

# 第 3 章

## 应用中的注意事项

### 目 录

1. IGBT 模块的选定 .....	3-2
2. 静电对策与门极保护 .....	3-2
3. 保护电路设计 .....	3-3
4. 散热设计 .....	3-3
5. 驱动电路的设计 .....	3-4
6. 并联连接 .....	3-4
7. 实际安装的注意事项 .....	3-5
8. 保管、搬运上的注意事项 .....	3-5
9. 其他 实际使用中的注意事项 .....	3-5

本章中将对 IGBT 模块使用时以及应用到装置时的注意点进行说明。

## 1 IGBT 模块的选定

使用 IGBT 模块时，需要考虑适宜选择何种额定电压、额定电流的 IGBT 模块。本节对各种注意点分项目进行说明。

### 1.1 额定电压

IGBT 模块的额定电压与适用装置的输入电源即商用电源电压有密切的关系。这种关系用表 3-1 表示，请参考此表，来选择相应的元件。

### 1.2 额定电流

IGBT 模块的集电极电流变大时， $V_{CE}$  ( $sat$ ) 上升，发生的稳态损耗就变大。另外，交换损耗也同时增大从而使元件的发热增加。由于需要将使 IGBT、FWD 的结温控制在 ( $T_j$ )  $\leq 150^\circ\text{C}$  (从安全角度而言通常控制在  $125^\circ\text{C}$  以下) 使用，因此选定 IGBT 模块的额定电流非常重要。

一旦选错，将导致元件破坏或招致长期性的可靠性降低，这点请充分注意。另外还需要注意的是，在高频交换用途中，随着交换损耗的增大（交换的次数越多，综合的交换损耗也越大），发热也会增大。

作为大体标准，一般在装置的最大电流值  $\leq$  元件的额定电流的情况下使用。另外，表 3-2 中也列举了 IGBT 模块的应用实例，请参考。

表 3-1 商用电源电压与 IGBT 模块的额定电压

	地区	元件的额定电压 ( $V_{CES}$ )			
		600V	1200V	1400V	1700V
商用电源电压 (输入电压 A C)	日本	200V 220V	400V 440V		
	美国	208V 230V 240V 246V	460V 480V	575V	575V
	欧洲	200V 220V 230V 240V	346V 350V 380V 400V 415V 440V		690V

## 2 静电对策与门极保护

IGBT 模块的  $V_{GE}$  保证值一般最大为  $\pm 20\text{V}$  (保证值在说明书中有记载，请确认)。在 IGBT 的 G-E 间外加超过  $V_{GES}$  保证值的电压时，IGBT 的门极就有损坏的危险。请注意不要在 G-E 间外加超出保证值的电压。特别注意 IGBT 的门极对静电等非常敏感，因此请在使用产品时遵守以下所述的注意点。

- 1) 使用模块时，先让人体和衣服上所带的静电通过高电阻 ( $1\text{M}\Omega$  左右) 接地线放电后，再在接地的导电性垫板上进行操作。
- 2) 使用 IGBT 模块时，要拿封装主体，不要直接接触端子 (特别是控制端子) 部。
- 3) 对 IGBT 端子进行锡焊作业的时候，为了避免由烙铁、烙铁焊台的泄漏产生的静电外加到 IGBT 上，烙铁前端等要用十分低的电阻接地。

4) IGBT 模块是在用 IC 泡沫材等导电性材料对控制端子采取防静电对策的状态下出库的。

这种导电性材料在产品进行电路连接后才能去除。

另外，在门极-发射极间开放的状态下，集电极-发射极间施加电压时，IGBT 有可能受损。

这是由于集电极电势的变化，如图 3-1 所示引起电流 ( $i$ ) 流过，门极电势上升，IGBT 开通，集电极电流流过，从而使 IGBT 发热甚至有受损的可能性。

产品装入装置中时，在门极电路故障，或者门极电路不能正常工作的状态下（门极开放的状态），主电路上外加电压时，也会由于以上理由使 IGBT 受损。为了防止这种损坏的发生，推荐在门极-发射极间连接  $10\text{k}\Omega$  ( $R_{GE}$ ) 左右的电阻。

