

瑞 萨 科 技

硅可控开关元件与三端双向可控硅开关元件

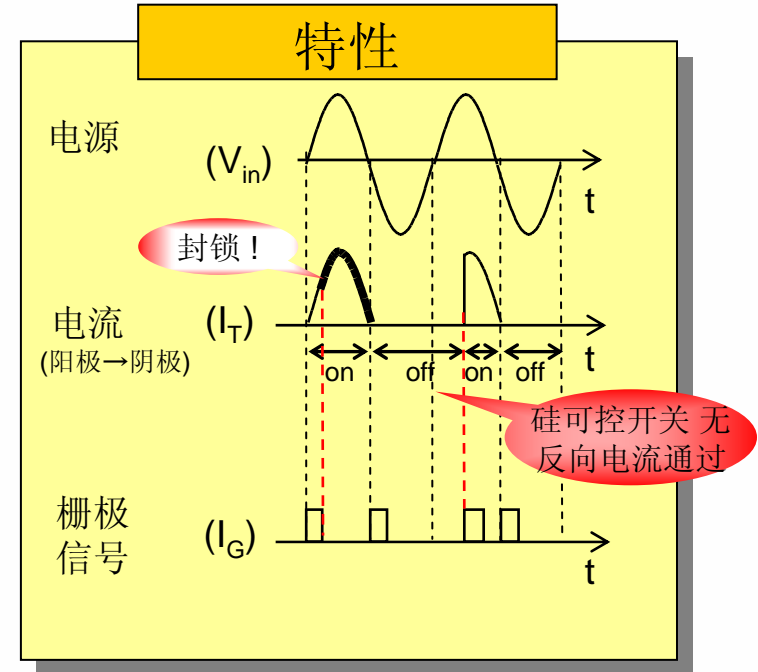
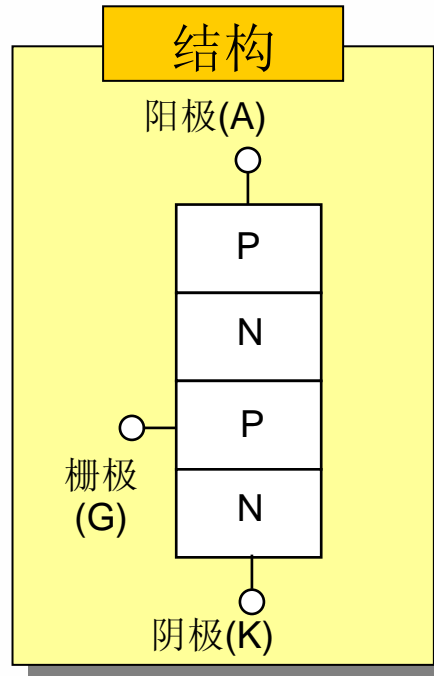
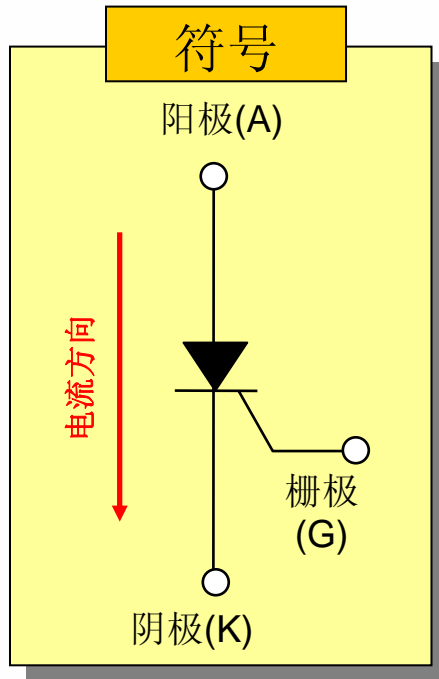
瑞萨科技公司 2004年2月 Rev.1

模拟与分立半导体业务组

通用半导体器件分部

通用半导体产品工程部

硅可控开关（硅可控整流器）的工作原理



硅可控整流器 (SCR)

Semiconductor (半导体)
Controlled (控制)
Rectifier (整流器)

