

# AN2011-01

MA400E12/17 与 MA401E12/17  
–用于 IHM IGBT 模块的模块适配板

IFAG IMM INP M AE

版本 2011-01-17

英飞凌科技股份有限公司出版

德国泰因 59568 英飞凌科技股份有限公司 2010

版权所有

## 免责声明

本应用文档中给出的信息仅作为关于使用英飞凌科技组件的建议，不得被视为就英飞凌科技组件的任何特定功能、条件或质量作出的任何说明或保证。本应用文档的使用者必须在实际应用中验证本文档描述的任何功能。英飞凌科技在此声明，未就本应用文档中给出的任何及所有信息作出任何性质的保证，也不承担任何性质的责任，包括但不限于没有侵犯任何第三方的知识产权的保证。

为方便客户浏览，英飞凌以下所提供的将是有关英飞凌产品及服务资料的中文翻译版本。该中文翻译版本仅供参考，并不可作为任何论点之依据。虽然我们尽力提供与英文版本含义一样清楚的中文翻译版本，但因语言翻译和转换过程中的差异，可能存在不尽相同之处。因此，我们同时提供该中文翻译版本的英文版本供您阅读，请参见【[Evaluation Adapter Board for IHM IGBT Modules](#)】。并且，我们在此提醒客户，针对同样的英飞凌产品及服务，我们提供更加丰富和详细的英文资料可供客户参考使用。请详见【[Power Modules, Discs and Systems](#)】

客户理解并且同意，英飞凌毋须为任何人士由于其在翻译原来的英文版本成为该等中文翻译版本的过程中可能存在的任何不完整或者不准确而产生的全部或者部分、任何直接或者间接损失或损害负责。英飞凌对于中文翻译版本之完整与正确性不担负任何责任。英文版本与中文翻译版本之间若有任何歧异，以英文版本为准，且仅认可英文版本为正式文件

## 信息垂询

若需获得关于技术、交付条款和价格的更多信息，敬请联系距离您最近的英飞凌办事处 ([www.infineon.com](http://www.infineon.com))

## 警告

由于技术要求，组件可能包含有害物质。若需了解相关物质的类型，请联系距离您最近的英飞凌办事处。如果可以合理地预计英飞凌的某个组件失效可能会导致生命支持设备或系统失效，或者影响该等设备或系统的安全性或有效性，那么在将这些组件用于生命支持设备或系统之前，必须获得英飞凌的明确书面同意。生命支持设备或系统意指用于植入人体内部，或者支持和/或维持、维系和/或保护人类生命的设备或系统。如果这些设备或系统失效，可以合理推定其用户或其他人的健康将受到威胁。

AN 2011-01

修订记录: 2011-01, V1.0

先前版本: 无

上一次修订的主要变动: 无

作者: Alain Sani (IFAG IMM INP M AE)

## 欢迎提出意见和建议

您是否认为本文档中的任何信息存在错误、含糊不清或遗漏？您的宝贵意见和建议将帮助我们持续不断地改进本文档的质量。请将您的意见和建议（请注明本文档的索引号），发送电子邮件至：

[\[IGBT.Application@infineon.com\]](mailto:IGBT.Application@infineon.com)

目录

1 引言 ..... 4

2 设计特点 ..... 5

2.1 主要特点 ..... 5

2.2 关键数据 ..... 5

2.3 机械尺寸和装配过程 ..... 5

2.4 引脚分配 ..... 6

3 电气特性 ..... 7

3.1 电路板实现的功能 ..... 7

3.2 门极电阻 ..... 8

3.3 门极信号放大器 ..... 8

3.4 通过监测  $V_{CE}$  值来检测短路 ..... 9

3.5 有源电压箝位 – 改进型 ..... 9

3.6 最高开关频率 ..... 10

3.8 并联工作 ..... 12

4 电路原理图和布板 ..... 13

4.1 电路原理图 ..... 13

4.2 装配图 ..... 14

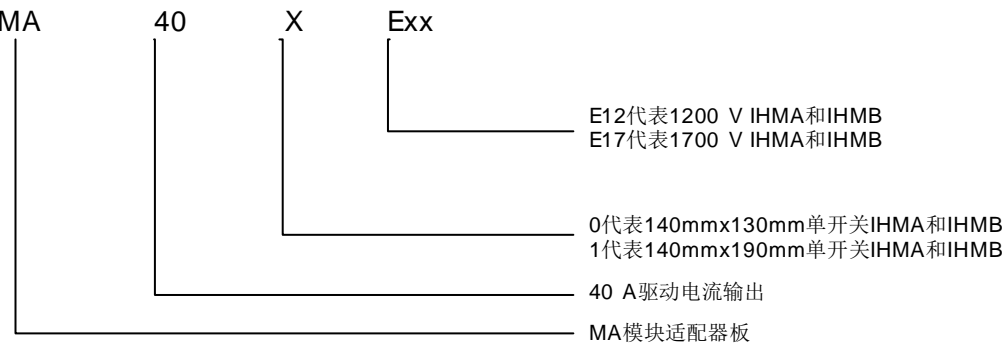
4.3 电路布板 ..... 14

4.4 材料清单 – MA400E12\_EVAL / MA401E12\_EVAL ..... 15

4.5 材料清单 – MA400E17\_EVAL / MA401E17\_EVAL ..... 16

5 如何订购评估板 ..... 17

产品型号说明



## 1 引言

MA40xE12与MA40xE17适配器评估板是针对1200V和1700V的单开关IHM模块的驱动而开发的，适配器板集成了一个有源功率放大电路和外加短路保护以保证IGBT的简单易用和优化的功能。与2ED300E17-SFO适配器评估板和2ED300C17-S 或 -ST EiceDRIVER™结合起来，就可以将该适配器评估板变成灵活的驱动套件。该灵活的适配器评估板是专门用于单模块的工作。一旦IHM模块并联工作时，需要一个2ED300E17-SFO适配器板和一个2ED300C17-S驱动器连接来实现三模块的并联，且每个模块都装配有一块MA40xE12。

小批量的评估板，可以由Infineon提供。这篇文档的数据手册部分描述了这个评估板的性能指标，而其余部分提供了一些信息，旨在使用户可以根据他们的特殊需求进行复制，修改和评估该产品的设计。

