热传导率小于该下限值，则在与导体层 4 的端子连接的开关元件长时间驱动而产生了大量的发热的情况下，存在不能对从开关元件发出的热充分地进行散热的情况，即使金属基板 2 的热传导率超过了该上限值，根据导体层 4 以及绝缘层 3 的厚度、热传导率，也存在不能进一步提高对于从开关元件发出的热的散热效率的情况。

[0126] 金属基板 2 的厚度没有特别限定，在由上述的材料构成的情况下，优选为 $0.5 \sim 1.8\text{mm}$ ，更优选为 $0.8 \sim 1.5\text{mm}$ 。若金属基板 2 的厚度小于该下限值，则因金属基板 2 的构成材料，存在金属基板 2 的强度不足而发生弯曲等的情况，若金属基板 2 的厚度超过该上限值，则不利于电路基板 1a 的薄型化，另外存在金属基板 2 的材料成本增加的情况。另外，即使金属基板 2 的厚度超过了该上限值，由于绝缘层 3 的热传导率低，所以也存在不能进一步提高对于从与导体层 4 的端子连接的开关元件发出的热的散热效率的情况。

[0127] 接下来，对图 1 所示的电路基板所具有的布线图案进行说明。

[0128] 如图 1 所示，导体层 4 具有在同一平面上形成的下述部件：用于安装开关臂串联电路的第 1 开关臂串联电路用端子组 41U、第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W；用于安装驱动电路的第 1 驱动电路用端子组 42U、第 2 驱动电路用端子组 42V 以及第 3 驱动电路用端子组 42W；用于安装电容器 63（参照图 5）的电容器用端子 43；用于输入直流电流的直流输入用端子 44a、44b；用于对导体层 4 发出的热进行散热的散热用端子 46a、46b；以及被覆盖层 5 覆盖的布线部 47，由这些部件形成了布线图案。

[0129] 其中，这里所说的“同一面”的面可以构成连续面，也可以被任意的分界线分割。另外，面上存在轻微的段差、倾斜等的情况也同样能够视为同一面。

[0130] 以下，按顺序来说明第 1 开关臂串联电路用端子组 41U、第 2 开关臂串联电路用端子组 41V、第 3 开关臂串联电路用端子组 41W、第 1 驱动电路用端子组 42U、第 2 驱动电路用端子组 42V、第 3 驱动电路用端子组 42W、电容器用端子 43、直流输入用端子 44a、44b。

[0131] 首先，对第 1 开关臂串联电路用端子组 41U、第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 进行说明。第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 是用于对构成 3 相输出逆变电路的 U 相用开关臂串联电路进行安装的端子。第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 是用于对构成 3 相输出逆变电路的 V 相用开关臂串联电路进行安装的端子。同样，第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 是用于对构成 3 相输出逆变电路的 W 相用开关臂串联电路进行安装的端子。其中，由于开关臂串联电路用端子组 41U、41V、42W 的基本构成相同，所以以下代表性地对第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 进行说明。

[0132] 第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 具有由正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 构成的多个开关元件用端子对、多个电阻用端子 415、和输出用端子 416。

[0133] 正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 是用于安装 MOSFET 或者 IGBT 等（半导体）开关元件的端子。在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 中，在图 1 中左侧配置有多个正极侧开关元件用端子 411a，在图 1 中右侧配置有多个负极侧开关元件用端子 411b。

[0134] 正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 分别具有漏极用端子 412、源极用端子 413、和栅极用端子 414。

[0135] 漏极用端子 412 是用于连接开关元件的漏极的端子。源极用端子 413 是用于连接开关元件的源极的端子。栅极用端子 414 是用于连接开关元件的栅极的端子。通过对与该栅极用端子 414 连接的栅极施加驱动用电压,来驱动开关元件。

[0136] 电阻用端子 415 是用于连接对从驱动电路流向开关元件的栅极的电流量进行调整的电阻的端子。电阻用端子 415 被设置在栅极用端子 414 与源极用端子 413 之间,并经由布线部 47 与第 1 驱动电路用端子组 42U 以及栅极用端子 414 电连接。

[0137] 输出用端子 416 是用于进行 U 相、V 相或者 W 相的输出的端子。各输出用端子 416 在图示的结构中呈带状(直线状)的形状。第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的输出用端子 416 被配置在正极侧开关元件用端子 411a 与负极侧开关元件用端子 411b 之间。

[0138] 另外,配置在图 1 中左侧的正极侧开关元件用端子 411a 和与正极侧开关元件用端子 411a 相邻的负极侧开关元件用端子 411b 分别构成 1 对开关元件用端子对。在图 1 的第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 中,构成了 9 对开关元件用端子对。该多个开关元件用端子对沿图 1 中的上下方向以列状配置。另外,各开关元件用端子对以等间隔平行地并排设置。

[0139] 通过与构成该开关元件用端子对的正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 连接的开关元件进行相辅动作,能够从输出用端子 416 输出各相的输出。

[0140] 此外,图 1 的第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 具有 9 对开关元件用端子对和 18 个电阻用端子 415,但这些数量并不限于此。第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 只要具有至少 1 对开关元件用端子对、和与正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 之和相等的数量的电阻用端子 415 即可。对于第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 也同样。

[0141] 接下来,说明第 1 开关臂串联电路用端子组 41U、第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 的配置。如图 1 所示,各开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 从左向右按照第 1 开关臂串联电路用端子组 41U、第 2 开关臂串联电路用端子组 41V、第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 的顺序在与各开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的长度方向正交的方向平行配置。

[0142] 第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 和第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 分离距离 s_1 。第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 和第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 分离距离 s_2 。在由上述的金属材料构成导体层 4 的情况下,优选距离 s_1 、 s_2 的值分别为 $1 \sim 20\text{mm}$,更优选为 $5 \sim 10\text{mm}$ 。若距离 s_1 、 s_2 的值小于该下限值,则因其他条件,距离 s_1 、 s_2 之间的电阻会增加、由电阻引发的发热增加,结果存在安装于正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 的开关元件的动作变得不稳定的情况,若距离 s_1 、 s_2 的值超过该上限值,则虽然对防止距离 s_1 、 s_2 之间的电阻增加是有效的,但导致电路基板 1a 的大型化。另外,距离 s_1 、 s_2 可以分别不同,也可以相同。在距离 s_1 、 s_2 不同的情况下,优选两者之差为距离 s_1 的 40% 以下。

[0143] 另外,在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 与第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 之间配置有散热用端子 46a。同样,在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 与第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 之间配置有散热用端子 46b。

[0144] 如后所述,有时通过在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 与第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 之间、以及第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 与第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 之间流过比较大的电流,会从布线部 47 产生大量的热。因此,优选将省略了覆盖层 5 的散热用端子 46a、46b 配置在各开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的附近。由此,能够对从布线部 47 发出的热进行散热。结果,可抑制从布线部 47 发出的热对安装在正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 的开关元件造成的影响。

[0145] 另外,开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 分别具有相同的上下方向的长度和左右方向的宽度,并被排列成各开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的上端部与下端部对齐在一条直线上。

[0146] 其中,如图 1 所示,第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 朝向相同方向配置。另一方面,第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 被配置成相对于第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 反转 180 度。即,第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 相对于第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W,被配置成以相对于电路基板 1a 的水平面的法线为旋转中心旋转 180 度。

