Application Note AN 2010-03
V1.0, May 2010

AN2010-03

7ED020E12-FI-U1 – 采用 2ED020I12-FI 驱动芯片的 SmartPIM1 模块评估板

IFAG IMM INP M AE

版本 2010-05-07
英飞凌科技股份公司出版
德国泰因 59568 英飞凌科技股份公司 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【7ED020E12-FI-U1 Evaluation Board for SmartPIM1 Modules with 2ED020I12-FI driver ICs】。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**）

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。

AN2010-03
修订记录：V1.0 日期（2010-08-13）
先前版本：无
页码：科目（上一次修订的主要变动）
第一版

作者：Alain Siani(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：info.power@infineon.com

目录

1 引言 4

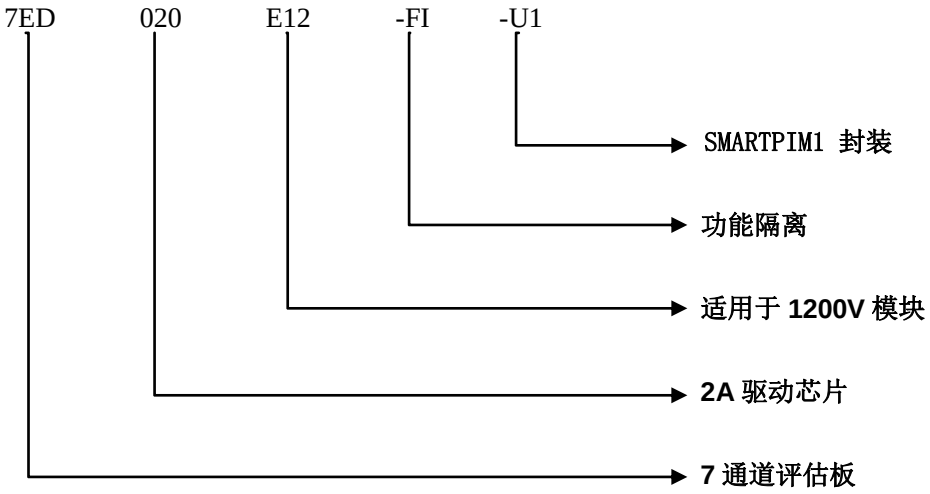
2 设计特点 5
2.1 主要特点 5
2.2 引脚分配 5
2.3 机械尺寸 6
2.4 SmartPIM1 模块的装配 6

3 应用笔记 7
3.1 开关特性 8
3.2 过流和短路保护 9
3.3 制动斩波 10
3.4 过温保护 10
3.5 /故障输出 10
3.6 电流有效值和直流环节电压限制 10
3.7 电路板启动时的浪涌电流指示 10
3.8 冷却条件 10

4 电路原理图, 布板和材料清单 11
4.1 电路原理图 11
4.2 布板 14
4.3 材料清单 16

5 如何订购评估板 17

产品编号说明



警告



上述电路板仅专用于实验室环境。其工作于高压条件下，高压侧与板上的任何部分之间均没有电气隔离，该电路板应由熟悉所有安规的的经过认证的、专业的人员操作。

1 引言

开发如图1所示的用于SmartPIM1 模块的驱动评估板7ED020E12-FI-W2目的是为了支持客户在采用该模块时的初步应用设计。飞凌公司可提供少量的该驱动电路板。在本文档数据手册章节中给出了驱动板器件的特性，而其它部分章节提供的信息是为了客户能够根据他们各自的需求复制、修改以及可用于生产的设计。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。

7ED020E12-FI-W2 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。

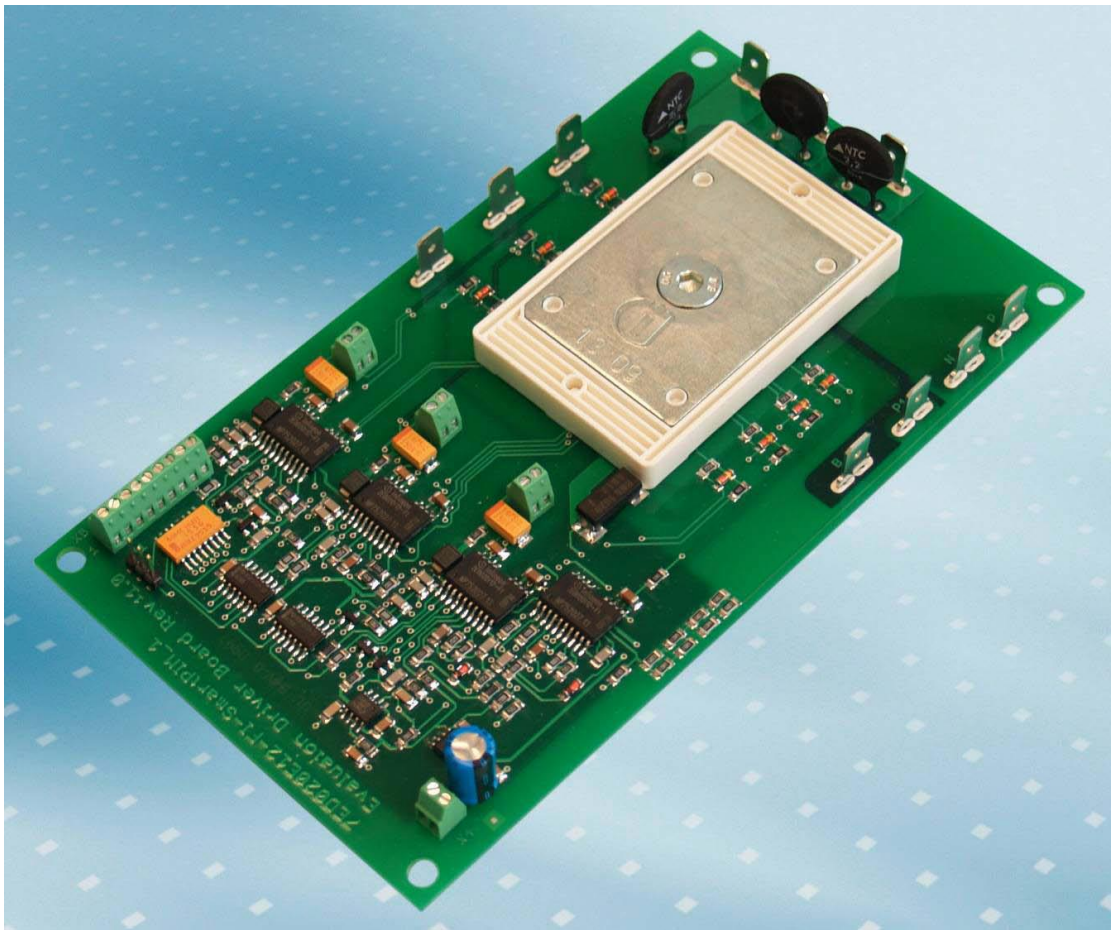


图 1 用于 SmartPIM1 模块的 2ED020I12-FI-U1 驱动评估板

2 设计特点

以下部分提供该驱动电路板的概况，包括主要特点、关键数据、引脚分配和机械尺寸。

2.1 主要特点

驱动评估板 7ED020E12-FI-U1 包含四个英飞凌（Infineon）无芯变压器集成电路 2ED020I12-FI 和一个英飞凌的 SmartPIM1 模块，SmartPIM1 模块包含一个 B6 二极管整流桥，一个制动斩波器和六个逆变器的 IGBT。图 2 展示了评估板的功能组。

