

产品技术资料2015

Shunt电阻元器件, Isabellenhütte Heusler

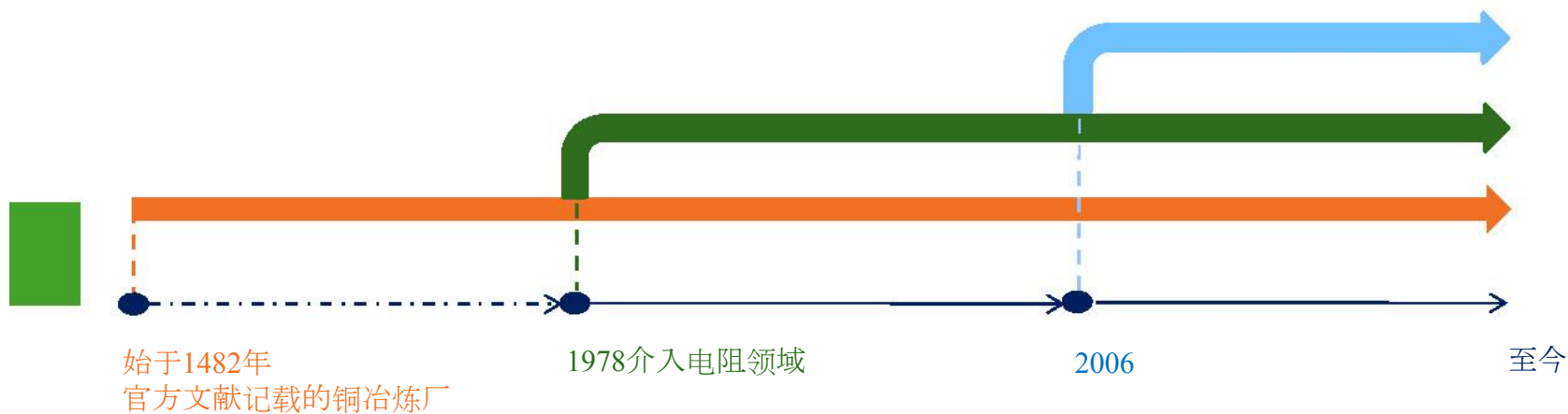


1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. Isabellenhütte产品技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

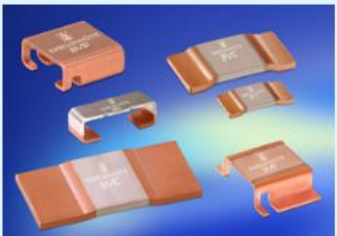


公司产品

电阻元器件

精密测量仪器

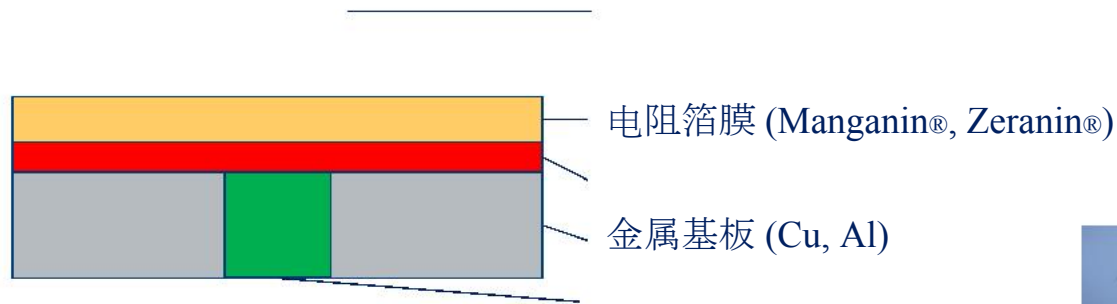


ISA 元器件产品系

	ISA-WELD®工艺 电子束焊接	ISA-PLAN®工艺	客户定
	复合材料:铜端子-	基板	一般为ISA-WELD®
型号	BV _x / BAS	SM _x / LM _x / VM _x / VL _x / CM _x	
外观			
阻值范围	100μΩ ←————→ 100Ω		
测量电流范围	1500A ←————→ 1mA		

ISA-PLAN 基本原理

®



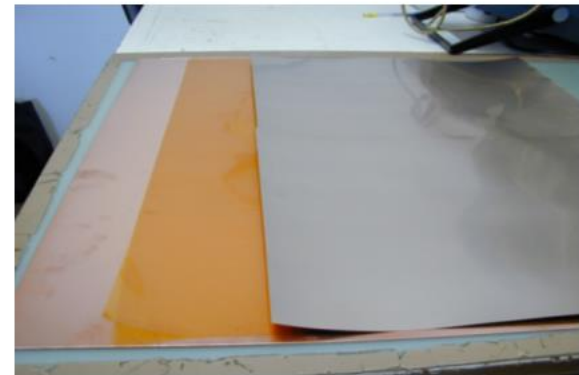
产品特性及优势：

低温度系数 TCR

高长期稳定性

低热内阻

抗环境干扰



ISA-Plan产品系

®

SMD-表面安装：

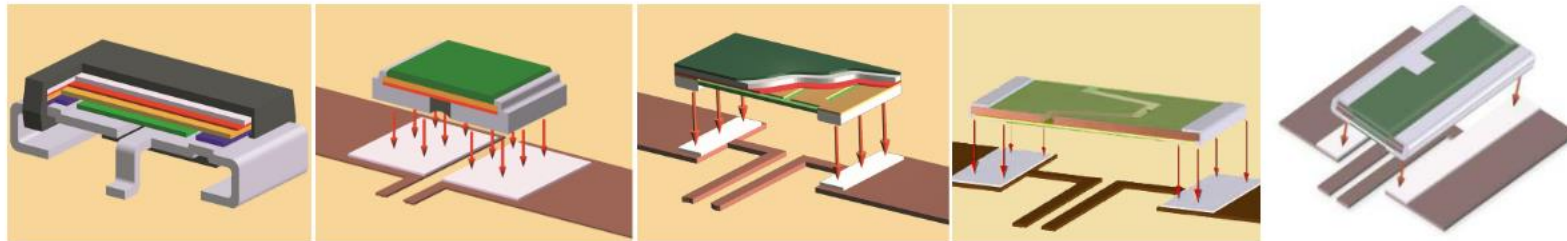
SMR / SMV
4723

SMx

LMx

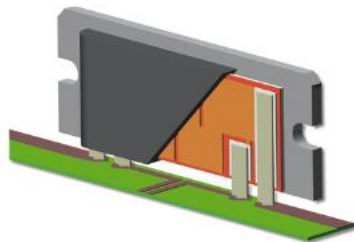
VMx

VLx



过孔及散热片安装：

PBV / PBH / A-H



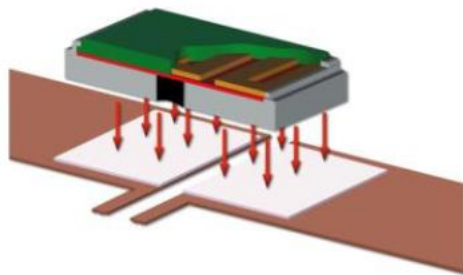
ISA-PLAN主要系

®

SMx 系 :

阻值范围: 4 mΩ - 4 Ω
精度: 0.5 %; 1 %; 5 %
: ~ 5 W (2817)
温度系数: <50 ppm/K

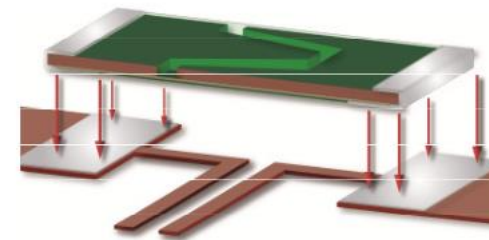
- 封装 : 1206, 2010, 2512及 2817
- 极低热内阻
-
- 设计优化。
- 焊盘集成作为基板载体和散热片



VMx 系 :

阻值范围: 5 mΩ - 2 Ω
精度: 0.5 %; 1 %; 5 %
: ~ 3 W (2512)
温度系数: <20 ppm/K

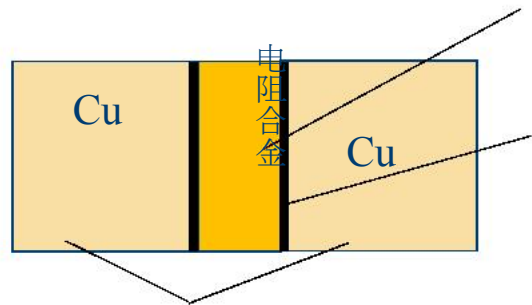
- 封装 0805, 1206, 2010及 2512
- 3 W (2512)
- 良好的温度系数
-
- 标准焊盘



ISA-WELD基本原理

®

ISA-Weld®



(Manganin®, Zeranin®, ISAOHM®, Aluchrom)

ISA

,真空高能电子束焊接

- 机械强度高

- ,无杂质

铜端子-

技术参数:

阻值范围	100 $\mu\Omega$ ~ 10 m Ω
精度	1 %, 5 %
额	~ 15 W
温度系数TCR	~ 50 ppm/K

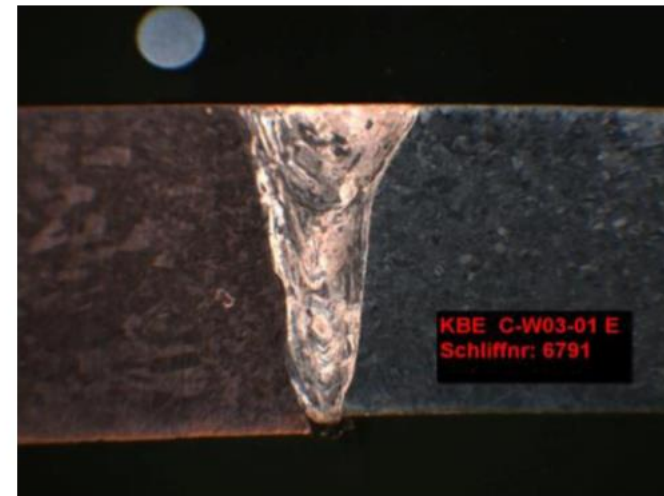
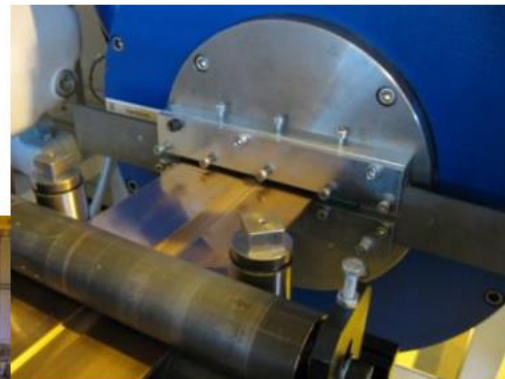
产品 _____ :