[0147] 通过这样的配置,第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 所具有的多个负极侧开关元件用端子 411b 和第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 所具有的多个负极侧开关元件用端子 411b 接近配置。因此,能够由第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 所具有的多个负极侧开关元件用端子 411b 和第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 所具有的多个负极侧开关元件用端子 411b 共享布线部 47。

[0148] 同样,第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 所具有的多个正极侧开关元件用端子 411a 和第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 所具有的多个正极侧开关元件用端子 411a 接近配置。因此,能够由第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 所具有的多个正极侧开关元件用端子 411a 和第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 所具有的多个正极侧开关元件用端子 411a 共享布线部 47。

[0149] 结果,无需另外为了第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 用而形成布线部 47。因此,能够简化布线图案,可提高开关元件的集成度。因此,能够使电路基板 1a 小型化。

[0150] 接下来,对第 1 驱动电路用端子组 42U、第 2 驱动电路用端子组 42V 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 进行说明。由于各驱动电路用端子组 42U、42V、42W 的基本构成相同,所以下代表性地对第 1 驱动电路用端子组 42U 进行说明。

[0151] 第 1 驱动电路用端子组 42U 是用于安装第 1 驱动电路 101U(参照图 5)的端子,该第 1 驱动电路 101U 对安装在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的第 1 开关臂串联电路 6U(参照图 5)进行驱动。

[0152] 该第 1 驱动电路 101U 具有按照由安装在未图示的其他电路基板上的 MPU(Micro Processing Unit,微处理单元)等控制用 IC 传递的控制信号,对开关元件的栅极施加驱动电压,由此驱动开关元件的功能。如图 5 所示,该第 1 驱动电路 101U 由驱动元件 104 和与控制用 IC 的连接所采用的连接器 105 构成。驱动元件 104 例如由 IC 封装等构成,具有按照从控制用 IC 经由连接器 105 传递的控制用信号来对开关元件施加驱动电压的功能。

[0153] 第 1 驱动电路用端子组 42U 具有用于连接驱动元件 104 的驱动元件用端子组 421 和用于连接连接器 105 的连接器用端子组 422。在第 1 驱动电路用端子组 42U 中,在图 1 中左侧配置有驱动元件用端子组 421,在图 1 中右侧配置有连接器用端子组 422。由于驱动元件用端子组 421 与连接器用端子组 422 分别具有不同的形状,所以第 1 驱动电路用端子组 42U 如图所示,形成非对称的图案。

[0154] 另外,第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 在同一面上且被配置在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的下端侧附近。其中,这里所说的“附近”是指将第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 连接的布线部 47 的阻抗小到实际上能够忽略的程度的距离。

[0155] 具体而言,优选从第 1 驱动电路用端子组 42U 的上端到第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的下端为止的距离 d_1 (第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 之间的分离距离) 与从第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的上端到下端为止的距离 d_2 (第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的上下方向的长度) 之比 (d_1/d_2) 为 $1/200 \sim 1/5$,更优选为 $1/100 \sim 1/10$ 。由此,与开关臂串联电路自身所具有的阻抗相比,将第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 连接的布线部 47 的阻抗变得充分小,实际上能够忽略。

[0156] 另外,优选距离 d_2 为 $5 \sim 150\text{mm}$,更优选为 $20 \sim 100\text{mm}$ 。若距离 d_2 小于该下限值,则根据蚀刻条件等其他条件,存在布线图案的形成变得困难的情况,若距离 d_2 超过该条件值,则根据导体层 4 的厚度、构成材料等,存在用于构成第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的布线部 47 的阻抗增加、SN 比变差的情况。

[0157] 另外,由于第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 形成在同一面上,所以与第 1 驱动电路用端子组 42U 连接的第 1 驱动电路 101U 和与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 连接的第 1 开关臂串联电路 6U 的电连接通过布线部 47 来实现。结果,不需要在将第 1 驱动电路 101U 与第 1 开关臂串联电路 6U 安装到不同基板上的情况下所需的连接用端子,能够防止该连接用端子与第 1 驱动电路 101U 之间的连接部的接触电阻所引起的 SN 比的变差。

[0158] 另外,由于第 1 驱动电路用端子组 42U 与第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 形成在同一面上,所以从安装在第 1 驱动电路用端子组 42U 的第 1 驱动电路 101U 产生的热经由绝缘层 3 被传递给金属基板 2,被从金属基板 2 的下面侧散热。因此,能够高效地冷却第 1 驱动电路 101U,可使第 1 驱动电路 101U 的动作稳定。

[0159] 并且,第 1 驱动电路用端子组 42U 被配置在与直流电源的负极侧连接的直流输入用端子 44b 的附近。由于将第 1 驱动电路用端子组 42U 与直流输入用端子 44b 连接的布线部 47 变短,所以布线部 47 的阻抗变小,能够使驱动电路的动作进一步稳定。

[0160] 如图 1 所示,第 1 驱动电路用端子组 42U 被配置在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的下端侧。第 2 驱动电路用端子组 42V 被配置在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的下端侧。同样,第 3 驱动电路用端子组 42W 被配置在第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 的下端侧。即,驱动电路用端子组 42U、42V、42W 分别被配置在开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的同端侧。通过这样配置,能够将用于连接各驱动电路和控制用 IC 的连接器 105 全都设置在电路基板 1a 的相同侧(图 1 中的下端侧),在与控制用 IC 的连接中,有利于配

置。

[0161] 其中,如图 1 所示,第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 在俯视下构成同一图案。即,第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 朝向同一方向配置。另一方面,第 2 驱动电路用端子组 42V 被配置成相对于第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 反转 180 度。即,第 2 驱动电路用端子组 42V 相对于第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W,被配置成以相对于电路基板 1a 的水平面的法线为旋转中心旋转 180 度。由此,在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 相对于第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 被配置成反转 180 度的情况下,能够将驱动电路用端子组 42U、42V、42W 分别配置在开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的同端侧。

[0162] 接下来,对电容器用端子 43 进行说明。电容器用端子 43 是用于安装电容器 63 的端子,在本实施方式中设置有多个(8 个)。安装在各电容器用端子 43 的电容器 63 被安装在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的第 1 开关臂串联电路 6U、安装在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的第 2 开关臂串联电路 6V、安装在第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 的第 3 开关臂串联电路 6W 共享。电容器 63 对因开关元件的开关动作而产生的浪涌电流进行抑制,同时使输入至电路基板 1a 的直流电流平滑化。

[0163] 多个电容器用端子 43 与开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 以及驱动电路用端子组 42U、42V、42W 形成在同一面上。由此,能够将从与多个电容器用端子 43 连接的电容器 63 产生的热经由绝缘层 3 传递给金属基板 2,并进行散热。因此,电容器 63 被高效地冷却,能够抑制电容器 63 内的充填液的蒸发。结果,能够减少出品时的电容器 63 内的充填液的容量。另外,由于电容器 63 内的充填液的蒸发受到抑制,所以能够实现电容器 63 的长寿命化。

[0164] 另外,多个电容器用端子 43 被配置在开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 的上端侧、即没有配置驱动电路用端子组 42U、42V、42W 的一侧。因此,各电容器用端子 43 被配置在直流输入用端子 44a 的附近。因此,能够减少将直流输入用端子 44a 与各电容器用端子 43 连接的布线部 47 的阻抗。结果,能够更有效地进行浪涌电流抑制以及输入到电路基板 1a 的直流电流的平滑化。

[0165] 此外,虽然电路基板 1a 总共具有 8 个电容器用端子 43,但并不限于此。电路基板 1a 只要根据被输入的直流电压(电流)的大小、开关元件的数量来具有所需要的最低限度数量的电容器用端子 43 即可。