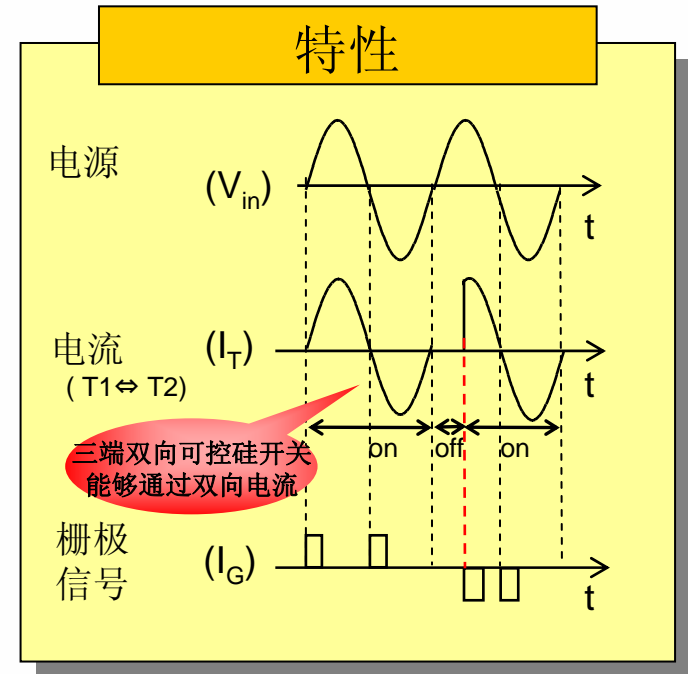
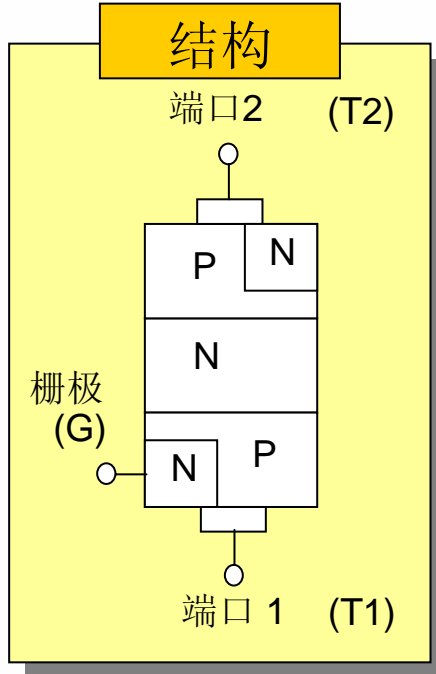
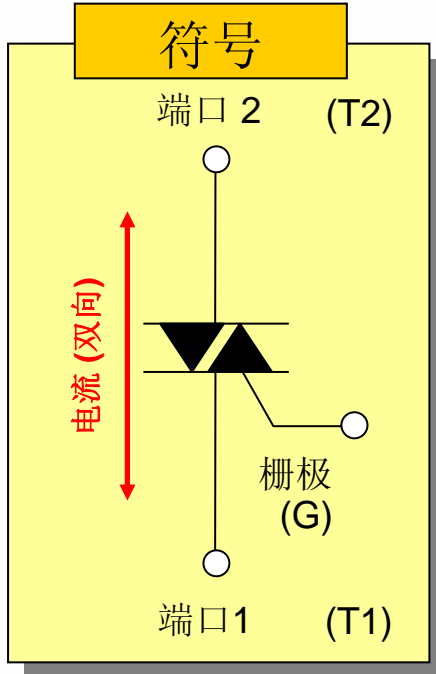
(1957:GE)



CR

Silicon (硅)
Controlled (控制)
Rectifier (整流器)

三端双向可控硅开关的工作原理

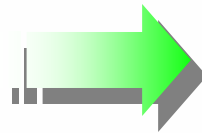


三端双向可控硅开关 (TRIAC)

TRIode (三端)

AC semiconductor switch
(交流半导体开关)

(1958:GE)



BCR

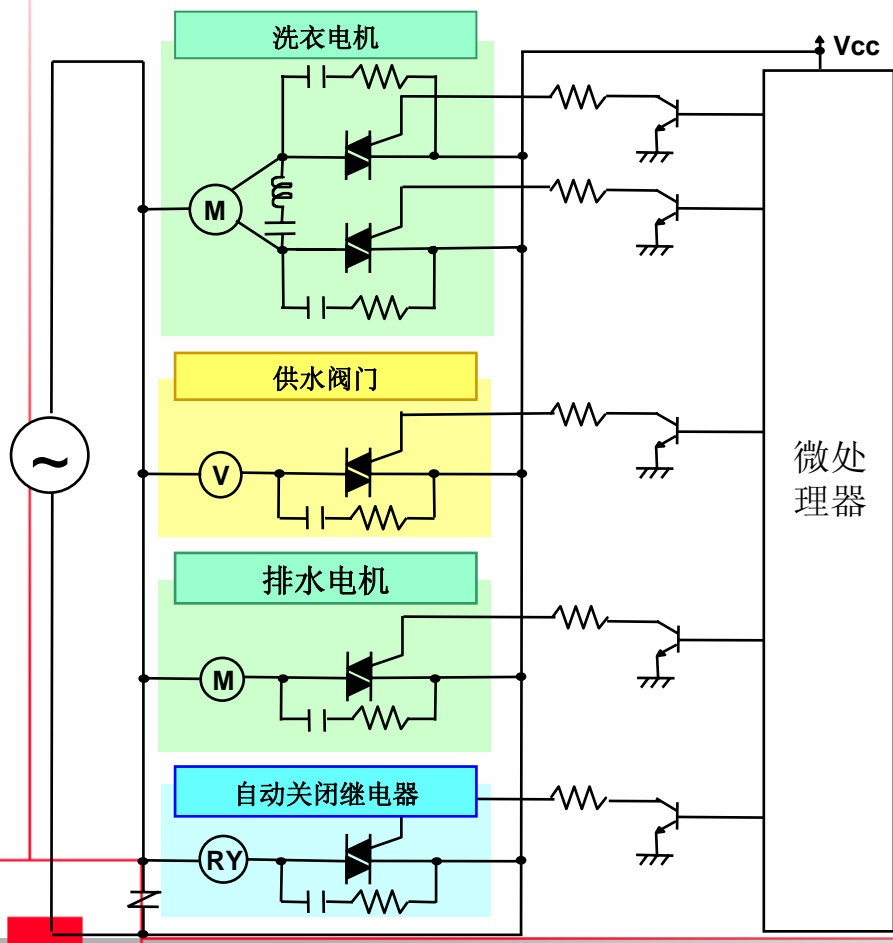
Bi-directional (双向)

Control (控制)

Rectifier (整流器)

三端双向可控硅开关与硅可控开关在白色电器系统中的应用 (1)

洗衣机 (电动机, 阀门, 电磁开关)