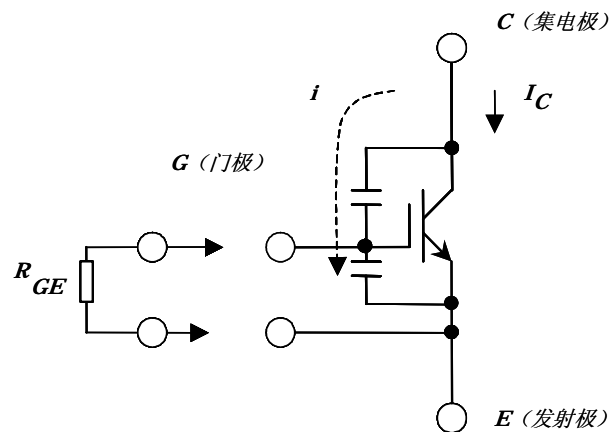


图 3-1 G-E 间开放状态下 IGBT 的运动

### 3 保护电路设计

IGBT 模块可能由于过电流、过电压这类异常情况而受损，因此，在 IGBT 模块的运用中，设计能够避免这种异常情况从而保护元件的保护电路显得尤为重要。这些保护电路需要在充分了解元件特性的基础上，配合元件的特性进行设计。保护电路如果不与元件特性相匹配，那么即使安装了保护电路，元件也可能受损（比如说，在施加了过电流保护时阻断时间会很长或者缓冲电路中的电容器电容很小，从而产生尖峰电压等。）这些过电流、过电压的保护方法，将在第 5 章《保护电路的设计》中详细说明，请参照。

### 4 散热设计

IGBT 模块有既定的可容许最大结温 ( $T_j$ )，需要进行散热设计，使其控制在这个温度以下。进行散热设计时，首先要计算出元件发生的损耗值，以这个损耗值为基础，选择能够控制在容许温度以下的散热片。散热设计不充分将可能导致在实机运转等情况下超出元件的容许温度而损坏元件。关于这一点，第 6 章《散热设计方法》中将详细记载，请参考。

表 3-2 IGBT 模块的应用实例

	电机功率 [kW]	变频器容量 [kVA]	IGBT 模块型式		
			N 系列	S 系列	U 系列
220V AC 输入时	1.5	3		7MBR30SA060	6MBI20UE-060
	2.2	4		7MBR30SA060	6MBI30UE-060
	3.7	6		7MBR50SA060	6MBI50UF-060
	5.5	9	7MBI75N-060	7MBR75SB060	6MBI75U2A-060
	7.5	13	7MBI100N-060	7MBR100SB060	6MBI100U2A-060
	11	17	2MBI150N-060		2MBI150U2A-060
	15	22			
	18.5	28	2MBI200N-060		2MBI200U2A-060
	22	33			
	30	44	2MBI300N-060	2MBI300S-060	2MBI300U2B-060
	37	55			2MBI400U2B-060
45	67				
440V AC 输入时	0.75	2		7MBR10SA120	6MBI10UF-120
	1.5	3			
	2.2	4		7MBR15SA120	6MBI15UF-120
	3.7	6		7MBR25SA120	6MBI25UF-120
	5.5	9	7MBI50N-120	7MBR50SB120	6MBI50UA-120
	7.5	13			
	11	17	2MBI75N-120	6MBI75S-120	6MBI75UB-120
	15	22	2MBI100N-120	6MBI100S-120	6MBI100UB-120
	18.5	28			
	22	33	2MBI150N-120	2MBI150S-120	6MBI150UB-120
	30	44			
	37	55	2MBI200N-120	2MBI200S-120	6MBI225U-120
	45	67			
	55	84	2MBI300N-120	2MBI300S-120	6MBI300U-120

## 5 驱动电路的设计

驱动电路的设计决定着能否充分地发挥元件的性能，这样说并不言过其实。此外，保护电路的设计也有着密切的关系。

驱动电路由促使元件开通的正偏压电路和稳定地保持元件处于关断状态、同时加快关断速度的反偏压电路组成，根据各种不同条件的设定，元件的特性也发生变化。另外，驱动电路的接线方法不同也会出现元件的误动作问题。因此，设计最适当的驱动电路非常重要。包括注意点在内的详细内容已在第 7 章《驱动电路的设计方法》中说明，请参考。