[0166] 接下来,对直流输入用端子 44a、44b 进行说明。直流输入用端子 44a、44b 是与直流电源连接、用于对电路基板 1a 输入直流电压的端子。直流输入用端子 44a 的长条部 442a 和 443a 接合成直角,呈 L 字状。同样,直流输入用端子 44b 的长条部 442b 和 443b 接合成直角,呈 L 字状。另外,直流输入用端子 44a 的长条部 442a、443a 以及直流输入用端子 44b 的长条部 442b、443b 具有电路基板 1a 的 1 条边的 70% 以上的长度。

[0167] 直流输入用端子 44a 被配置成长条部 442a 与电路基板 1a 的上边平行,长条部 443a 与电路基板 1a 的左边平行。另外,直流输入用端子 44a 被配置成在电路基板 1a 的外周部的附近,直流输入用端子 44a 的角部 441a 与电路基板 1a 的左上角部对应。

[0168] 直流输入用端子 44b 被配置成长条部 442b 与电路基板 1a 的下边平行,长条部

443b 与电路基板 1a 的右边平行。另外,直流输入用端子 44b 被配置成在电路基板 1a 的外周部的附近,直流输入用端子 44b 的角部 441b 与电路基板 1a 的右下角部对应。

[0169] 即,直流输入用端子 44a、44b 在俯视下沿金属基板 2 的四边形的各边(外周部)配置。这样,通过将直流输入用端子 44a、44b 沿金属基板 2 的外周部配置来供电流流动,能够将直流输入用端子 44a、44b 发出的热不仅从金属基板 2 的下面进行散热,而且还从侧面进行散热。因此,能够更高效地对从直流输入用端子 44a、44b 发出的热进行散热。

[0170] 另外,通过这样的配置,开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W、驱动电路用端子组 42U、42V、42W、电容器用端子 43、散热用端子 46a、46b 被配置由被直流输入用端子 44a、44b 包围的区域。以下,将由直流输入用端子 44a、44b 包围的区域称为端子区域。

[0171] 通过该直流输入用端子 44a 与直流电源的正极侧连接、直流输入用端子 44b 与直流电源的负极侧连接,来向电路基板 1a 输入直流电压。此外,在本实施方式中,直流输入用端子 44a 与直流电源的正极侧连接、直流输入用端子 44b 与直流电源的负极侧连接,但并不限于此。即,还可以是直流输入用端子 44a 与直流电源的负极侧连接、直流输入用端子 44b 与直流电源的正极侧连接。

[0172] 其中,直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子 46a、46b 中流过比较大的电流。因此,根据其他条件,存在从直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子 46a、46b 产生大量的热的情况。鉴于此,在直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子 46a、46b 中流过超过规定量的电流的情况下,如图 3(a) 所示,优选在直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子 46a、46b 上设置追加导体 45。该情况下,直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子 46a、46b 具有用于接合追加导体 45 的作为追加导体接合部的功能。由此,由于直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 或者散热用端子 46a、46b 与追加导体 45 电气一体化,电阻值下降,所以能够抑制发热。其中,在由上述的材料构成的导体层 4 的厚度为 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ 的情况、向直流输入用端子 44a、44b 输入的电流量为 50A 以上的情况下,优选增加追加导体 45。

[0173] 构成追加导体 45 的材料没有特别的限定,例如可以是与上述的导体层 4 的构成材料相同的金属材料,也可以是不同的金属材料。尤其优选追加导体 45 由与导体层 4 的构成材料相同或者主成分相同的金属材料(例如铜和铜类合金)构成。由此,能够减少追加导体 45 的电蚀。

[0174] 在由与上述的导体层 4 的构成材料相同的金属材料构成的情况下,优选追加导体 45 的厚度例如为 $1 \sim 15\text{mm}$,更优选为 $5 \sim 10\text{mm}$ 。若追加导体 45 的厚度小于该下限值,则根据其他的条件,存在不能够充分地降低电阻的情况,即使追加导体 45 的厚度超过该上限值,也存在电阻不能进一步降低的情况。

[0175] 由于追加导体 45 具有上述的厚度,所以与空气接触的部分的面积大。并且,由于追加导体 45 由与上述的导体层 4 的构成材料相同的热传导率高的金属材料构成,所以追加导体 45 具有散热(释放热)功能、即散热片(heat sink)功能。因此,从直流输入用端子 44a、44b 等发出的热被从追加导体 45 散热。

[0176] 另外,从与端子区域连接的元件发出的热向电路基板 1a 的下面方向传递,从金属基板 2 的下面被散热,但还向电路基板 1a 的面方向传递。向电路基板 1a 的面方向传递的热向在直流输入用端子 44a、44b 等上接合的追加导体 45 传递而被散热。结果,能够更高效

地对从连接在端子区域的元件发出的热进行散热。

[0177] 另外,在对直流输入用端子 44a、44b 接合了追加导体 45 的情况下,与端子区域连接的元件被具有散热片功能的追加导体 45 包围四周(图 1 的上下左右方向)。因此,从与端子区域连接的元件发出并向电路板 1a 的面方向、即四周扩散的热在四周的所有方向向追加导体 45 传递并被散热。因此,能够更高效地对从与端子区域连接的元件发出的热进行散热。另外,由于如上所述,直流输入用端子 44a 的长条部 442a、443a 以及直流输入用端子 44b 的长条部 442b、443b 分别具有电路板 1a 的 1 条边的 70% 以上的长度,所以被配置成沿着电路板 1a 的对应的边的几乎整体。因此,从与端子区域连接的元件发出并向电路板 1a 的面方向扩散的热在四周所有的方向近似均等地向追加导体 45 传递并被散热。

[0178] 图 3 是表示在图 1 所示的电路板 1a 的直流输入用端子 44b 上接合的追加导体 45 的构成例的图。图 3(a) 是图 1 的 B-B 线截面图的 1 个实施例。如图 3(a) 所示,在直流输入用端子 44b 的几乎整个面接合有追加导体 45。这样,通过将直流输入用端子 44b 与追加导体 45 接合而电气一体化,能够降低电阻值。对直流输入用端子 44b 接合追加导体 45 的接合方法没有特别限定,例如可以列举使用了导电性的粘合剂的接合、使用了焊锡等硬钎料的接合等,尤其优选使用了焊锡的接合。这是由于焊接(粘接)成本低并且连接可靠性出色。

[0179] 追加导体 45 可以是连续体,也可以一部分欠缺,例如图 3(a) 的虚线内侧欠缺。另外,追加导体 45 的宽度、厚度等也可以沿着其长度方向发生变化。

[0180] 图 3(b) 是图 1 的 B-B 线截面图的其他实施例。如图 3(b) 所示,追加导体 45 由与直流输入用端子 44b 接合的 1 对脚部 451、从直流输入用端子 44b 分离并连结 1 对脚部的连结部 452 构成,即构成为桥状。另外,对追加导体 45 而言,只有在直流输入用端子 44b 与追加导体 45 的接触部分即脚部 451 的下面侧端部 453 被焊锡接合。这样,通过将桥状的追加导体 45 与直流输入用端子 44b 连接,能够节省焊锡。另外,由于只在直流输入用端子 44b 与追加导体 45 之间的接触部分进行焊锡连接,所以对追加导体 45 进行追加时的作业效率提高。并且,除了追加导体 45 的下面侧端部 453 之外的部分隔着空隙从直流输入用端子 44b 分离。因此,与图 3(a) 的情况相比,直流输入用端子 44b 以及追加导体 45 的与空气接触的部分的面积增大,能够高效地冷却直流输入用端子 44b 以及追加导体 45。