三端双向可控硅开关特点

- 加强了误操作时并发触发电流的容量
- 增强系列可用于高绝缘强度产品
- DIP(16P4) 封装简化了装配



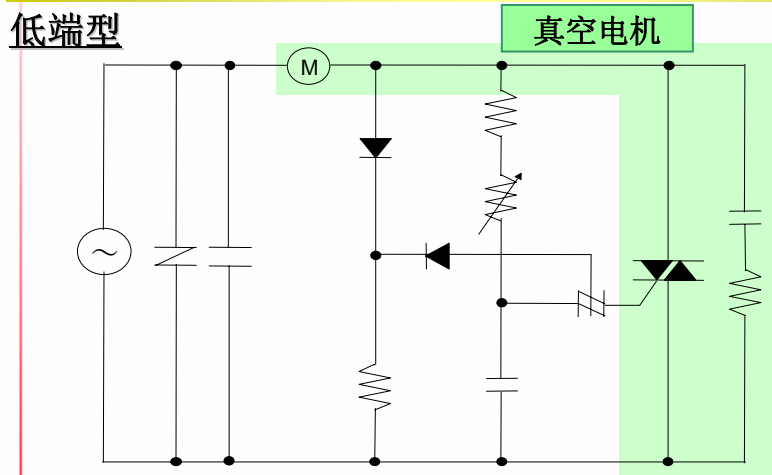
洗衣机用三端双向可控硅开关

输入电压 (交流)	容量	洗衣机电机	供水阀门	排水电机	自动关闭继电器	洗衣槽水泵
100V-120V	最高 7千克	BCR8KM -12LA/LB	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR5KM -12LA/LB
	AY08B4-12					
200V-240V	最高 10千克	BCR10KM -12LA/LB	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR1AM-12 BCR1AM-12A	BCR5KM -12LA/LB
	AY08B4-12					
200V-240V	最高 7千克	BCR8KM -14LA BCR8KM -16LA	BCR08AM-14	BCR08AM-14	BCR08AM-14	BCR3KM -14LA
	AY08B4-14					
交流100V 或 交流200V		BCR12KM -14LA	BCR08AM-14	BCR08AM-14	BCR08AM-14	BCR3KM -14LA
			AY08B4-14			

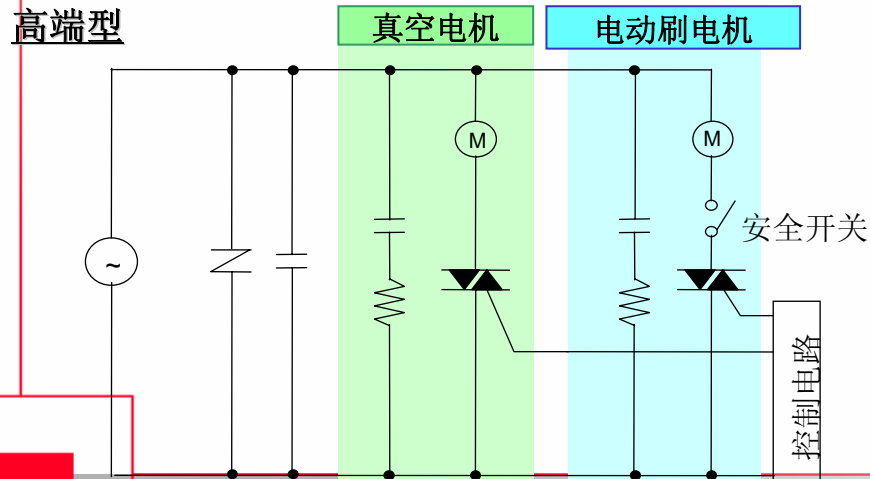
三端双向可控硅开关与硅可控开关在白色电器系统中的应用(2)

真空吸尘器 (电机)