MA40xE12 的设计是按数据手册中设计目标提到的有关环境条件实施的。在选择器件时已考虑符合 RoHS 的规定。该设计已做了如本文档所提到的各种测试，但未经有关制造业以及在整个工作环境温度范围或全寿命工作下的验证。

由英飞凌提供的此电路板仅经受过功能性测试。

由于其用途，该评估板不像常规产品那样，受到退货分析、流程变更通知、产品回收等流程的制约。

详细内容请查看英飞凌的保证和责任限制的免责声明和警告。

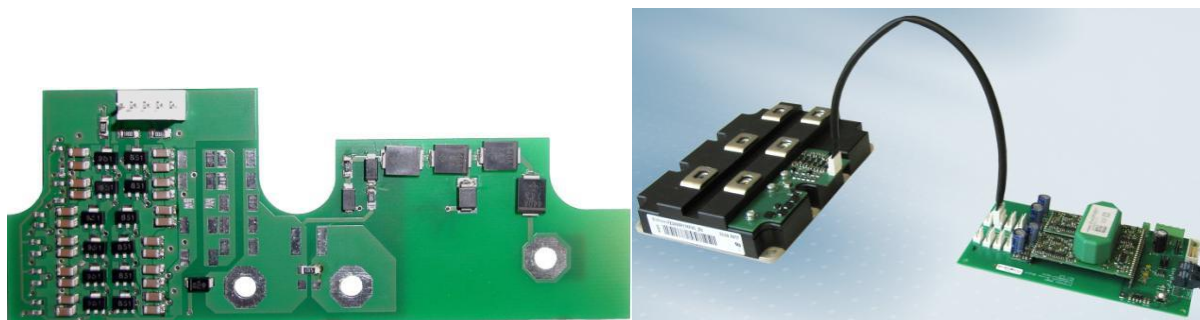


图1 a) MA400E12模块适配器板

b) 用于IHM模块的驱动套件

## 2 设计特点

评估板的电气特性和机械尺寸，包括所需的接口连接方式将在以下章节介绍。

### 2.1 主要特点

MA40xExx模块适配器板有以下特点：

- 电气特性和机械特性都适合满足 IHM 模块系列
- 设计的目标工作温度：-55°C至85°C
- 开通和关断过程可以设置不同的门极驱动电阻值
- 通过有源箝位保护了IGBT在关断期间的暂态过电压
- 采用二极管监控IGBT的欠饱和，实现短路保护
- 除了接插口外，所有器件都是采用260°C无铅焊接的表面贴装器件（SMD）。
- PCB设计满足IEC61800-5-1，污染级别2，过压种类III (爬电距离 – 11mm)的要求。

如果MA40xExx没有与2ED300E17-SFO适配器板和2ED300C17-S /-ST EiceDRIVER™一起使用，以下这些额外特性可能有用：

- 功率放大电路的输入电阻为90Ω
- 可用最高为± 20V的隔离电源供电。由于IGBT的短路性能，推荐的V<sub>GE</sub>最大值为15V
- 允许不对称的正负供电电源，例如-8V和+ 15V
- 输入的PWM电压等级应根据供电电源的电压等级进行选择，如果采用了-8V/+ 15V 供电电压，则PWM信号不能高于+ 15V且不能低于-8V

### 2.2 关键数据

下表给出的数值为典型值，是在环境温度为T<sub>A</sub> = 25°C下测量的

表 1 常规关键数据和特征值

参数	说明	数值	单位
V <sub>DC</sub>	最大直流电压	±20	V
I <sub>G</sub>	输出峰值电流	±40	A
R <sub>Gmin</sub>	V <sub>DC</sub> = ± 15V时最小门极阻值 (内部模块电阻R <sub>INT</sub> + 外部模块电阻R <sub>EXT</sub> )	0.1	Ω
P <sub>DC/DC</sub>	DC/DC变换器各通的最大输出功率 <sup>1</sup>	4	W
f <sub>s</sub>	最大PWM信号频率	60	kHz
T <sub>op</sub>	工作温度(设计目标) <sup>2</sup>	-55...+ 85	°C
T <sub>sto</sub>	储存温度 (设计目标)	-55...+ 85	°C

<sup>1</sup> 仅当MA400Exx与2ED300E17-SFO适配器板和2ED300C17-S EiceDRIVER™一起使用时

<sup>2</sup> 最高环境温度严格取决于MA40xExx负载情况

### 2.3 机械尺寸和装配过程

MA40xExx必须根据应用笔记AN2004-05<sup>3</sup>，用螺钉拧紧在IHM的辅助端上。在这种方式下，模块适配器与模块本身所需的连接应按如图2所示进行正确操作。