[0181] 其中,在图 3(b) 的桥状的追加导体 45 的全长超过规定长度的情况下,存在桥状的追加导体 45 的强度不足而发生变形的情况。在桥状的追加导体 45 超过规定长度的情况下,可以使用多个具有规定长度以下的全长的桥状追加导体 45,对直流输入用端子 44b 增加追加导体 45。此外,虽然规定的长度也基于追加导体 45 的厚度,但优选例如在 20 ~ 50mm 的范围内设定。

[0182] 图 3(c) 以及图 3(d) 分别是图 1 的 B-B 线截面图的其他实施例。在图 3(c)、(d) 中,具有上述的规定长度以下的全长的多个桥状的追加导体 45 与直流输入用端子 44b 接合。即,多个追加导体 45 沿追加导体接合部即直流输入用端子 44b 的长条方向配置。可以如图 3(c) 所示,相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此接合,也可以如图 3(d) 所示,相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此不接合。其中,在图 3(d) 中,相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此分离,但相互相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此也可以接触。

[0183] 如图 3(c) 所示,在相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此接合的情况下,由于多个追

加导体 45 成为一体,所以能够充分提高桥状的追加导体 45 的强度。如图 3(d) 所示,在相邻的追加导体 45 的脚部 451 彼此不接合而分离的情况下,由于能够调整与直流输入用端子 44b 接合的追加导体 45 的数量,所以可容易地调整直流输入用端子 44b 与多个追加导体 45 成为电气一体化的情况下的电阻值。

[0184] 在如图 3(c)、(d) 所示那样接合追加导体 45 的情况下,也与如图 3(b) 所示那样接合了追加导体 45 的情况同样,只在追加导体 45 与直流输入用端子 44b 的接触部分即下面侧端部 453 进行焊锡接合。

[0185] 此外,还可以如图 3(e) 所示,通过在相邻的追加导体 45 的脚部 451 之间设置焊锡 48,来将追加导体 45 与直流输入用端子 44b 接合。该情况下,用于接合的焊锡 48 的量增加,但由于相邻的追加导体 45 的脚部 451 通过焊锡 48 彼此被接合,所以能够提高桥状的追加导体 45 的强度,并且能够提高直流输入用端子 44b 与追加导体 45 的接合强度。另外,在相邻的追加导体 45 的脚部 451 之间,直流输入用端子 44b 与焊锡 48 成为电气一体化。因此,能够降低相邻的追加导体 45 的脚部 451 之间的电阻。

[0186] 另外,图 4 是图 3(b)、(c)、(d)、(e) 所示的桥状的追加导体 45 的脚部 451 的立体图。可以如图 4(a) 所示,追加导体 45 具有全都相同的厚度,还可以如图 4(b) 所示,只有脚部 451 的下面侧端部 453 的厚度变薄。在如图 4(b) 所示,追加导体 45 的下面侧端部 453 的厚度薄的情况下,能够使下面侧端部 453 的热容量降低。

[0187] 另外,还可以如图 4(c) 所示,追加导体 45 的脚部 451 具有缺口部 454。通过向这样的缺口部 454 流入焊锡来进行焊锡接合,能够提高焊锡接合的作业效率。另外,还可以如图 4(d) 所示,追加导体 45 的下面侧端部 453 具有穿孔部 455。通过向这样的穿孔部 455 流入焊锡来进行焊锡接合,能够提高焊接的作业效率。

[0188] 以上,对本发明的第 1 实施方式所涉及的电路板 1a 进行了说明,但本发明并不限于此,各要素的数量、配置等构成能够被置换成具有相同功能的任意的构成物。另外,在本发明中还可附加其他任意的构成物。

[0189] 接下来,基于图 5,对本发明的电子器件的实施方式进行说明。图 5 是安装在电路板 1a 的逆变电路(电子器件)100 的俯视图。

[0190] 逆变电路(电子器件)100 具有:上述的电路板 1a;安装在第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 的第 1 开关臂串联电路 6U;安装在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的第 2 开关臂串联电路 6V;安装在第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 的第 3 开关臂串联电路 6W;安装在第 1 驱动电路用端子组 42U 的第 1 驱动电路 101U;安装在第 2 驱动电路用端子组 42V 的第 2 驱动电路 101V;安装在第 3 驱动电路用端子组 42W 的第 3 驱动电路 101W;安装在电容器用端子 43 的电容器 63;直流输入用导线 102a、102b;第 1 输出用导线 103U;第 2 输出用导线 103V;第 3 输出用导线 103W。

[0191] 如图所示,电容器 63 被集中配置在开关臂串联电路 6U、6V、6W 的上端侧、即未配置有驱动电路 101U、101V、101W 的一侧。电容器 63 通常与开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W、驱动电路 101U、101V、101W 相比,电路板 1a 的法线方向的长度(高度)长。因此,通过如此将电容器 63 集中配置在电路板 1a 的一端侧,能够有效地利用未配置有电容器 63 的部分的高度方向的空间。

[0192] 另外,对电路板 1a 的直流输入用端子 44a、44b、输出用端子 416 以及散热用端子

46a、46b 接合有追加导体 45。

[0193] 直流输入用导线 102a 是用于将接合了追加导体 45 的直流输入用端子 44a 与直流电源（未图示）的正极侧连接的导线。直流输入用导线 102b 是用于将接合了追加导体 45 的直流输入用端子 44b 与直流电源的负极侧连接的导线。通过直流输入用导线 102a、102b 与直流电源连接，经由直流输入用导线 102a、102b，向逆变电路（电子器件）100 输入直流电压。

[0194] 第 1 输出用导线 103U 是用于将第 1 开关臂串联电路 6U 与电动机（器件）连接的导线。第 2 输出用导线 103V 是用于将第 2 开关臂串联电路 6V 与电动机（器件）连接的导线。同样，第 3 输出用导线 103W 是用于将第 3 开关臂串联电路 6W 的输出用端子 416 与电动机（器件）连接的导线。根据输出用导线 103U、103V、103W 各自的输出，逆变电路（电子器件）100 能够对电动机进行 3 相（U 相、V 相、W 相）控制。

[0195] 接下来，参照图 6，对图 5 的逆变电路（电子器件）100 所具有的开关臂串联电路 6U、6V、6W 进行说明。图 6 是图 5 所示的逆变电路（电子器件）100 所具有的开关臂串联电路 6U、6V、6W 的电路图。

[0196] 图 6 是与开关臂串联电路用端子组 41U、41V、41W 连接的开关臂串联电路 6（6U、6V、6W）的电路图。开关臂串联电路 6 具有：多个正极侧开关元件 61a；多个负极侧开关元件 61b；与驱动电路 101U、101V、101W 中的任意一个连接的正极侧开关元件驱动用端子 62a 以及负极侧开关元件驱动用端子 62b；多个电容器 63；电阻 64；与直流电源的正极侧连接的直流输入用端子 44a；与直流电源的负极侧连接的直流输入用端子 44b；和输出用端子 416。

[0197] 在图示的方式中，正极侧开关元件 61a 以及负极侧开关元件 61b 由 MOSFET 构成。

[0198] 正极侧开关元件 61a 的漏极 611 与直流输入用端子 44a 连接。正极侧开关元件 61a 的源极 612 与负极侧开关元件 61b 的漏极 611 连接。正极侧开关元件 61a 的栅极 613 经由电阻 64 与正极侧开关元件驱动用端子 62a 连接。正极侧开关元件 61a 根据从正极侧开关元件驱动用端子 62a 向栅极 613 施加的驱动电压来进行开关动作。