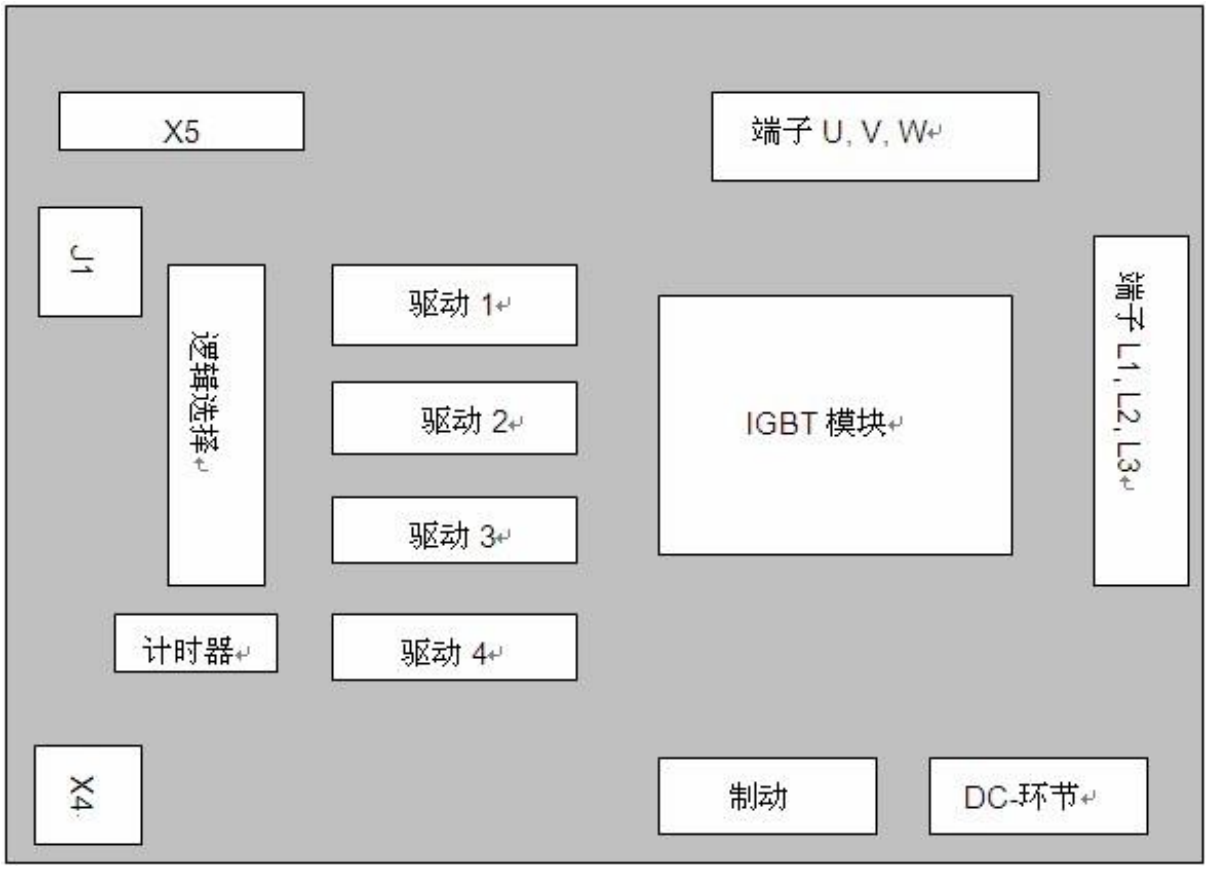


图 2 评估板 7ED020E12-FI-U1 的功能组

该评估板具有以下特点：

- 整流桥、制动斩波器和逆变器集成在一个 SmartPIM1 模块中；
- 高端与低端之间是通过无芯变压器技术实现功能性隔离；
- 短路和过流保护
- 过温保护
- 过压保护