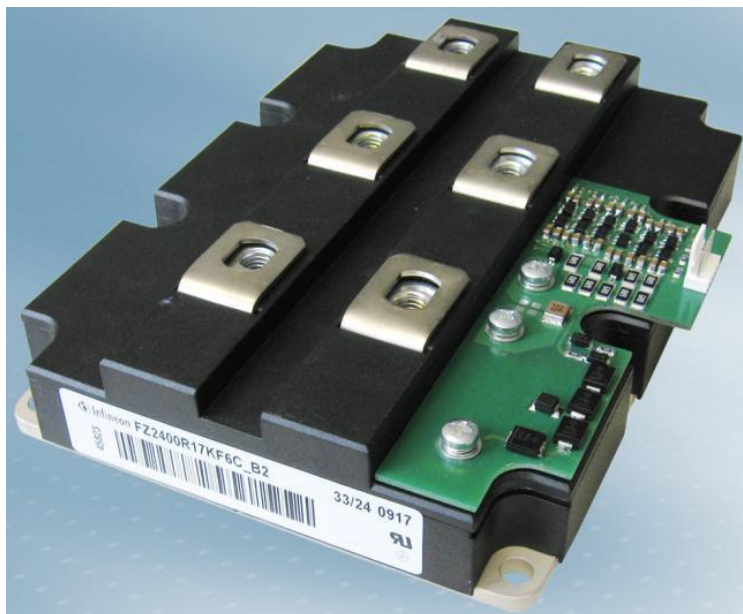


图 2 MA400E12在 IHM模块上的正确装配

为更好的系统集成所需的 PCB 外形和相关尺寸如图 3 所示。

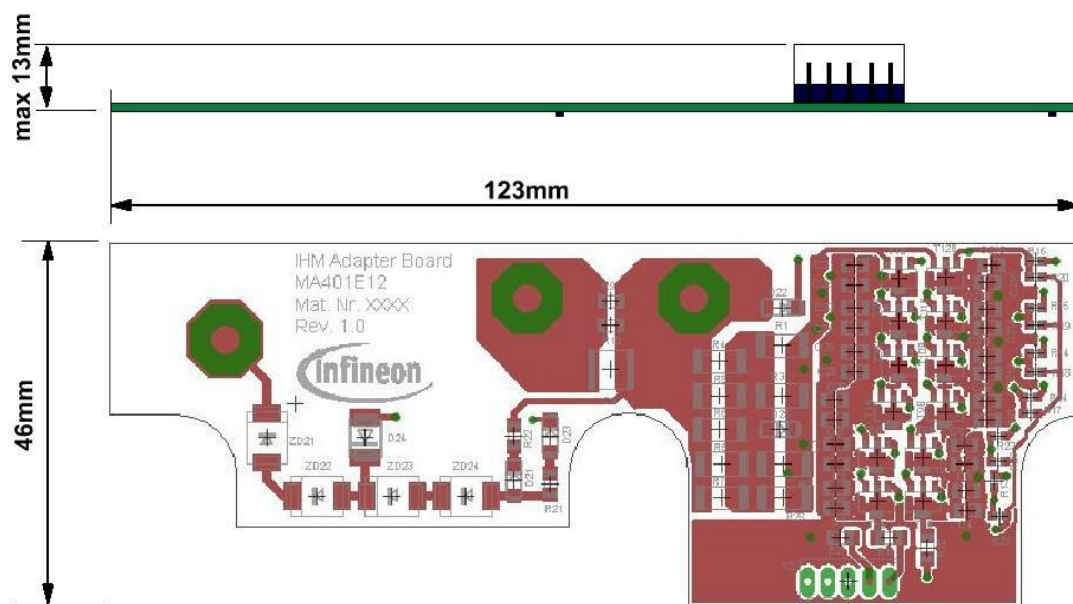


图 3 MA400E12/17 模块适配器板的尺寸

MA400Exx与MA401Exx在机械上的不同之处在于门极与发射级螺栓端子的位置，这是根据相应的IHM模块尺寸确定的。

<sup>3</sup> AN2004-05: IHM的装配过程可从英飞凌的网站上获取。

## 2.4 引脚分配

模块适配器板正确安装在IHM模块上之后，所有外部电气控制信号将通过接口X2连接，如图4所示和表2所列。

如果MA40xExx结合2ED300E17-SFO一起使用，模块驱动所需要的控制信号应该与AN2007-05.中所述的2ED300E17-SFO的输入接口相连接。在这种情况下，模块与IGBT驱动器之间不需要额外的连接。





引脚	标签	功能
X2.1	<b>VCESAT</b>	欠饱和电压监测输出
X2.2	<b>VGE</b>	门极-发射级信号源
X2.3	<b>VDC-</b>	隔离的DC/DC负供电电压
X2.4	<b>COM</b>	辅助发射级和和供电电源的地
X2.5	<b>VDC+</b>	隔离的DC/DC正供电电压

- 有可能采用不同的门极电阻开通和关断功率模块
- 拥有一个**40A**输出电流的双极性功率放大电路级

- 通过监测  $V_{CE}$  值来检测短路
- 有源箝位

图5标出了MA40xExx各功能模块及其所在的位置

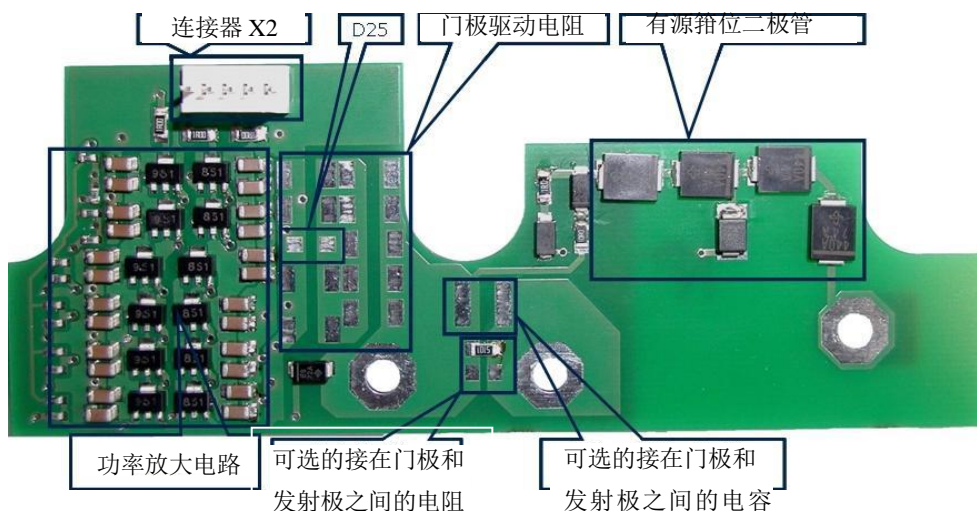


图 5 MA40xExx的功能块标示

## 3.2 门极电阻

所有的MA40xExx在装配和交付时均不焊接门极电阻，如图5所示。客户必须根据使用的IGBT模块情况选择焊接正确的门极电阻。

在开通门极电阻 $R_{Gon}$  和关断门极电阻 $R_{Goff}$ 的阻值不同时，需要焊接二极管D25，以分别调整 $R_{Gon}$  和 $R_{Goff}$ 的阻值。

## 3.3 门极信号放大器<sup>4</sup>

在IGBT开通或关断时，需要从驱动器给IGBT的门极提供或释放高峰值的门极电流。通常情况下，驱动器在驱动单模块时不存在技术上的问题。如果一个驱动器要驱动多个并联的IGBT模块，那么此时需要一个驱动放大电路来给并联的门极提供足够的驱动电流。这种开关条件可能导致门极的功率损耗集中在一个相对较小的物理区域，并有可能引起过热问题。高峰值电流要求采用一个高电流增益的驱动器。