## 6 并联连接

当 IGBT 模块用于控制大容量变频等大电流时，有时将元件并联使用。

元件并联使用时，重要的是在设计时要使并联连接的元件中通过等量电流。

一旦电流失去平衡，有可能由于电流集中流过单个元件而损坏元件。

由于并联连接时的电流平衡随元件的特性和排线方法不同而变化，比如说有必要配合元件的  $V_{CE}(\text{sat})$ ，将主电路的排线做均等化的管理和设计。关于这一点，第 8 章《并联连接方法》中记载了详细的注意点，请参考。

## 7 实际安装的注意事项

在 IGBT 模块实际安装时，下述几点需要特别注意：

- 1) 安装到散热片上时，要先在模块的反面涂上散热绝缘混合剂，再用推荐的夹紧力距充分旋紧。  
另外，散热片上安装螺丝的位置之间的平坦度请控制在 100mm 上为  $100\ \mu\text{m}$  以下，表面粗糙度请控制在  $10\ \mu\text{m}$  以下。错误的安装将破坏绝缘，甚至有可能引起重大事故。
- 2) 不要做让模块电极的端子承受过大应力的排线。最坏的情况可能会引起模块内部锡焊的电气配线断线等问题。  
在第 4 章中有详细说明，请参考。

## 8 保管、搬运上的注意事项

### 8.1 保管

- 1) 半导体电子设备的保管存放场所以温度为  $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，湿度为  $45\sim 75\%$  最为适宜。特别是成形型的功率晶体管，如果处于非常干燥的区域中，需要用加湿器加湿。再者，如果使用自来水，则由于自来水中所含的氯元素会使电子设备的导线生锈，因此请注意使用纯水或开水。
- 2) 避开产生腐蚀性气体的场所和尘埃多的场所。
- 3) 在温度急剧变化的场所，半导体电子设备的表面容易结露，因此请避开这类场所，将其保管在温度变化小的地方。
- 4) 保管时，请不要在半导体电子设备上施加外力或负荷。特别是在叠放时会不经意中施加负荷。  
另外，重物请不要放在半导体电子设备上。
- 5) 半导体电子设备的外部端子请在未经加工的状态下保管。将端子加工后保存，产品实际安装时可能产生锈蚀等造成锡焊不良。
- 6) 临时放置半导体电子设备时，请选择不易产生静电的容器。

### 8.2 搬运

- 1) 产品搬运时请不要受到冲击或使其跌落。
- 2) 多个半导体电子设备装箱搬运时，为了不使接触电极面等碰伤，请在模块间用柔软的衬垫互相间隔。

## 9 其他 实际使用中的注意事项

- 1) 仅使用 FWD 而不使用 IGBT 时（比如在斩波电路等中应用时），不使用的 IGBT 的 G-E 间请加  $-5\text{V}$  以上（推荐  $-15\text{V}$ 、最大  $-20\text{V}$ ）的反偏压。反偏压不足时，IGBT 可能由于 FWD 反向恢复时的  $dv/dt$  引起误触发而损坏。
- 2) 请在模块的端子部测定驱动电压 ( $V_{\text{GE}}$ )，并确认外加了既定的电压（如果在驱动电路端测定，则该驱动电压为不受驱动电路终端所使用的晶体管等电压下降的影响的电压，IGBT 上即使未外加既定电压，它的不良情况也可能不被察觉，因而可能导致元件损坏）。