低端型



高端型



三端双向可控硅开关的特点

- 容忍重复的冲流
- 20A系列三端双向可控硅开关最适合于真空吸尘器。

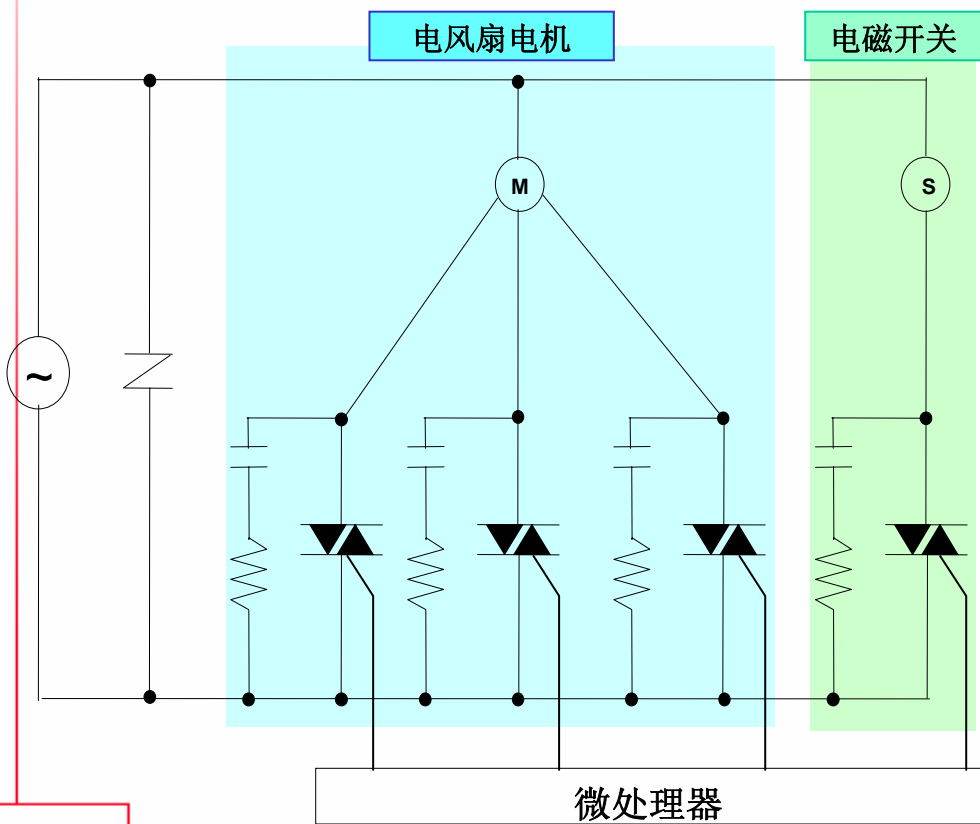


吸尘器用三端双向可控硅开关

输入电压	容量	真空电机	电动刷电机
AC100V ~ 120V	500 to 1000W	BCR16CM-12LA/LB	BCR2PM-12A BCR3KM-12LA/LB
	1000 to 1500W	BCR20AM-12LA/LB BCR20KM-12LA/LB	BCR2PM-12A BCR3KM-12LA/LB
AC200V ~ 240V	500W to 1000W	BCR8CM-12LA/LB BCR8KM-12LA/LB	BCR2PM-12A BCR3KM-12LA/LB
	1000 to 1500W	BCR12CM-12LA/LB BCR12KM-12LA/LB	BCR2PM-12A BCR3KM-12LA/LB

三端双向可控硅开关与硅可控开关在白色电器系统中的应用(3)

电风扇 (电动机, 电磁开关)

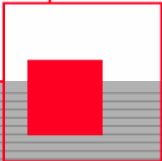


- 三端双向可控硅开关的特点
- DIP(16P4)封装简化了装配
 - 支持高成本效益系统



电风扇用三端双向可控硅开关

输入电压	风扇电机	水平摆动风扇	垂直摆动风扇
AC100V to 120V	BCR1AM-12	BCR1AM-12	BCR1AM-12
	AY08B4-12		
AC200V to 240V	BCR08AM-12A	BCR08AM-12A	BCR08AM-12A
	AY08B4-12		



如何使用三端双向可控硅开关元件

2004年2月 Rev.1

模拟与分立半导体器件分部

通用半导体产品工程部



如何使用三端双向可控硅开关元件 (1)

耐压级别的选择

三端双向可控硅开关的耐压 (V_{DRM}) = 电源电压的2倍或3倍

电源电压 AC (V)		使用位置	V_{DRM} (V)
100V 线路	100V 线路	日本	600
	120V 线路	美国	
	100V 线路	电容电机的逆向运行	
200V 线路	220V 线路	中国, 亚洲	600
	220V ~ 240V 线路	亚洲, 欧洲	
	200V 线路 (240V)	可逆电机	700 800 1000

如何使用三端双向可控硅开关元件(2)

电流的确定

(1) 无冲流时 (加热器负载)

(负载电流) $\times 1.3 \sim 1.5 \leq$ 三端双向可控硅开关的允许电流

例. $6A \times 1.5 \rightarrow$ 适用 **10A** 级别三端双向可控硅开关

*根据目录决定散热片的尺寸

(2) 有冲流时 (电灯, 变压器, 电动机负载)

必须计算冲流, 并进行详细的热计算.

向我们提供下列数据, 瑞萨公司 会为你计算.

- a) 环境温度 (T_a)
- b) 冲流的峰值 (I_p)
- c) 恒定电流值 ($I_{T(RMS)}$)
- d) 运行序列: 导通期()秒, 关断期()秒

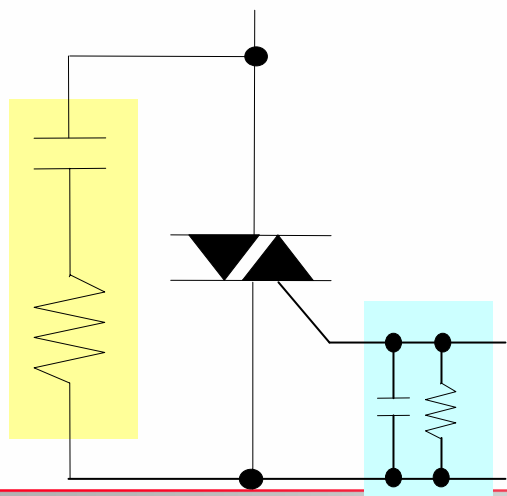
* 散热片: 材料, 尺寸, 涂覆, , 热阻 $R_{th}(f-a)$ (如能提供的话) .

如何使用三端双向可控硅开关元件(3)

选择 CR 吸收电路

在用三端双向可控硅开关控制电感性负载时，一般要如下面所示连接 CR 吸收电路，以抑制施加到器件上的 $(dv/dt)_c$ 值。

当用三端双向可控硅开关控制电感性负载（L型负载）时，如在转换期间由于电流延迟的作用， $(di/dt)_c$ 和 $(dv/dt)_c$ 超过某个值时，可能因为 $(di/dt)_c$ 和 $(dv/dt)_c$ ，不需栅极信号而进入导通状态，从而变得无法控制。



