

致尊敬的顾客

关于产品目录等资料中的旧公司名称

NEC电子公司与株式会社瑞萨科技于2010年4月1日进行业务整合（合并），整合后的新公司暨“瑞萨电子公司”继承两家公司的所有业务。因此，本资料中虽还保留有旧公司名称等标识，但是并不妨碍本资料的有效性，敬请谅解。

瑞萨电子公司网址：<http://www.renesas.com>

2010年4月1日
瑞萨电子公司

【发行】瑞萨电子公司（<http://www.renesas.com>）

【业务咨询】<http://www.renesas.com/inquiry>

Notice

1. All information included in this document is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Renesas Electronics products listed herein, please confirm the latest product information with a Renesas Electronics sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Renesas Electronics such as that disclosed through our website.
2. Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
3. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part.
4. Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
5. When exporting the products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations. You should not use Renesas Electronics products or the technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations.
6. Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
7. Renesas Electronics products are classified according to the following three quality grades: "Standard", "High Quality", and "Specific". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below. You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application categorized as "Specific" without the prior written consent of Renesas Electronics. Further, you may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended without the prior written consent of Renesas Electronics. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for an application categorized as "Specific" or for which the product is not intended where you have failed to obtain the prior written consent of Renesas Electronics. The quality grade of each Renesas Electronics product is "Standard" unless otherwise expressly specified in a Renesas Electronics data sheets or data books, etc.
 - "Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots.
 - "High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; safety equipment; and medical equipment not specifically designed for life support.
 - "Specific": Aircraft; aerospace equipment; submersible repeaters; nuclear reactor control systems; medical equipment or systems for life support (e.g. artificial life support devices or systems), surgical implantations, or healthcare intervention (e.g. excision, etc.), and any other applications or purposes that pose a direct threat to human life.
8. You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
9. Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
10. Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
11. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
12. Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.

(Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.

(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

小信号晶体管

普通晶体管使用的符号和定义

1. 普通符号的表示方法

一般情况下，表示直流特性的符号及后缀用大写的罗马字母表示，交流或小信号特性则用小写字母表示。

但是，即使不是直流特性，也有一部分使用大写字母表示，例如：输出功率(Pout)、功率增益(PG)、噪声系数(NF)和积累电荷量(Qs)等。

除少许例外和习惯用法外，后缀的接续方法如下所示。

[例]	T	opr			
	P	out			
	I	F			
	h	i	e		
	I	C	B	X	
	V	C	E	O	
	V	C	E	(sat)	
	V	G1	S	(off)	
	符号	第1项	第2项	第3项	

第1项是补充说明符号的表示内容时的例子

第1项是表示传输的方向及4个引脚参数的例子

第3项是表示第3电极状态的例子

第3项是表示器件状态的例子

第1项大致分为以下3种。

- (a) 当补充说明符号的表示内容时（第1项存在大于等于3个字的情况）。
- (b) 当符号表示电流、电压时，表示在哪个电极上的电流、电压。
- (c) 关于传输的方向表示及4个引脚常数，具有以下意义。

I, i : 输入常数
R, r : 反向传输常数
F, f : 正向传输常数
O, o : 输出常数

第2项表示接地电极（电压的基准电极）。

第3项表示除上述第1、2项以外的电极（第3电极）或该器件的电状态，具有以下意义。

S: 第3电极在接地电极短路。

R: 在第3电极和接地电极之间连接规定的电阻。

O: 开放第3电极。

X: 将第3电极设为上述S、R、O以外的状态。本资料中全部为反向偏压状态。

(sat): 表示该器件处于电特性上的饱和状态。

(off): 表示该器件处于电特性上的截止状态。

2. 关于最大额定值的符号

普通晶体管的最大额定值通常规定为“绝对最大额定值”，必须严格注意绝对不能超过各类型最大额定值表中所表示的数值。必须认识到如果不小心超过了最大额定值，就会直接导致晶体管的恶化或损坏，即使稍后再工作也会严重缩短晶体管的寿命。因此在设计使用晶体管的电子电路时，要注意在使用中无论外部条件如何变化都不能超过使用类型的最大额定值。