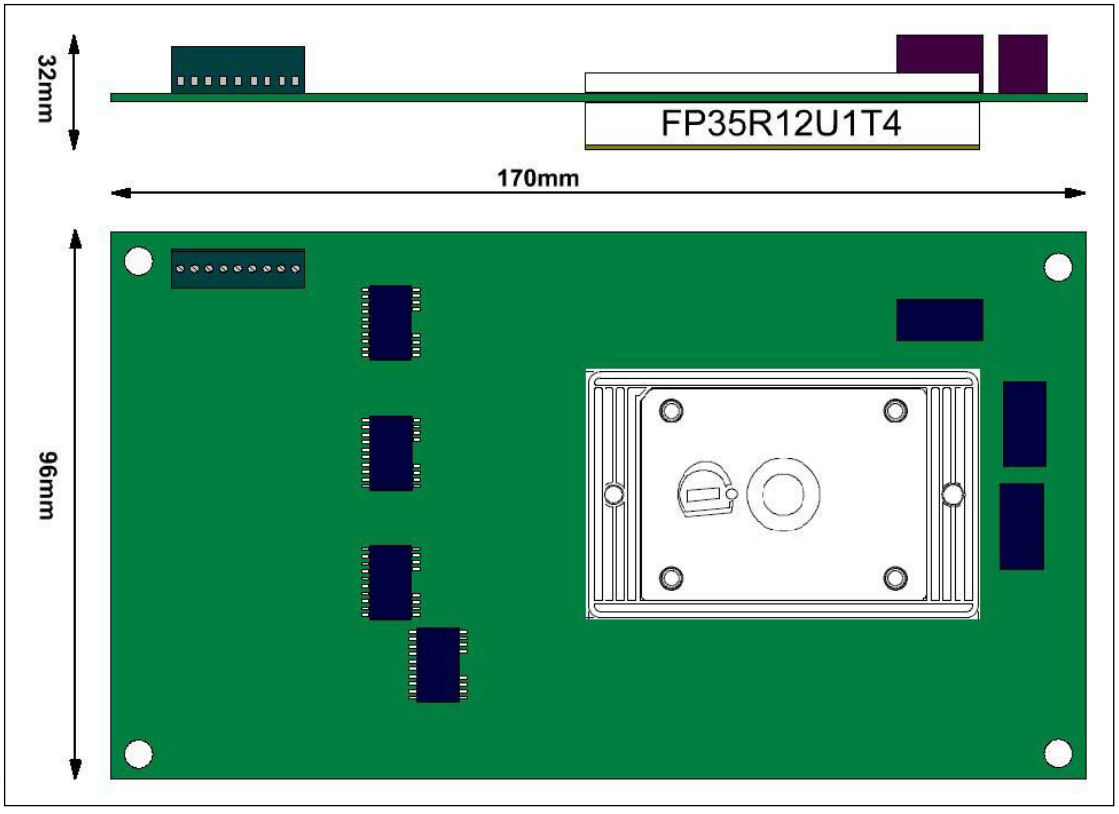
2.2 引脚分配

所有的 PWM 信号引脚和供电电压引脚都是采用 X4 和 X5 插座，引脚分配由下表给出：

表 1　X4 和 X5 插座的引脚分配

引脚名称	引脚功能
X5-1	PWM_TOP_U
X5-2	PWM_BOT_U
X5-3	PWM_TOP_V
X5-4	PWM_BOT_V
X5-5	PWM_TOP_W
X5-6	PWM_BOT_W
X5-7	Enable
X5-8	/Fault output
X5-9	GND
X4-1	Power supply 15V
X4-2	GND

2.3　机械尺寸



图

2.4　SmartPIM1 模块的装配

SmartPIM1 的独特之处在于结合了压装和单步装配散热片，如 AN2009-09 中所介绍。

3 应用笔记

该评估板由一个在 X4 插座上的外部+ 15V 单电源供电，再用一个线性稳压器（IC8）把+ 15V 电压转换得到的 5V 电压用作逻辑选择器（IC5、IC6）、定时器（IC8）和比较器（IC1~ IC4）的供电。默认情况下，采用升压自举电路为高压侧的 IGBT 驱动电路供电。X1、X2 和 X3 插座提供了三个可供选择的外部电源为高压侧的 IGBT 驱动电路供电，以升压自举电路。

下表给出低/高电平有效配置的真值表

表 2 低/高电平有效设置

μ控制器	J1	X5-7 (使能)	输出低、输出高
X5-1…X5-6= 0	1-2引脚跳线 (低有效)	0	1
X5-1…X5-6= 0	1-2引脚跳线 (低有效)	1	0
X5-1…X5-6= 0	2-3引脚跳线(高有效)	0	0
X5-1…X5-6= 0	2-3引脚跳线 (高有效)	1	0
X5-1…X5-6= 1	1-2引脚跳线 (低有效)	0	0
X5-1…X5-6= 1	1-2引脚跳线 (低有效)	1	0
X5-1…X5-6= 1	2-3引脚跳线 (高有效)	0	0
X5-1…X5-6= 1	2-3引脚跳线 (高有效)	1	1

此外，采用电子电路实时检测短路、过流和过温现象。一旦出现故障，定时器输入将从高电平触发为低电平，并将定时器输出置为高电平，此高电平信号使Q1、Q2导通，Q1将故障信号送至X5-8引脚，Q2通过/SD输入引脚侧关断所有驱动电路，定时器输出引脚经过一个定义的延迟时间t = R17 • C32 • 0.69以及当电压低于VCC的电压的1/3时，复位为低电平。如果输入的触发脉冲仍然保持低电平信号，则定时器将等待，直到触发输入脉冲变为高电平信号。

3.1 开关特性

采用FP35R12U1T4模块的开关特性是通过双脉冲测试得到，下列波形图给出了在标称电流为35A的情况下的开关特性，测试条件分别为25° C,125° C和150° C，600V直流母线电压和6Ω门极电阻。

