

●元器件讲座

IGBT 的栅极驱动*

EXB840,841,850,851

西安电子科技大学 王可恕

摘要: IGBT 的栅极驱动是 IGBT 应用中的关键问题。本文阐明构成 IGBT 栅极驱动电路的注意事项,基本电路参数的选择原则,还介绍了几种驱动电路实例。

关键词: 栅极驱动电路 直接驱动 隔离驱动 电磁隔离驱动 光电隔离驱动

IGBT 可视为 MOSFET 与双极晶体管的复合器件,它的输入端具有 MOSFET 的特点,输入阻抗高、开关速度快、所需驱动功率小。IGBT 芯片的面积小,输入电容较功率 MOSFET 管小 2~3 倍,故其栅极功率小,开关频率高,栅极驱动较简单。

在电力电子系统中,IGBT 通常作为开关使用,因此栅极驱动问题是其关键问题。

根据 IGBT 的特性及在电路中所处地位,构成 IGBT 驱动电路需注意以下问题:

(1) IGBT 处于主电路地位,它的集电极直接接负载和较高的工作电压;而驱动电路工作电压低,因此驱动电路应具有对地电位浮动的直流供电电源。因此控制信号与 IGBT 之间往往要经变压器或光电耦合器隔离。

(2) 驱动 IGBT 导通或关断的驱动电压 V_{GE} 的数值要恰当选择; V_{GE} 不仅应满足 $V_{GE} < V_{GE(th)}$, 为了保证 IGBT 可靠关断还要加负值,因此驱动电路的供电方式应做适当配合。

(3) 由于 V_{GE} 驱使 IGBT 导通与关断,因此 V_{GE} 的上升、下降时间必须足够短,至少应比 IGBT 的开关时间要短。

(4) 用低内阻驱动源对 IGBT 的栅极电容充电以提高开通速度;为使 IGBT 快速关断,驱动电路应提供低电阻放电回路。

(5) IGBT 对栅极电荷积聚很敏感,因此驱动电路应保证栅极放电回路畅通,从而确保 IGBT 安全可靠。

(6) 驱动电路与 IGBT 栅极发射极之间的连线要尽量短,驱动电路输出线有时也可采用绞合线。为防止寄生振荡,IGBT 的栅极还往往并联一个阻尼网络。

IGBT 为主电路的驱动情况如图 1 所示,在考虑驱动电路时,首先要根据 IGBT 的静态和动态参数及特性选择 R_G 和 V_{GE} : 选择 R_G 与 V_{GE} 时,又要考虑对 IGBT 各参数的影响,因此要多方面折衷选择。

栅极电阻 R_G 的选择

图 2 为 IGBT 开关时间与 R_G 的关系,从该图可见, R_G 增加时 IGBT 的开通时间 (t_{on})、关断时间 (t_{off}) 都增加,从而开通、关断能耗都随之增加,因此 R_G 应选小些。但 R_G 减小将引起 IGBT 的电流上升率 di/dt 增加,从而引起误导通,因此 R_G 数值应在开关损耗不太大的情况下选择较大的 R_G 。通常 R_G 应选 100Ω 以下。

V_{GE} 的选择

典型的 IGBT 通态压降 V_{CE} 与 V_{GE} 之间的关系如图 3 所示。当 V_{GE} 为正值并增加时,

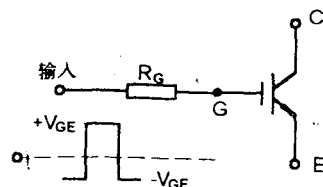
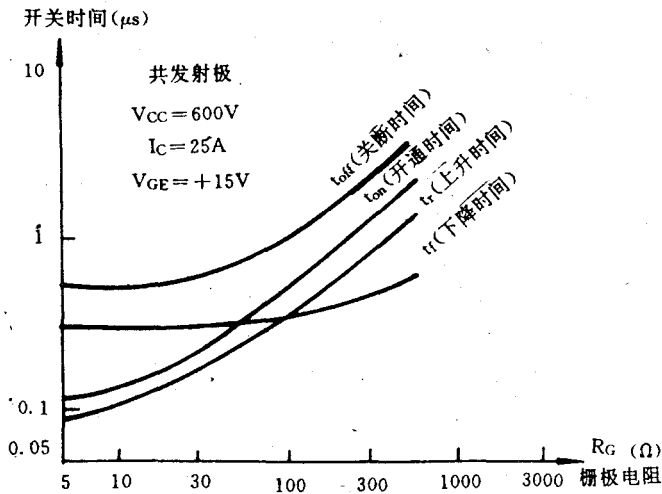
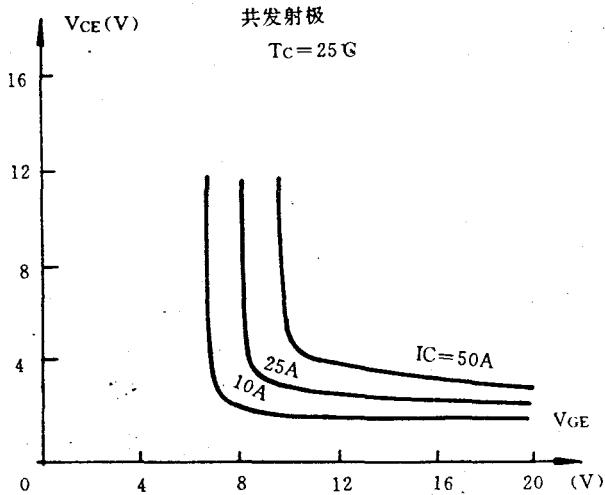


图 1 IGBT 基本电路

* 本文为本刊 1995 年第七期《绝缘栅双极晶体管 IGBT》的续篇

图2 开关时间与 R_G 的关系图3 通态电压 V_{CE} 与栅极电压 V_{GE} 的关系

通态压降 V_{CE} 减小,这说明当 V_{GE} 增加时,开通损耗将下降,故 V_{GE} 应选大些;但 V_{GE} 增大时 IGBT 的负载短路能力降低, dV_{CE}/dt 增加,使损耗反而上升,导致器件烧坏。因此 V_{GE} 也不宜选得过大。通常 V_{GE} 的正值应选 15V 左右。

从 IGBT 的共发射极转移特性可知 $V_{GE} < V_{GE(th)}$ 时,IGBT 处于关断状态,但为了可靠关断及可靠运行并避免误触发,往往 V_{GE} 应加到负值。实验证明,负压的绝对值愈小,集电极浪涌电流愈大,过大的浪涌电流会使 IGBT 发生不可控的擎柱效应。因此为了避免 IGBT 发生误触发,并为了可靠运行,栅极驱动电压应加到负值,其绝对值应在 5V 或更高些。

使用 IGBT 时还应具有保护措施,以防止 IGBT 损坏。通常应采取的保护措施有下列几方面:

(1)过电流保护:防止 IGBT 工作过程中由于负载过重或短路等原因造成集电极电流 I_C 过大而引起 IGBT 损坏。通常采用检出过电流信号切断 IGBT 栅极信号来进行保护。

(2)过电压保护,抑制过电压并对 dv/dt 进行限制。通常利用缓冲电路来完成抑制功能。由于 IGBT 的安全工作区较宽,在一些电路中不设缓冲电路;栅极电阻 R_G 的接入并恰当选择其数值,也减弱了对缓冲电路的需求;再者,IGBT 控制峰值电流的能力较强,也是在一些应用中不加缓冲电路的原因之一。IGBT 的缓冲电路是与功率 MOSFET 的缓冲电路一样。

(3)过热保护:使用中由于某种原因使结温超过允许值而导致 IGBT 损坏。通常利用温度传感器检测 IGBT 的外壳温度,当超过允许温度时,控制主电路断开以保护 IGBT。

栅极驱动电路有多种形式,以驱动电路与 IGBT 栅极连接方式分为直接驱动、隔离驱动和集成化驱动三种。

1、直接驱动电路

栅极驱动电路与 IGBT 栅极直接连接称为直接驱动电路。由于 IGBT 的输入电阻高,故可采用直接驱动电路。通常此种驱动方式用于 IGBT 输出功率不太高的情况。图 4 为直接驱动的几种电路形式。图 4(a)为简单直接驱动电路。当输入驱动电压 V_i 的数值大于 IGBT 的 $V_{GE(th)}$ 时,IGBT 开通,当 V_i 的数值小于 $V_{GE(th)}$ 时,IGBT 即关断,同时输入电容通过 R_G 及 R 放电。图 4(b)为改进型快速开通驱动电路,该电路是在简单驱动电路的基础上增加了晶体管 T 和二极管 D。由于增加了晶体管从而减轻了信号源的负担,当输入

信号 V_i 为高电平时, 经晶体管 T 、 R_G 对 IGBT 输入电容充电, 由于 T 的电流放大功能, 充电电流比没有 T 时提高了很多, 致使开通速度加快; 当 V_i 为低电平时, 二极管 D 导通, IGBT 的输入电容通过 R_G 及 D 放电, 保证 IGBT 可靠关断。图 4(c) 为推挽式驱动电路, 这种电路不但可提高开通速度, 同时也可提高关断速度。输入信号 V_i 为高电平时, 通过 T_1 对 IGBT 输入电容充电, 并使 IGBT 开通; 输入信号 V_i 为低电平时, IGBT 输入电容通过 T_2 放电, 充放电电流都很大, 且 T_1 、 T_2 不会出现饱和, 因而信号传送无延迟, 保证了快速驱动。

2、隔离驱动电路

当 IGBT 构成的主电路输出较大的功率时, IGBT 的集电极电压很高, 发射极不一定直接与公共地连接。控制电路与驱动电路仍为低电压供电, 在此情况下驱动电路与主电路之间不应直接连接, 而应通过隔离元件间

接传送驱动信号。根据所用隔离元件不同, 把隔离驱动电路分为电磁隔离与光电隔离。

电磁隔离

通常把用脉冲变压器作为隔离元件的隔离电路称为电磁隔离电路。图 5(a) 所示为典型的电磁隔离电路。变压器初级与晶体管 T 集电极相连, 变压器次级通过 R_1 、 R_2 与 IGBT 栅极相连, R_1 、 R_2 防止 IGBT 栅极开路并提供充放电通路。变压器初级所并二极管 D_1 用来避免晶体管 T 在电感负载时可能出现的过电压; 与 R_1 并联的二极管 D_2 为加速二极管, 使充电电流增加, 从而提高开关速度。变压器同名端应保证 T 导通时变压器次级感应出的电势使 IGBT 开通。适当选择变压器初次级匝数比以满足驱动电压的要求。

光电隔离

用光电耦合器件 (OC) 把控制信号与驱动电路加以隔离的栅极驱动电路称为光电隔离驱动电路。图 5(b) 所示为延迟型光电隔离驱动电路。控制电压 V_i 通过 OC 接 IGBT。当 V_i 为低电平时 OC 关断, 供电电源 V_{CC} 通过 R_1 、 D 对电容 C 充电, 电容 C 的电压 V'_c 上升, 当 V'_c 上升至 IGBT 的 $V_{GE(th)}$ 时, IGBT 开通, 电容 C 充电至控制电压转为高电平 OC 导通时为