- 3) 请通过产品的端子部位测定开通、关断时的脉冲电压等。
- 4) 使用时, 请避开产生腐蚀性气体的场所。
- 5) 请在产品的绝对最大额定值(电压、电流、温度等)范围内使用。一旦超出绝对最大额定值, 可能损坏产品。特别是外加超出  $V_{CES}$  的电压时, 可能发生雪崩击穿现象从而使元件损坏。因此, 请务必在  $V_{CE}$  的绝对额定值的范围内使用。
- 6) 考虑到万一发生意想不到的事故而损坏元件, 请务必在商用电源和半导体电子设备之间安装适当容量的保险丝或自动断路器, 防止次生性破坏。
- 7) 请在充分把握产品的使用环境、充分考虑能否满足产品的可靠性寿命的前提下使用。如果在超过产品的可靠性寿命的情况下使用, 元件可能在装置的目标寿命前损坏。
- 8) 本产品请在功率周期寿命以内使用。
- 9) 在含有酸、有机物、腐蚀性气体(硫化氢、亚硫酸气体等)的环境下使用, 将很难保证产品的机能、外观等等。
- 10) 请不要让主端子和控制端子受到应力而变形。端子变形将可能引起接触不良等情况。
- 11) 本产品所使用的螺钉长度, 请根据外形图正确选择。螺钉过长将会损坏外壳。
- 12) 产品实际装配到装置上时, 不要让主端子和控制端子受到过大的应力。否则将可能破坏端子的构造。
- 13) 反偏压门极电压  $V_{GE}$  不足时, 可能引起误触发, 为了避免误触发, 请设定足够的  $-V_{GE}$  的数值(推荐  $-15V$ )。
- 14) 如果开通  $dv/dt$  偏高, 则对置支路的 IGBT 可能发生误触发。为了避免误触发, 请在最适当的门极驱动条件( $+V_{GE}$ 、 $-V_{GE}$ 、 $R_G$  等)下使用。

## 警 告

1. 本目录包含截止至 2004 年 2 月的产品规格、特性、数据、材质以及结构。  
因规格改变或其它原因而使本内容变更，恕不另行通知。在使用本目录中所列的产品时，请务必获取最新版本的规格说明。
2. 本目录中所述的所有应用乃举例说明富士电机电子设备技术株式会社产品的使用，仅供参考。并不授予（或被视为授予）富士电机电子设备技术株式会社所拥有的任何专利、版权、商业机密或其它知识产权的任何授权或许可，无论是明示的或暗示的。对于可能因使用此处所述的应用而造成侵犯或涉嫌侵犯他人知识产权的，富士电机电子设备技术株式会社不予作出任何明示或暗示的声明或保证。
3. 尽管富士电机电子设备技术株式会社不断加强产品质量和可靠性，但仍可能会有一小部分的半导体产品出现故障。当在您的设备中使用富士电机电子半导体产品时，您应采取足够的安全措施以防止当任何产品出现故障时，导致该设备造成人身伤害、火灾或其它问题。我们建议，您的设计应能够自动防故障、阻燃并且无故障。
4. 本目录中介绍的产品用于以下具有普通可靠性要求的电子和电气设备。
  - 计算机 · OA 设备 · 通信设备（终端设备）· 测量设备 · 机床
  - 视听设备 · 家用电气设备 · 个人设备 · 工业机器人等
5. 如果您要将本目录中的产品用于具有比普通要求更高可靠性要求的设备，例如以下所列设备，则必须联系富士电机电子设备技术株式会社，得到事先同意方可使用。在将这些产品用于下述设备时，您应采取足够措施（如建立备份系统），使得即使用于该设备的富士电机电子设备技术株式会社产品出现故障，也不会导致该设备发生故障。
  - 运输设备（安装在汽车和船上） · 干线通信设备 · 交通信号控制设备
  - 具有自动关闭功能的漏气检测装置 · 防灾 / 防盗装置 · 安全装置
6. 请勿将本目录中的产品用于具有严格可靠性要求的设备，例如（但不限于以下设备）
  - 航天设备 · 航空设备 · 核反制设备 · 海底中继器 · 医疗设备
7. 版权 (c) 1996-2004 富士电机电子设备技术株式会社。版权所有。  
未经富士电机电子设备技术株式会社明确许可，本目录的任何部分不能以任何形式或任何方式进行复制。
8. 如果您对本目录中的内容存有疑问，请在使用该产品前咨询富士电机电子设备技术株式会社或其销售代理商。  
富士电机电子设备技术株式会社和其销售代理商对未遵守此处所做说明使用本产品而造成的任何伤害不予负责。