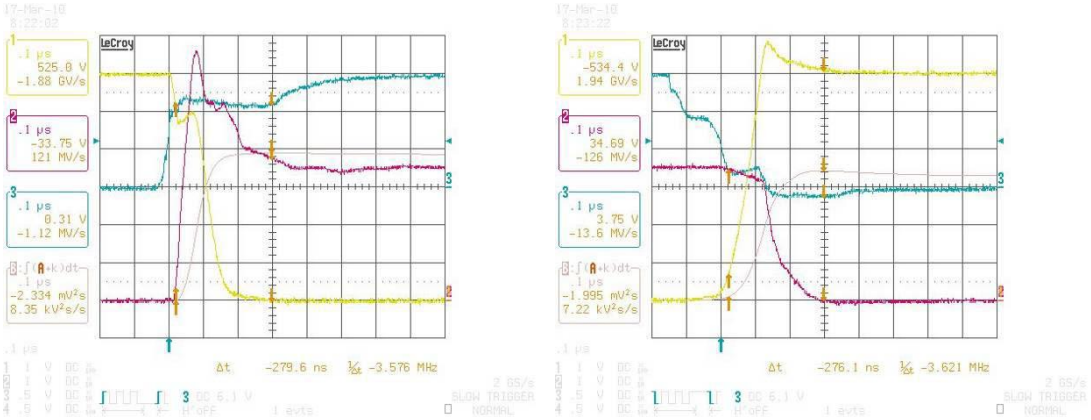


图 4 25°C 条件下 FP35R12U1T4 的开通 (左图) 和关断(右图)特性波形图

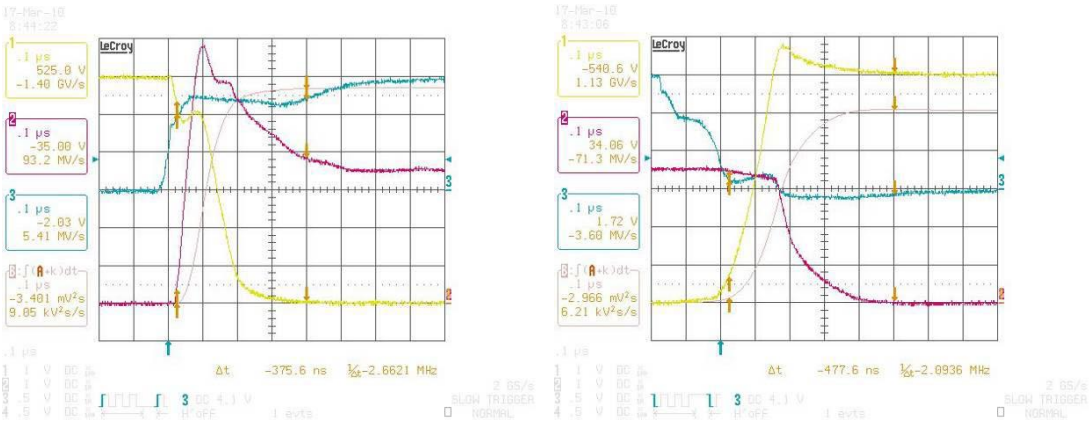


图 5 125°C 条件下 FP35R12U1T4 的开通 (左图) 和关断(右图)特性波形图

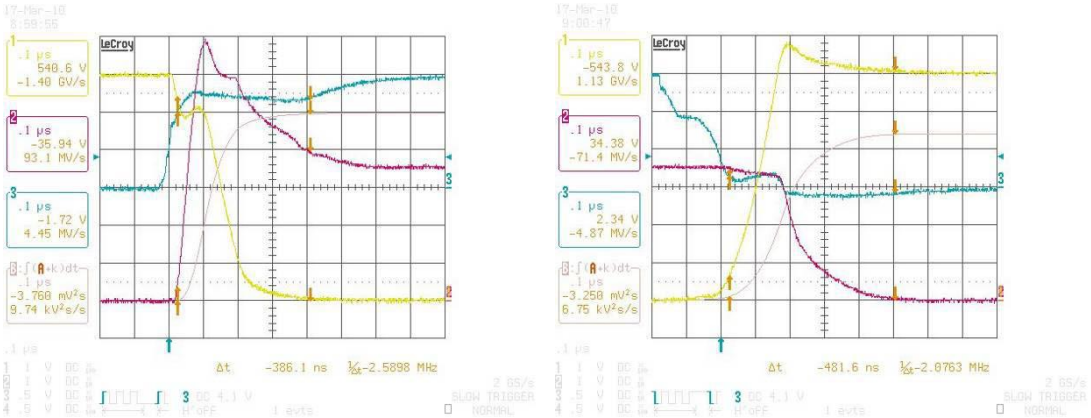


图 6 150°C 条件下 FP35R12U1T4 的开通 (左图) 和关断(右图)特性波形图

在 25° C, 125° C and 150° C 条件下的开关损耗 Eon 和 Eoff 可由这些波形图计算得到。

表 3　FP35R12U1T4 的开关能量

温度	Eon 数据手册 @ Ls = 35nH	Eon @ Ls = 83nH	Eoff 数据手册 @ Ls = 35nH	Eoff @ Ls = 83nH
@25°C	1.9mJ	2.5mJ	2mJ	2mJ
@125°C	2.9mJ	3.5mJ	2.9mJ	2.96mJ
@150°C	3.15mJ	3.9mJ	3.2mJ	3.25mJ

开关损耗可与数据手册中给出的值进行比较

此外，从图中可看到在开通瞬间的没有寄生开关现象。

3.2　过流和短路保护

并联分流电阻上的电压经过RC（R19、C12）滤波后送入运放OP3[1]、OP4。OP3设计为同相放大器，OP4设计为反相放大器，二极管D12和D13用于检测双运放输出的最高电压，因此过流保护也同样为直流环节的正向和反向电流提供保护。CP3将比较放大器OP3输出的电压与参考电压进行比较来实现过流检测，而CP4则检测短路电流。CP3和CP4最基本的区别在于比较的参考电压和输入端RC滤波器的时间常数。一旦检测到的过流或短路电流超过阈值，则相应的比较器输出变为低电平并触发定时器的输入端（IC8，引脚2）。下面做了一个典型的短路测试。

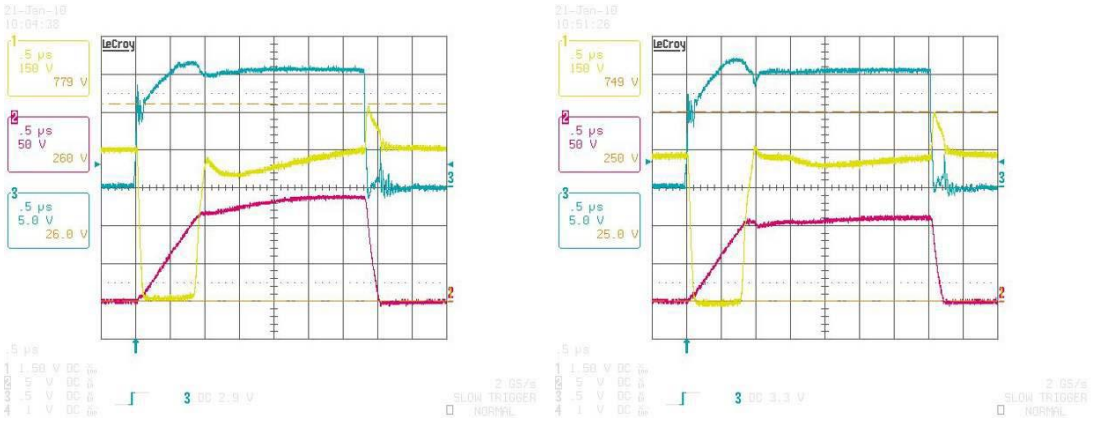


图 7　25°C (左图) 和 125°C (右图)条件下的短路测试

为了改变过流检测的阈值，必须对CP3的参考电压进行调整，例如增大（减小）R27将会增大（减小）阈值。为改变时间阈值，必须对RC电路的R25和C33进行调整，例如增大（减小）R25将增大（减小）时间值。为了改变短路电流检测的阈值，必须对CP4的参考电压进行调整，例如增大（减小）R29将会增大（减小）阈值。为改变时间阈值，必须对RC电路的R26和C34进行调整，例如增大（减小）R26将增大（减小）时间值。

[1]注：OP3意思是指集成在IC3里运算放大器。其它的CPS和OPS也采用同样方式命名。

3.3 制动斩波

直流环节母线电压通过电阻R36~ R44等比例减小到一个低电压，得到的电压通过CP2与一个参考电压进行比较。一旦直流环节的母线电压高于阈值，则CP4的输出将驱动IC4的低端驱动电路，使其开通制动斩波器的门极。CP2由R47定义为一个滞环比较器。为了改变斩波制动器直流环节母线电压检测的阈值，必须对CP2的参考电压进行调整，例如增大（减小）R46将会增大（减小）阈值。滞环比较器的最高和最低阈值由R47决定。

3.4 过温保护

通过模块里的内置负温度系数热敏电阻NTC监测底部铜板平面的温度，而且一旦发生过温现象，驱动器将被关闭。负温度系数热敏电阻NTC连同R31构成一个分压器，分压器输出的电压将送给CP1并与一个基准电压进行比较，该基准电压由一个包含R32和R33的分压器确定。一旦发生过温现象，则CP1的输出将转换为低电平并触发定时器从而关闭驱动电路。