另外，这些最大额定值的各个项目之间大多密切相关，因此必须特别注意不要使各个项目同时达到最大额定值。例如，当对使用的晶体管外加电流、电压时，虽然都不超过最大额定值，但功耗却是两者的乘积，这个数值必须保持在该产品的损耗容限范围内。而且，在使用温度较高的情况下该损耗容限也会减少，从而更加缩小了使用范围。

下表对瑞萨晶体管数据表中所规定的最大额定值各项的定义进行了简要说明。

表1 晶体管的最大额定值

项目	最大额定值的定义
V_{CBO}	开放发射极时，在集电极/基极之间可外加的最大电压（基极接地）
V_{CBX}	在发射极/基极之间外加指定的偏压（本资料中全部为反向偏压）时，在集电极/基极之间可外加的最大电压（基极接地）
V_{CEX}	在基极/发射极之间外加指定的偏压（本资料中全部为反向偏压）时，在集电极/发射极之间可外加的最大电压（发射极接地）
V_{CES}	在基极/发射极之间发生直流短路时，在集电极/发射极之间可外加的最大电压（发射极接地）
V_{CER}	在基极/发射极之间连接指定的直流电阻时，在集电极/发射极之间可外加的最大电压（发射极接地）
V_{CEO}	开放基极时，在集电极/发射极之间可外加的最大电压（发射极接地）
V_{EBO}	开放集电极时，在发射极/基极之间可外加的最大电压（基极接地）
$i_{C(peak)}$	在平均电流不超过下一个 I_C 的范围内，可通入的连接器交流电的峰值
$I_{C(surge)}$	在规定的脉冲宽度或电路中，可通入的电涌电流的峰值
I_C	在集电极损耗的容限范围内，可连续通入集电极的直流电最大值或交流电平均值
I_E	对于发射极电流，与 I_C 相同的定义
I_B	对于基极电流，与 I_C 相同的定义
P_C	在既定的散热条件下，晶体管可连续消耗的集电极损耗的最大值
T_j	是接合处温度的最大值。该值不能超过工作中环境温度(T_a)与因晶体管内部损耗(P_{diss})而产生的温度升高值($\theta_{ja}P_{diss}$)之和($T_a + \theta_{ja} \cdot P_{diss}$)
T_{stg}	在晶体管的非工作状态下保存时不能超过的环境温度的最小值和最大值

表2 FET的最大额定值

项目	最大额定值的定义
V_{DSX}	在栅极/源极之间外加指定的偏压时，在漏极/源极之间可外加的最大电压
V_{DSS}	在栅极/源极之间发生直流短路时，在漏极/源极之间可外加的最大电压
V_{GSS}	在漏极/源极之间发生直流短路时，在栅极/源极之间可外加的最大电压
V_{GSX}	在漏极/源极之间外加指定的偏压时，在栅极/源极之间可外加的最大电压
$i_{D(peak)}$	在平均电流不超过 I_D 的范围内可通入的交流漏极电流的峰值
I_D	在沟道损耗的容限范围内，可连续通入漏极的直流电最大值
I_{DR}	在沟道损耗的容限范围内，源极/漏极之间形成的内置二极管中可通入的直流反向漏极电流最大值
$i_{DR(peak)}$	在平均电流不超过 I_{DR} 的范围内，可通入的交流反向漏极电流的峰值
I_G	在沟道损耗的容限范围内，可连续通入栅极的直流电最大值
P_{ch}	与晶体管的 P_C 相同
T_{ch}	与晶体管的 T_J 相同
T_{stg}	与晶体管相同

3. 有关电特性的符号

关于瑞萨晶体管一览表中记载的各个品种的电特性，在用于该品种推荐用途的情况下，尽可能标注电路设计时各个所需项目的临界值和典型值。

大致分为以下5种：

(a) 耐压特性

是为了保证该产品的最大额定电压而表示的项目。在向指定的电极通入规定的电流时，（在晶体管、FET中，对其它电极提供规定的偏压条件）表示在指定的2电极之间显示的电压。