当模块适配器含有一个专用的门极信号放大器时，就有可能克服电流放大增益的限制。原理图如图6所示，MA40xExx已经采用了一个射极跟随器或者功率放大电路。由于六个配对的双极性晶体管并联连接，根据ZXTN2010Z和ZXTP2012Z的双极性晶体管数据手册，在 $I_C = 40A$ 时电流最小增益不小于100。

<sup>4</sup> 更多信息可在EPE07论文 'Benefits of System-oriented Module Design for High Power Inverters'，或者 PELINCEC2005论文'Dynamic Voltage Rise Control – the Most Efficient Way to Control Turn-off Switching Behavior of IGBT Transistors'中查找

采用一个单独的功率放大电路优点在于可以出色地控制任何 IHM 类型模块的门极-发射极电压，并且可以使 IGBT 模块并联的计变简单。



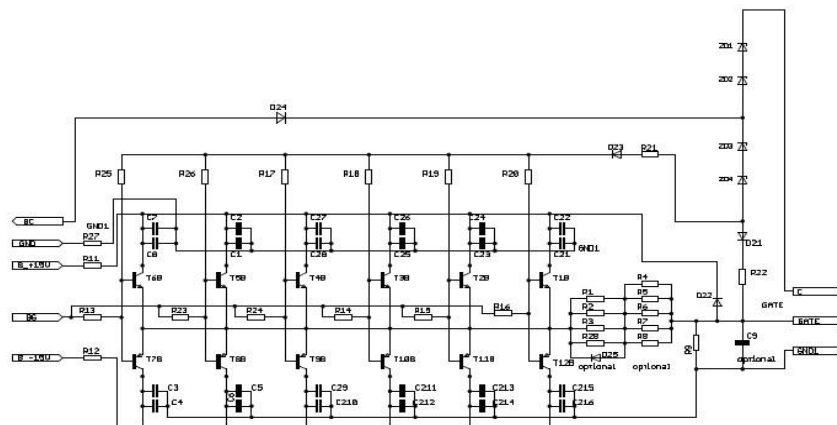


图 6 MA40xExx 的功率放大电路

### 3.4 通过监测 $V_{CE}$ 值来检测短路

如果 IGBT 流过的电流高于几倍额定值的电流，晶体管会欠饱且器件两端的电压会升高。利用该现象可实现短路检测来关断 IGBT。英飞凌大功率 IGBT 模块能承受  $10\mu s$  的短路电流，在这段时间内，需要检测到短路电流且在不超过最大阻断电压情况下将 IGBT 关断。

当 MA40xExx 连接到 2ED300E17-SFO 一起使用时，需要正确选择用于定义软关断功能的  $R_{SSD}$  电阻值，以保证正确的短路保护，具体过程已在 AN2007-05 的 3.5 章节中介绍，图 7a 显示了 FZ1600R17HP4\_B2 IHMB 模块的短路特性，该模块的短路保护功能已在 2ED300E17-SFO 上关闭了。在这次短路特性测试中，为了保护器件免受损坏，用于开通的门极脉冲持续时间为  $10\mu s$ 。在关断时，较高的  $di/dt$  会产生一个大的过电压尖峰，这个过电压尖峰采用有源箝位电路进行了限制。图 7b 显示了通过合理的选择  $R_{SSD}$  电阻值把短路电流时间限制短于  $10\mu s$  时实现的软关断过程，并减小了关断时的集电极电流的变化率。

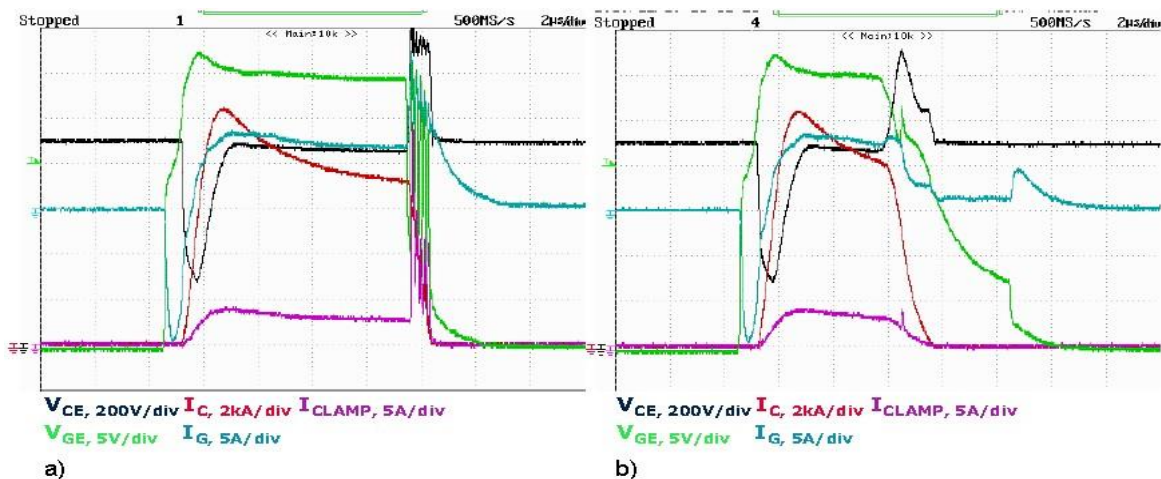


图 7 综合采用 2ED300E17-SFO 和短路保护 MA400E17 的 FZ1600R17HP4\_B2 IHMB 模块的开关特性  
图 7a 为 MA400E17 的短路保护关闭，图 7b 为 MA400E17 短路保护使能。

### 3.5 有源电压箝位 - 改进型

有源箝位是一种当 IGBT 关断时，抑制关断瞬态过电压低于临界极限值的技术。有源箝位的标准用法是用一串雪崩击穿二极管连接于 IGBT 模块的辅助集电极与门极之间。当集电极与发射极之间的电压超过二极管击