低温度系数 TCR
高长期稳定性
超低的热内阻
低热差 (对于铜)
低阻值
高机械强度

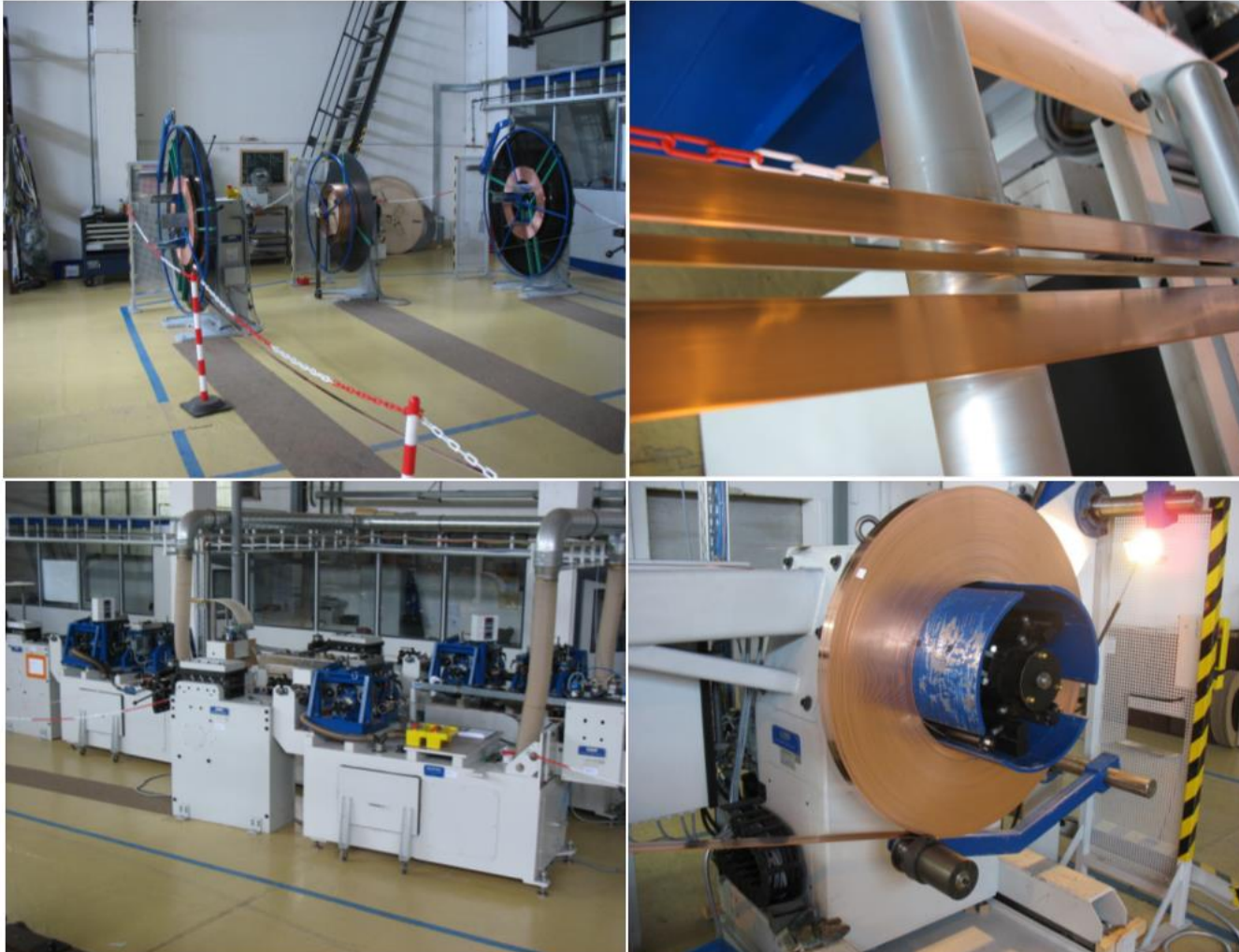
真空电子束焊接工艺

0.3mm-4mm材料

Isabellenhütte



ISA 真空电子束焊接设备：

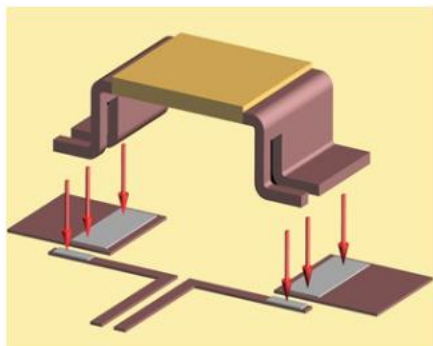


ISA-Weld产品系

®

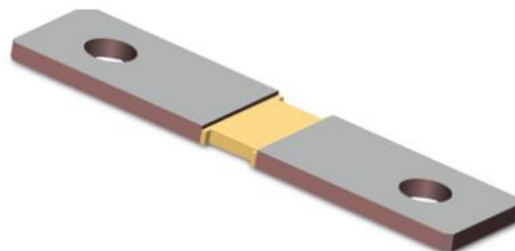
SMD表面安装

BVx



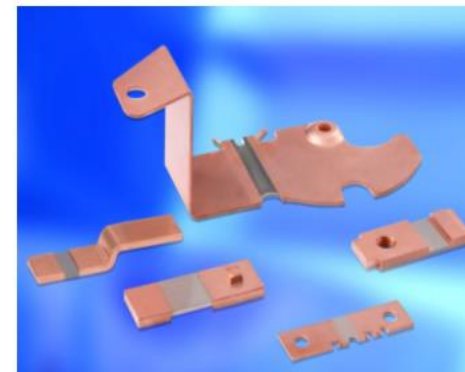
铜排机械连接安装 (Bus-Bar)

BAS / BVO / BKW etc.



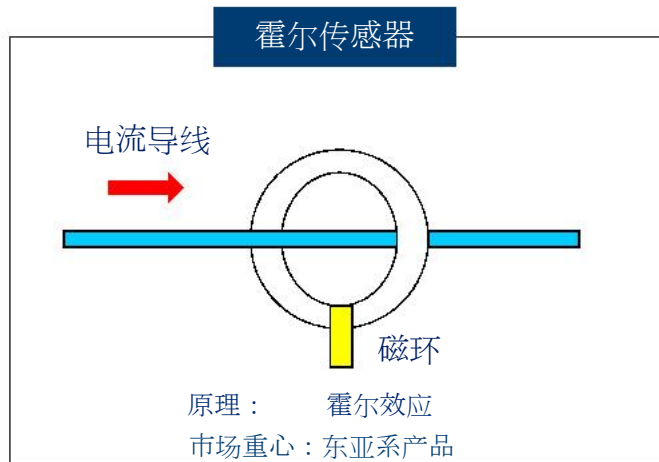
客户

BMS电池管理系



1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. 重要技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

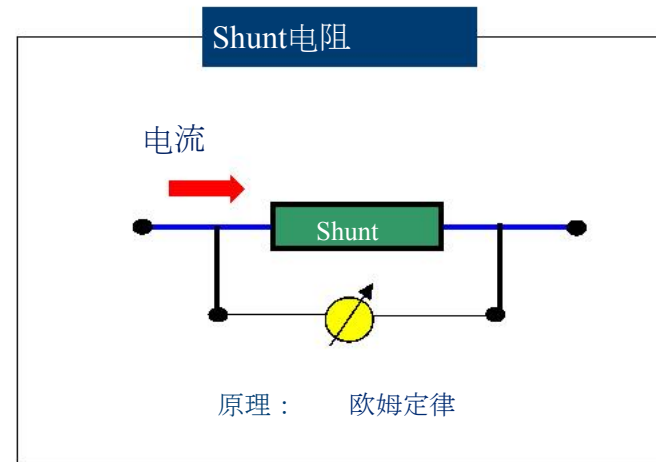
电流测量方案：



优点:

：
体积大

噪音及信号干扰
低线性度
低稳定性
高温系数
测量范围有限
高成本



优点:
体积小

优点:

低噪
线性度好
极好的长期稳定性
低温系数
超宽测量范围

价格低

用Shunt进行电流测量原理

欧姆定律：

$$I (\text{电流}) = U (\text{电压}) / R (\text{电阻值})$$

实际电阻两端的电压采样信号受众多因素影响：

电阻器两端的测量电压可由以下公式得

$$U = R * I + U_{th} + U_{ind} + U_{iext} \dots\dots$$

- $U_{th} =$
- $U_{ind} =$
- $U_{iext} =$

① 完全理想化的电阻不受任何外界因素干扰，在现实中理想电阻是不存在的：

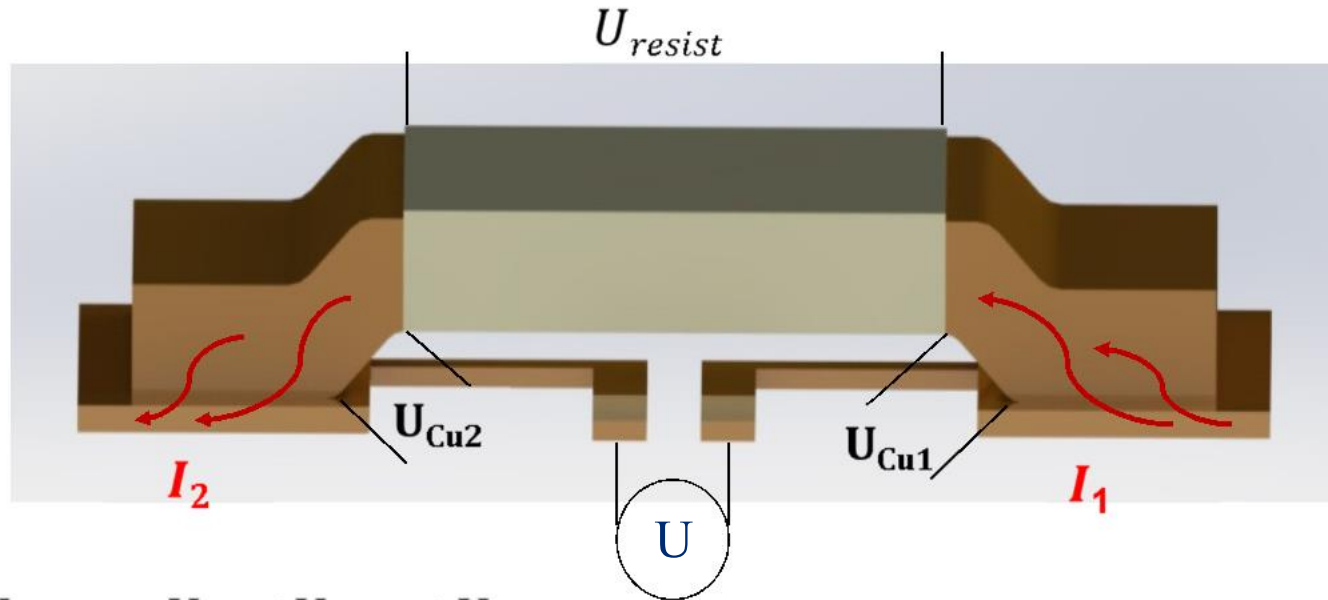
- 受温度影响
- 长期使用阻值偏移

○ ○ ○

① **Isabellenhütte**
优

○

二端子电阻的四端子电流测量布局 (例图BVx)



$$U_{sense} = U_{Cu1} + U_{resist} + U_{Cu2}$$

-
- 电路板信号采样布局实现四端子测量
- VMx, SMx

1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. 产品技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

电阻特性指标及影响因素：

性能指标	要	影响因素		
		合	设计规格	生产工艺
温度系数	低	xxx	x	x
长期稳定性	高	xxx	x	xx
铜热电	低	xxx		
电感	低	x	xxx	
精度	高			xxx
负荷	高	x	xxx	
热内阻	低		xxx	x
四端子设计	低端子引线压降		xxx	x
可靠性	高	xx	x	x

