
车载 IGBT 模块

应用手册

— 第 1 章 —

基本概念和特征

目录		页码
1	车载 IGBT 模块的基本概念	1-2
2	直接水冷式结构	1-3
3	高散热陶瓷绝缘基板的应用和高强度焊锡	1-4
4	V 系列 IGBT 芯片的特征	1-5
5	型号内容	1-5
6	电路结构	1-6

序言

本章节旨在对车载 IGBT 模块的基本概念和特征进行介绍。

1 车载 IGBT 模块的基本概念

近年来，考虑到对环境的影响，全球都在探求如何降低二氧化碳排放量。为了降低二氧化碳排放量，在汽车领域正在推进混合动力车(HEV)和电动汽车(EV)的普及。HEV 和 EV 通过将高压蓄电池中储存的直流电通过电力转换装置转换为交流电来驱动电机以带动车辆行驶，而这种电力转换装置中主要使用 IGBT 模块。由于需要在汽车的有限空间内安装高压蓄电池、电力转换装置、电机等，因此，电力转换装置中使用的 IGBT 模块要尽可能实现小型化。

在此背景下，富士电机车载 IGBT 模块以“小型化”为基本概念进行了开发。

图 1-1 所示为对 IGBT 模块的基本市场需求。对 IGBT 模块的基本市场需求为提高性能和可靠性、降低环境压力。性能、环境、可靠性的各种特性相互关联，因此，为了实现 IGBT 模块的“小型化”，对这些特性进行均衡改进是非常重要的。

本次开发的车载 IGBT 模块，通过采用(i)直接水冷式结构、(ii)高散热陶瓷绝缘基板、(iii)第 6 代 V 系列 IGBT 芯片、(iv)高强度焊锡材料，最大限度地发挥了性能、环境、可靠性的各种特性，实现了“小型化”这一基本概念。

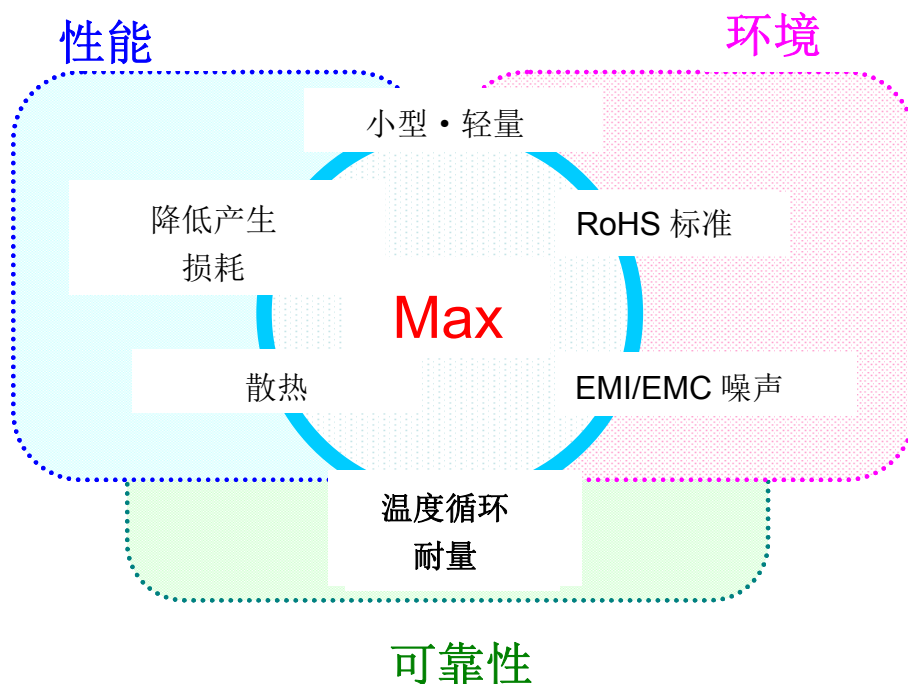


图 1-1 富士电机 IGBT 模块开发目标图

2 直接水冷式结构

本次开发的车载 IGBT 模块，通过采用直接水冷式结构，大幅降低了热阻。以往的 IGBT 模块为了降低铜底座和散热片之间的接触热阻，采用散热硅脂，但是，散热硅脂一般为热传导率较低的材料，存在散热性差的问题。直接水冷式结构中铜底座和散热片实现一体化，由于散热片部分可直接接触冷却液，因此无需使用散热硅脂，从而使得 IGBT 模块的散热性大幅提高。图 1-2 所示为本次开发的车载 IGBT 模块的外观。