穿电压时，二极管电流与驱动器输出的电流叠加在一起。此时由于IGBT门极-发射极电压升高，晶体管保持在有源工作区且关断过程延长。 $di/dt$ 变化率减缓限制了电压过冲。在二极管箝位工作限制过压的这一段时间内雪崩击穿二极管流过高峰值的电流。

MA40xExx内的过电压保护是根据上述的二极管有源箝位技术改进得到的。箝位二极管与IGBT的门极直接相连，也与MA40xExx上的运算放大器输入端相连。因此，用于门极再充电的大部分电流是由门极驱动器的供电电源提供，而不是通过箝位二极管。由于箝位二极管只流过小电流，因此箝位电压大小的一致性更好，此外，还可以使箝位电路的设计独立不受限于所选的外部门极电阻。

图8展示了FZ1600R17HP4 IGBT在900V DC电压下的开关特性。在连续关断期间，对功率放大电路注入的门极电流 $I_G$ ，流过有源箝位二极管的电流 $I_{CLAMP}$ ，门极电压 $V_{GE}$ ，IGBT集射级电压 $V_{CE}$ 和IGBT电流 $I_C$ 进行了测试。在图8a的额定电流下，IGBT的集射级电压大小不会超过雪崩击穿二极管的击穿电压。流过二极管的电流基本接近于零，提高IGBT流过的电流等级，IGBT关断时导致电压过冲超过雪崩击穿二极管的击穿电压。此时箝位二极管流过高峰值的电流，如标注出的区域A所示。这个电流激活驱动电路中的功率放大电路对门极进行充电，使门极电压再次达到开通值。随着集电极电流减小IGBT维持工作在线性工作区。结果是，器件两端的电压减小。一旦过电压减小到期望的值，箝位二极管恢复到阻断状态，并关断门极。IGBT的关断过程按所要求的情况继续进行。

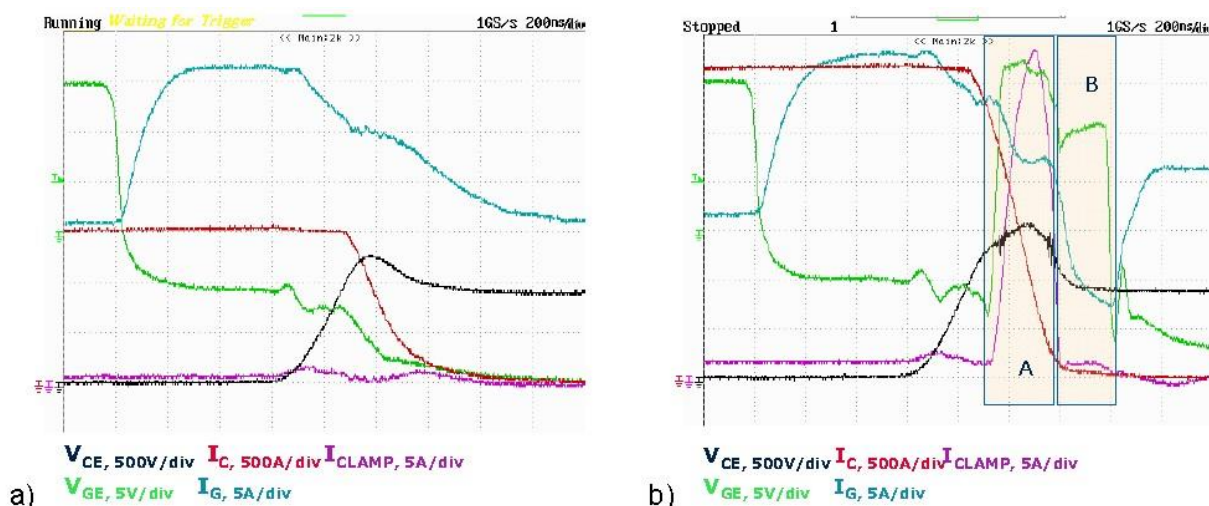


图 8 FZ1600R17HP4\_B2 IHM 采用改进型有源箝位的开关特性: a)  $V_{DC}=900V$ ,  $I_C=1600A$ , b)  $V_{DC}=900V$ ,  $I_C=3200A$ ,  $R_{Goff}=0.47\Omega$  and  $T_J=25^\circ C$

## 3.6 最高开关频率

驱动器的最大功率，或者外部门极电阻上的功耗导致的PCB最高温度，都限制了IGBT的开关频率。门极电阻上的功耗取决于IGBT的门极电荷、门极电压和IGBT的开关频率。由于外部门极电阻的功耗产生的热量，将导致这些电阻附近的PCB温度升高。温度升高不允许超过使用时PCB允许的工作温度，例如，FR4标准的材料为 $105^\circ C$ 。

门级电阻上的功耗可利用公式1进行计算

$$P_{dis} = P(R_{EXT}) + P(R_{INT}) + \Delta V_{out} \cdot f_s \cdot Q_G$$

参数的定义:

$P_{dis}$  损耗的功率 [W],

$\Delta V_{out}$  驱动输出的电压阶跃 [V]

$f_s$  开关频率 [Hz],

$Q_G$  由数据手册提供的给定门极电压范围下的 IGBT 门极电荷,

完整的门极电阻包括内部门极电阻 $R_{GINT}$ 和装配在MA40xE12/E17上的外部门极电阻 $R_{GEXT}$ 。在这种情况下,一部分相关的功耗会通过DCB直接散热到模块的基板上,而另一部分功耗将散热到外部的周围空气中或者PCB内,内部损耗功率与外部损耗功率的比例与上述电阻 $R_{GINT}$  and  $R_{GEXT}$ 直接对应。图9所示的测量结果说明了外部门极电阻温度是该电阻上产生损耗的函数。可以从图表中得出,在 $R_{GEXT}$ 上的损耗为1.1W的情况下,周围环境温度为25°C以及基板温度为125°C时,PCB的最高温度达到了105°C。在这种情况下,开关频率的限制因素不是每个通道可输出4W功率的DC/DC变换器。器件工作的限制因素是PCB的最高温度。为了可以工作在更高的开关频率,只能利用耐温更高的PCB,或者改进更容易把热量散热到环境中的电阻。