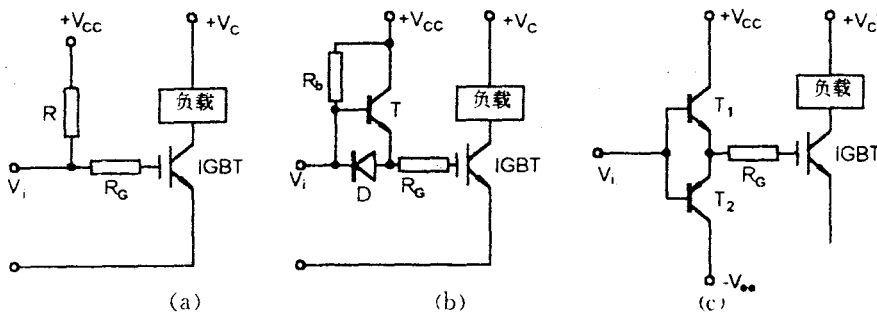


图 4 栅极直接驱动电路

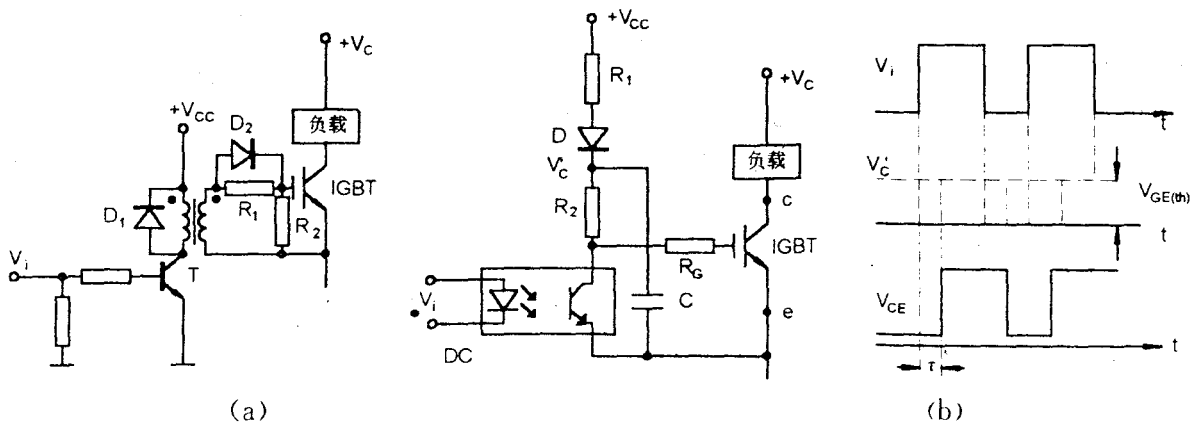


图 5 隔离驱动电路

止。 V_i 使OC导通后,电容C转为放电,当放电至 V'_c 降至 $V_{GE(th)}$ 值以下时,IGBT关断。这个过程表示为图5(b)右方的波形。由于接入了电容C,IGBT的开通、关断转换时间较输入控制信号 V_i 延迟了一段时间 τ 。实际上即使不外接电容C,由于OC存在着分布电容,对控制信号也有延迟作用,因此要求响应速度特别快的场合,不适合用上述光电隔离驱动方式。目前正研制波导纤维光电耦合器代替常规光电耦合器实现光电隔离驱动,以便在要求响应快的场合使用。

3、集成化驱动电路

集成化驱动电路实质上均属隔离驱动,且采用光电隔离驱动居多。有些厂家还把多个集成化驱动电路芯片与外围元件一起组成驱动模块,以便驱动若干个IGBT。

目前国内市场较多见的是富士公司生产的两种系列的集成驱动电路:普通型EXB850/851驱动电路系列和高速型EXB840/841驱动电路系列。普通型适用于驱动信号开关频率低于10kHz的场合,信号延迟的最大值为 $4\mu\text{s}$ 。高速型适用于驱动信号开关频率低于40kHz的场合,信号延迟的最大值为 $1\mu\text{s}$ 。两种系列中的“0”型(即840、850)用于驱动150A、600V或75A、1200V以下的IGBT;“1”型(即841、851)用于驱动400A、600V或200A、1200V以下的IGBT。图6为高速型及普通型内部原理方框图。从方框图可知这两类驱动电路均属光电隔离驱动,除光电耦合器有所不同外,其它部分基本相同。由于采用了不同的光电耦合方式,才有高速型与普通型之别。两种类型的引出脚数目均相同,且引出脚的功能也完全相同。2脚为正电源端,通常为+20V;3脚为驱动信号输出端;9脚零电位端;14、15驱动信号输入端。该类集成驱动电路内部设有过流保护电路,对IGBT起过流保护作用。集成

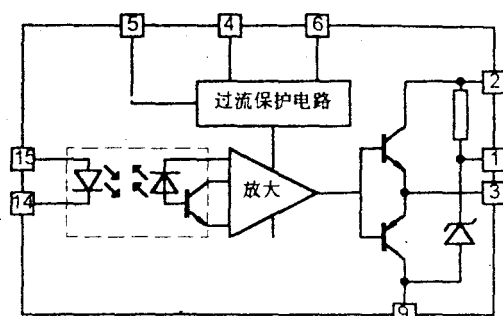


图6 集成驱动电路EXB840/841/850/851的内部结构器

块的6脚通过外接二极管与被驱动IGBT的集电极连接,对IGBT进行过电流监测;5脚为过电流保护电流输出端。集成块中所采用的过电流保护实际上是一个“与”门,当被驱动的IGBT集电极电流过大时,IGBT的集电极通态饱和电压 $V_{CE(sat)}$ 也线性增大,通过识别 $V_{CE(sat)}$ 的大小,利用IGBT集电极电压与栅驱动信号相“与”出过电流信号。将此过电流信号反馈到主控电路,切断IGBT的栅极信号,从而使IGBT不受损坏。

图7给出用EXB841驱动IGBT的实际电路。该实际电路以EXB841为主要元件又与其它元件构成混合集成电路,既包括驱动核心器件—EXB841,又包括对IGBT进行保护的必要元件。外加的元件有二极管(D)、晶体管(T)、光电耦合器件(OC)以及一些电阻和电容等,虚框为混合集成电路所含元器件,外加元件与IXB840共同构成既能起驱动功能又能起过流保护作用的单元。其保护作用原理如下:在正

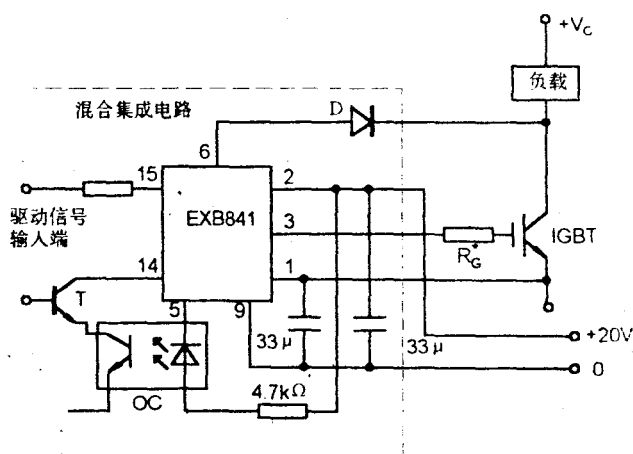


图7 集成化驱动电路EXB840应用电路

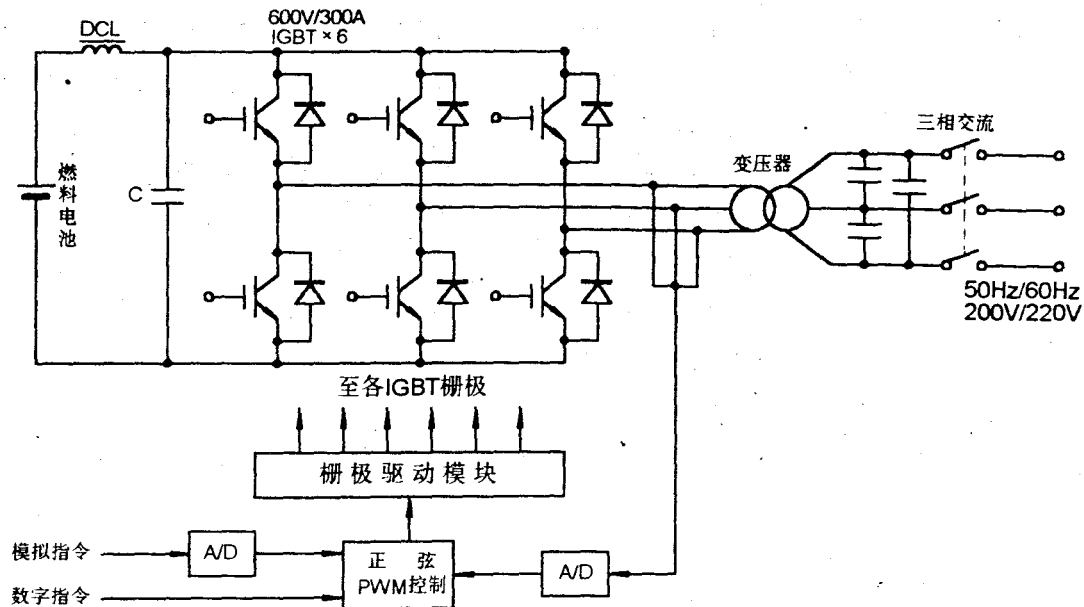


图8 燃料电池供电逆变器

常工作情况下,当 IGBT 处于通态时,二极管 D 也处于通态,此时 EXB840 的 5 脚电位较低,OC 中的二极管也处于通态,EXB841 输入端的晶体管 T 也处于导通状态,驱动信号能进入 EXB841. 并驱动 IGBT 工作,保持导通状态. 若在此期间,由于某种原因使 IGBT 出现过载即 I_c 增大时, IGBT 的通态饱和压降增加,此时 D 转为截止, EXG841 中过电流保护电路中的“与”门起作用,使 EXB840 的 5 脚电位升高,致使 OC 关断,从而使 T 截止,输入驱动信号不能进入 IXB841. IGBT 关断,使 IGBT 不致因过电流而损坏. 还应指出,从识别过电流至切断驱动信号的这段时间必须小于 IGBT 允许短路过电流时间,为此 OC 应采用快速光电耦合器.

IGBT 既有 MOSFET 的优点又有 GTR 的长处,因而有取代 MOSFET 和 GTR 的趋势. 它的应用范围极广,诸如通用逆变器、高频逆变器、矢量逆变器、单相或三相大容量不间断电源(UPS)、各种开关电源等高速、低损耗的领域.