[0199] 负极侧开关元件 61b 的漏极 611 与正极侧开关元件 61a 的源极 612 连接。负极侧开关元件 61b 的源极 612 与直流输入用端子 44b 连接。负极侧开关元件 61b 的栅极 613 经由电阻 64 与负极侧开关元件驱动用端子 62b 连接。负极侧开关元件 61b 根据从负极侧开关元件驱动用端子 62b 向栅极 613 施加的驱动电压来进行开关动作。

[0200] 多个正极侧开关元件 61a 分别并联连接，根据从正极侧开关元件驱动用端子 62a 向栅极 613 施加的驱动电压，同步地进行开关动作。

[0201] 多个负极侧开关元件 61b 分别并联连接，根据从负极侧开关元件驱动用端子 62b 向栅极 613 施加的驱动电压，同步地进行开关动作。

[0202] 另外，多个正极侧开关元件 61a 和多个负极侧开关元件 61b 分别通过对应的正极侧开关元件 61a 与负极侧开关元件 61b 而串联连接。在正极侧开关元件 61a 的源极 612 与负极侧开关元件 61b 的漏极 611 之间连接有输出用端子 416。正极侧开关元件 61a 与负极侧开关元件 61b 分别进行相辅动作，由此能够从输出用端子 416 输出 3 相输出逆变器中的各相的输出。

[0203] 多个电容器 63 并联连接，各电容器 63 的正极与正极侧开关元件 61a 的漏极 611 连接，各电容器 63 的负极与负极侧开关元件 61b 的源极 612 连接。另外，在电容器 63 的正

极连接有直流输入用端子 44a, 在电容器 63 的负极连接有直流输入用端子 44b。

[0204] 各电容器 63 对因正极侧开关元件 61a 以及负极侧开关元件 61b 的开关动作而产生的浪涌电流进行抑制, 同时使向开关臂串联电路 6 输入的直流电压平滑化。

[0205] 多个电阻 64 用于调节在正极侧开关元件 61a 的栅极 613 以及负极侧开关元件 61b 的栅极 613 流过的电流。电阻 64 分别连接在正极侧开关元件驱动用端子 62a 与正极侧开关元件 61a 的栅极 613 之间、或者负极侧开关元件驱动用端子 62b 与负极侧开关元件 61b 之间。

[0206] 此外, 在本实施方式中, 对所有正极侧开关元件用端子 411a 安装有正极侧开关元件 61a, 对所有负极侧开关元件用端子 411b 安装有负极侧开关元件 61b, 但并不限于此。即, 只要正极侧开关元件 61a 以及负极侧开关元件 61b 安装有满足逆变电路 (电子器件) 100 所需的最低限度性能的数量即可。例如, 本发明还包含在一部分正极侧开关元件用端子 411a 未安装正极侧开关元件 61a 的情况、在一部分负极侧开关元件用端子 411b 未安装负极侧开关元件 61b 的情况。

[0207] <第 2 实施方式>

[0208] 接下来, 基于图 7 对本发明的第 2 实施方式进行说明。

[0209] 图 7 是表示本发明的电路基板的第 2 实施方式的俯视图。以下, 针对第 2 实施方式, 以与上述的第 1 实施方式的不同点为中心进行说明, 针对相同的内容, 省略其说明。

[0210] 即, 在第 2 实施方式所涉及的电路基板 1b 中, 除了第 2 驱动电路用端子组 42V 以及电容器用端子 43 的配置不同之外, 都与所述第 1 实施方式相同, 因此, 针对其他的构成, 省略说明。

[0211] 如图 7 所示, 与第 1 实施方式的电路基板 1a 同样, 第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 被配置成相对于第 1 开关臂串联电路用端子组 41U 以及第 3 开关臂串联电路用端子组 41W 反转 180 度。

[0212] 另外, 第 2 驱动电路用端子组 42V 被配置在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的上端侧、即与第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 相反的一端侧。并且, 2 个电容器用端子 43 被配置在第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的下端侧、即未配置第 2 驱动电路用端子组 42V 的一侧。通过这样的配置, 与电容器用端子 43 连接的电容器被分散安装在与直流电源的正极侧连接的直流输入用端子 44a 的附近、和与直流电源的负极侧连接的直流输入用端子 44b 的附近。

[0213] 由此, 与第 1 实施方式的电路基板 1a 同样, 无需另外为了第 2 开关臂串联电路用端子组 41V 的正极侧开关元件用端子 411a 以及负极侧开关元件用端子 411b 用而形成布线部 47。因此, 能够简化布线图案, 可提高开关元件的集成度。

[0214] 同时, 由于多个电容器 63 分散配置在正极侧与负极侧, 所以能够将连接正极与各电容器 63 的布线部 47 的阻抗之和、与连接负极与各电容器 63 的布线部 47 的阻抗之和设为接近的值。结果, 能够更稳定地抑制浪涌电流, 同时能够更稳定地实现电流的平滑化。

[0215] 另外, 第 2 驱动电路用端子组 42V 与第 1 驱动电路用端子组 42U 以及第 3 驱动电路用端子组 42W 朝向同一方向配置。这样, 通过将驱动电路用端子组 42U、42V、42W 配置成均朝向同一方向, 驱动电路用端子组 42U、42V、42W 均成为相同的图案。因此, 容易在电路基板 1b 形成驱动电路用端子组 42U、42V、42W。

[0216] 以上,基于图示的实施方式对本发明的电路基板以及电子器件进行了说明,但本发明并不限于此,各要素的构成还能够被置换成具有相同功能的任意的构成物。另外,也可以对本发明附加其他任意的构成物。另外,本发明还可以组合上述实施方式中的任意 2 个以上的构成(特征)。

[0217] 以上,作为安装在电路基板上的电路的一个例子,对逆变电路进行了说明,但本发明并不限于此。作为安装在电路基板上的电路,只要在电路基板上安装有基于开关元件等的驱动而发热的元件即可,没有特别限定,例如可以列举开关调整器电路、PWM 电路、有机 EL 驱动用电路、有机 EL 电路、LED 驱动用电路、LED 电路等。

[0218] 另外,列举了 MOSFET 以及 IGBT 作为在电路基板上安装的开关元件,但本发明并不限于此。作为其他的开关元件,没有特别限定,例如可以列举双极性晶体管、半导体开关元件、整流二极管等各种二极管、半导体继电器等。

[0219] 另外,列举了开关元件作为因驱动而发热的有源元件,但本发明并不限于此。作为其他的有源元件,可以列举有机 EL 或者 LED 等发光元件、真空管、电动机等。

[0220] 工业上的可利用性

[0221] 根据本发明,能够将开关元件和用于驱动开关元件的驱动电路安装在电路基板的同一面上。因此,可缩短开关元件与驱动电路之间的导线,能够减小导线的阻抗。因此,具有工业上的可利用性。