备注：

xxx = 影响很大

xx = 影响适中

x = 影响很小，但值得注意

低温度系数(TCR)

温度系数 (TCR)表征电阻值随温度变化率, 以ppm/K为单位. TCR 电阻值变化越小。

其定义公式：

$$TCR \text{ (from } T_0 \text{ to } T) = (R(T)-R(T_0)) / R(T_0) / (T-T_0) = dR/R(T_0) / dT$$

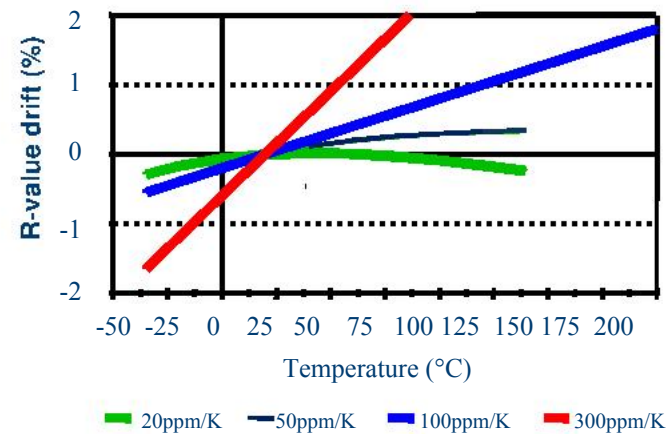
T0为室温 20°C,
T为工作温度,规格书中 TCR温度范围 20°C-60°C

ISA : TCR

, ISA内所有金属电感器件

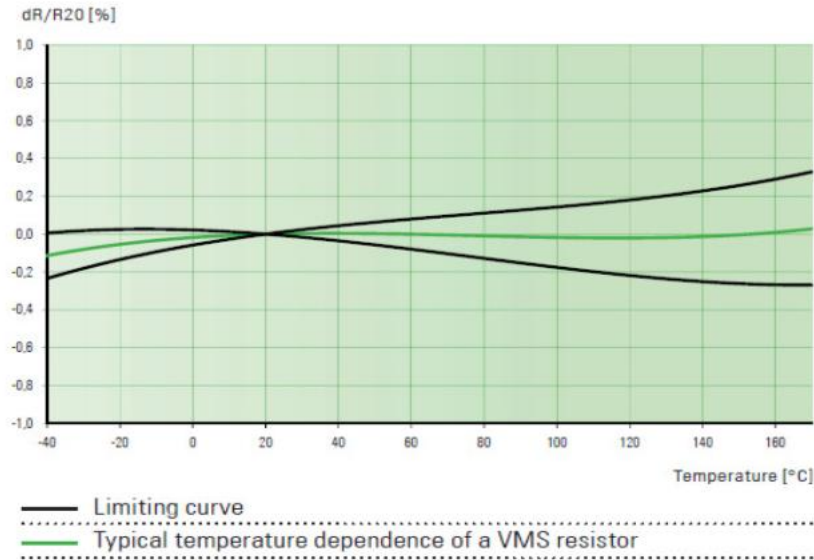
TCR 和竞争 :

	Type of resistors	TCR [ppm/K]
竞争对手	薄膜技术	50 ~ 200
	厚膜技术	100 ~ 800
Isabellenhuetten	ISA-PLAN® ()	20 ~ 50
	ISA-WELD® ()	~ 50

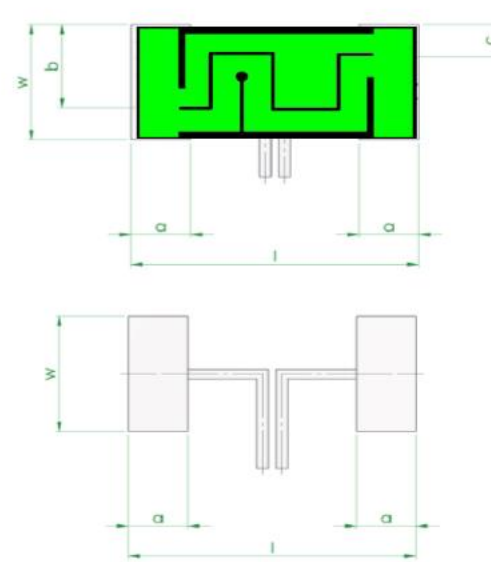


全温度范围温漂曲线 R(T) (VMS规格书为例)

Temperature dependence of the electrical resistance



Layout if $TC < 20 \text{ ppm/K}$ is required for R in between 30 and 80 mOhm



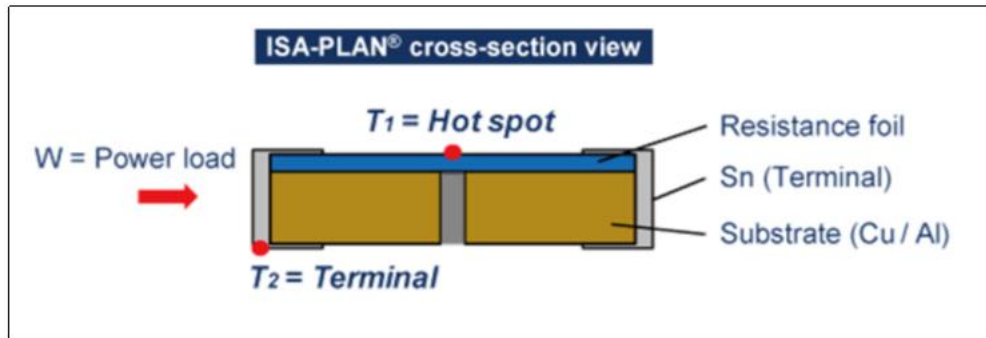
-
- 温漂曲线适用性是基于按我司规格书建议的四线测量盘布局
- 不同的焊盘布局影响温漂值

低热内阻(Rthi)

电流通过电阻时,电能 $P=I^2 \times R$
 该导热路径的导热率, 单位K / W。由于材料及工艺的领先ISA
 意味其电阻内部拥有非常

Rthi表示
 Rthi值, 这

$$R_{thi} = (T_1 - T_2) / P$$



(例) T1 = 100°C, T2 = 40°C, P = 3W

$$R_{thi} = (100 - 40) / 3 = 20 \text{ K/W}$$

ISA优

- ISA PLAN
热内阻远优于其他产品。
- ISA WELD

ISA电阻

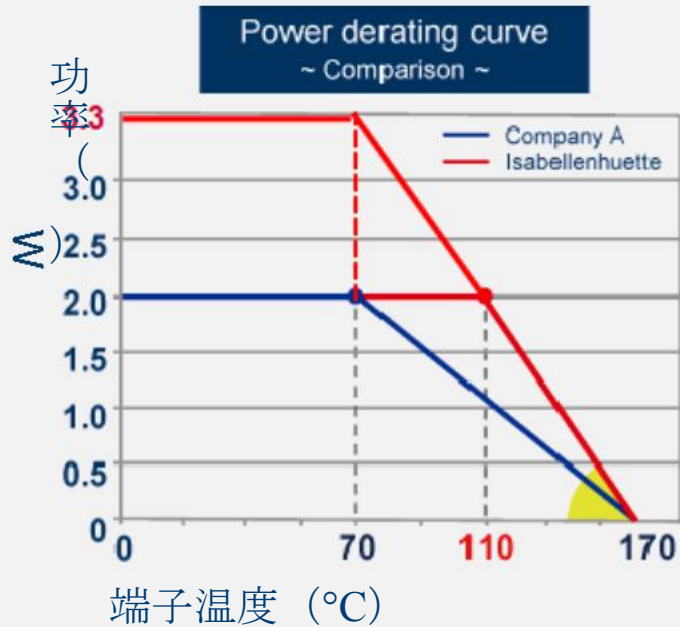
率衰减曲线 (Power derating)

率大小。

ISA

170°C及热内阻Rthi作为衰减线斜率

-
- 而在相同衰减点温度下，电阻能



$$T_k = 170^{\circ}\text{C} - (P \times R_{thi})$$

* $T_k =$

* $P =$ 负荷

* $170^{\circ}\text{C} =$ 过热点最高安全温度

* $R_{thi} =$ 热内阻

左边图例中：

- 竞争对手产品 (热内阻 $R_{thi}=50\text{K/W}$)
- Isabellenhütte (热内阻 $R_{thi}=30\text{K/W}$)

高长期稳定性 (Long Term Stability):

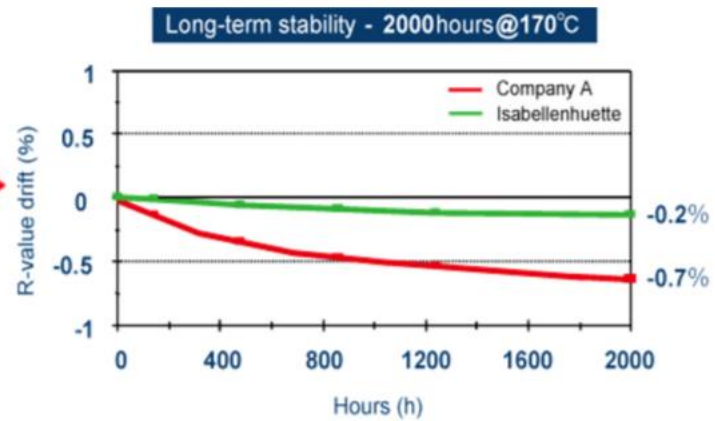
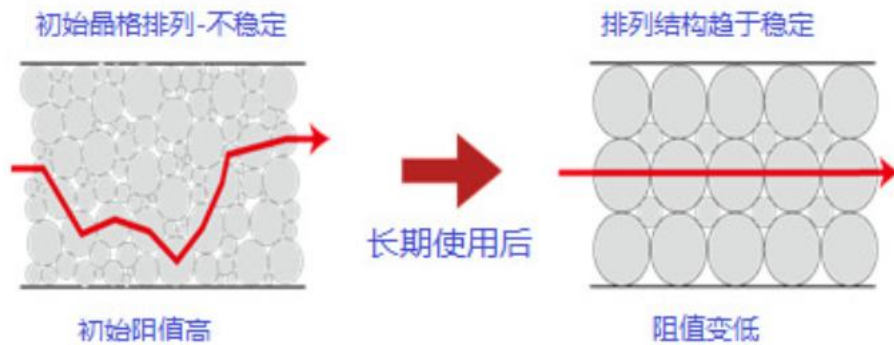
长期稳定性指元器件在长期工作后受温度环境，腐蚀

影响长期稳定性的主要因素

1.

ISA优 ©ISA

Manganin、Zeranin和 Isaohm在生产时经过严谨的锻烧，退火和阻值稳定



2.