图 1-3 所示为对使用散热硅脂的以往结构和直接水冷式结构的恒定热阻进行的比较。由图 1-3 可知，通过采用直接水冷式结构，消除了散热硅脂层的热阻，恒定热阻约减少了 30%。

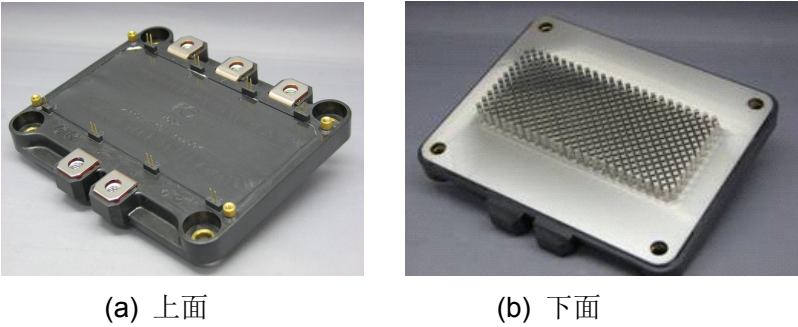


图 1-2 6MBI600VW-065V 外观

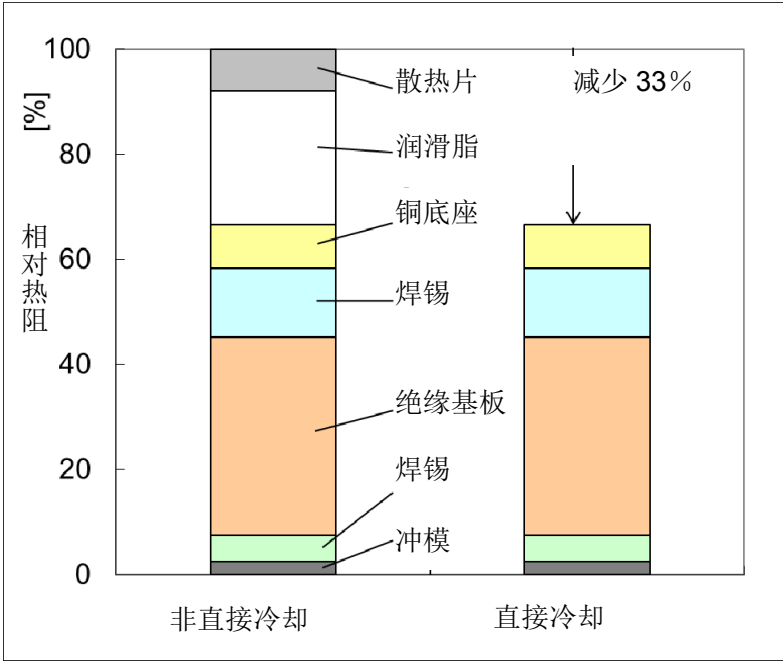


图 1-3 以往结构和直接水冷式结构的热阻比较

3 高散热陶瓷绝缘基板的应用和高强度焊锡

3.1 高散热陶瓷绝缘基板的应用

在上述直接水冷式结构的基础上,为了进一步降低热阻,模块的绝缘基板采用热传导率较高的氮化硅(Si_3N_4)陶瓷。在图 1-4 中,对使用氧化铝(Al_2O_3)绝缘基板的以往结构(使用散热硅脂)和使用氮化硅陶瓷基板的直接水冷式结构的热阻进行了比较。通过去除以往结构中热阻较大的散热硅脂层并提高绝缘基板的热传导率,实现了热阻的大幅降低(比以往降低 63%)。