注意：不能通过检测温度来检测短路或短时过载，但是可以用于长期过载条件下以及冷却系统失效时保护模块。

3.5 /故障输出

一旦发生短路、过流或过温现象，则X5-8的/fault引脚将转换为低电平，从而向单片机报告一个错误信息，经过一个已定义的延迟时间t= R17* C32之后，如果故障条件已经不存在，则驱动器将会重新开启。因此一旦发生故障，单片机收到错误信号并且通过程序执行相应的保护措施将是十分重要的。

3.6 电流有效值和直流环节电压限制

电路板上的电流有效值限制为10A

直流环节电压的最高值限制为800V，通过与一个制动电阻连接，制动斩波器将通过3.3节所述的设定值对直流环节电压进行限制。

3.7 电路板启动时的浪涌电流指示

电路板上带有内置的热敏电阻来防止电路板插电时整流二极管因浪涌电流而损坏。在电路板的插头接入电源时，此时由于热敏电阻仍处于冷态，则输入电流将被限制。过一段时间后，热敏电阻将会发热，阻值将减小，从而给电路板提供一个低阻抗的电源。



注意：经过一段时间的工作之后，热敏电阻将会发热且阻值较低。如果将电路板与电源断开并立即再次连接，将会由于较大的浪涌电流而损坏整流二极管。

3.8 冷却条件

该电路板未提供散热片，但是电路板本身工作时需要散热片，为了确定散热片的尺寸，建议您参考英飞凌的IPOSIM软件。

4 电路原理图，布板和材料清单

以下章节将提供7ED020E12-FI-W2的电路原理图、布板和材料清单的资料。

4.1 电路原理图

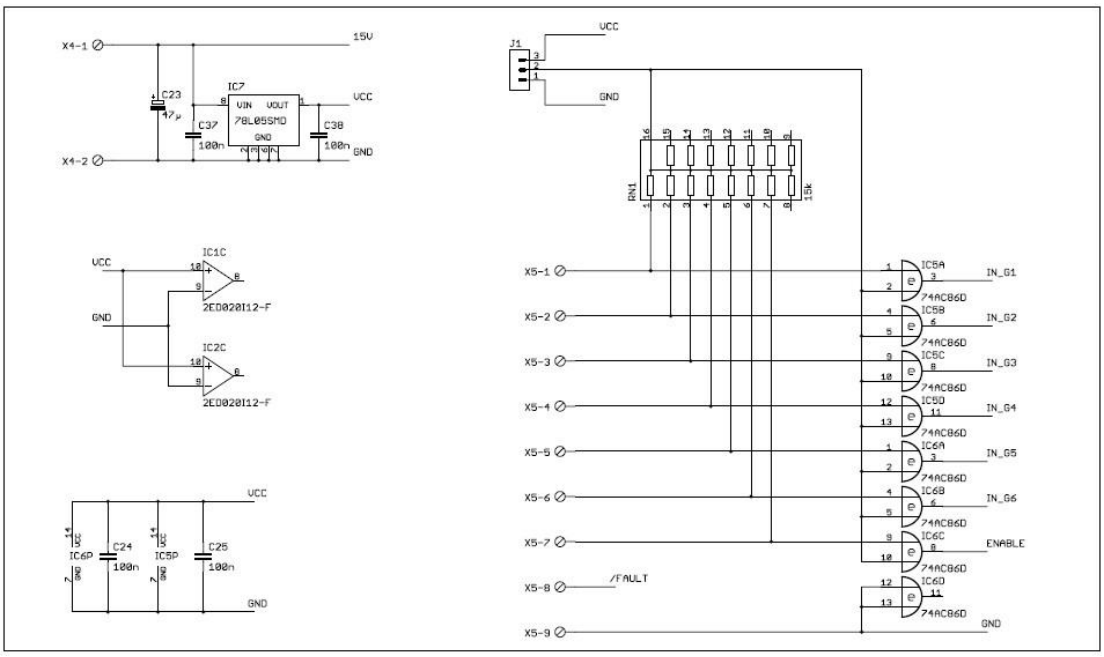


图 8 输入级

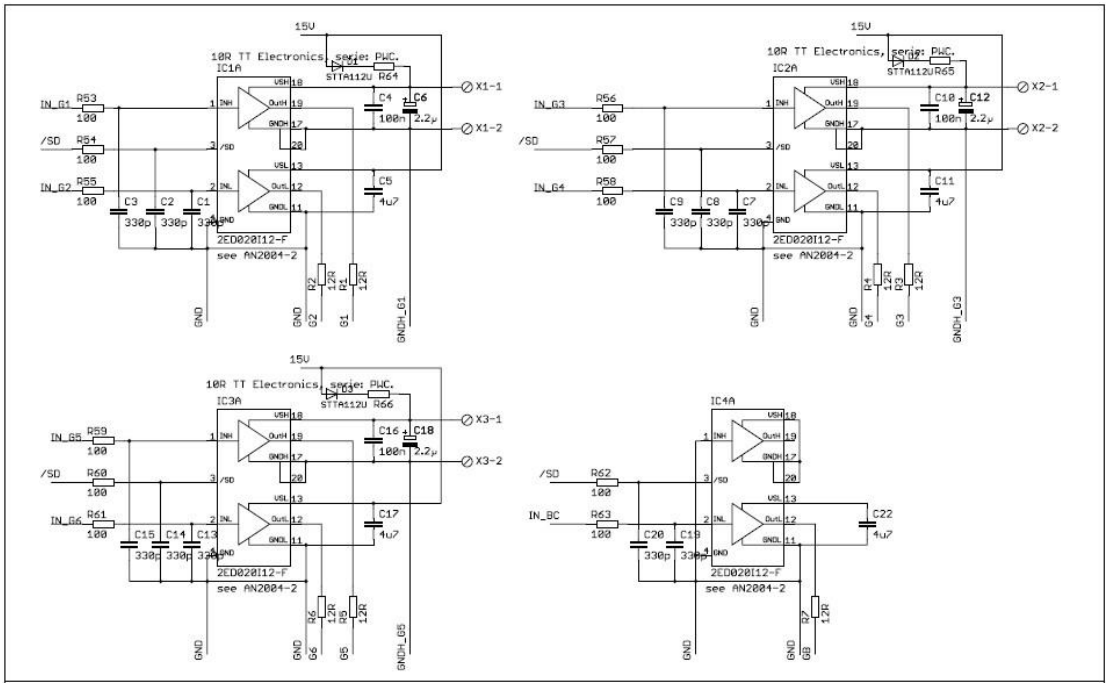


图 9 驱动级

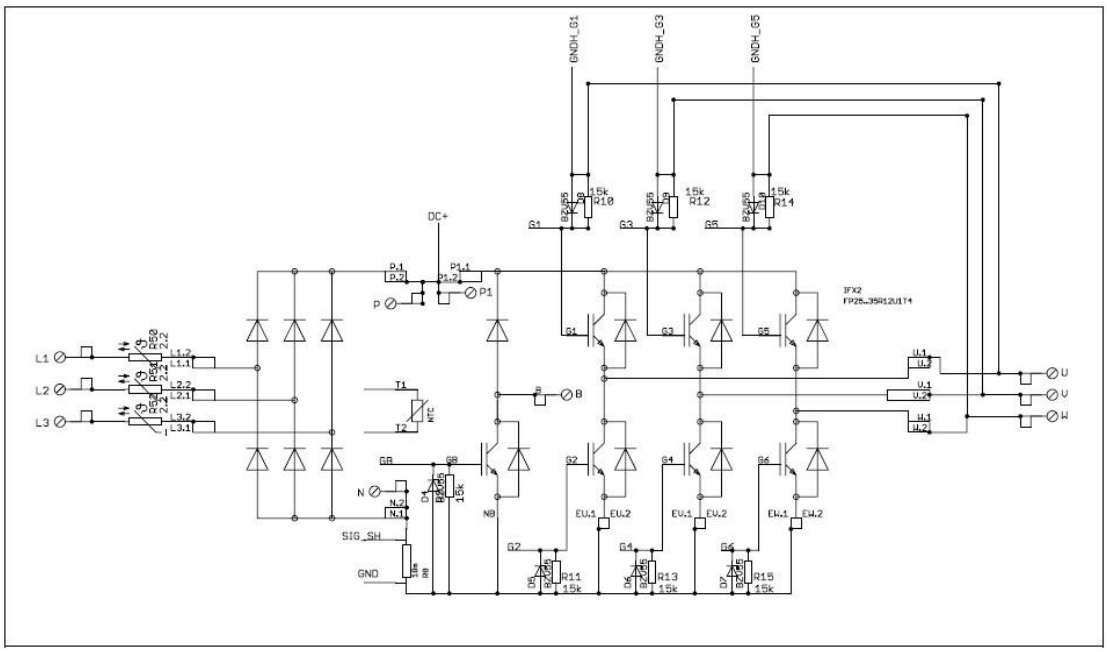