稳定性曲线更平滑，有时

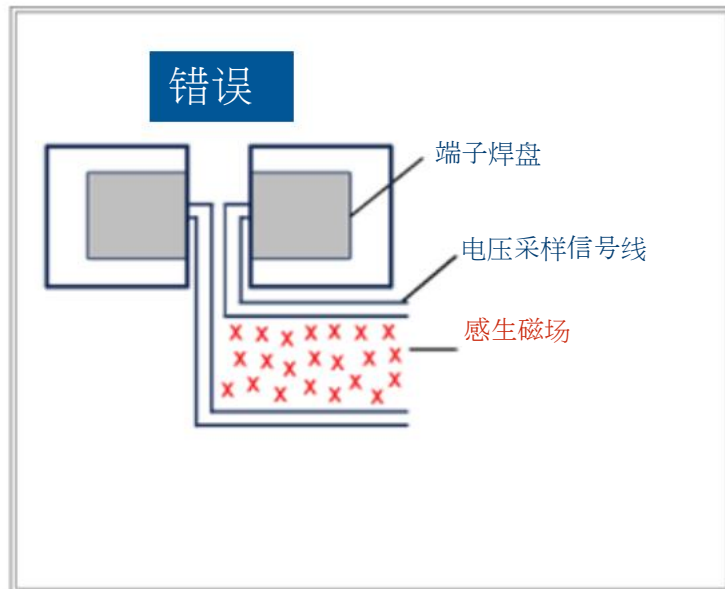
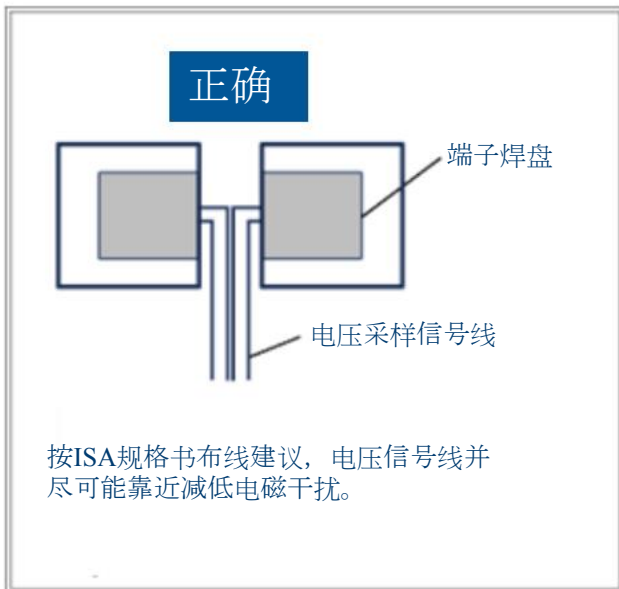
1相抵，ISA Weld电阻的

低冗余电感 (Low Inductivity)

测效果, AC) 时电阻自带电感改变总阻抗值, 对电流检测影响尤其明显。

ISA优

- 产品设计优化来使电感最小化-->超薄平面贴片设计减少电流通路的弯曲, 从而减小电感值
- 减少电路板布局产生的感生, 如图:



低铜热电 (Thermal EMF) :

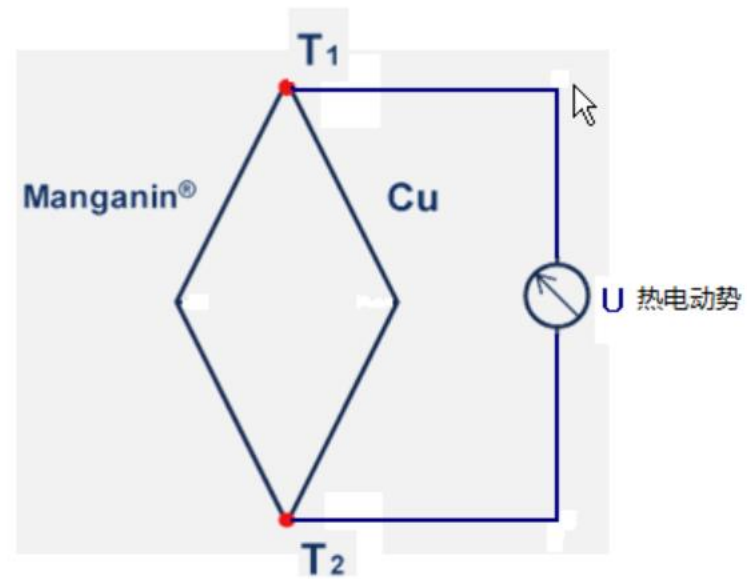
铜材料和不同合金材料的接触面上不同部位的温度差所产生的，称之为铜热。这种效应对低阻值电阻的影响值得关注,因为通常在此情况下的测量电压本身非常微小，这样微伏级的热

ISA优：

使用超低热 的电阻合金
极低的 是本公司电阻合金产品的核心

各种电阻合金热电 系数比较

- 锰铜® (Isabellenhütte) : **< 0.2μV/K**
- 锰铜 () : 2 ~ 3μV/K
- 康铜 (CuNi44) : - 40μV/K
- 黄铜 : - 2.5μV/K
- (CuSn6) : - 3μV/K



和竞争对手 例：

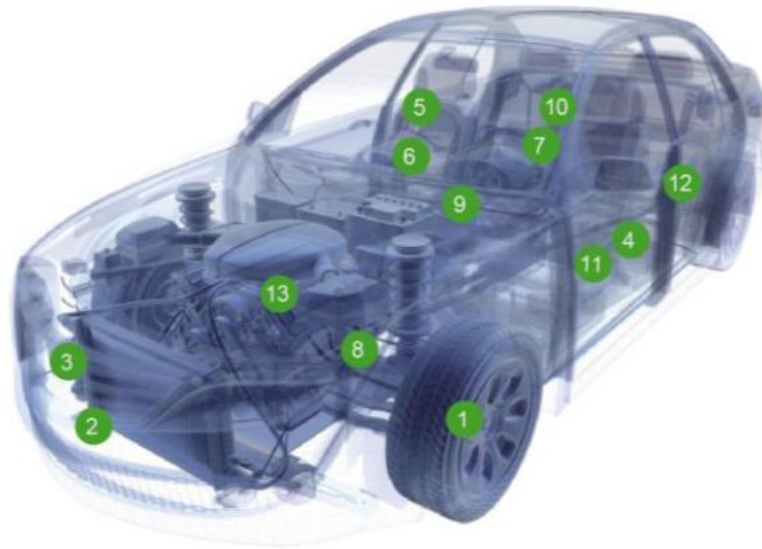
ISA-PLAN® ”SMS” vs其它2512电阻：

	Isabellenhuetten	对手产品例1	对手产品例2	对手产品例3	Isabellenhuetten
Part Name (Size)	SMS (2512)	XXX (2512)	XXX (2512)	XXX (2512)	SMP (2010)
Resistance	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ	3mΩ
Tolerance	1%	1%	1%	1%	1%
TCR	50ppm/K	75 to 400ppm/K	350ppm/K	180ppm/K	50ppm/K
Operation Temp	-55 ~ 170°C	-65 ~ 170°C	-55 ~ 125°C	-55 ~ 180°C	-55 ~ 170°C
Max Power Load	3 W	1 W	2 W	1 W	2W
Internal Heat Resistance	20K/W	--	--	--	30K/W
Inductance	< 3nH	5nH	--	--	< 3nH
Derating Temp	110	70	70	70	110

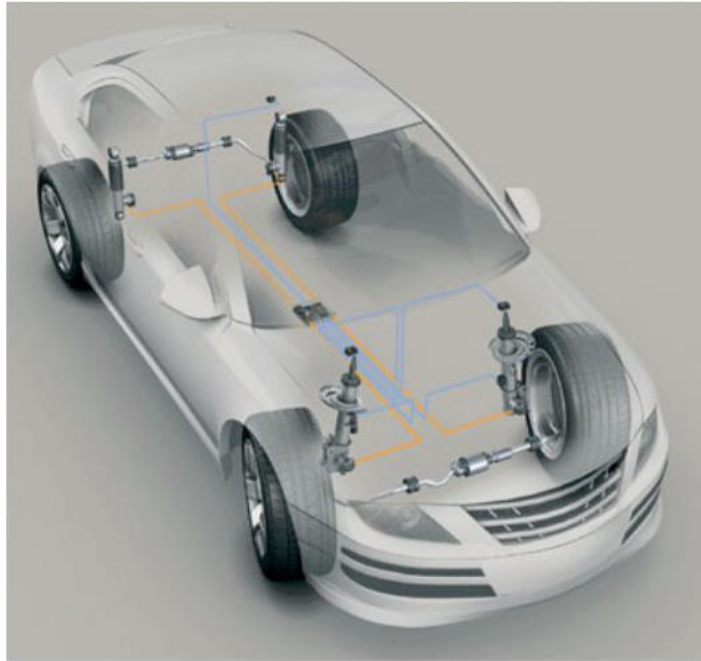
- 占用空间更小
- 节约成本
- 用单个电阻去替代对手并联方案

1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. 产品技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

ISA产品应用

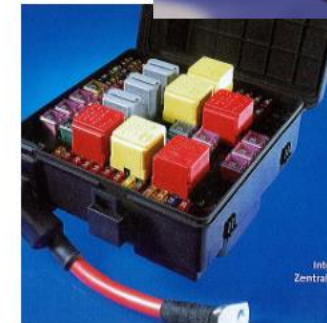
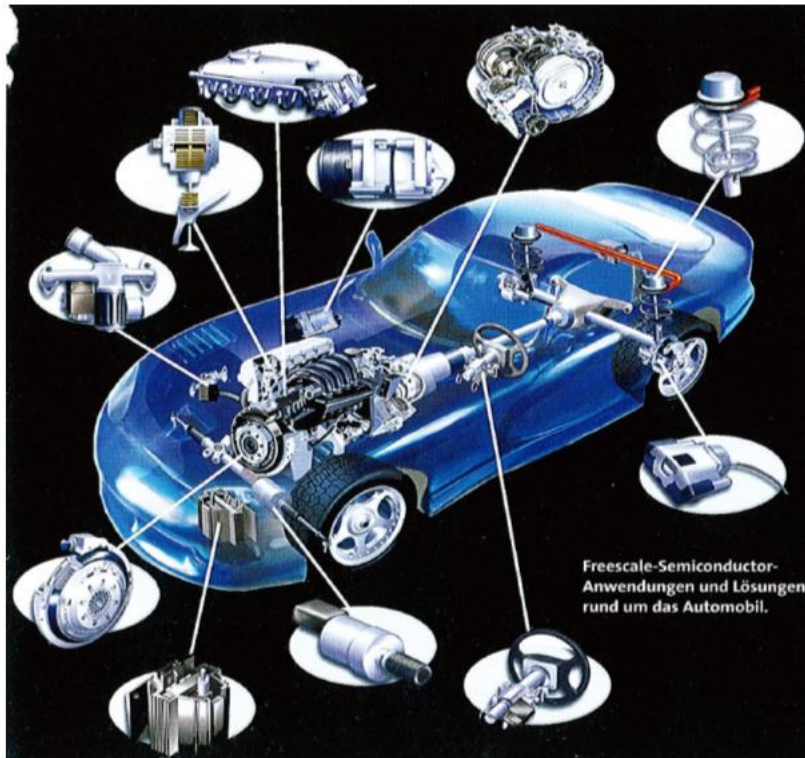