AC 100V 线路 : $C=0.01 \mu F \sim 0.47 \mu F$
 $R=47 \sim 100 \Omega$

AC 200V 线路 : $C=0.01 \mu F \sim 0.47 \mu F$
 $R=47 \sim 100 \Omega$

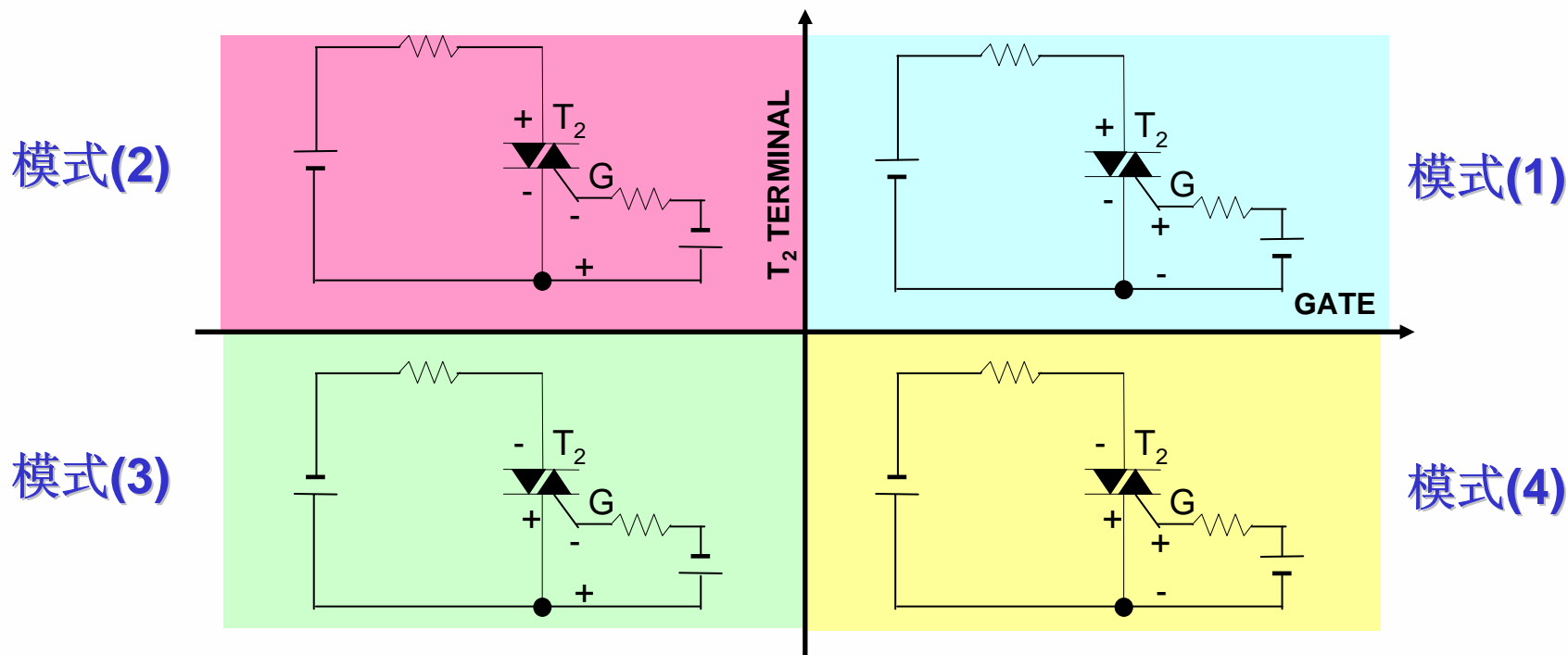
$C:0.01 \mu F \sim 0.47 \mu F, R=47 \sim 100 \Omega$

* 用于噪声保护

如何使用三端双向可控硅开关元件(4)

电路的触发模式

三端双向可控硅开关可通过施加正的或负的栅极信号打开。三端双向可控硅开关在施加正向或反向电压时均可通过栅极信号打开。三端双向可控硅开关可按下面四种模式用栅极信号触发。



如何使用三端双向可控硅开关元件(5)

栅极电路

三端双向可控硅开关 有四个触发模式并可用于下面的组合

栅极触发电路的例子			
模式(1)(3)			
	SBS , diac	继电器	光电耦合器
模式(2)(3)			
	脉冲变压器	IC , 晶体管	晶体管振荡器
模式(1)(4)			<p>BCR1AM GUARANTEES THE I_{GT} (10mA) OF THE $\\$ MODE. USE THE CIRCUIT AS SHOWN ON LEFT.</p>
	IC , 晶体管	BCR1AM 的辅助触发器	

*1 The $\$$ mode (G^+ , T_2^-) is not generally guaranteed except those of BCR08AS and BCR1AM.

如何使用三端双向可控硅开关元件(6)

如何设计栅极电路

例. BCR8KM-12LA

考虑工作温度为 -20°C .

1. 栅极触发电流

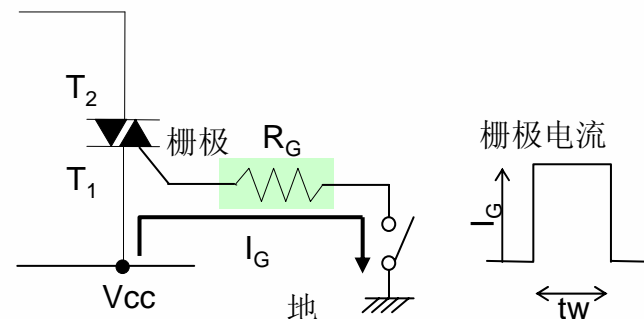
$$\begin{aligned} \text{栅极触发电流}(I_{\text{GT1}}) &= I_{\text{GT}}(\text{max}@25^{\circ}\text{C}) \times \alpha \times \gamma \\ &= 30\text{mA} \times 2.0 \times 1.8 \\ &= 108\text{mA} \end{aligned}$$

2. 栅极触发电电压

$$\begin{aligned} \text{栅极触发电电压} \\ (V_{\text{GT1}}) &= V_{\text{GT}}(\text{max}@25^{\circ}\text{C}) \times \beta \\ &= 1.5\text{V} \times 1.2 \\ &= 1.8\text{V} \end{aligned}$$