图 8 是由六只 IGBT 构成的燃料电池供电逆变器,它把燃料电池的直流电能转换为 50Hz/60Hz. 200V/220V 的三相交流电,

供用户使用,与现行三相交流兼容. 六个 IGBT 由栅极驱动模块驱动,模块中有六个相同的单元分别驱动六个 IGBT 中的一个. 每一个单元的电路均与前述 EXB 驱动电路类似,驱动电路的信号来自三相 PWM 集成控制器,集成 PWM 控制器提供三对互补的驱动电压,以使六个 IGBT 组成的逆变桥产生对称的三相输出. PWM 控制器还可由模拟或数字指令控制,保证三相平衡.

编者注:

作者通讯地址:西安电子科技大学退休办

住址:太白南路二号西安电子科技大学北院 92 号楼 4-07 号

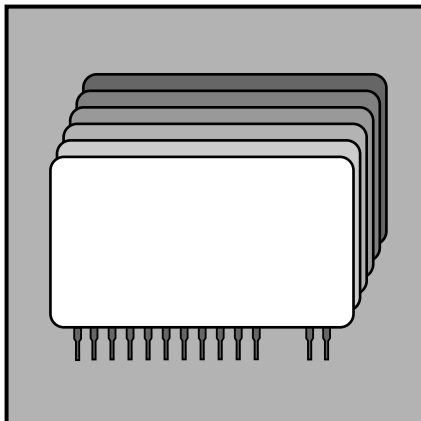
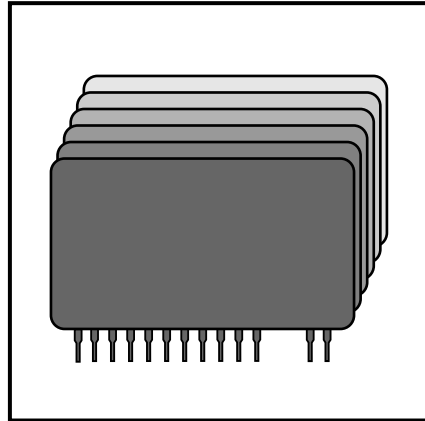
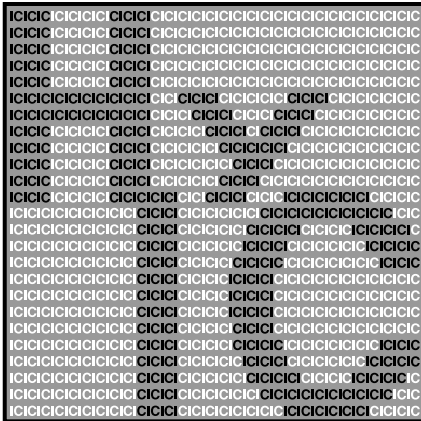
电话:029-8221301(宅)

咨询编号:960511

求购信息

我公司大量急需老式 MOTOROLA8800 大哥大七位段码显示器,知情者请告大连华英公司 (0411) 7622135, 郭先生,传呼:(0411)6651818-6961

富士 IGBT 驱动混合集成电路 使用说明书



富士电机电子技术株式会社

目 录

1	概述	1
2	特点	1
3	用途	1
4	适用	1
5	外形尺寸	2
6	功能方框图	2
7	额定参数•特性	3
8	应用电路示例	4
9	工作情况说明	8
10	工作波形示例	9
11	使用注意事项	13

1 概述

电动机变速驱动用变频器及 UPS 等的各类电源越来越强调小型化、高性能和低噪音，因此，IGBT 的应用也越来越普及了。

富士 IGBT 驱动混合集成电路便是为充分发挥 IGBT 的性能，实现应用装置的高效能而设计开发的。

2 特点

• 丰富的系列

中速系列：用于 10kHz 以下
高速系列：用于 40kHz 以下
应对 IGBT 所有工作频率范围内的产品。

• 内置光耦合器，高绝缘耐压

AC2500V 1 分钟

• 单电源供电

仅需 20V 电源供电

• 内置过电流保护电路

由内置的高速检测器提供确实的保护

• 附带过电流检测输出端子

• 可实现高密度安装的 SIL 封装

3 用途

• 通用变频器（低噪音变频器）

• UPS

• NC 工作机

• 电焊机、其它

4 适用

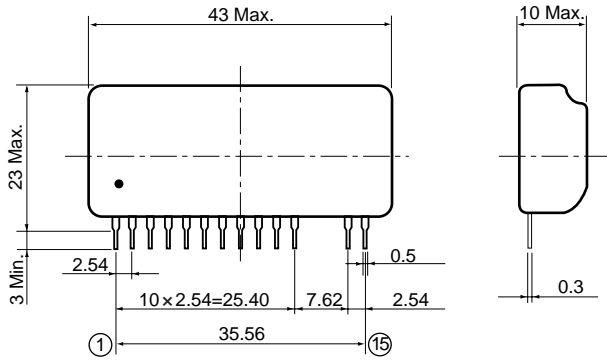
适用 IGBT	600V 耐压 IGBT 驱动时		1200V 耐压 IGBT 驱动时	
	~150A	~400A	~75A	~300A
中速型	EXB850	EXB851	EXB850	EXB851
高速型	EXB840	EXB841	EXB840	EXB841

中速型：驱动电路信号延迟 4 μ s (max.)

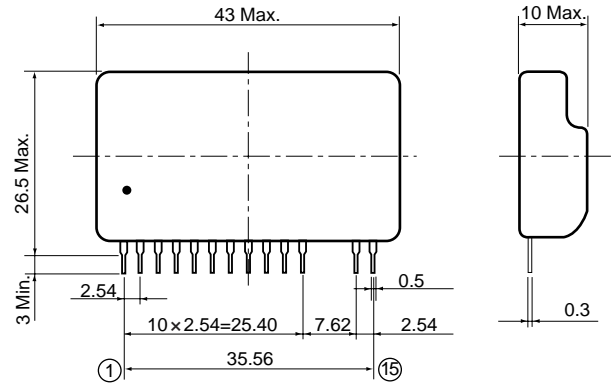
高速型：驱动电路信号延迟 1.5 μ s (max.)

5 外形尺寸, mm

EXB850, EXB840

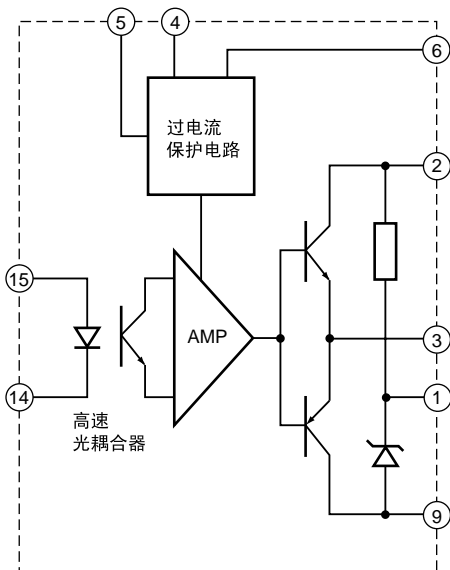


EXB851, EXB841

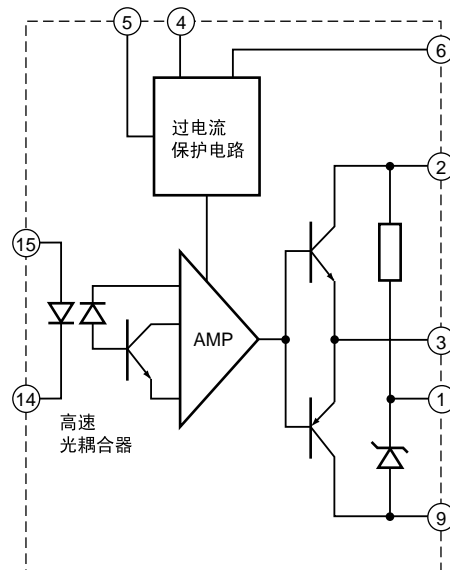


6 功能方框图

EXB850, EXB851



EXB840, EXB841



端子编号	适用
①	用于反向偏置电源的平滑电容连接端子
②	电源端子 (+20V)
③	驱动输出端子
④	防止过电流保护电路误动作的电容连接端子 (一般情况下无需外接电容)
⑤	过电流检测输出端子
⑥	集电极电压监视端子
⑦ ⑧	不连接
⑨	电源端子 (0V)
⑩ ⑪	不连接
⑭	驱动信号输入端子 (-)
⑮	驱动信号输入端子 (+)

7 额定参数·特性

绝对最大额定值 (Ta = 25°C)

项目	符号	条件	额定值			
			中速型		高速型	
			EXB850	EXB851	EXB840	EXB841
电源电压	Vcc		25V		25V	
光耦合器输入电流	lin		25mA		25mA	
正向偏置输出电流	Ig1	PW=2μs, duty=0.05 以下	1.5A	4.0A	1.5A	4.0A
反向偏置输出电流	Ig2	PW=2μs, duty=0.05 以下	1.5A	4.0A	1.5A	4.0A
输入 / 输出间绝缘耐压	Viso	AC50Hz/60Hz, 1min	2500V		2500V	
工作时表面温度	Tc		-25~+ 85°C		-25~+ 85°C	
存储温度	Tstg		-25~+125°C		-25~+125°C	

推荐的工作条件

项目	符号	推荐条件	
		中速型 EXB850, EXB851	高速型 EXB840, EXB841
电源电压范围	Vcc	20V ^{+10%} _{0%}	20V ^{+10%} _{0%}
输入电流范围	IF	5mA ± 10%	10mA ± 10%

电特性 (Ta = 25°C)

项目	符号	条件	额定值			
			中速 EXB850, EXB851		高速 EXB840, EXB841	
			Typ.	Max.	Typ.	Max.
导通时间 1	ton	Vcc=20V, IF=5mA/ 10mA	2.0μs		1.5μs	
导通时间 2	toff	Vcc=20V, IF=5mA/ 10mA	4.0μs		1.5μs	
过电流保护电压	Vocep	Vcc=20V, IF=5mA/ 10mA	8.5V		8.5V	
过电流保护滞后时间	tocep	Vcc=20V, IF=5mA/ 10mA	10 μs		10 μs	
报警延迟时间	tALM	Vcc=20V, IF=5mA/ 10mA	1.5μs		1.5μs	
反向偏置电源电压	VRB	Vcc=20V	5V		5V	
dv/dt 耐量	dv/dt		P-P, 1000V·5000V/μs		P-P, 1000V·5000V/μs	