1 // EPS			2 // Front Blower ECU								
BVS	BVR	BVB	BVS / BVT	BVE	LMS						
3 // Lighting			4 // El. Parking Brake								
SMT	VMI	VMK	VMS	VLK / VLP	SMT	BRS					
5 // Seat belt Tensioner		6 // Air Conditioner		7 // Infotainment							
BVS / BVT	SMS	BVS / BVT	LMS	SMP							
8 // TCU											
SMR	SMT	SMV	VMP								
9 // Battery management shunts (Customer-specific ISA-WELD®)											
KHN		KHB									
10 // Airbag control		11 // Window lifter	12 // Keyless Entry		13 // Motor ECU						
SMS	SMK	KBR	LMS	SMK	SMP	SMS	SMT	SMV	Ignition		
									LMP	PMH	VMP



ABS	Antilock Braking System
ARS	Active Roll Stabilization
EHPS	Electronic Hydraulic Power Steering
EPAS	Electronic Power Advanced Steering
ESP	Electronic Stability Program

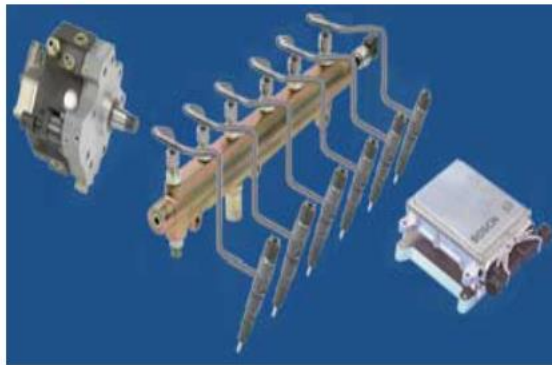
> 20 projects worldwide



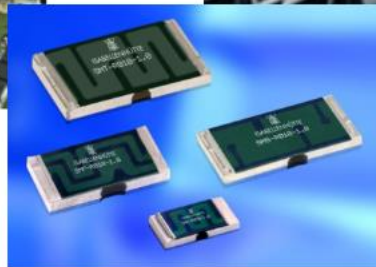
柴直喷：

-

Oversee项目 MAN, Volvo, Scania and DaimlerChrysler



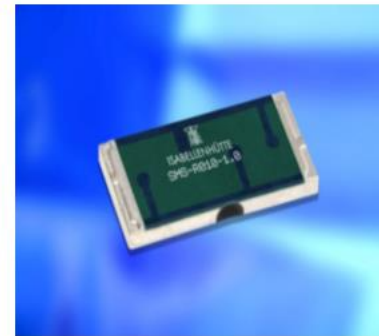
SMV-R010-1.0



SMR-R050-1.0
SMR-R100-1.0

SMR-R050-0.5
SMR-R100-0.5

- VW (Golf FSI)
- AUDI (A4 FSI)
-



SMS-R010-1
SMS-R020-1

:
SMS-R008-1
SMS-R0175-1
SMS-1R00-1

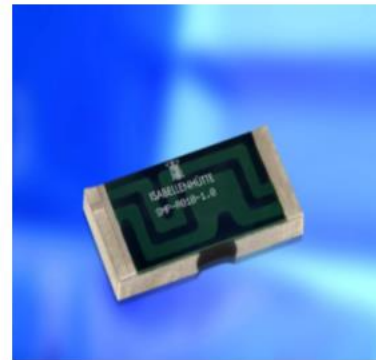
SMK-R000



- BMW
- VW Golf, Beetle
- Audi A3, A8, TT



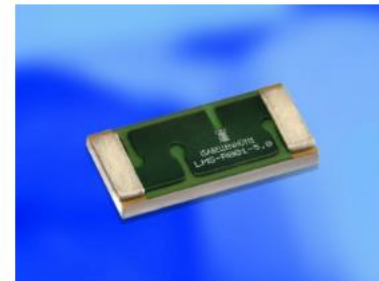
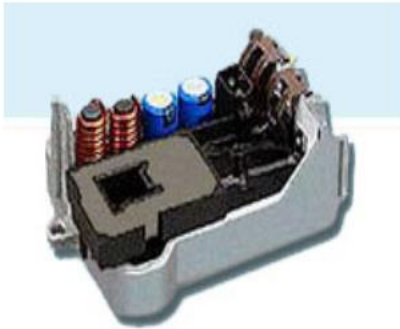
Litronic 4/6



SMT-R500-1



- Ford Mondeo
- BMW 7 series
- AUDI A6/A8
- VW Golf
- VW Passat.....

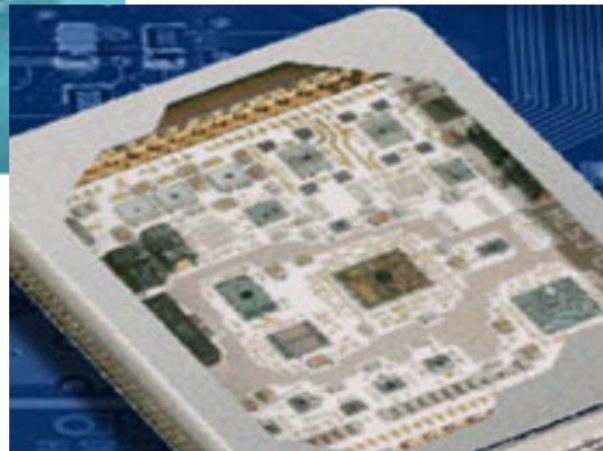
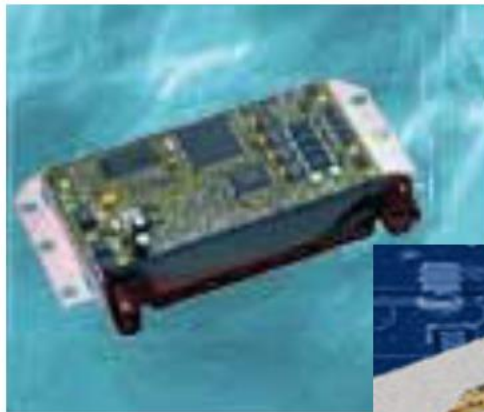


BVS-A-R002-1.0
BVS-A-R003-1.0

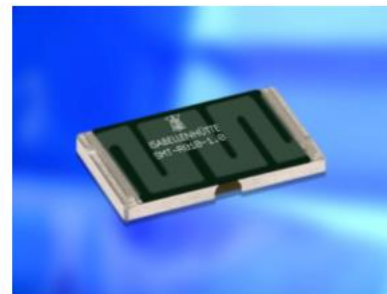


LMS-R002-1.5
LMS-R002-1.0

Transmission Control Unit, 变速箱ECU



SMR-1R00-1



SMT-R005-1

- SMT-R220-1
- SMT-R270-1
- SMT-R500-1

- Opel
- BMW
- VW
- DaimlerChrysler

Steuergeräte für Lenksysteme



Steer-by-Wire-Prinzip



In Zukunft werden auch aktive Lenksysteme in die Fahrzeuge eingebaut werden. Diese realisieren das Steer-by-Wire-Prinzip. Die Lenkbefehle des Fahrers werden dann nicht mehr mechanisch über die Lenksäule, sondern elektronisch zur Vorderachse übertragen.

Erzeugnisse

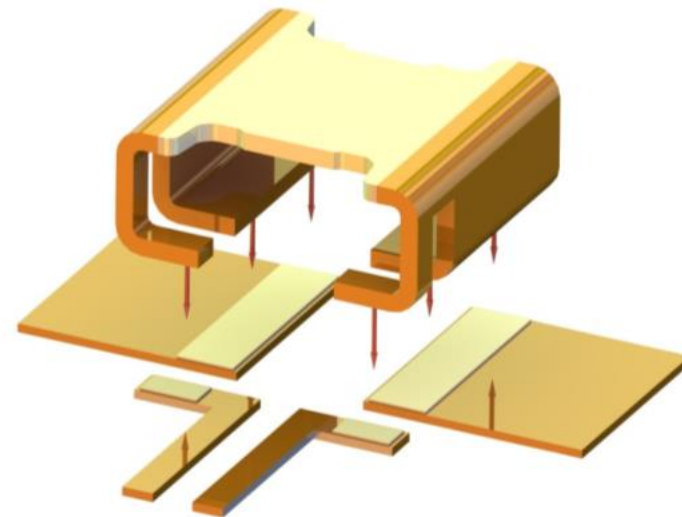
- ▶ Bordnetze
- ▶ Motorsteuergeräte
- ▶ Signal- und Leistungsverteilergeräte /

Kraftunterstützende Lenksysteme (KuL) verstärken die Lenkkraft des Fahrers ähnlich wie die hydraulische Servolenkung. Damit tragen sie zum Fahrkomfort bei. Elektrische Lenksysteme bieten im Vergleich zu den heute gebräuchlichen hydraulischen Lenkhilfen folgende Vorteile:

- Geringerer Energieverbrauch
- Geringerer Bauraum
- Erweiterte Funktionalität

EHPS
EPS

BVB-Z-R0005-1.0
BVS-B-R0005-1.0
BVS-A-R003-1.0



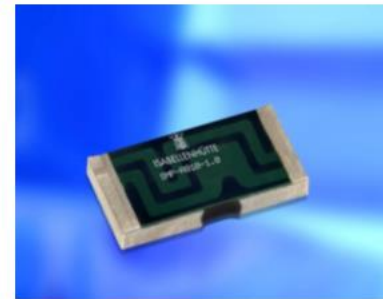
点火器转角控



Zündung

Die ruhende Hochspannungverteilung ist nicht mehr mechanisch, sondern vollelektronisch realisiert. Damit werden Zündspannung und Zündantrieb verschleißfrei verteilt. Der Zündzeitpunkt einsteigt. Bosch sorgt für eine sichere Zündung.

Produktgruppe
↳ Benz-Direktspritzung
↳ DI-Motronic
↳ Elektronische Motorfüllungssteuerung (EGAS)



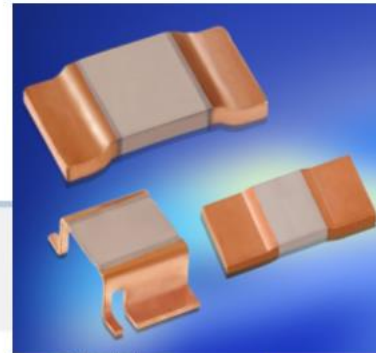
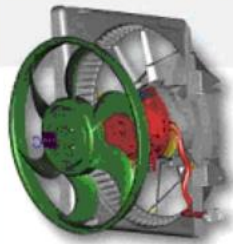
- PMH-R010-1.0
- VMP-R010-1.0
- LMS-R010-1.0
- SMP-R010-1.0



智能风扇控



Motorkühlungsgebläsemodule



- Geringe Kosten
- ▶ Thermomanagement

Erzeugnisse

- ▶ Motorkühlungsgebläsemodule
- ▶ Wasserpumpen und -ventile
- ▶ Komponenten Thermomanagement

Aufbau des Standard-Moduls



- 1 Sicherheitslüfter,
- 2 Zarge,
- 3 minimierte Materialstärke,
- 4 Zarge und Lüfter aus recyceltem Polyamid