3. 栅极电阻

$$\begin{aligned} \text{栅极电阻}(R_{\text{G}}) &\leq (V_{\text{CC}} - V_{\text{GT1}}) / I_{\text{GT1}} \\ &\leq (5.0\text{V} - 1.8\text{V}) / 108\text{mA} \\ &\leq \mathbf{29.6 \text{ 欧姆}} \end{aligned}$$



α : I_{GT} 的温度依赖性

$$I_{\text{GT}}(\text{额定}) = 30\text{mA (max)}$$

$$\alpha = 2.0 @T_a = -20^{\circ}\text{C}$$

(栅极触发电流 - 结温特性)

γ : Temperature dependability of gate width

$$\alpha = 1.8 @T_a = -20^{\circ}\text{C}$$

(栅极触发电流 - 栅极电流脉宽特性)

β : Temperature dependability of V_{GT}

$$V_{\text{GT}}(\text{ratings}) = 1.5\text{V (max)}$$

$$\alpha = 1.2 @T_a = -20^{\circ}\text{C}$$

(栅极触发电压 - 结温特性)

瑞萨三端双向可控硅开关与硅可控开关产品

2004年2月 Rev.1

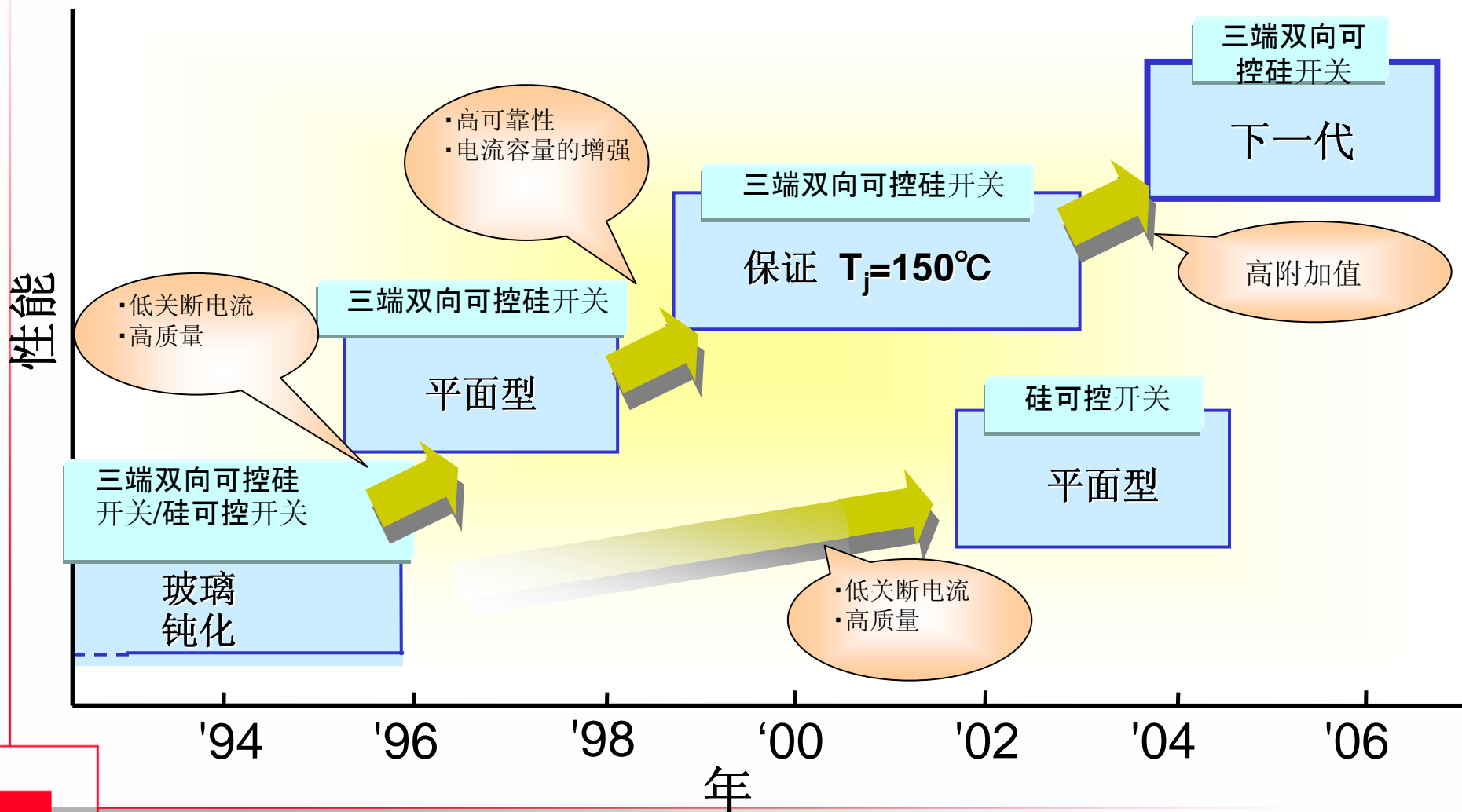
模拟与分立半导体器件分部

通用半导体产品工程部

各种应用需求下三端双向可控硅开关/硅可控开关的特点

产品	应用	需求	特点
三端双向可控硅开关	复印机, 打印机, 洗衣机, 吸尘器, 风扇, 带热水冲洗器的便盆等.	<ul style="list-style-type: none"> * 高质量 * 高温保证 * 简化电路 	<ul style="list-style-type: none"> * 150 °C , 平面工艺 * 容忍高电压 * 下一代 (开发中)
硅可控开关	点火器, 漏地断路器, 电子熔断器, 逆变照明装置	<ul style="list-style-type: none"> * 高电流控制 * 小型封装 * 高质量 	<ul style="list-style-type: none"> * 平面工艺 * 容忍高电压 * 开发小型封装