图10 功率级

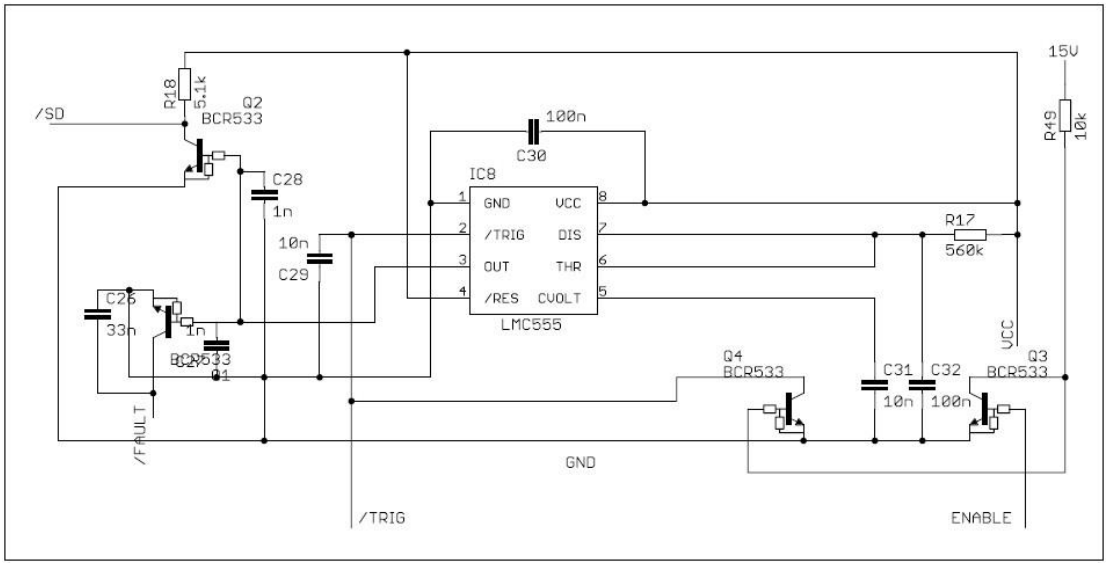


图11 故障定时器

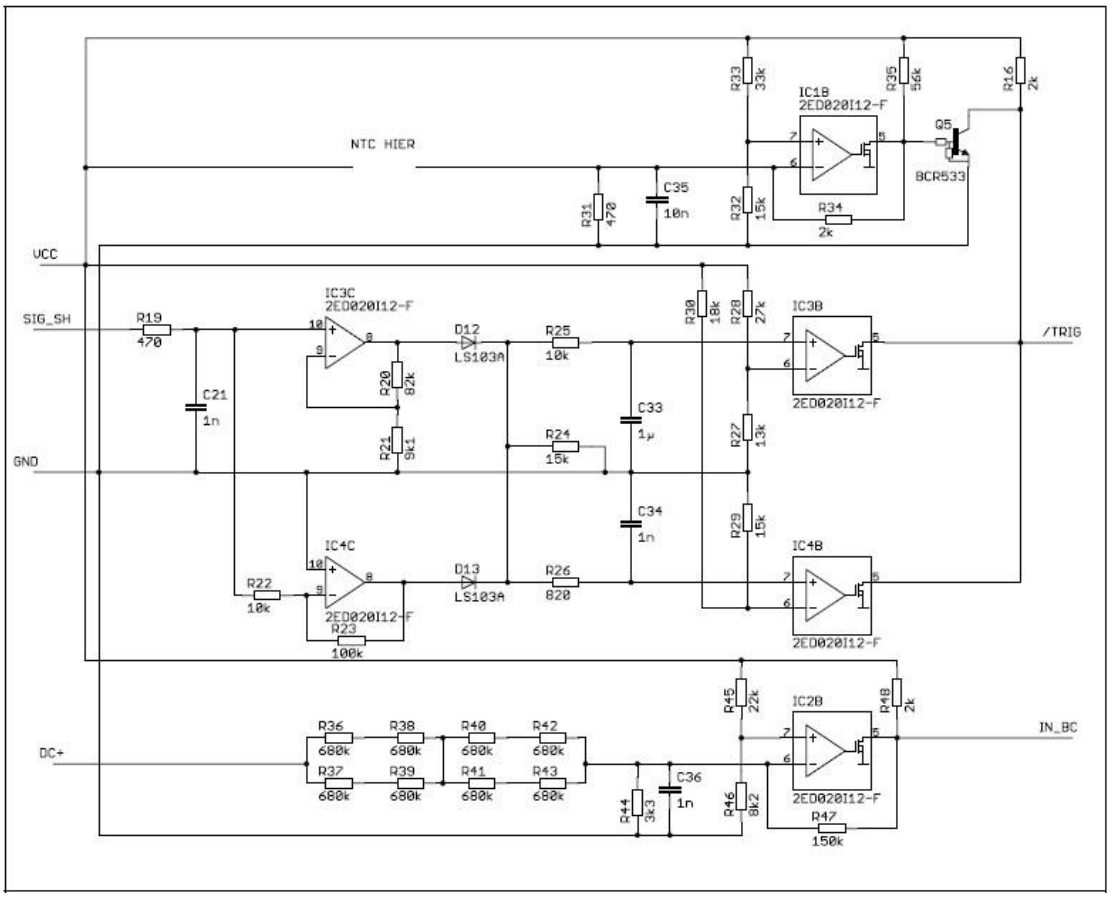


图12　过压、过流、短路和过温保护电路

4.2 布板

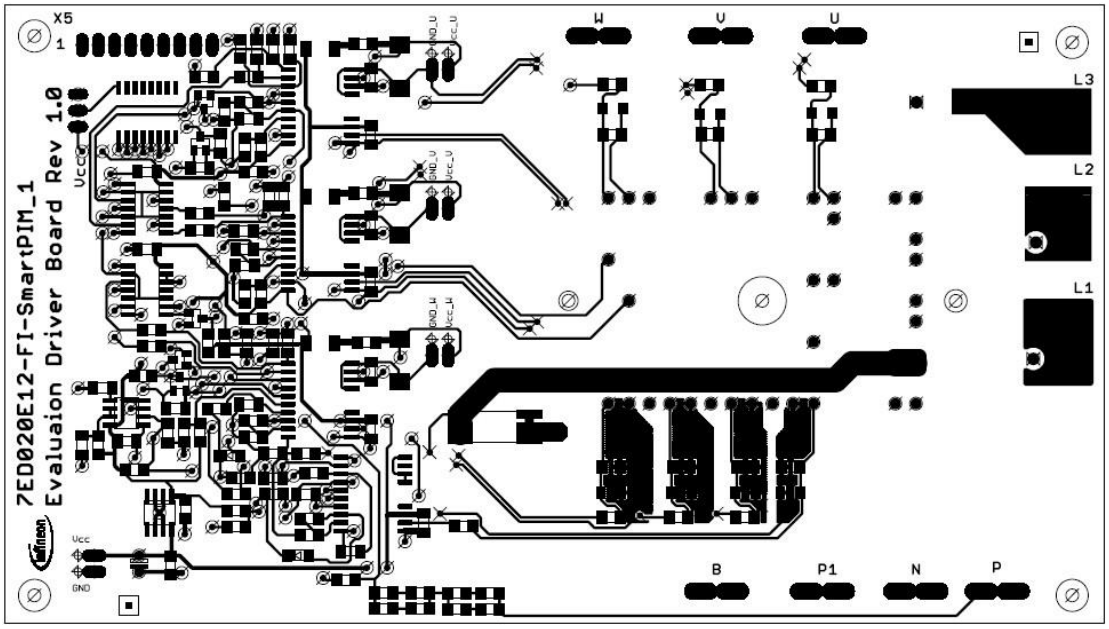


图13 顶层布板

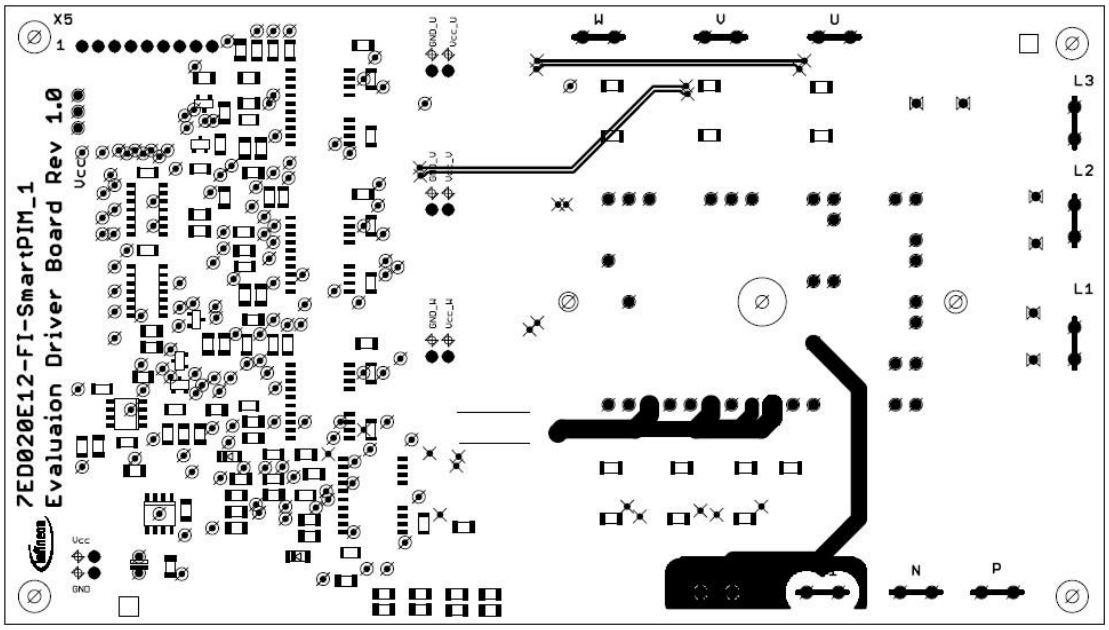


图14 第2层布板

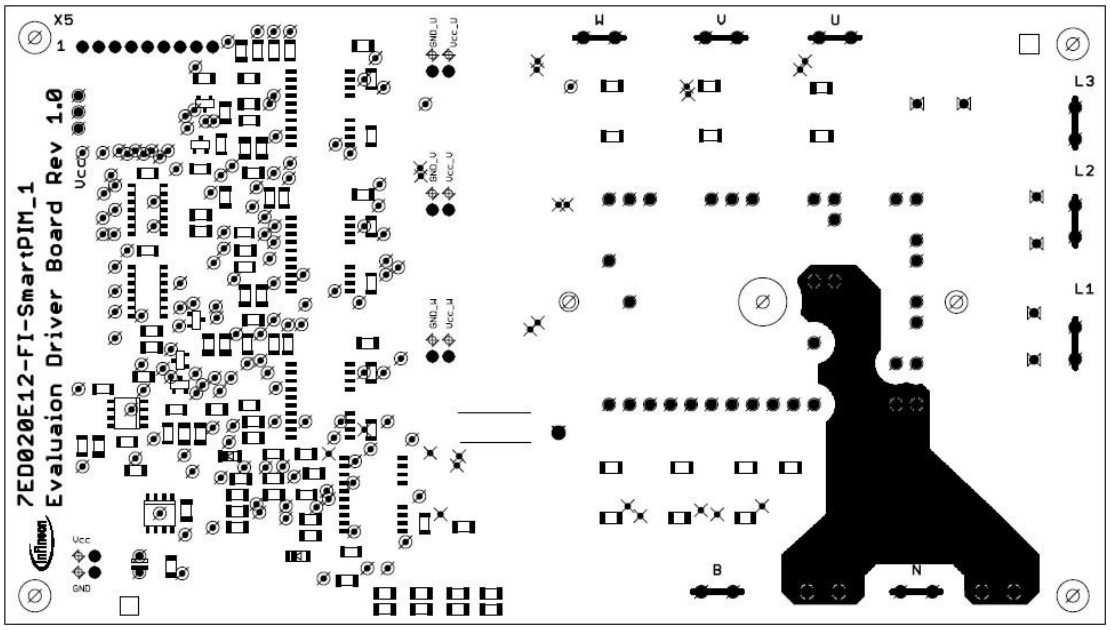


图15　第3层布板

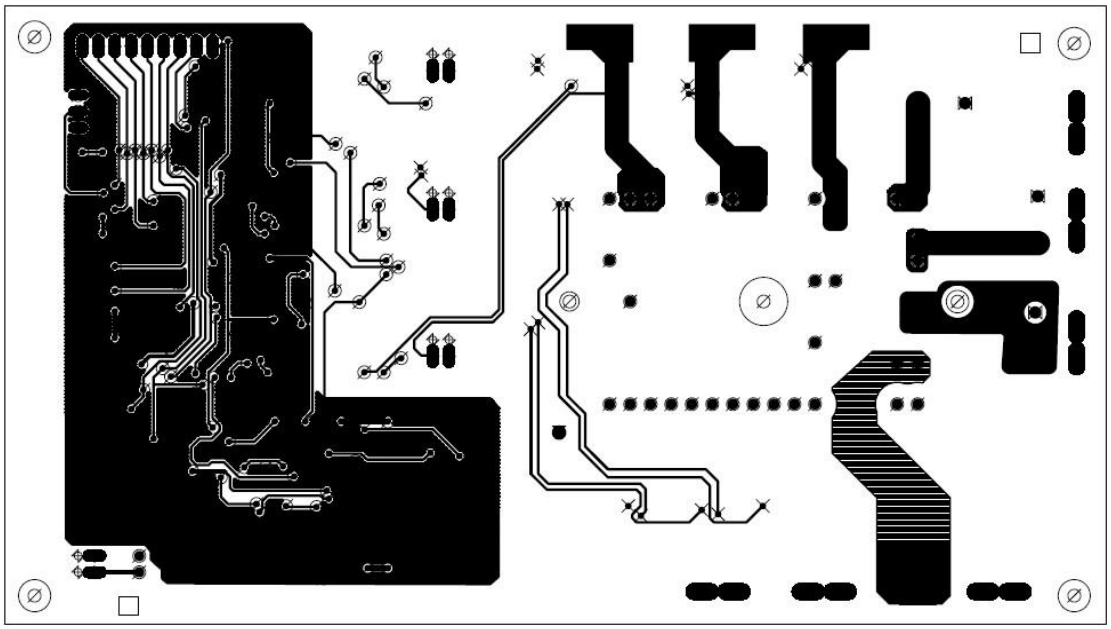


图16　底层布板

4.3 材料清单

类型	数量	数值	封装型号	标号
跳线	1			J1
电容	1	1µ	1206	C33
电容	5	1n	1206	C21, C27, C28, C34, C36
电容	3	2.2µ	钽电容, size D	C6, C12, C18
连接器	1	9POL2.54	9POL2.54	X5
电容	3	10n	1206	C29, C31, C35
电容	1	33n	1206	C26
电容	1	47µ	CPOL-EUE2,5-6E	C23
电容	9	100n	C-EUC1206K	C4, C10, C16, C24, C25, C30, C32, C37, C38
电容	4	4u7	C-EUC1206K	C5, C11, C17, C22
电容	11	330p	C-EUC1206K	C1, C2, C3, C7, C8, C9, C13, C14, C15, C19, C20
连接器	4	2POL2.54	2POL2.54	X1, X2, X3, X4