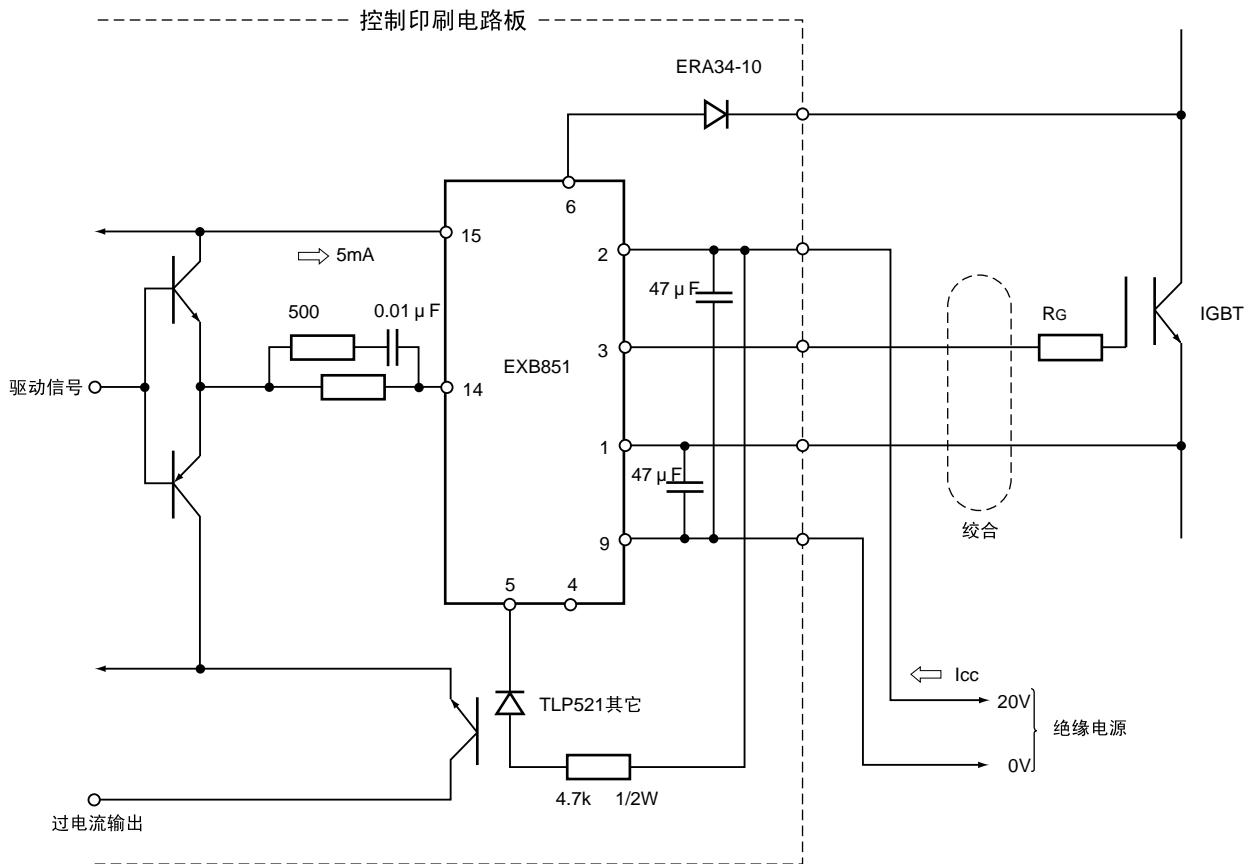
中速型 EXB850, 851 需应用电路所示的 IF 过驱动。

2. EXB851 的应用电路

EXB851 为混合集成电路，能驱动高达 400A 的 600V IGBT 和高达 300A 的 1200V IGBT。由于驱动电路的信号延迟时间小于 $4\mu\text{s}$ ，所以此混合集成电路适用于大约 10kHz 的开关操作。

使用时，请注意以下几点。

- 驱动电路和 IGBT 间的接线不要太长。(接线长度来回小于 1m)
- 建议将接至 IGBT 的接线紧紧地绞合在一起。
- 如果 IGBT 的集电极产生过大的峰值电压，请增加 IGBT 门极的串联电阻。



※电容器用于保护驱动电路和绝缘电源间的接线引起的电压下降，而非用于整流电源的平滑滤波。

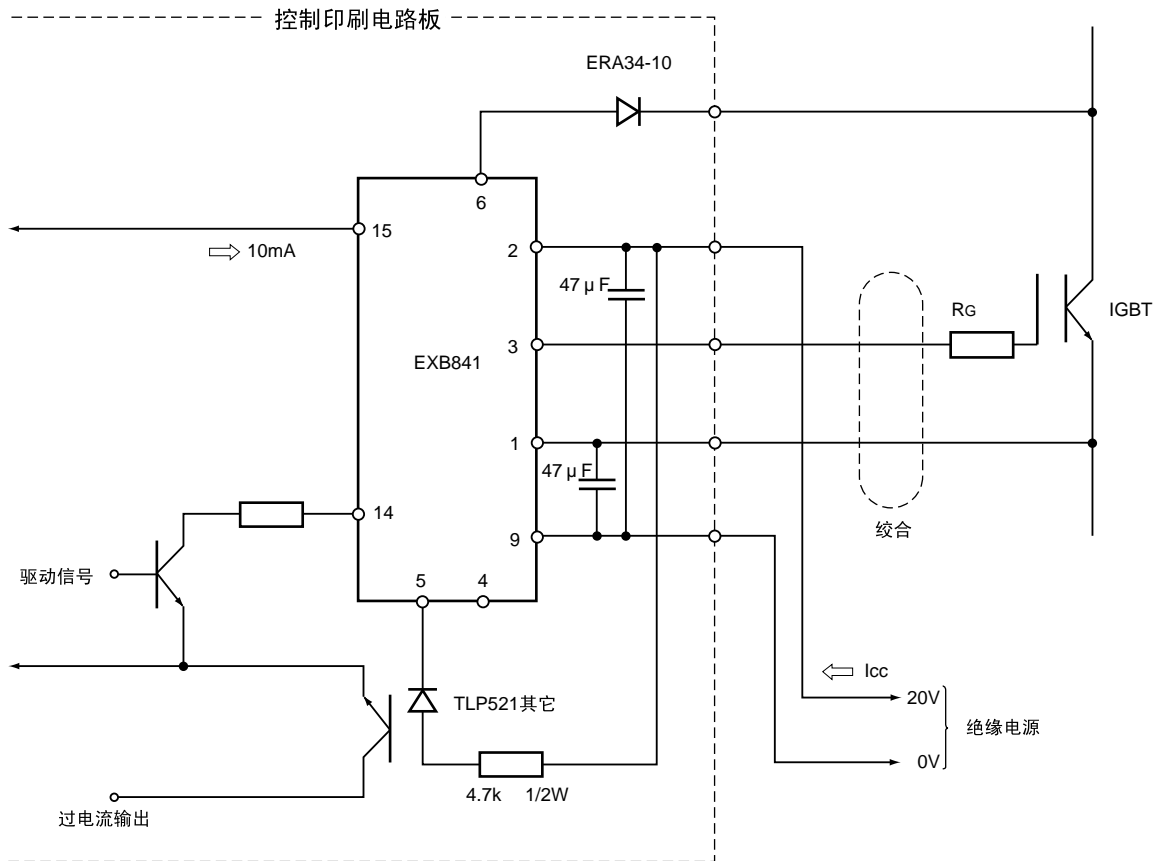
推荐的门极电阻 / 消耗电流

IGBT 耐压	600V	200A	300A	400A	—
	1200V	100A	150A	200A	300A
R_G		$12\ \Omega$	$8.2\ \Omega$	$5\ \Omega$	$3.3\ \Omega$
I_{cc}	5kHz	27mA	29mA	30mA	34mA
	10kHz	31mA	34mA	37mA	44mA
	15kHz	34mA	39mA	44mA	54mA

4. EXB841 的应用电路

EXB841 为混合集成电路，能驱动高达 400A 的 600V IGBT 和高达 300A 的 1200V IGBT。由于驱动电路的信号延迟时间小于 $1.5 \mu s$ ，所以此混合集成电路适用于大约 40kHz 的开关操作。
使用时，请注意以下几点。

- 驱动电路和 IGBT 间的接线不要太长。（接线长度来回小于 1m）
- 建议将接至 IGBT 的接线紧紧地绞合在一起。
- 如果 IGBT 的集电极产生过大的电压脉冲，请增加 IGBT 门极的串联电阻。



※电容器用于保护驱动电路和绝缘电源间的接线引起的电压下降，而非用于整流电源的平滑滤波。

推荐的门极电阻 / 消耗电流

IGBT 耐压	600V	200A	300A	400A	—
	1200V	100A	150A	200A	300A
R_G		12Ω	8.2Ω	5Ω	3.3Ω
I_{cc}	5kHz	20mA	22mA	23mA	27mA
	10kHz	24mA	27mA	30mA	37mA
	15kHz	27mA	32mA	37mA	47mA

1. 概述

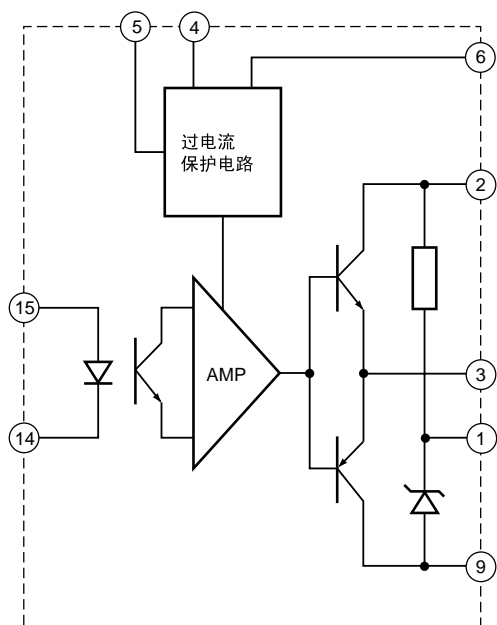
本混合集成电路为充分发挥 IGBT 的性能，内置了下列功能：

- 信号绝缘电路
- 过电流检测器
- 驱动放大电路
- 门极关断电路电源
- 过电流时慢速切断(软遮断)电路

2. 信号绝缘电路

高绝缘耐压的光耦合器被用作信号绝缘，因此，也适用于电源为 AC480V 的设备。

驱动电路的信号延迟时间受控于光耦合器的信号延迟时间。因此，高速或通用的光耦合器按照混合集成电路的规格被区分使用。



3. 过电流检测器

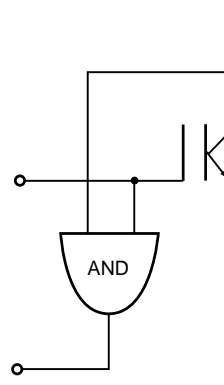
由于 IGBT 只能抵抗能引起短路故障的 10μs 左右的过电流，因此必须有极高速的保护电路。