多数情况下，通过曲线绘图仪或外加脉冲的电路测试器进行测试，因为要将交流（50或60Hz）半波或脉冲外加电压的峰值调整为规定的电流，所以在进行这些项目的测试时要严格避免通入直流电，否则可能因发热而损坏该产品。

(b) 截止电流特性

在指定的电极间外加规定的电压时，（在晶体管、FET中，对其它电极提供规定的偏压条件）表示通入指定电极的直流电。

在半导体产品的各个特性中该项对温度最敏感，因为它具有大约10(%/°C)的温度系数，所以特别是在高温环境下工作时，必须注意工作区域变小及热击穿的情况。

(c) 直流特性

当该产品用于推荐用途进行电路设计时，此特性表示偏压点的确定 (h_{FE} 、 V_{CE})、大振幅工作下的增益 (h_{FE})、驱动条件 ($V_{BE(sat)}$) 以及工作区域的大小 ($V_{CE(sat)}$)，在开关用途方面 also 具有重要的意义。

(d) 小信号特性（低频、高频）

该特性表示用于推荐用途时小信号（低频或高频）工作中的输入/输出以及传输特性等，在高频产品中，该品种以业界认为最常用的频率进行测量。

(e) 工作特性

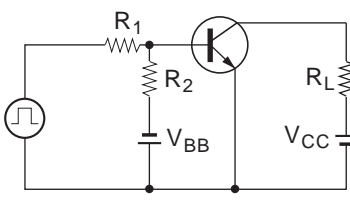
该项表示当此品种用于推荐用途时在推荐工作条件下的工作特性。根据(a)~(d)的各个特性可以大致推断实际工作状态下的性能，但是，用户多在非理想状态下使用该产品，所以该项只表示在推荐工作状态下的实际工作特性。