电路板的温度 vs. 外部门极电阻损耗在  $T_C = 125^\circ\text{C}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$  时

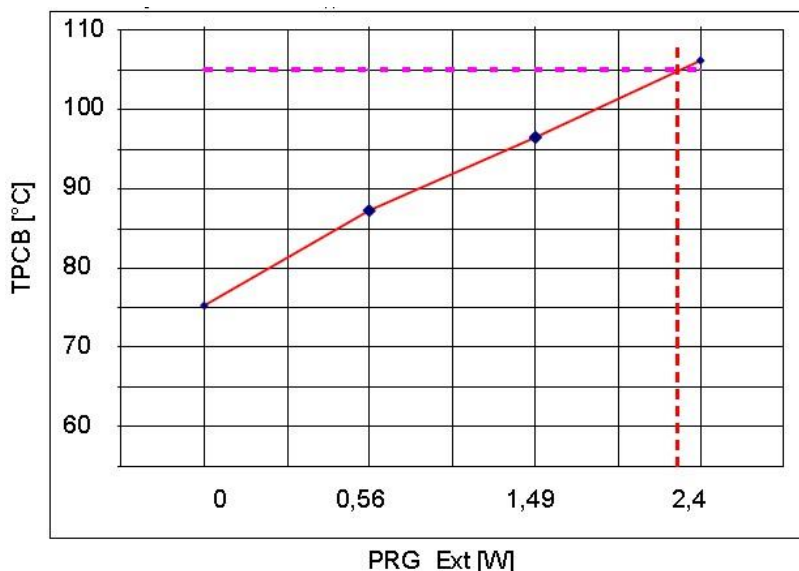


图 9 MA400E12/17 PCB 温度 vs. 门极电阻损耗

当基板和周围环境温度不同于上面所示的例子时,为了计算所允许的功耗 $P(R_{EXT})$ ,可利用公式(2):

$$\frac{P(R_{EXT})}{W} = \frac{(105^\circ\text{C} - T_C / ^\circ\text{C})}{71} + \frac{(105^\circ\text{C} - T_A / ^\circ\text{C})}{58} \quad (2)$$

最后，当 MA400Exx 和 2ED300E17-SFO 一起使用时，对于给定的  $T_{baseplate}$  和  $T_{ambient}$ ，由公式 (3) 可求得 IGBT 的最高允许开关频率为：

$$\frac{f_s}{Hz} = \frac{\frac{P(R_{EXT})}{W} \cdot \left( \frac{R_{INT}}{\Omega} + \frac{R_{EXT}}{\Omega} \right)}{30 \cdot k \cdot \frac{R_{EXT}}{\Omega} \cdot \frac{Q_g}{\mu C}} \quad (3)$$

系数  $k=1.2$  代表了一组参数允许的偏差，是基于测量和经验得到的。

## 3.8 并联工作

灵活方便的 Starter 组件包括一个 2ED300E17-SFO，一个 2ED300E17-S/-ST 驱动板，和可用于驱动单个 IHM 模块或者高达三个并联的 IHM 模块的 MA40xExx 模块适配器板，如图 10 所示。在这种情况下，每个 IHM 模块都配有专用的、与 2ED300E17-SFO 相连接的 MA40xExx 电路板。必须注意到，在任何一种情况下，都应该根据 AN2007-05 的 3.5 章节进行选取  $R_{SSD}$  值。