本混合集成电路内置 IGBT 的过电流保护电路。

本混合集成电路利用驱动信号和集电极电压间的关系来检测过电流。

此电路的基本原理图如右上图所示。即使输入了开（ON）信号，如果集电极的电压过高，也会判断为过电流状态。

	V _{CE} 低	V _{CE} 高
开 (ON) 信号	正常	过电流
关 (OFF) 信号	—	正常



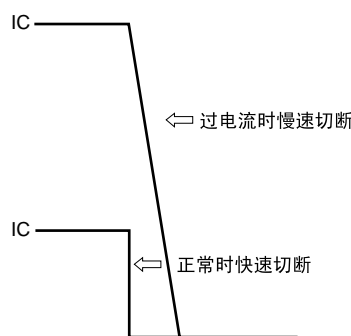
4. 过电流时的慢速切断（软遮断）电路

由于 IGBT 的关断速度极快，如果按正常的驱动信号切断过电流，集电极的电压脉冲过大，IGBT 则会因过电压损坏。

为了避免这种情况，就需要仅在产生过电流时缓慢地关断 IGBT。

本混合集成电路内置了这种慢速切断（软遮断）电路。

（过电流小于 10 μs 时，慢速切断电路不工作。）

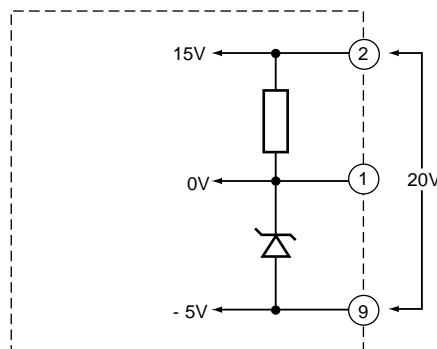


5. 门极关断电路电源

IGBT 需要一个 +15V 的门极开通电压以获得一个足够低的开电压，还需要一个 -5V 的门极关断电压以防止关断状态时的误动作。

本混合集成电路虽然采用 20V 的单电源供电，但其内部内置了可以形成门极关断电路电源的恒压电路。

不要外加电压给①号端子。

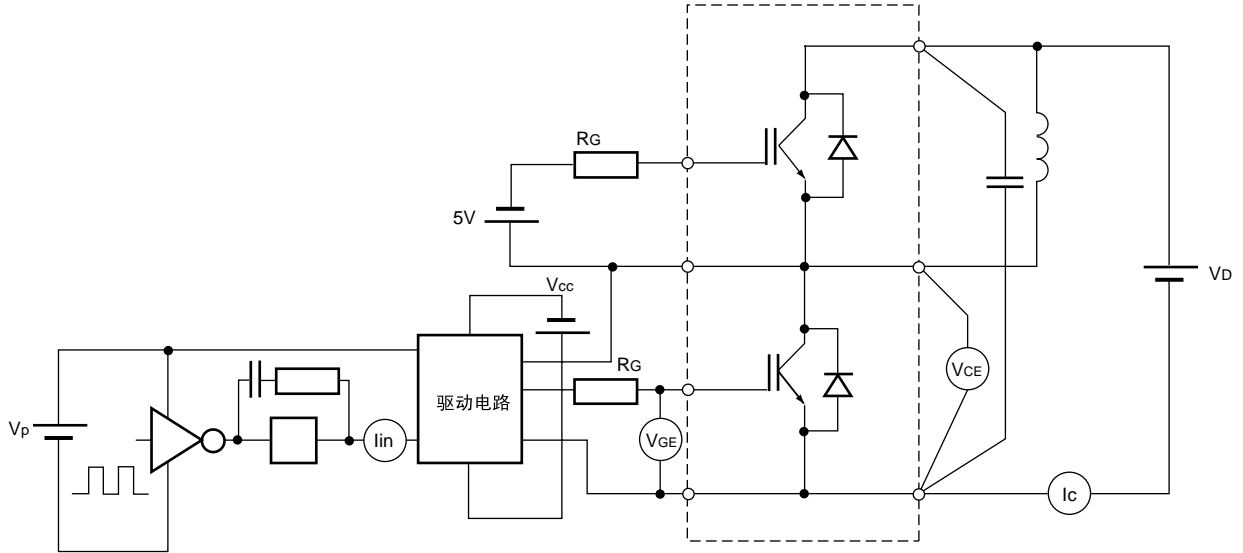


10 工作波形示例

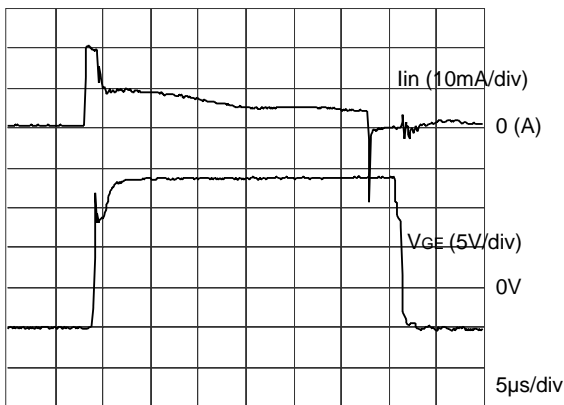
1. EXB850

● 输入 / 输出波形及 IGBT 波形

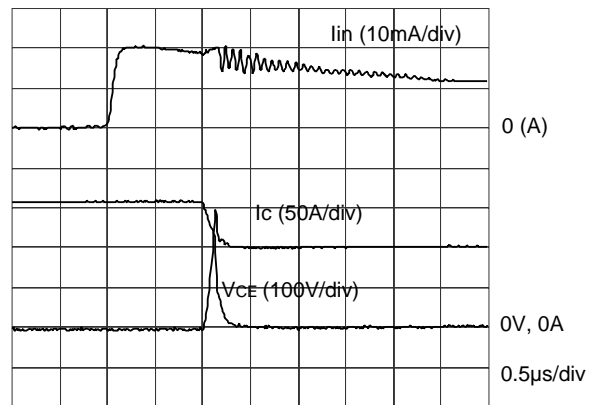
测试电路



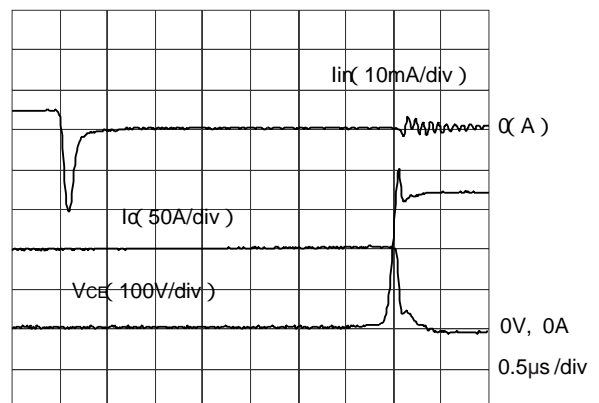
工作条件: $V_{cc}=20V$ 、 $V_d=300V$ 、 $I_c = 100A$; 被驱动元件: 2MBI100N-060、 $R_G=24\Omega$



输入 / 输出波形



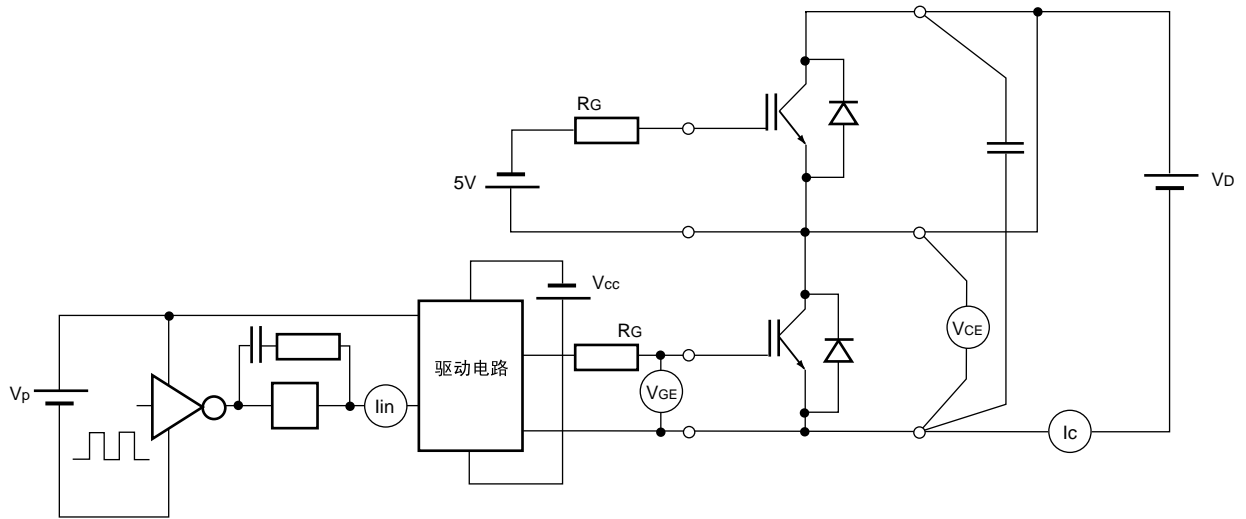
输入ON时IGBT的波形



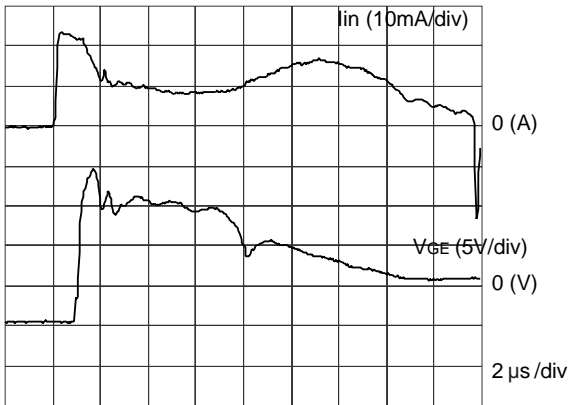
输入OFF时IGBT的波形

● 负荷短路时的波形

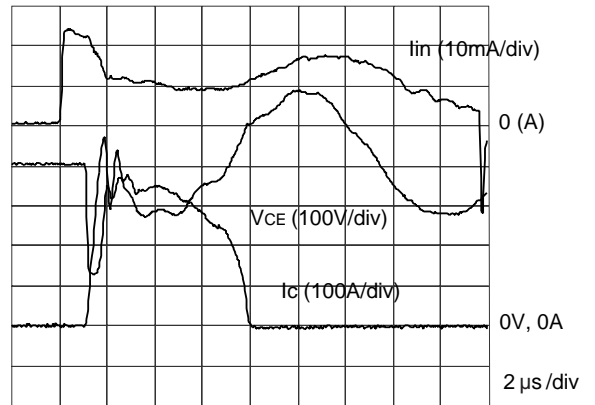
测试电路



工作条件: $V_{cc}=20V$ 、 $V_d=400V$; 被驱动元件: 2MBI100N-060、 $R_G=24\Omega$



输入 / 输出波形 (短路)