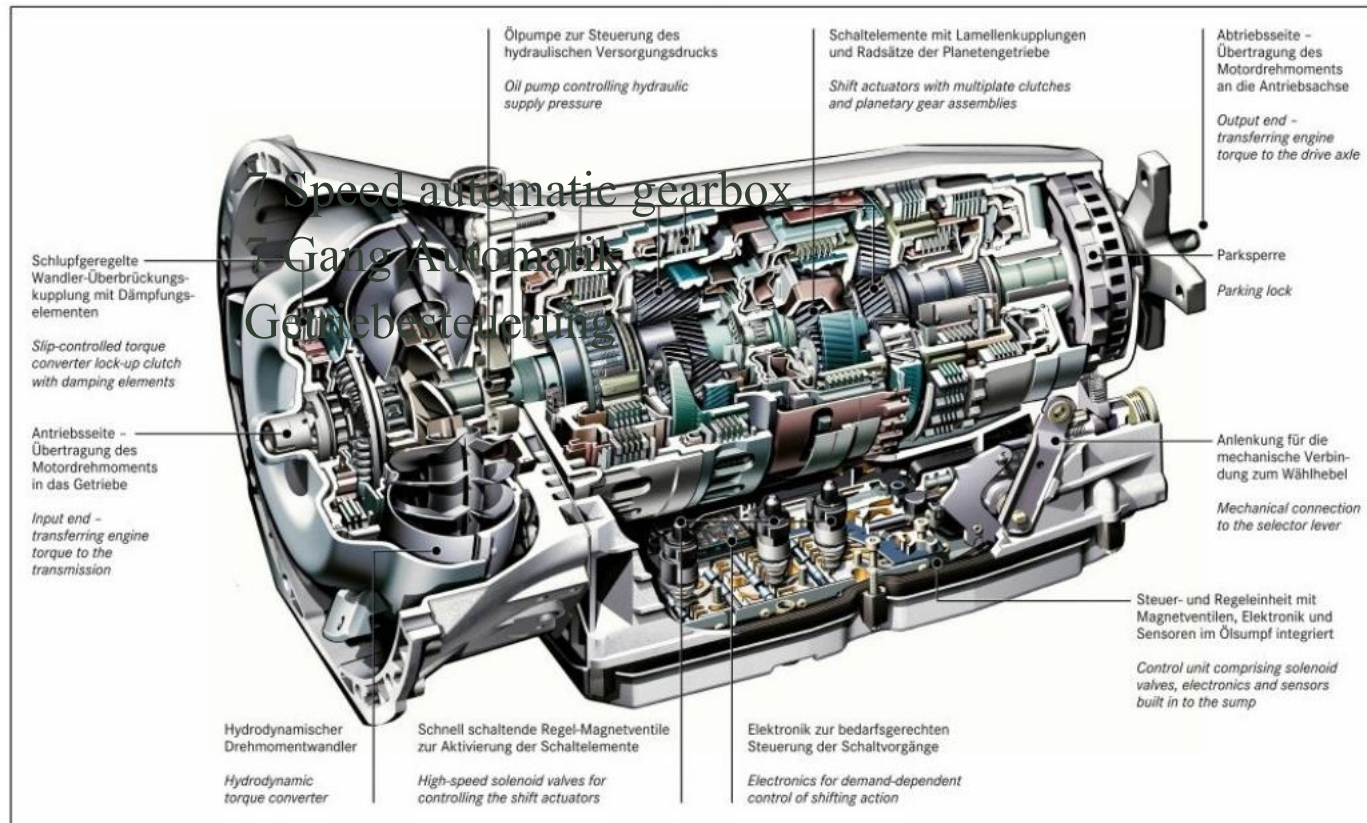


Modul mit Bürstenmotor und Fan Control Module (FCM)

Module mit stufenloser Drehzahlregelung
 Eine stufenlose Drehzahlregelung ermöglicht eine präzise Anpassung der Gebläseleistung an den Kühlbedarf des Motors. Diese Einheit realisiert sich auf zwei Weisen:

BVS-M-R0003-1.0
 BVS-M-R0005-1.0

BVE-M-R0005-1.0



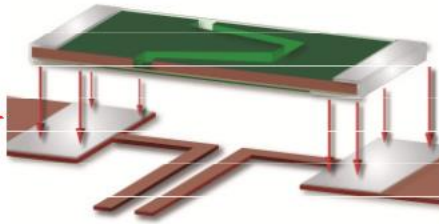
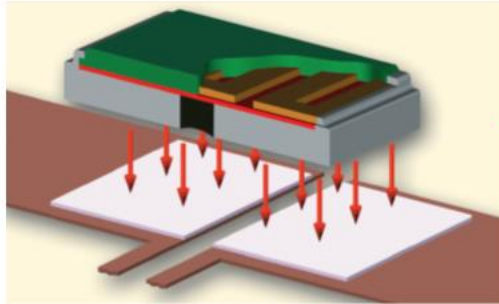
- VMK-R200-1.0
- BVT-I-R003-1.0
- BVT-M-R001-1.0
- BVT-I-R00225-1.0
- BVT-M-R0013-1.0

BRS –System

1. BRS charges during braking and delivers additional torque when accelerating
2. The comfort of a start-stop function and silent starting

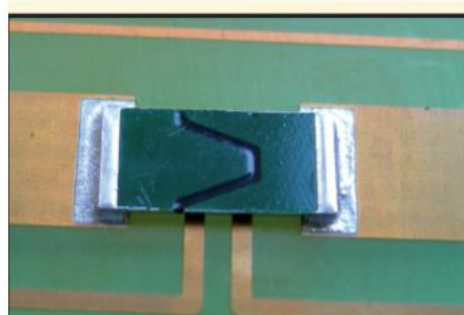


工业应用



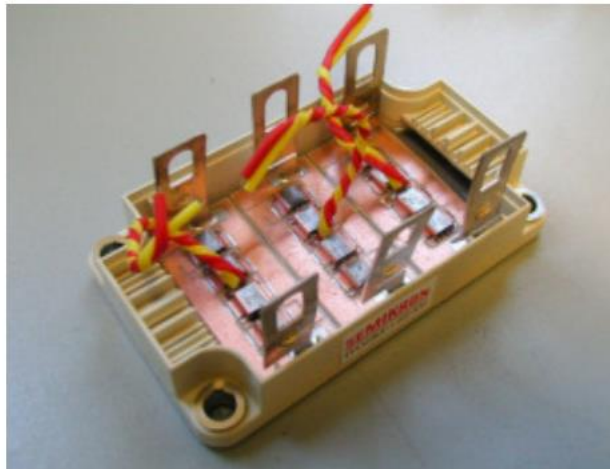
VMx component family

白色家电



Diehl Ako

工业电源



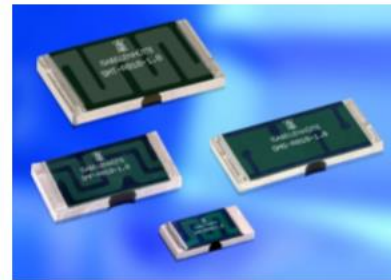
电焊设备

BAS, BVM-F or BVE



液压控

-
-



SMx component family



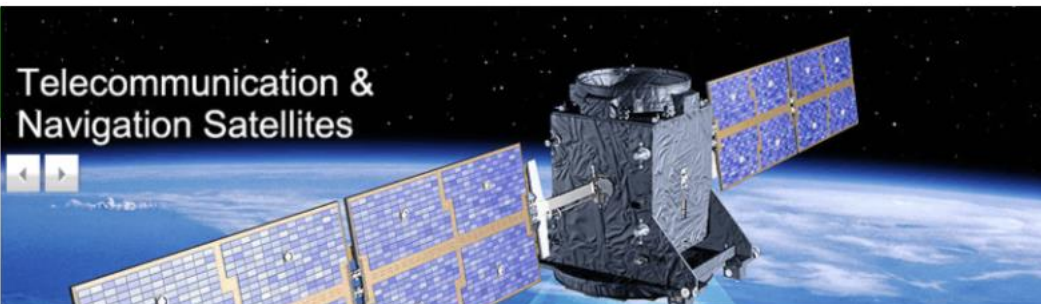
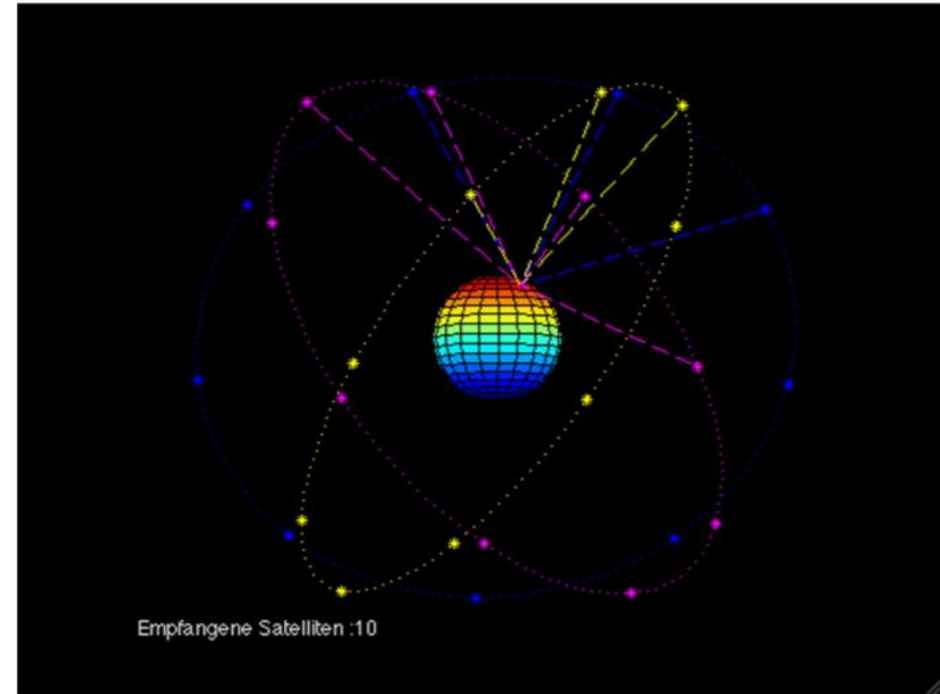
Bosch

-
- 充电设备



太空军品领域：

Galileo GPS system



SMP-R470-1.0-PW
SMP-R100-1.0-PW

高精度测量设备：



AZ-H2-R010-F1-K2-1.0-TK5
AZ-H2-R100-F1-K2-1.0-TK5



RUG-Z-R001-0.1-TK3
RUG-Z-R005-0.1-TK3



太阳能逆变器：

Input current of 1,400 A DC → output current of up to 1,400 A AC



Resistor down to $6\mu\text{ Ohm}$



BMS 定 :

第1阶段

ISA

ISA的BMS元件

第2阶段：设计询价阶段：
提供手工样品方案，图纸确认后ISA评估，

ISA

第3阶段：样品支持，样机测试：质量把关，货期保证，跟进支持

第4阶段：进阶设计优化

第5阶段：订单意向确定，模具采购，铜排货料预购

第6阶段：质量认证AECQ200,通过客户的Audit及PPAP认可

第7阶段：量产



1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. 产品技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

资料证书及官 ：

所有最新产品规格书 © <http://www.isabellenuette.de/en/precision-and-power-resistors/data-and-information/data-sheets>

ISO 9001 © http://www.isabellenuette.de/uploads/media/ISO_9001_2008_englisch.pdf

ISO/TS 16949 © http://www.isabellenuette.de/uploads/media/ISOTS_16949_2009_englisch.pdf

RoHs环境物质管理声明 © http://www.isabellenuette.de/uploads/media/RoHS_certificate_precision_resistors.pdf