三端双向可控硅开关与硅可控开关的工艺演变



瑞萨硅可控开关和三端双向可控硅开关的特点

* 瑞萨是市场上首先保证 $T_j=150^\circ\text{C}$ 三端双向可控硅开关器件的厂商

- 三端双向可控硅开关 3 to 30A : 28 种产品

* 为了采用 150°C 三端双向可控硅开关, 应向客户提交 CAS 。
如不向客户提交 CAS , 则向客户提供的是一般的 125°C 产品。

* 增强系列

- 三端双向可控硅开关 0.8 to 30A: 40 种产品 (普通)

- 硅可控开关 0.3 to 12A: 16 种产品

* 各种应用最适合的产品

- 高涌流保护
- 小而薄的封装
- 转换特性保证
- 支持 IGT 项目

* 高电压容忍产品

Tj=150°C保证三端双向可控硅开关的特点和品质

功能概况

- *与目前一般 125°C 保证相比较，额定结温提高到150°C。
- 这一温度的提高可允许更大的电流容量。
- 采用平面结构

产品系列

下表是现有的 3 to 30A/ 600V 普通三端双向可控硅开关。

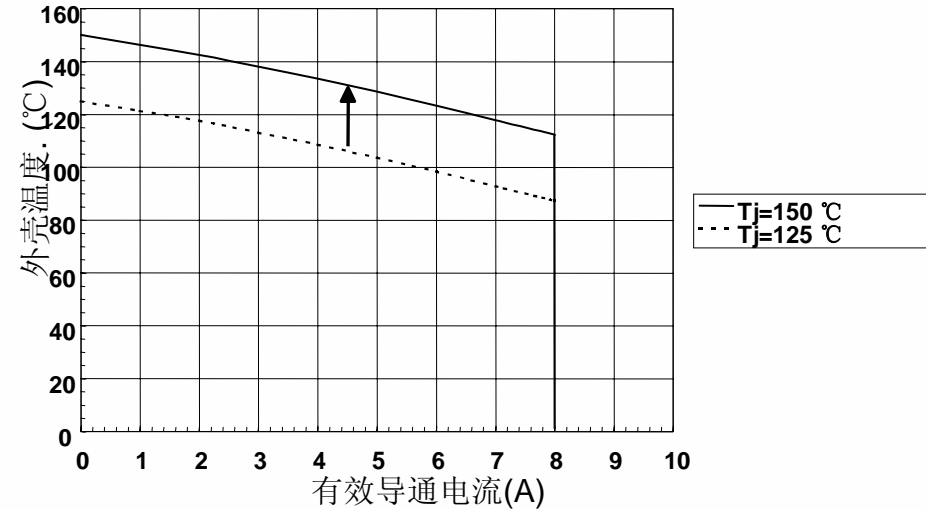
封装	元件号
TO-220	BCR5/6/20AM-12LB BCR8/10/12/16CM-12LB
TO-220FN	BCR3/5/8/10/12/16/20KM-12LB
TO-220FN	BCR3/5KM-12RB
TO-220S	BCR8/10/12/16CS-12LB
TO-3P	BCR30AM-12LB

特点

- * 高温下的关断电流很小。
由于平面结构，具有比多层结构小的关断电流
- * 较大的热设计限度使设计变得容易。

例. 当设计限度为 80%， $T_j=150 \times 80\%=120 \text{ } ^\circ\text{C}$
(从现下的 $T_j=125 \times 80\%=100 \text{ } ^\circ\text{C}$ 提高 +20 度)

- * 电流容量的增加



- * 较小的散热片—安装尺寸小1/4
例. BCR8KM 在 $T_a=60 \text{ } ^\circ\text{C}$, $I_{T(RMS)}=8\text{A}$,
 $R_{th(f-a)}=4.8 \text{ } ^\circ\text{C/W}(50\text{cm}^2)$
(目前 $R_{th(f-a)}=2.3 \text{ } ^\circ\text{C/W}(200\text{cm}^2)$)
- * 不一定需要散热器
例. BCR3KM $T_a=80 \text{ } ^\circ\text{C}$, AC100V/140W
加热器控制、
 $T_j=1.3\text{W} \times 50 \text{ } ^\circ\text{C/W} + 80=145 \text{ } ^\circ\text{C}$
- * 高可靠性
- * 高工作温度

新产品

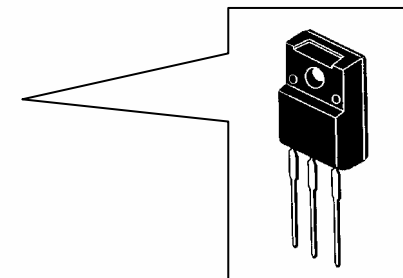
150°C保证三端双向可控硅开关

* 概况

由于不同于现下产品，具有150°C保证，所以是用于控制陶瓷加热器、带有较小冲流的加热器、或较大电流容量的小型电动机的最适合的产品。

* 特点

- 1) 采用绝缘封装 TO-220FN (绝缘: 2000V 保证)
- 2) 最高结温 150°C 保证
- 3) 高抗噪声度 IGT 50mA



* 产品系列

元件号	IT(RMS) [A]	VDRM [V]	ITSM [A]	IGT [mA]
BCR8KM-12LC	8	600	48	50
BCR10KM-12LC	10	600	60	50
BCR16KM-12LC	16	600	96	50
BCR5KM-14LC	5	700	30	50
BCR8KM-14LC	8	700	48	50