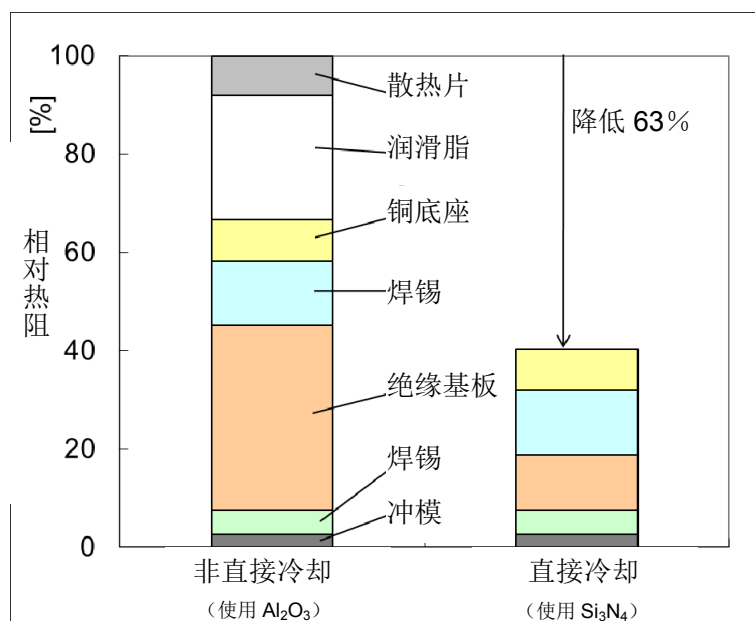


图 1-4 以往结构和直接水冷式结构的热阻比较

3.2 高强度焊锡

与产业用半导体和民生用半导体相比,汽车用半导体多在严酷的环境中使用,因此对可靠性要求较高。特别是因温度循环产生的压力导致连接绝缘基板和散热底座的焊锡部分出现裂纹后,将引起热阻上升和芯片异常升温,进而损坏 IGBT 模块。富士电机车载 IGBT 模块中,通过采用新开发的 SnSb 系列焊锡,与以往使用 SnAg 系列焊锡时相比,大幅抑制了裂纹的扩大(图 1-5)。

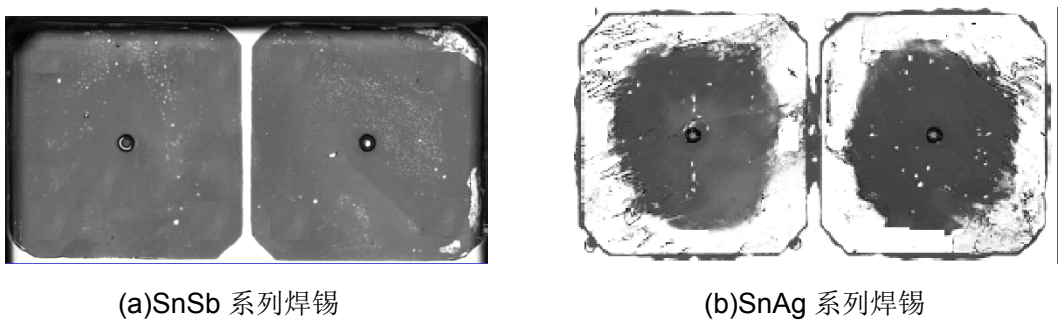


图 1-5 SnSb 系列焊锡和 SnAg 系列焊锡的温度循环试验后裂纹扩大的比较
(执行 2,000 次温度循环后的超声波探伤画面)

4 V 系列 IGBT 芯片的特征

本次开发的车载 IGBT 模块的 2 种型号(6MBI400VW-065V, 6MBI600VW-065V)中, 采用 650 V 额定的“V 系列” IGBT 和 FWD。V 系列通过视场光阑(FS)结构的最佳化, 降低 ON 电压和开关损耗。另外, 通过将沟槽栅结构最佳化, 提高了开关速度的可控性。

有关详情, 请参考第 6 代 V 系列 IGBT 模块的应用手册。

5 型号内容

以 6MBI400VW-065V 为例, 对车载 IGBT 模块的型号名称进行说明。

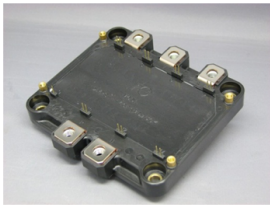
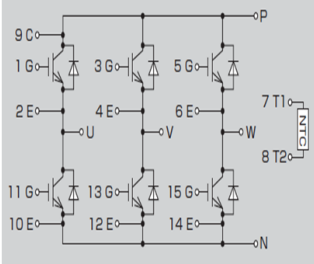
6 MB I 400 V W - 065 V

	显示	内容
元件数量	6	6 臂
机型群	MB	IGBT 机型
绝缘型	I	绝缘型
最大电流	400	400A
芯片代数	V	V 系列
公司内部识别号	W	识别号
元件额定	065	650V 耐压
车载用产品	V	汽车用产品

6 电路结构

表 1-1 所示为电路结构。

表 1-1 电路结构

名称	型号名称	外观	等效电路	特征
6in1	6MBI400VW-065V			产品中内置 IGBT 和 FWD（各 6 个）。另外还内置温度检测用热敏电阻。
	6MBI600VW-065V	