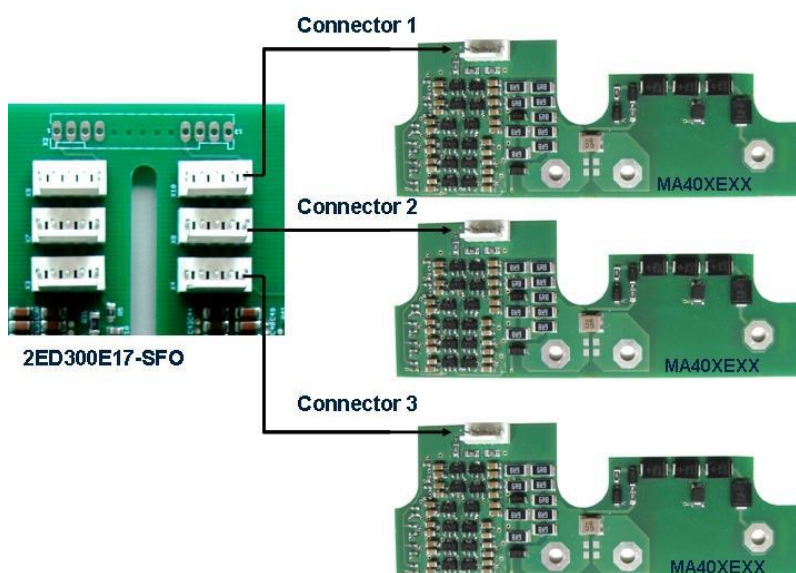


图10 用于带三个IHM模块并联工作的三个MA40xExx与一个2ED300E17-SFO的之间连接

## 4 电路原理图和布板

为了满足客户要求，把评估板作为进一步开发和修改应用的基础，本章节给出所有必需的技术性资料，包括电路原理图，PCB 布板和器件清单等。

### 4.1 电路原理图

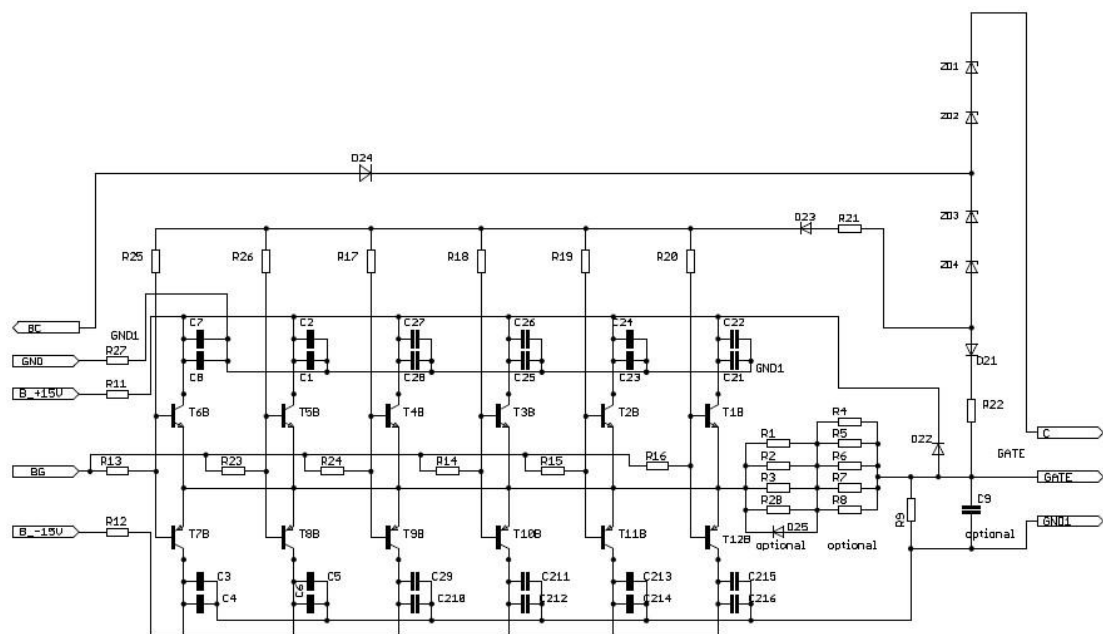


图 11 MA40xExx -功率放大电路级

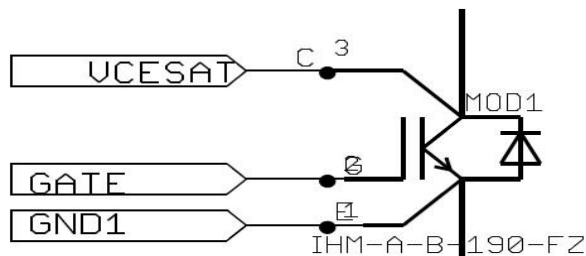


图 12 MA40xExx - IGBT的连接

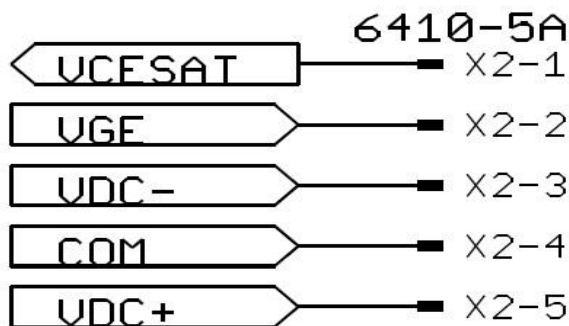


图 13 MA40xExx - 接口



4.2 装配图

MA400E12或E17 与 MA401E12 或 E17的基本电路和布板相似。为把适配器电路板调整到合适的电压等级，必须根据表3选择箝位二极管。图14给出了MA400E12适配器板的装配概况。

表 3 MA400Exx电路板上源箝位二极管的配置

电路板型号	配置的二极管	所配置二极管的型号
MA40xE12_EVAL	ZD1, ZD2, ZD3, ZD4	SMJC188A
MAx0xE17_EVAL	ZD1, ZD2, ZD3	1.5SMC440A
	ZD4	由短线或者跳接线跳接