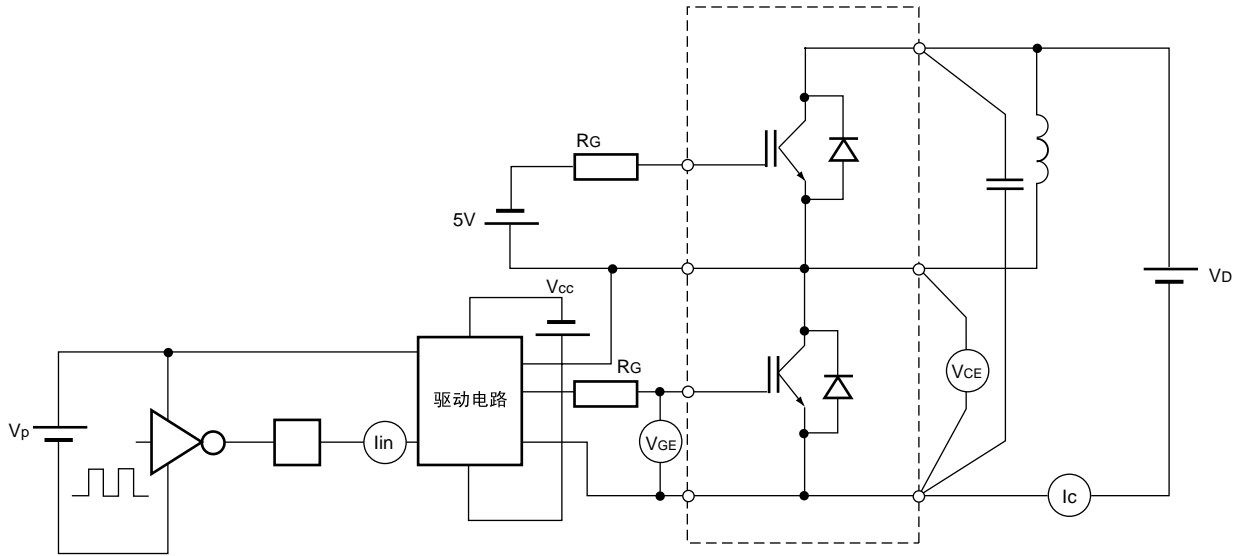


输入 / IGBT波形 (短路)

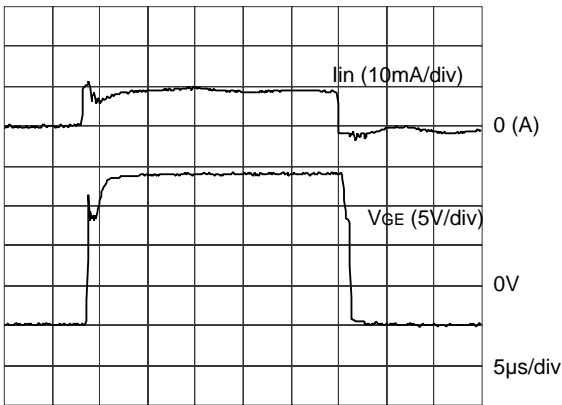
2. EXB840

● 输入 / 输出波形及 IGBT 波形

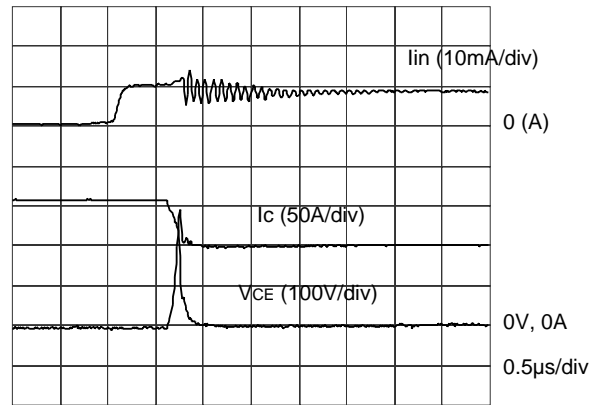
测试电路



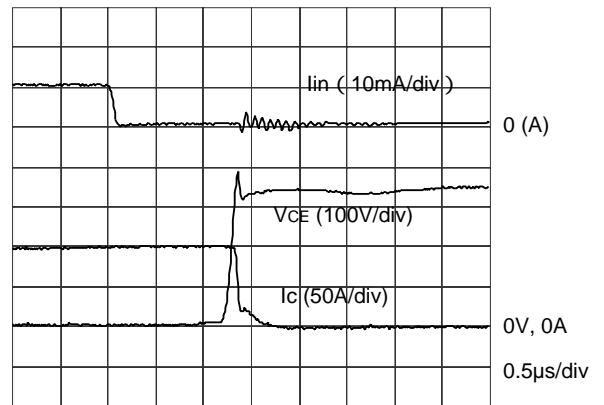
工作条件: $V_{cc}=20V$ 、 $V_d=300V$ 、 $I_c = 100A$; 被驱动元件: 2MBI100N-060、 $R_G=24\Omega$



输入 / 输出波形



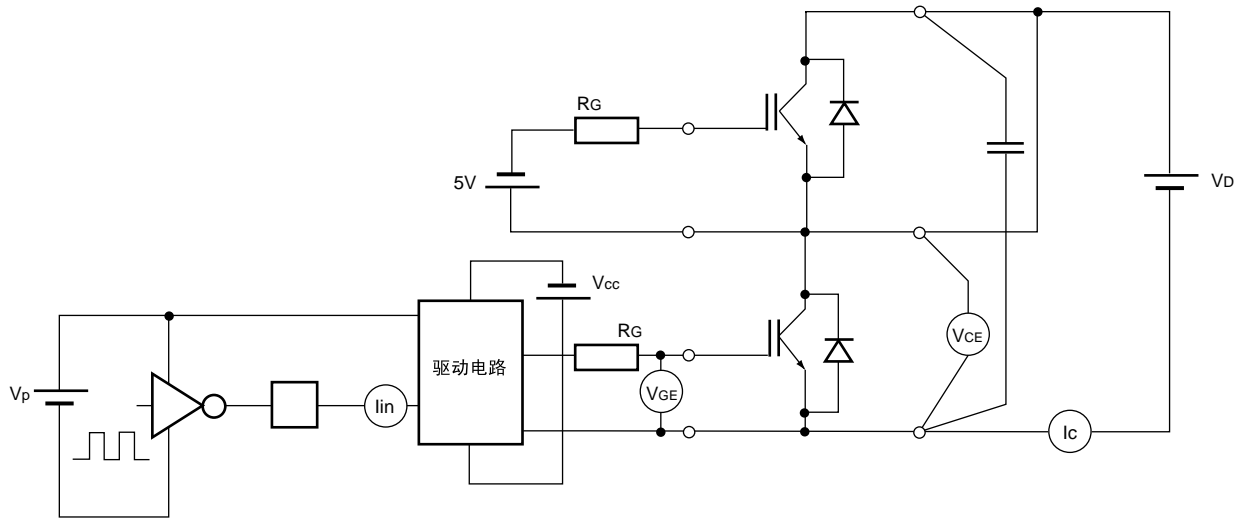
输入ON时IGBT的波形



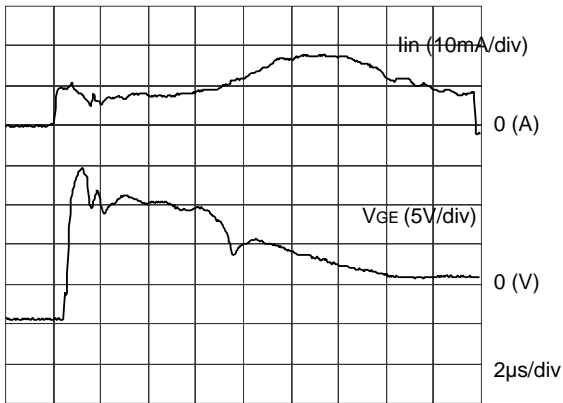
输入OFF时IGBT的波形

● 负荷短路时的波形

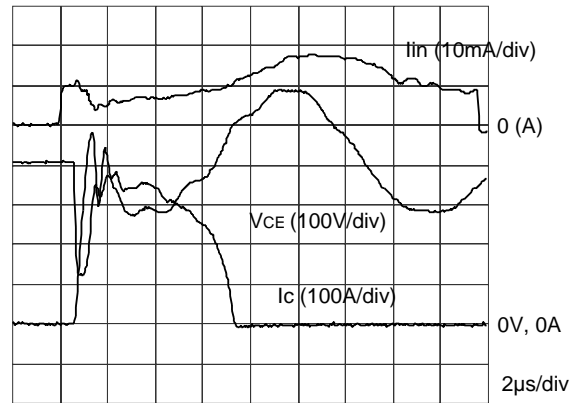
测试电路



工作条件： $V_{cc}=20V$ 、 $V_d=400V$ ；被驱动元件：2MBI100N-060、 $R_G=24\Omega$



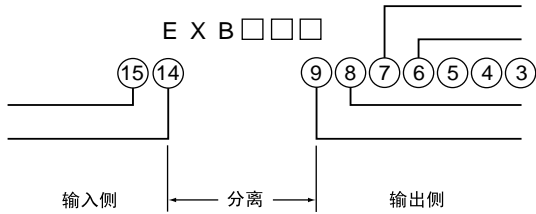
输入 / 输出波形 (短路)



输入 / IGBT波形 (短路)

1. 输入电路与输出电路分离

为确保绝缘耐压和较高的噪音阻抗，输入电路（光耦合器）的接线请不要靠近输出电路。



2. 尽量在推荐的工作条件下使用

若能在额定参数·特性章节中推荐的工作条件下使用，就能最大限度地发挥 IGBT 的性能。

驱动电源电压过高，会使 IGBT 由于栅极电压过高而损坏；过低则会造成 IGBT 的 ON 电压异常增加。

另外，输入电流过大，会造成驱动电路信号的延迟，过小则会使驱动电路工作不稳定。

再者，请注意门极电阻不足会增加 IGBT 及续流二极管的开关噪音。

因此，不在推荐的工作条件下使用时，请充分注意以上几点。

警 告

1. 本目录包含截止至 2003 年 10 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、商业秘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。

IGBT-Driving Hybrid ICs

(EXB8..-Series)

Application Manual

Content:

1. Introduction	page 1
2. Features	page 1
3. Applications	page 1
4. Comprehensive Chart	page 1
5. Dimensions	page 1
6. Functional Block Diagrams	page 2
7. Ratings and Characteristics	page 2
8. Application Circuits	page 3
9. Operation	page 6
10. Notes	page 7
11. Operating Waveforms	page 8
12. Additional Type EXB 844	page 10

1. Introduction

The insulated gate bipolar transistor (IGBT) is increasingly being used in small, low-noise, high-performance power supplies, inverters, uninterruptable power supplies (UPS), and motor speed controls.

Fuji's Hybrid IC driver for IGBTs was developed to take full advantage of the IGBT.

2. Features

- Various series
 - Standard series: For up to 10 kHz operation
 - High-speed series: For up to 40 kHz operation
- These series cover the full range of IGBT products.
- Built-in photocoupler for high isolation voltage: 2500 V AC for one minute
- Single supply operation
- Built-in overcurrent protection circuit
- Overcurrent detection output
- SIL package for high-density mounting

3. Applications

- General-purpose inverter and motor control
- Servo control
- Uninterruptable power supplies (UPS)
- Welding machines

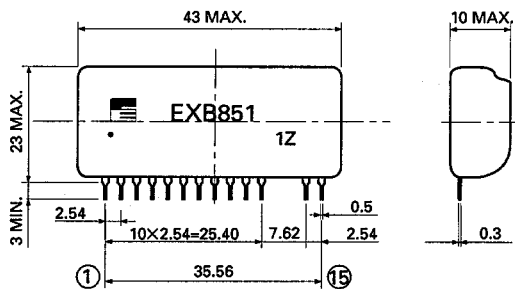
4. Comprehensive Chart

IGBT	600 V IGBT drive		1200 V IGBT drive	
	Up to 150A	Up to 400A	Up to 75A	Up to 300A
Standard type	EXB850	EXB851	EXB850	EXB851
High-speed type	EXB840	EXB841	EXB840	EXB841

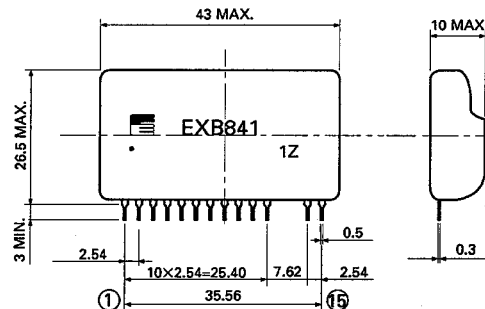
- Notes: 1. Standard type: Signal delay in drive circuit; Up to 4μs (max.)
 2. High-speed type: Signal delay in drive circuit; Up to 1.5μs (max.)