REACH环境声明 © <http://www.isabellenuette.de/uploads/media/REACH-statement.pdf>

欧洲航天局指定供应商证书 © http://www.isabellenuette.de/uploads/media/ESA_Certificate_of_qualification_no.285C_01.pdf

最新产品终止通知(PTN) © <http://www.isabellenuette.de/en/precision-and-power-resistors/products/latest-news/>

公司电阻元器件宣传手册 © http://www.isabellenuette.de/uploads/media/IHH_Bauelementebroschuere_engl_01.pdf

公司主页上的FAQ © <http://www.isabellenuette.de/en/precision-and-power-resistors/data-and-information/faq/>

©在新版规格书上 ， Ms.Fan会定期更新有效产品目录

问：ISA电阻的Moisture Sensitivity Levels (MSL)适度敏感等级？

答：MSL level 1

问：ISA电阻产品的的平均故障间隔 MTBF (Mean Time Between Failure)和平均FIT故障率 (Failure In Time)？

答：MTBF为 5×10^9 小时, FIT为0.2

问：ISA产品质保？

答：SMD货料保证货盘包装未拆情况下，两年安全可焊性，货盘拆封后保证2个月。
在货料安装后使用时的质量问题并不受时

问：IMDS 及 SGS第三方环境物质认证？

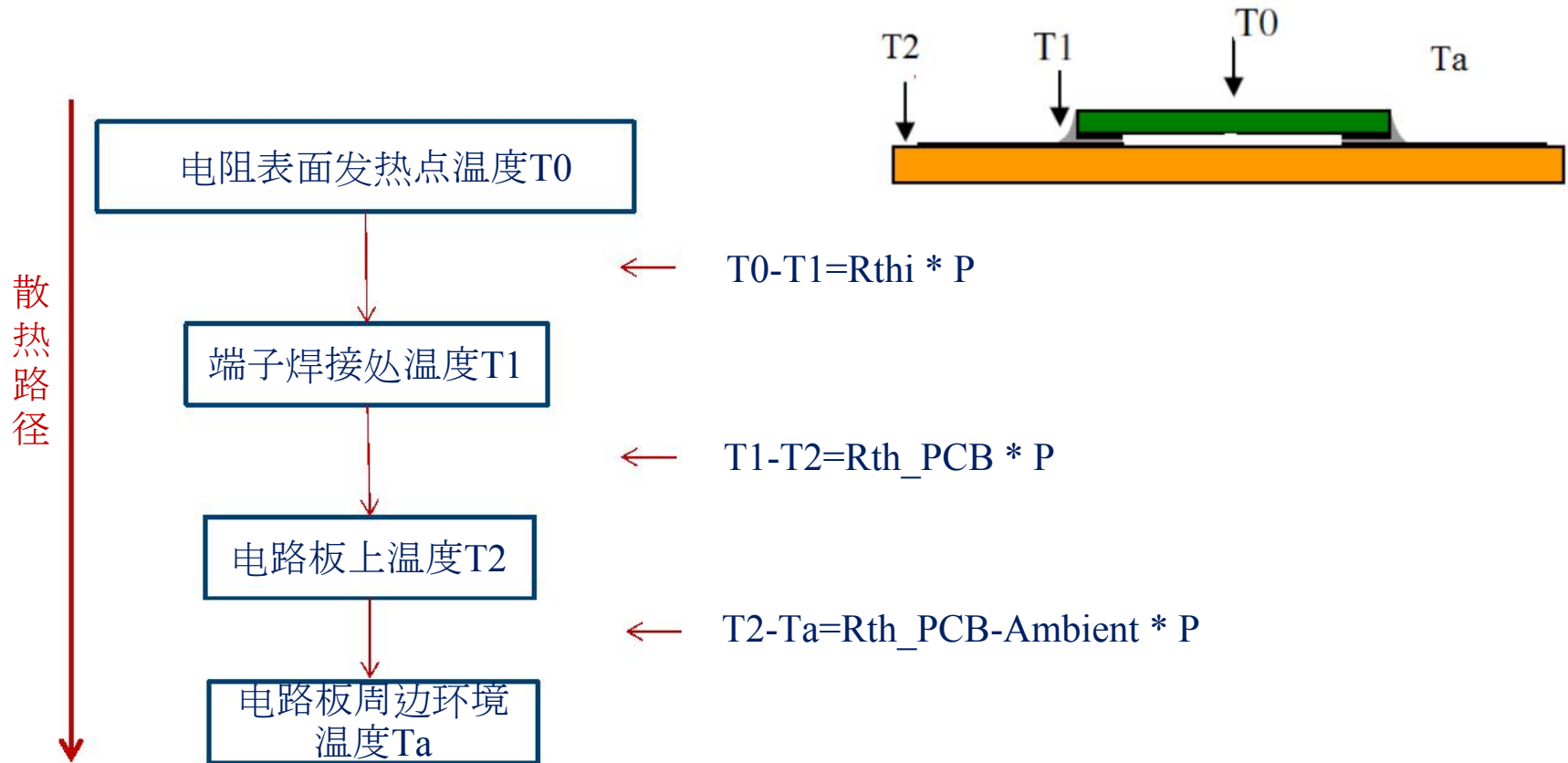
IMDS可提供PDF版，也可通过IMDS官方平台直接提交至终端客户，此情况需提供客户IMDS ID，及相关货料的相应用户料号。

SGS检测报告ISA一般只提供现有例本，只要相关 SGS
新。

问：ISA电阻的散热建议？

，但在实际应用中往往还是发热过高达不

，为什么？有什么更好



问：ISA电阻的散热建议？
 ，但在实际应用中往往还是发热过高达不
 ，为什么？有什么更好

过热点温度T0和环境温度Ta的总温差计算公式为：
 $T_0 - T_a = (R_{thi} + R_{th_PCB} + R_{th_PCB-Ambient}) * P$

Rthi ⑨

Rth_PCB, Rth_PCB-Ambient ⑨受PCB版面设计布局, 相邻元件的影响, PCB板的整个热平衡规律及散热方案较复杂, 不可能由完全由我们提解决, 以下是我们的一些散热建议:

- 电路板, 铜轨增厚
-
- Shunt Mosfet等)
- Shunt靠盘面上的机械固定用的螺母近的话
- Heatsink

新版规格书基本参数说明：

Technical data

Resistance values ¹	Ohm	0.005 to 1	
Tolerance ¹	%	1/2/5	为100%
Temperature coefficient (20-60 °C)	ppm/K	<20	参照第二页阻值随温度变化曲线R(T)
Applicable temperature range	°C	-65 to +170	
Power rating P_{95°C}	W	3	P_{95°C} 是在端口温度 Tk=95°C情况下
Power rating P_{70°C}	W	4	P_{70°C} 是在端口温度 Tk=70°C情况下
Internal heat resistance (R _{thi})	K/W	<25	R _{thi} 曲线直接对应。
Dielectric withstanding voltage	V AC/DC	200	
Inductance	nH	<5	低电感值降低感应电压而提高测量精度
Stability (at rated power) deviation after 2000h, T _k = Terminal temperature		<0.5% (T _k =65 °C) <0.7% (T _k =95 °C)	

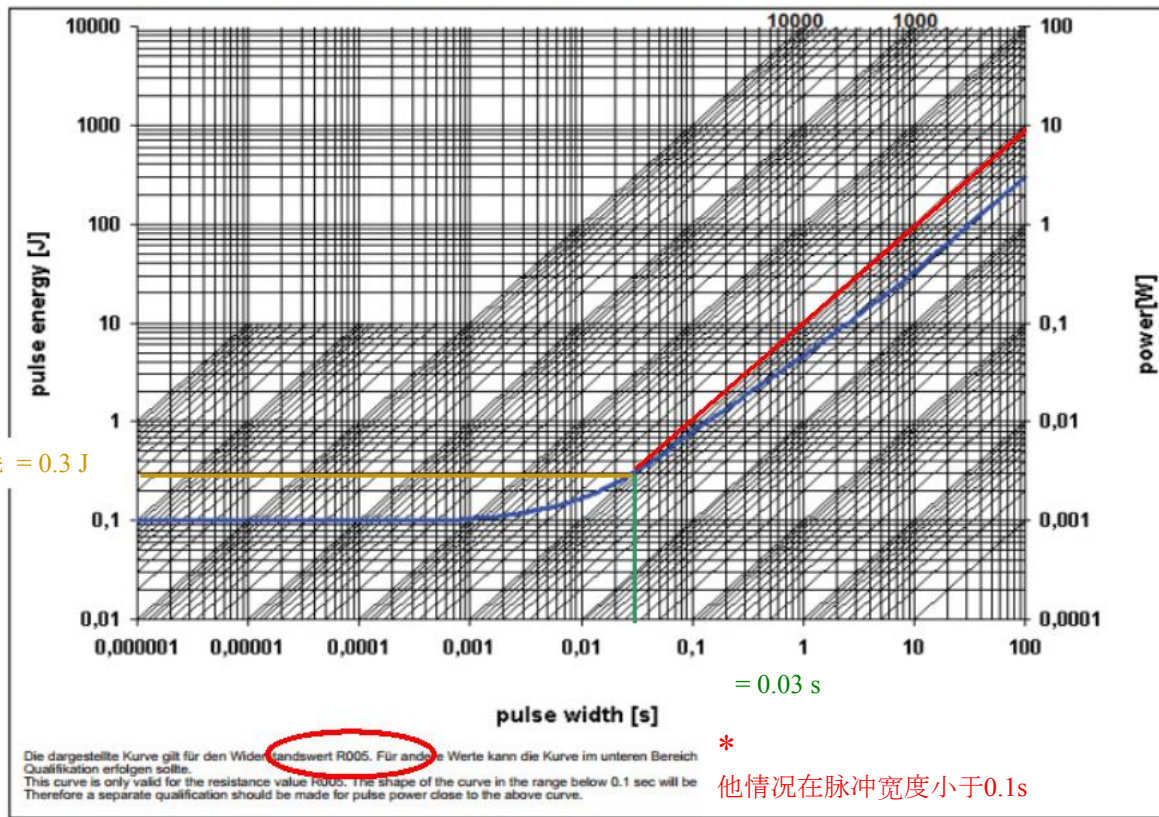
¹ See all standard values and tolerances on page 2

书确认瞬时脉冲率及作用时间

一次性脉冲 (SMS-005为例) : = 10 W (脉冲电流 44.7 A, 5mOhm), SMT-R005能承受的最长

©按下图读得: 0.03s, 脉冲能耗为0.3J

Maximum pulse energy respectively pulse power for continuous operation



脉冲能耗 = 0.3 J

= 10 W

= 0.03 s

* 他情况在脉冲宽度小于0.1s

R005, 其

书确认瞬时脉冲率及作用时间

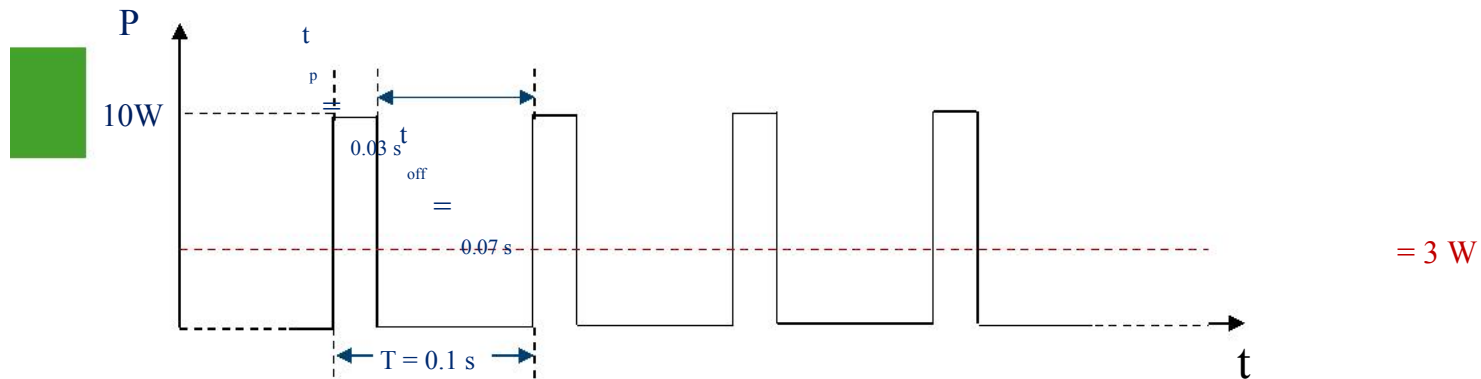
多次周期 (SMS-R005为例) :

如果上例中同样的脉冲(10 W, $t_p = 0.03 \text{ s}$), 这样两次脉冲之间的最小间隔 t_{off} 可以这样计算 :

3W (SMS), 按最大值3W计算 :

$10 \text{ W} * t_p / T = 3 \text{ W} \text{ @ 周期 } T = 0.1 \text{ s}$,
脉冲间隔 $t_{off} = T - t_p = 0.07 \text{ s}$.