* 用于陶瓷加热器的例子

电源电压	负载容量	元件号
AC100V ~120V	400W	BCR5KM-14LC
	600W	BCR8KM-12LC / BCR8KM-14LC
	800W	BCR10KM-12LC
	1000W	BCR16KM-12LC
	1200W	BCR16KM-12LC
AC200~240V	400W	BCR5KM-14LC
	600W	BCR5KM-14LC
	800W	BCR5KM-14LC
	1000W	BCR8KM-12LC / BCR8KM-14LC
	1200W	BCR8KM-12LC / BCR8KM-14LC

19

150°C保证三端双向可控硅开关系列

* TO-220 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR5AM-12LB	5	50	600	720	20
BCR6AM-12LB	6	60	600	720	30
BCR8CM-12LB	8	80	600	720	30
BCR10CM-12LB	10	100	600	720	30
BCR12CM-12LB	12	120	600	720	30
BCR16CM-12LB	16	170	600	720	30
BCR20AM-12LB	20	200	600	720	30

* TO-220FN 封装 (普通使用)

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR3KM-12LB	3	30	600	720	20
BCR5KM-12LB	5	50	600	720	20
BCR8KM-12LB	8	80	600	720	30
BCR8KM-12LC	8	48	600	720	50
BCR10KM-12LB	10	100	600	720	30
BCR10KM-12LC	10	60	600	720	50
BCR12KM-12LB	12	120	600	720	30
BCR16KM-12LB	16	160	600	720	30
BCR16KM-12LC	16	96	600	720	50
BCR20KM-12LB	20	200	600	720	30
BCR5KM-14LC	5	30	600	720	50
BCR8KM-14LC	8	48	600	720	50

* TO-220FN 封装 (电阻负载)

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR3KM-12RB	3	30	600	720	15
BCR5KM-12RB	5	50	600	720	15

* TO-220S 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR8CS-12LB	8	80	600	720	30
BCR10CS-12LB	10	100	600	720	30
BCR12CS-12LB	12	120	600	720	30
BCR16CS-12LB	16	170	600	720	30

* TO-3P 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR30AM-12LB	30	300	600	720	50

125°C保证三端双向可控硅开关系列

* TO-220 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR5AM-12LA	5	50	600	720	20
BCR6AM-12LA	6	60	600	720	30
BCR8CM-12LA	8	80	600	720	30
BCR10CM-12LA	10	100	600	720	30
BCR12CM-12LA	12	120	600	720	30
BCR16CM-12LA	16	170	600	720	30
BCR20AM-12LA	20	200	600	720	30

* TO-220FN 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR3KM-12LA	3	30	600	720	20
BCR5KM-12LA	5	50	600	720	20
BCR8KM-12LA	8	80	600	720	30
BCR10KM-12LA	10	100	600	720	30
BCR12KM-12LA	12	120	600	720	30
BCR16KM-12LA	16	160	600	720	30
BCR20KM-12LA	20	200	600	720	30
BCR3KM-14LA	3	30	700	840	30
BCR5KM-14LA	5	50	700	840	30
BCR8KM-14LA	8	80	700	840	30
BCR12KM-14LA	12	120	700	840	30
BCR8KM-16LA	8	80	800	960	30
BCR8KM-20LA	8	80	1000	1200	30

* TO-220F 封装 (电阻负载)

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR2PM-12RA	2	10	600	720	10(Ⅱ,Ⅲ)

* TO-220FN 封装 (电阻负载)

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR3KM-12RA	3	30	600	720	15
BCR5KM-12RA	5	50	600	720	15

* MP-3A/DPAK(L) 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR3AS-12LA	3	30	600	720	15
BCR5AS-12LA	5	50	600	720	30

* TO-220S 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR8CS-12LA	8	80	600	720	30
BCR10CS-12LA	10	100	600	720	30
BCR12CS-12LA	12	120	600	720	30
BCR16CS-12LA	16	170	600	720	30

* TO-92 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR08AM-12A	0.8	8	600	720	5(Ⅱ,Ⅲ)
BCR1AM-12	1	10	600	720	5(Ⅳ=10)
BCR1AM-12A	1	10	600	720	7(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ)
BCR08AM-14	0.8	8	700	840	5(Ⅱ,Ⅲ)

* SOT-89 封装

元件号	IT(RMS) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	VDSM (V)	IGT (mA)
BCR08AS-12A	0.8	8	600	720	5(Ⅳ=10)

硅可控开关系列

* MP-3A/DPAK(L) 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR3AS-12	3	90	600	0.1	0.8
CR5AS-12	5	90	600	0.1	0.8

* SC-59 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR05BS-8	0.1	10	400	0.1	0.8

* SOT-89 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR05AS-8	0.5	10	400	0.1	0.8
CR08AS-12	0.8	10	600	0.1	0.8

* TO-220 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR12CM-12	12	360	600	30	1.5

* TO-92 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR02AM-8	0.3	10	400	0.1	0.8
CR03AM-12	0.3	20	600	0.1	0.8
CR05AM-12	0.3	10	600	0.1	0.8
CR04AM-12	0.4	10	600	0.1	0.8
CR03AM-16	0.3	20	800	0.1	0.8
CR05AM-16	0.3	10	800	0.1	0.8

* TO-220FN 封装

元件号	IT(AV) (A)	ITSM (A)	VDRM (V)	IGT (mA)	VGT (V)
CR3KM-12	3	70	600	0.1	0.8
CR6KM-12	6	90	600	10	1.0
CR8KM-12	8	120	600	15	1.0

* 2004/7月. 批量生产

硅可控开关和三端双向可控硅开关的无铅计划

封装	量产计划时间
TO-220FN	2004 / 3月
TO-220F	已实施
MP-3A/DPAK(L3)	2004 / 4月
TO-92	2004 / 4月
TO-3P	已实施
TO-220	已实施
SC-59	已实施
SOT-89	已实施

RENEASAS