5. Dimensions, mm

- EXB850
- EXB840

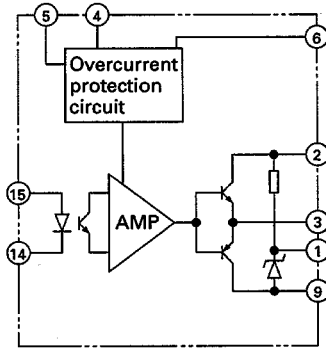


- EXB851
- EXB841

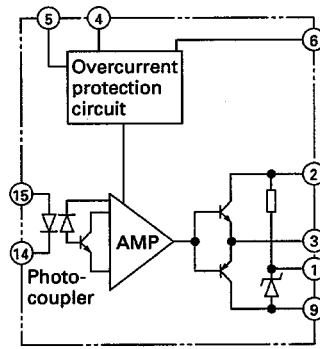


6. Functional Block Diagrams

EXB850, 851



EXB840, 841



Notation common to all EXB series

Pin number	Description
①	Connected to smoothing capacitor for reverse bias power supply
②	Power supply (+20 V)
③	Drive output
④	For connecting an external capacitor to protect against malfunction of the overcurrent protection circuit. (The capacitor is not needed in most cases.)
⑤	Overcurrent detection output
⑥	Collector voltage monitoring
⑦ ⑧	Not connected
⑨	Power supply (0 V)
⑩ ⑪	Not connected
⑭	Drive signal input (-)
⑮	Drive signal input (+)

7. Ratings and Characteristics

■ Absolute maximum ratings

(T_a = 25°C)

Item	Symbol	Condition	Rating		Unit
			EXB850, EXB840 (Medium capacity)	EXB851, EXB841 (Large capacity)	
Supply voltage	V _{cc}		25		V
Photocoupler input current	I _{in}		25		mA
Forward bias output current	I _{g1}	PW = 2 μs, duty at 0.05 or less	1.5	4.0	A
Reverse bias output current	I _{g2}	PW = 2 μs, duty at 0.05 or less	1.5	4.0	A
Input/Output isolation voltage	V _{ISO}	AC 50/60 Hz, 1 minute	2500		V
Operating surface temperature	T _c		-25 to +85		°C
Storage temperature	T _{stg}		-25 to +125		°C

■ Recommended operating conditions

Item	Symbol	Recommended operating conditions				Unit
		Standard type		High-speed type		
		EXB850	EXB851	EXB840	EXB841	
Supply voltage	V _{cc}	20 ⁺² ₋₀				V
Photocoupler input current	I _{in}	5		10		mA

■ Electrical characteristics

(Ta = 25°C)

Item	Symbol	Condition	Rating						Unit
			EXB840, EXB841 (High speed)			EXB850, EXB851 (Medium speed)			
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Turn-on time 1	t on	V cc = 20 V, IF = 5 mA			1.5			2.0	μsec
Turn-on time 2	t off	V cc = 20 V, IF = 5 mA			1.5			4.0	μsec
Overcurrent protection voltage	V ocp	V cc = 20 V, IF = 5 mA		8.5		8.5			V
Overcurrent protection delay	t ocp	V cc = 20 V, IF = 5 mA			10			10	μsec
Alarm delay	t ALM	V cc = 20 V, IF = 5 mA			1			1	μsec
Reverse bias power supply voltage	V RB	V cc = 20 V		5		5			V

Note: EXB851 and EXB850 (medium speed) require IF overdrive shown in the application circuit.

8. Application Circuits

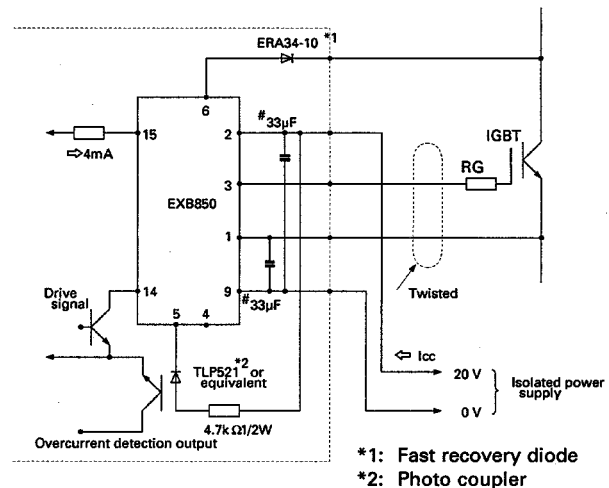
1 EXB850 Application Circuits

EXB850 is a hybrid IC capable of driving up to 150A for a 600V IGBT and up to 75A for a 1200 V IGBT. Since the signal delay in the drive circuit is 4μs or less, the hybrid IC is suitable for switching at up to about 10 kHz.

Note the following when using the hybrid IC:

- The IGBT gate-emitter drive loop wiring must be shorter than one meter.
- The IGBT gate-emitter drive wiring should be twisted.
- If a large voltage spike is generated at the collector of the IGBT, increase the IGBT's gate series resistor (RG).
- The 33 μF (#) capacitor absorbs changes in the supply voltage caused by the power supply wiring impedance. It is not a power supply filter capacitor.

Control circuit PC board



Recommended gate resistance and current consumption

IGBT rating	600 V	10 A	15 A	30 A	50 A	75 A	100 A	150 A
	1200 V	—	8 A	15 A	25 A	—	50 A	75 A
RG	250 Ω		150 Ω	82 Ω	50 Ω	33 Ω	25 Ω	15 Ω
I cc	5 kHz	24 mA			24 mA			26 mA
	10 kHz	24 mA			25 mA			29 mA
	15 kHz	25 mA			27 mA			32 mA

IGBT-Driving Hybrid ICs (EXB8..-Series) Application Manual

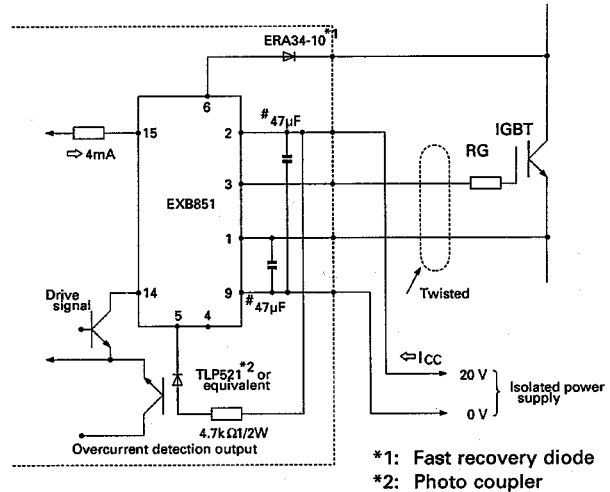
2 EXB851 Application Circuits

EXB851 is a hybrid IC capable of driving up to 400A for 600 V IGBT and up to 300A for a 1200 V IGBT. Since the signal delay in the drive circuit is 4μs or less, the hybrid IC is suitable for switching at up to about 10 kHz.

Note the following when using the hybrid IC:

- The IGBT's gate-emitter drive loop wiring must be shorter than one meter.
- The IGBT's gate-emitter drive wiring should be twisted.
- If a large voltage spike is generated at the collector of the IGBT, increase the IGBT's gate series resistor(RG).
- The 47 μF (#) capacitor absorbs changes in the supply voltage caused by the power supply wiring impedance. It is not a power supply filter capacitor.

Control circuit PC board



Recommended gate resistance and current consumption

IGBT rating	600 V	200 A	300 A	400 A	—
	1200 V	200 A	150 A	200 A	300 A
RG		12 Ω	8.2 Ω	5 Ω	3.3 Ω
I _{cc}	5 kHz	27 mA	29 mA	30 mA	34 mA
	10 kHz	31 mA	34 mA	37 mA	44 mA
	15 kHz	34 mA	39 mA	44 mA	54 mA

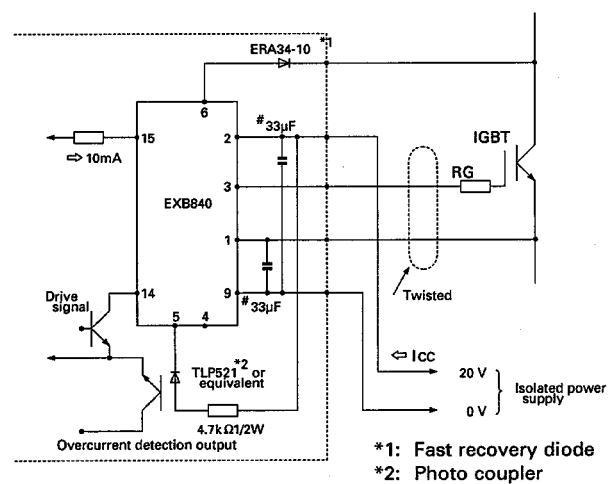
3 EXB840 Application Circuits

EXB840 is a hybrid IC capable of driving up to 150A for 600 V IGBT and up to 75A for a 1200 V IGBT. Since the signal delay in the drive circuit is 1μs or less, the hybrid IC is suitable for switching at up to about 40 kHz.

Note the following when using the hybrid IC:

- The IGBT's gate-emitter drive loop wiring must be shorter than one meter.
- The IGBT's gate-emitter drive wiring should be twisted.
- If a large voltage spike is generated at the collector of the IGBT, increase the IGBT's gate series resistor(RG).
- The 33 μF (#) capacitor absorbs changes in the supply voltage caused by the power supply wiring impedance. It is not a power supply filter capacitor.

Control circuit PC board



9. Operation

1 Outline

The following built-in functions make the fullest use of the IGBT.

- Signal isolation circuit
- Drive amplifier
- Overcurrent detector
- Low speed overcurrent cut-off circuit
- Gate turn-off power supply

2 Signal isolation circuit

A photocoupler with a high isolation voltage is used for signal isolation. Therefore, this hybrid IC can be used in devices powered from 480 V AC.