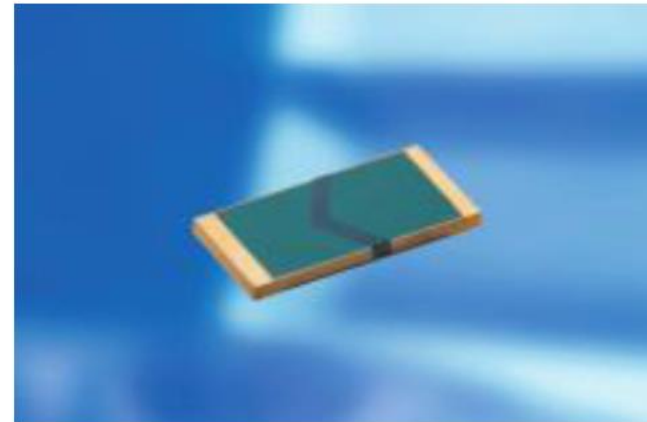
这样脉冲间隔最小为0.07 s, SMS-R005将处于超载状态



1. 元器件产品简介
2. 电流测量技术
3. 产品技术特性及优
4. 产品应用举例
5. 常见技术问题及解答
6. 新产品介绍

VMx-A : VMP-A

- 适用于高温电路板导电胶安装
-
- 通过AEC-Q200认证,

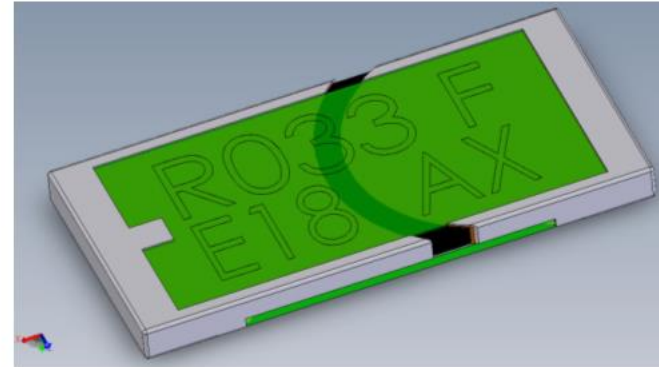


VMP-A技术细节 :

电阻值	25 / 80 / 100 / 200 mOhm
公差	1 / 5 %
温度系数	< 20 ppm/K(20°C-60°C)
温度范围	-55至+170°C
	2 W
内热阻	< 30 K/W
电感值	< 2 nH
介电强度	200 V AC/DC

全新产品系：CMx

- CMK, CMP, CMS
- 将拥有AEC Q200
- 工艺流程精简，生产成本降低，性价
- 2015年5月按项目提供样品
- 量产日期待定，不会早于**2016 Q2**



CMx, VMx, SMx性能

型号:	规格:	(W):	(°C):	温漂系数(ppm/K):	热内阻 (K/W):	焊盘兼容性
CMK	1206	1	70	< 75	80	X
CMP	2010	2	70	< 75	50	X
CMS	2512	2	100	< 75	35	X
VMK	1206	1	110	< 20	60	X
VMP	2010	2	110	< 20	30	X
VMS	2512	3	95	< 20	25	X
SMK	1206	1	110	< 50 (<100)	60	-
SMP	2010	2	110	< 50	30	-
SMS	2512	3	110	< 50	20	-

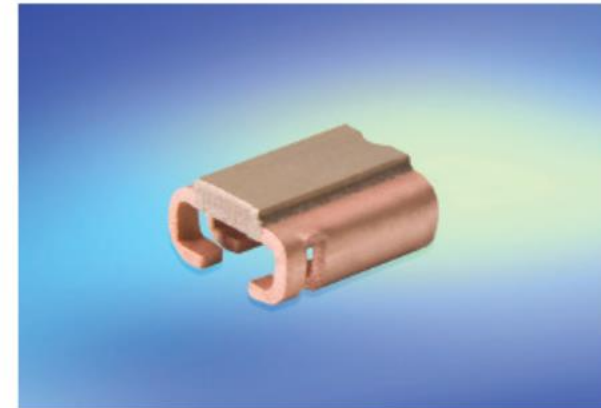
工业版 VMx-I : VMP-I

- 无AEC Q200
- 外观无变化，工艺流程较VMx更精简
- VMP-R050-1.0-I，可按项目需

型号:	适用温度范围	规格:	(W):	(°C):	温漂系数(ppm/K):	热内阻 (K/W):
VMP-I	° °	2010	2	80	< 50	30
VMP	-40°C~140°C -65°C~170°C	2010	2	110	< 20	30

ISA WELD 超低阻值电阻BVL

- 100uOhm, 料号BVL-Z-R0001-1.0
- 封装4027
- 四端子电阻, <50ppm/K
- 5W 220A
- 补充小封装SMD
- BVL规格书在审核中
-



TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA		
Widerstandswerte	Resistance values	100 µOhm
Toleranz	Tolerance	1 %, 5 %
Temperaturkoeffizient	Temperature coefficient	< 50 ppm/K (20 °C - 60 °C)
Temperaturbereich	Applicable temperature range	-55 °C bis/to +170 °C
Belastbarkeit	Load capacity	5 W
Innerer Widerstand (R _{thi})	Internal heat resistance (R _{thi})	4 K/W
Induktivität	Inductance	< 3 nH
Stabilität (Nennlast) Abweichung T _K = Kontaktstellentemperatur / Stability (Nominal load) deviation T _K = Terminal temperature		< 0.5 % nach/after 2000 h (T _K = 120 °C) < 1.0 % nach/after 2000 h (T _K = 150 °C)

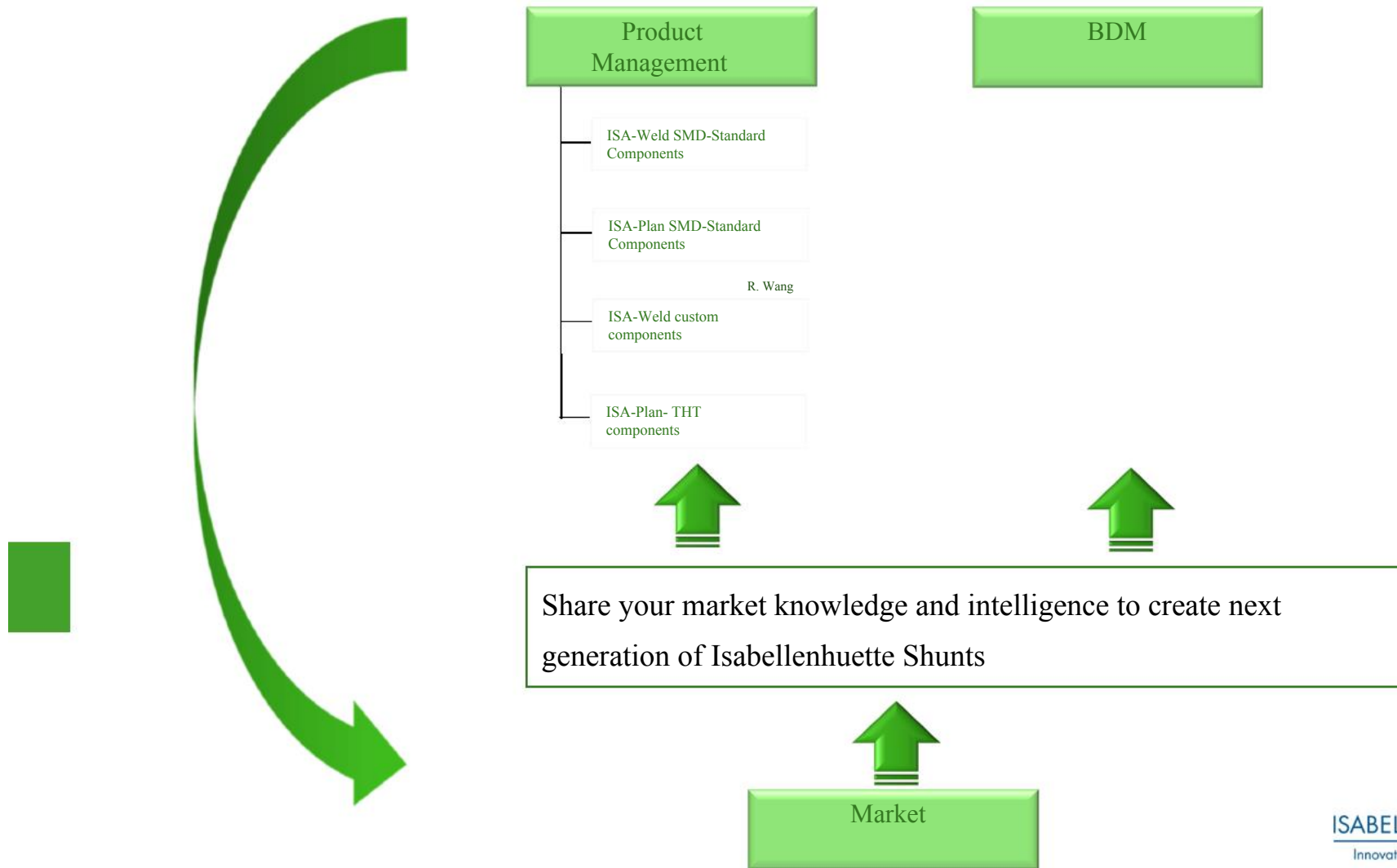
(康铜丝等)

- ISA
-
- 四端子设计
-
-

例：



3. Expectation: Design to your market:



谢谢大家的关注，再见！

Referent // Monat Jahr

ISABELLENHÜTTE HEUSLER GMBH & CO. KG