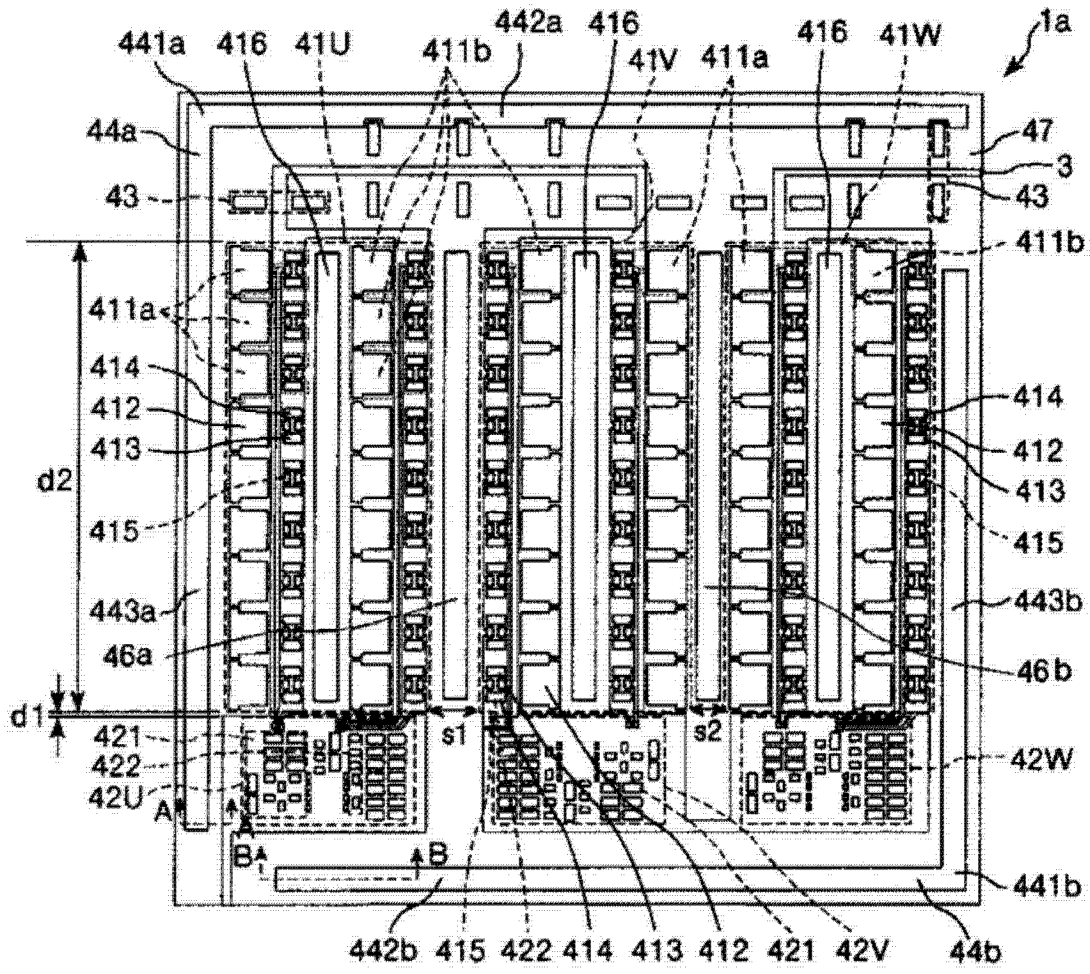


图 1

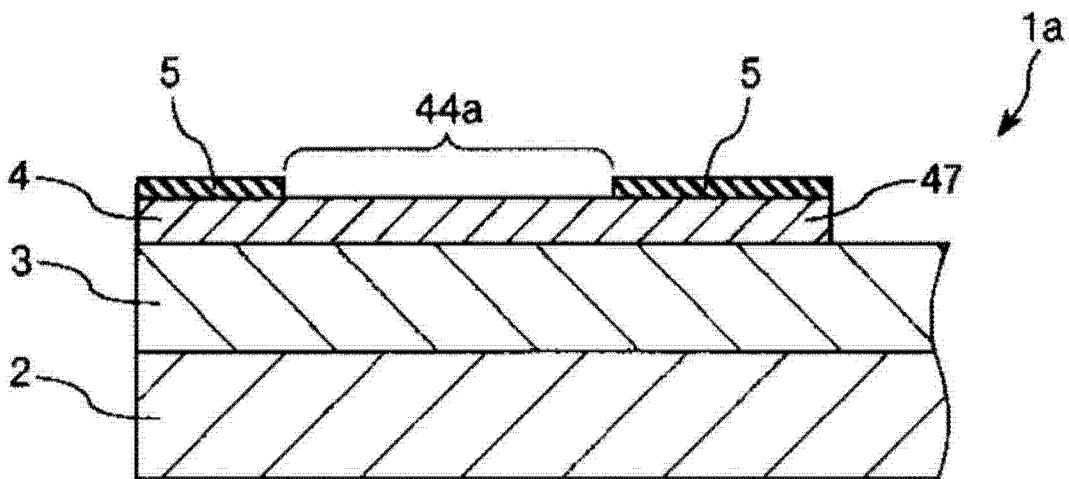


图 2