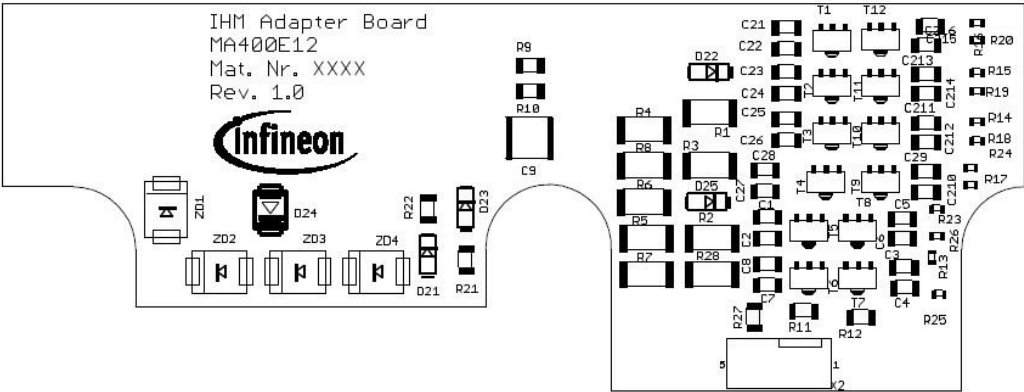


图 14 The MA400E12 – 装配图

4.3 电路布板

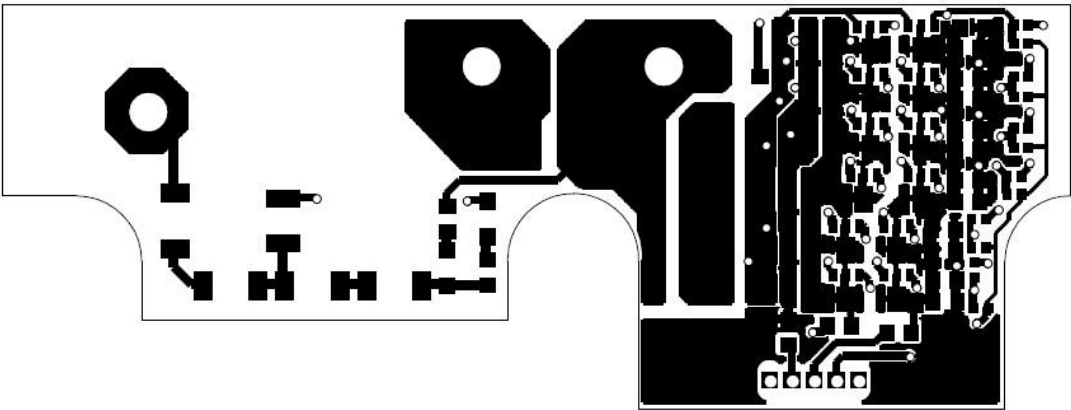


图 15 MA400E12 – 顶层布板



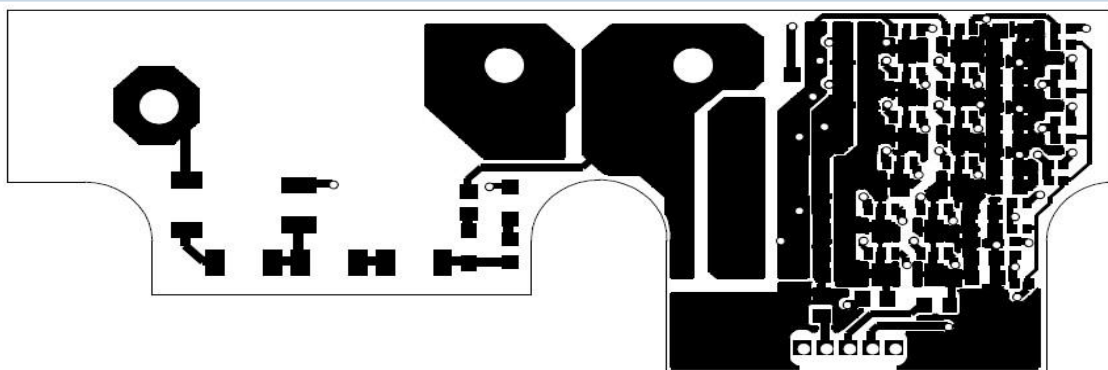


图 16 MA400E12 – 底层布板

## 4.4 材料清单 – MA400E12\_EVAL / MA401E12\_EVAL

该材料清单包含器件列表和装配的清单。

电阻值的精度应该小于等于 $\pm 1\%$ ，COG贴片电容值精度应该小于等于 $\pm 5\%$ ，X7R贴片电容值精度应该小于等于 $\pm 10\%$ 。

表 4 MA400E12 适配器板的材料清单

类型	数值 / 型号	封装尺寸	数量	标号	推荐生产商	电路板是否需要焊接装配
电阻	见章节 3.2*	2512	9	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R28	特殊脉冲电阻	否
电阻	10k	1206	1	R9	普通	是
电阻	1R	1206	4	R11, R12, R22, R27	特殊脉冲电阻	是
电阻	10R	1206	1	R21	普通	是
电阻	10R	0603	6	R17, R18, R19, R20, R25, R26	普通	是
电阻	27R	0603	6	R13, R14, R15, R16, R23, R24	普通	是
电容	可变	0805	2	C17, C217	普通	否
电容	可变	C2220	1	C9	可选	否
电容	4 $\mu$ 7/25V/X7R	1206	24	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C210, C211, C212, C213, C214, C215, C216	Murata	是
半导体	ZXTN2010Z	SOT89	6	T1, T2, T3, T4, T5, T6	Diodes	是
半导体	ZXTP2012Z	SOT89	6	T7, T8, T9, T10, T11, T12	Diodes	是
半导体	ES1B (见章节 3.2)	DO214AC	4	D5, D6, D25, D26	Vishay	否
半导体	ES1B	DO214AC	4	D21, D22, D23, D25	Vishay	是
半导体	STTH112U	SMB	1	D24	STM	是
半导体	SMCJ188A	SMC	4	ZD1, ZD2, ZD3, ZD4	Vishay	是
连接器	6410-5A		1	X2	Molex (22-27-2051)	是

\* 脉冲功率额定类型

## 4.5 材料清单 – MA400E17\_EVAL / MA401E17\_EVAL

该材料清单包含器件列表和装配清单。

电阻值的精度应该小于等于 $\pm 1\%$ ，COG贴片电容值精度应该小于等于 $\pm 5\%$ ，X7R贴片电容值精度应该小于等于 $\pm 10\%$ 。

表 5 MA400E17 适配器板的材料清单

类型	数值 / 型号	封装尺寸	数量	标号	推荐生产商	是否装配
电阻	见章节 3.2*	2512	9	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R28	特殊脉冲电阻	否
电阻	10k	1206	1	R9	没有指定	是
电阻	1R	1206	4	R11, R12, R22, R27	特殊脉冲电阻	是
电阻	10R	1206	1	R21	没有指定	是
电阻	10R	0603	6	R17, R18, R19, R20, R25, R26	没有指定	是
电阻	27R	0603	6	R13, R14, R15, R16, R23, R24	没有指定	是
电容	可变	0805	2	C17, C217	没有指定	否
电容	可变	C2220	1	C9	可选	否
电容	4 $\mu$ 7/25V/X7R	1206	24	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C210, C211, C212, C213, C214, C215, C216	Murata	是
半导体	ZXTN2010Z	SOT89	6	T1, T2, T3, T4, T5, T6	Diodes	是
半导体	ZXTP2012Z	SOT89	6	T7, T8, T9, T10, T11, T12	Diodes	是
半导体	ES1B (见章节3.2)	DO214AC	4	D5, D6, D25, D26	Vishay	否
半导体	ES1B	DO214AC	4	D21, D22, D23, D25	Vishay	是
半导体	STTH112U	SMB	1	D24	STM	是
半导体	1.5SMC440A	SMC	3	ZD1, ZD2, ZD3	Vishay	是
半导体		SMC	1	ZD4 (Shorted by 0R)	Vishay	否
连接器	6410-5A		1	X2	Molex (22-27-2051)	是

\* 脉冲功率额定类型

## 5 如何订购评估板

每一套驱动电路评估板都有自己的IFX订购编号，可通过您的英飞凌销售合作伙伴订购。

在英飞凌网页[www.infineon.com](http://www.infineon.com) 上可以找到有关信息。

根据您的要求，电路板的CAD数据也可为您提供。使用这些数据将受本应用手册中的免责声明保护。

请您联系: [IGBT.Application@infineon.com](mailto:IGBT.Application@infineon.com)

MA400E12的IFX订购编号: 35712

MA400E17的IFX订购编号: 35713

MA401E12的IFX订购编号: 35714

MA401E17的IFX订购编号: 35715

2ED300E17-SFO的IFX订购编号: 30272

2ED300C17-S的IFX订购编号: 29831

2ED300C17-ST的IFX订购编号: 29832