连接器	10		Tab terminals, type Vogt 3866G.68 (F061.080)	B, L1, L2, L3, N, P, P1, U, V, W
电阻	3	10R	R1206 from TT Electronics, series: PWC.	R64, R65, R66
电阻	3	2R2	NTC_EPCOS	R50, R51, R52
电阻	3	2k	1206	R16, R34, R48
电阻	1	3.3k	1206	R44
电阻	1	5.1k	1206	R18
电阻	1	8.2k	1206	R46
电阻	1	9.1k	1206	R21
电阻	3	10k	1206	R22, R25, R49
电阻	1	13k	1206	R27
电阻	1	15k	SOMC1601	RN1
电阻	10	15k	1206	R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15
电阻	1	18k	1206	R30
电阻	1	18m	5020	R8
电阻	1	22k	1206	R45
电阻	1	27k	1206	R28
电阻	1	33k	1206	R33
电阻	1	56k	1206	R35
电阻	1	82k	1206	R20

电阻	11	100R	1206	R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63
电阻	1	100k	1206	R23
电阻	1	150k	1206	R47
电阻	2	470R	1206	R19, R31
电阻	1	560k	1206	R17
电阻	8	680k		R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43
电阻	1	820R	1206	R26
半导体器件	4	2ED020I12-F	PG-DSO-18-2	IC1, IC2, IC3, IC4
半导体器件	2	74AC86D	14-SOIC	IC5, IC6
半导体器件	1	78L05	SO-8	IC7
半导体器件	5	BCR533	SOT23	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5
半导体器件	7	BZV55C16	D-SOD-80	D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10
半导体器件	1	LMC555	SO-8	IC8
半导体器件	2	LS103A	D-SOD-80	D12, D13
半导体器件	3	STTA112U	SMB	D1, D2, D3
半导体器件		FP35R12U1T4	SartPIM1 IGBT	IFX1
外壳	1			

门级驱动电阻列表

Part type U1T4	门极电阻推荐值	封装	标号
FP25R12U1T4	10R	1206	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7
FP35R12U1T4	6R	1206	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7

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 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: WAR-IGBT.Application@infineon.com
7ED020E12-FI-U1的IFX订购编号: 35027