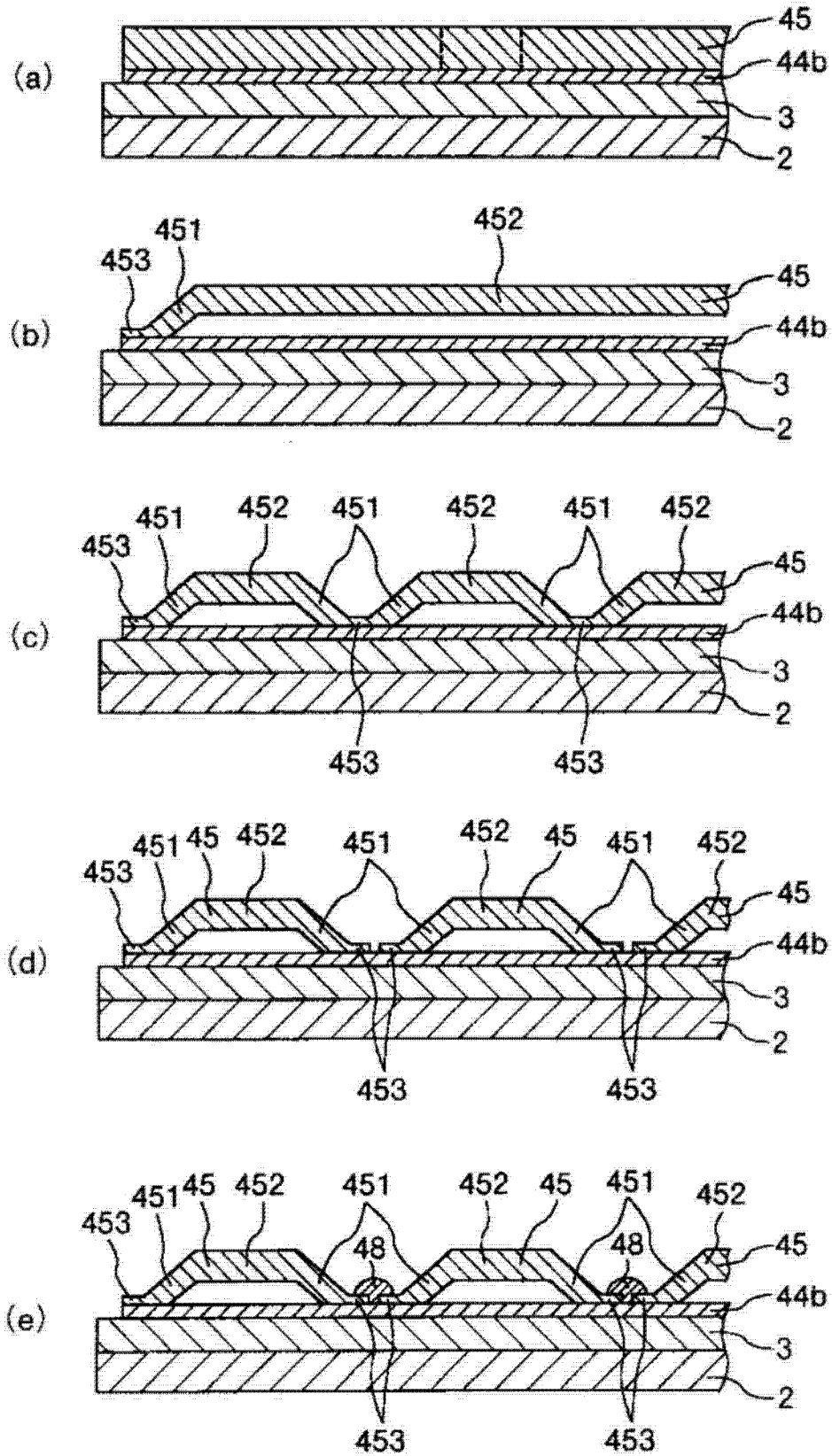


图 3

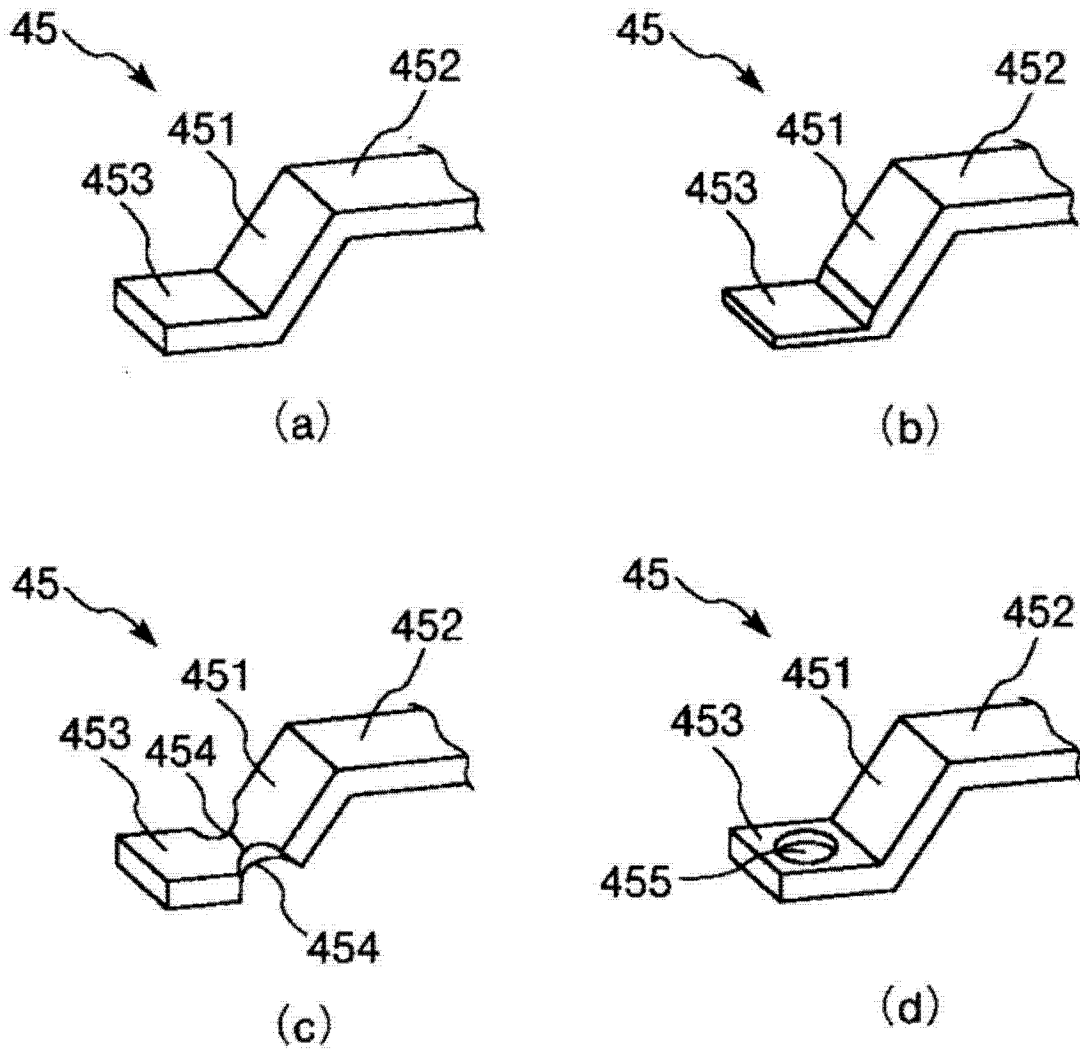


图 4

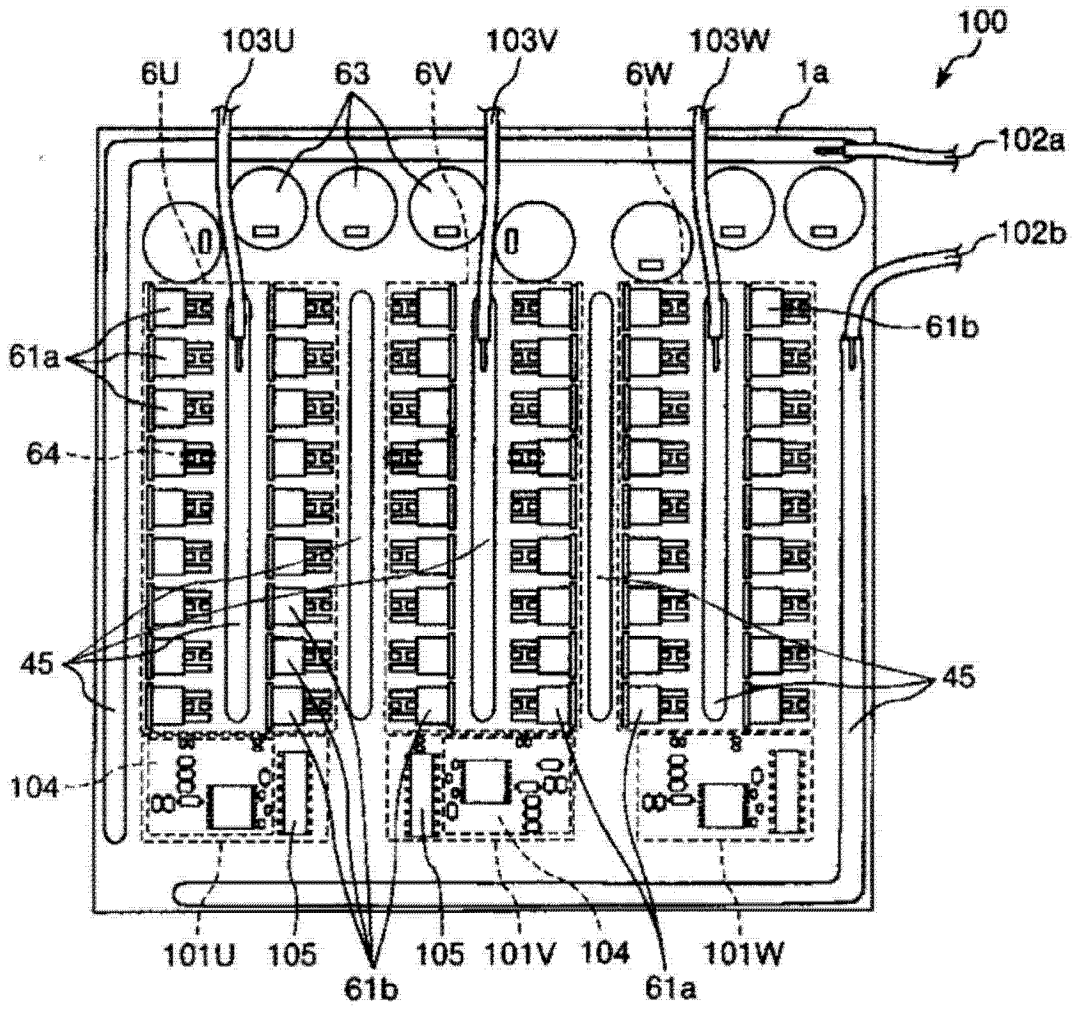