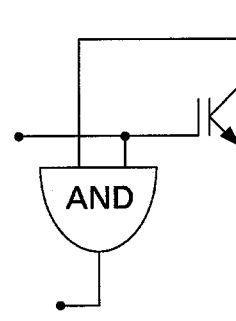
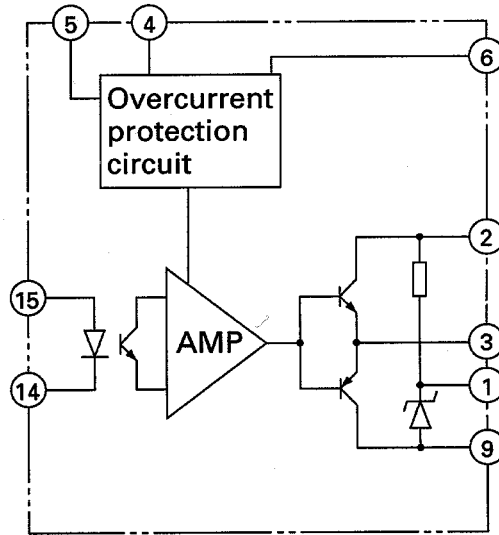
High-speed or general-purpose photocouplers are selected according to the specifications of the hybrid IC because the drive circuit signal delay depends on the photocoupler characteristics.

3 Overcurrent detector

The IGBT can withstand an overcurrent of only 10 μ s duration when short-circuited. An extremely fast protection circuit is necessary for this reason.

This hybrid IC incorporates an overcurrent protection circuit. An overcurrent is detected according to the relationship between the drive signal and the collector voltage.

The principle of overcurrent detection is shown at the right. An overcurrent is considered present when the collector voltage is high although an on signal is inputted.



	VCE low	VCE high
On signal	Normal	Overcurrent
Off signal	—	Normal

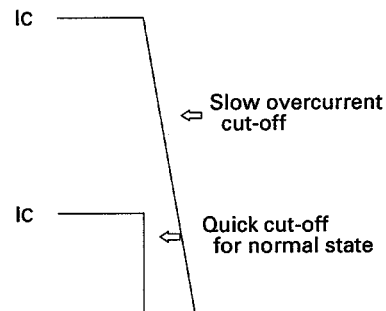
4 Low-speed overcurrent cut-off circuit

A low-speed cut-off circuit slowly turns off the IGBT in response to an overcurrent.

When an overcurrent is cut off at normal drive speed, the collector voltage spike generated is large enough to damage the IGBT.

The low-speed cut-off circuit protects the IGBT against damage.

(The low-speed cut-off circuit does not operate for overcurrents of 10 μ s or less duration.)

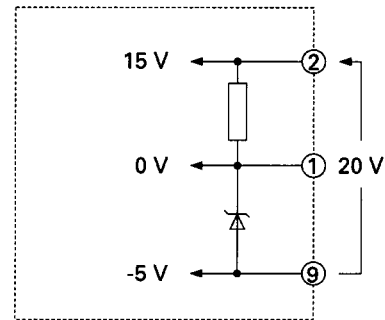


5 Gate turn-off power supply

The IGBT needs a +15 V on-gate voltage to get a low on-voltage and -5 V off-gate voltage to protect against malfunction in the off state.

This is a built-in circuit which generates a constant-voltage supply from the 20 V supply for IGBT gate turn-off.

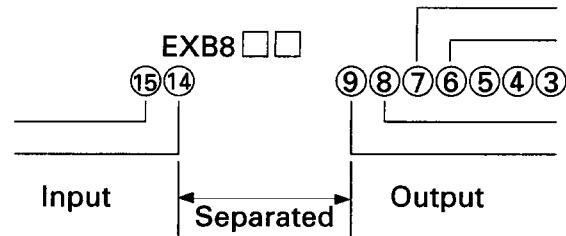
Do not apply external voltage to pin 1.



10. Notes

1 Separation of input circuit from output circuit

Keep the wiring of the input circuit (photocoupler) away from the output circuit wiring to assure that the proper dielectric strength and high noise resistance are maintained.



2 Use under recommended operating conditions

The IGBT works best if the recommended operating conditions driven in Section 7 are observed.

- Note that an excessive drive supply voltage could damage the IGBT due to excess IGBT gate voltage, and that an insufficient drive voltage could abnormally increase the IGBT's ON voltage.
- Note that an excessive input current could increase the signal delay in the drive circuit, and that an insufficient input current could cause unstable operation of the drive circuit.
- Note that an insufficient gate resistance can increase the switching noise of the IGBT and freewheeling diode.
- Note the points above where the recommended operating conditions cannot be observed.

11. Operating Waveforms

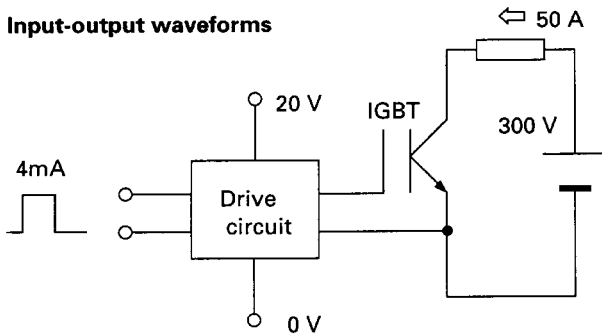
1 EXB850

Operating conditions

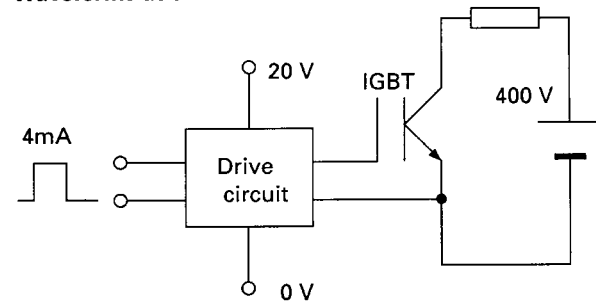
$V_{cc} = 20\text{ V}$, $I_{in} = 4\text{ mA}$, IGBT module: 2MB150-060

Test circuits

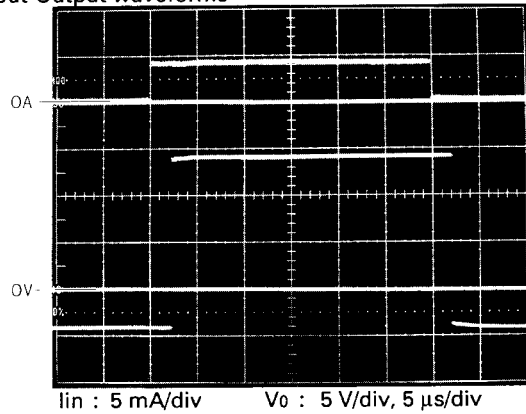
Input-output waveforms



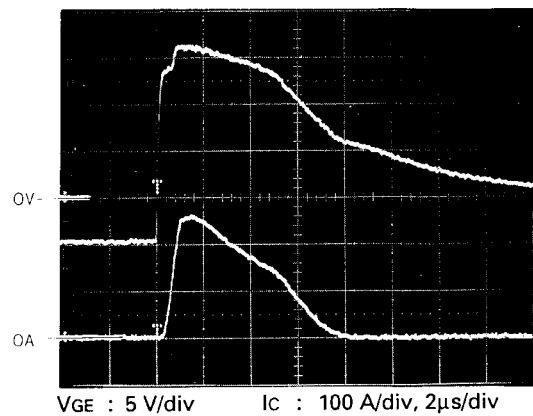
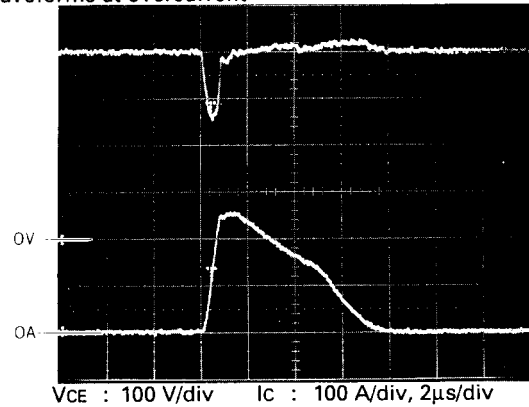
Waveforms at overcurrent



Input-Output waveforms



Waveforms at overcurrent



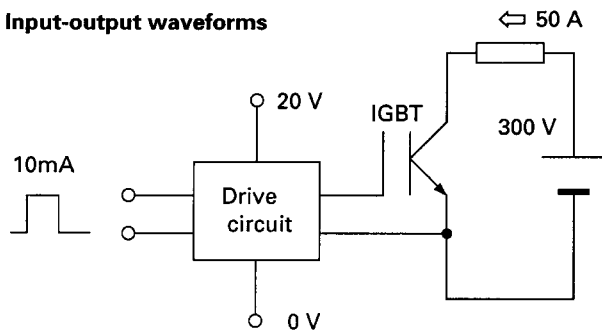
2 EXB841

Operating conditions

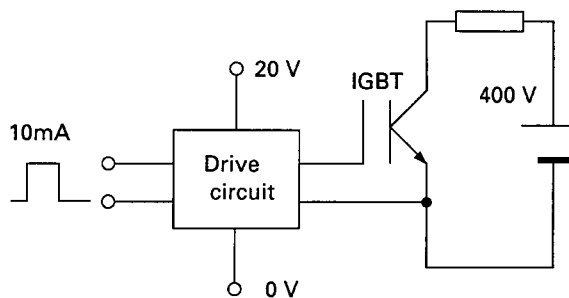
V_{cc} = 20 V, I_{in} = 10 mA, IGBT module: 2MB150-060

Test circuit

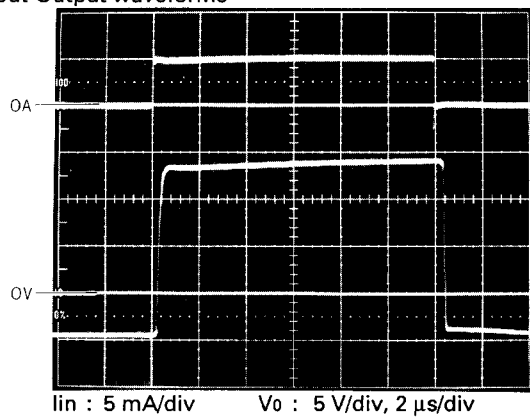
Input-output waveforms



Waveforms at overcurrent



Input-Output waveforms



Waveforms at overcurrent are the same as for EXB851.

New Gate Driver Hybrid IC for 3rd Generation IGBT

1. Features

- (1) dv/dt capability of opto-coupler is Min.15KV/μs
- (2) Spacing between primary pin and secondary pin is 10.16mm
- (3) Isolation voltage is 2500Vrms/1 min.

2. Difference from existing type

	EXB841	New Driver
dv/dt	5 KV/μs	15 KV/μs
Delay time	1.5 μs	1.5 μs
Opto-coupler	TLP550 (TOSHIBA)	HPCL4504
Pin Arrangement		

For more information, contact:

Collmer Semiconductor, Inc.

P.O. Box 702708

Dallas, TX 75370

972-733-1700

972-381-9991 Fax

<http://www.collmer.com>