图 5

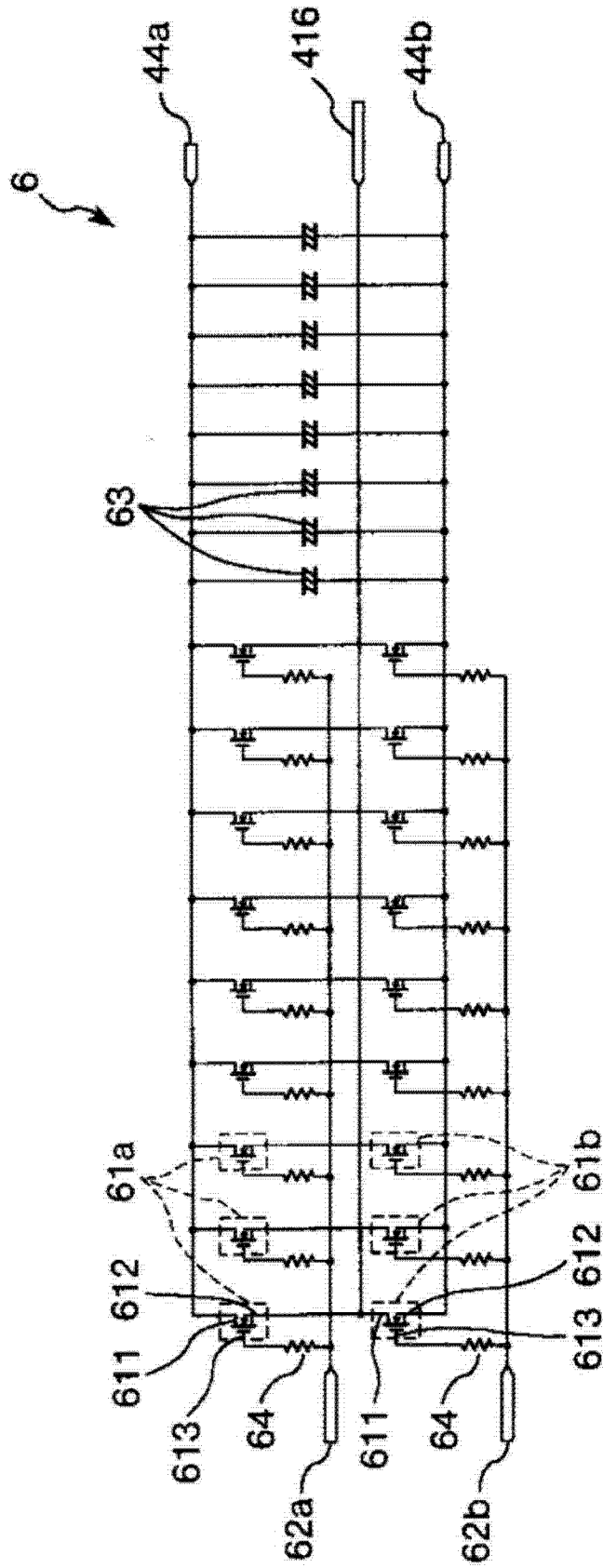


图 6

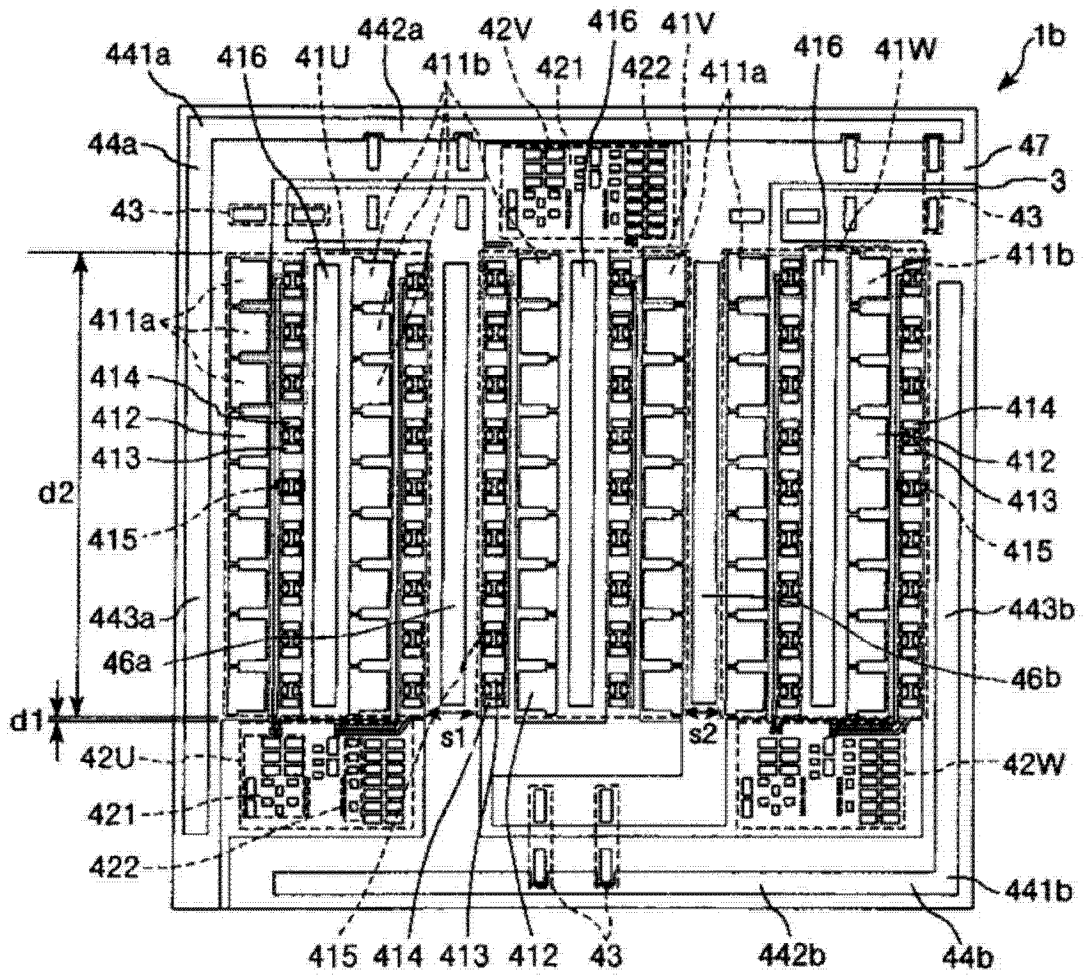


图 7