关于上述各个项目的测量条件及定义的大概内容如表3所示。

表3 晶体管的电特性（没有特别注释的情况下全部为发射极接地）

类别	项目	应规定的测量条件、定义内容
(a)	$V_{(BR)CBO}$	规定 I_C ，设定 $I_E=0$ （基极接地）。
	$V_{(BR)CBX}$	规定 I_C 、 V_{EB} （基极接地）。
	$V_{(BR)CEX}$	规定 I_C 、 V_{BE} 。
	$V_{(BR)CES}$	规定 I_C ，设定 $R_{BE}=0$ 。
	$V_{(BR)CER}$	规定 I_C 、 R_{BE} 。
	$V_{(BR)CEO}$	规定 I_C ，设定 $R_{BE}=\infty$ 。
	$V_{(BR)EBO}$	规定 I_E ，设定 $I_C=0$ （基极接地）。
	$V_{CEO(sus)}$	规定 I_C （大于 $I_{(BR)CEO}$ 的电流），设定 $R_{BE}=\infty$ 。
	$V_{CEX(sus)}$	规定 I_C （大于 $I_{(BR)CEX}$ 的电流）、 V_{BE} 。
(b)	I_{CBO}	规定 V_{CB} ，设定 $I_E=0$ （基极接地）。
	I_{CBX}	规定 V_{CB} 、 V_{EB} （基极接地）。
	I_{CEX}	规定 V_{CE} 、 V_{BE} 。
	I_{CES}	规定 V_{CE} ，设定 $R_{BE}=0$ 。
	I_{CER}	规定 V_{CE} 、 R_{BE} 。
	I_{CEO}	规定 V_{CE} ，设定 $R_{BE}=\infty$ 。
	I_{EBO}	规定 V_{EB} ，设定 $I_C=0$ （基极接地）。
(c)	h_{FE}	规定 V_{CE} 、 I_C 。
	V_{BE}	
	$V_{CE(sat)}$	规定 I_C 、 I_B 。
	$V_{BE(sat)}$	
(d)	<h-常数> h_{ie} h_{re} h_{fe} h_{oe} $h_{ie(real)}$	规定 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）和 f （在低频中通常 $f=270\text{Hz}$ ）。使用这些常数可通过以下公式表示输入/输出电流电压的关系。 $\begin{bmatrix} v_i \\ i_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{ie} & h_{re} \\ h_{fe} & h_{oe} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_i \\ v_o \end{bmatrix}$ <p>是用 C-R 并联表示高频下的输入/输出阻抗时的纯电阻部分，以往称为 $r_{bb'}$。</p>
	<y-常数> y_{ie} y_{re} y_{fe} y_{oe}	规定 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）、 f 。 $=g_{ie}+jb_{ie}=g_{ie}+j\omega C_{ie}$ $=g_{re}+jb_{re}= y_{re} e^{j\phi_{re}}$, $ y_{re} =\sqrt{g_{re}^2+b_{re}^2}$, $\phi_{re}=\tan^{-1}\frac{b_{re}}{g_{re}}$ $=g_{fe}+jb_{fe}= y_{fe} e^{j\phi_{fe}}$, $ y_{fe} =\sqrt{g_{fe}^2+b_{fe}^2}$, $\phi_{fe}=\tan^{-1}\frac{b_{fe}}{g_{fe}}$ $=g_{oe}+jb_{oe}=g_{oe}+j\omega C_{oe}$ 使用这些常数可通过以下公式表示输入/输出电流电压。 $\begin{bmatrix} i_i \\ i_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{ie} & y_{re} \\ y_{fe} & y_{oe} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_i \\ v_o \end{bmatrix}$
	<r-常数>	规定 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）、 f 。 该表示方法使用了输入/输出阻抗的并联表示。
	r_{ie}	$=1/g_{ie}$
	C_{ie}	$=b_{ie}/\omega$
	r_{oe}	$=1/g_{oe}$
	C_{oe}	$=b_{oe}/\omega$
		以交流短路状态测量输出端。
		以交流短路状态测量输入端。

（接下页）

类别	项目	应规定的测量条件、定义内容
(d)	<S-常数>	$E_{r1}=S_{11}E_{i1}+S_{12}E_{i2}$ $E_{r2}=S_{21}E_{i1}+S_{22}E_{i2}$ S_{11} 、 S_{21} 、 S_{12} 、及 S_{22} 是与行波以及反射波功率相关的参数。 S_{11} : 通过特性阻抗使输出端为终端时的输入反射系数 S_{21} : 通过特性阻抗使输出端为终端时的正向传输系数 S_{12} : 通过特性阻抗使输入端为终端时的反向传输系数 S_{22} : 通过特性阻抗使输入端为终端时的输出端反射系数
	<结电容>	
	C_{ib}	规定 V_{EB} 、 f ，设定 $I_C=0$ （基极接地）。
	C_{ob}	规定 V_{CB} 、 f ，设定 $I_E=0$ （基极接地）。有屏蔽引脚接地和屏蔽引脚开放两种情况。
	C_{re}	规定 V_{CB} 、 f 并设定 $I_E=0$ 通过平衡式电容测量仪进行测量，发射极以及屏蔽引脚连接测量仪的接地引脚。
	<截止频率>	
	$f_{\alpha b}$	在该频率时，规定的 V_{CB} 、 I_C （或 I_E ）中的小信号电流增幅率比低频状态下的值只降低3dB（基极接地）。
	$f_{\alpha e}$	在规定的 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）中，与 $f_{\alpha b}$ 定义相同（发射极接地）。
	f_T	在该频率时，规定的 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）中的小信号电流增益为1(0dB)。
	<其它>	
	$r_{bb}' \cdot C_C$	为规定的 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）、 f 中的基极时间常数，是Figure of Merit的一部分。
	NF	为规定的 V_{CE} 、 I_C （或 I_E ）、 f 、 R_g 等中的噪声系数。
	ΔV_{BE}	在外加 P_C 前后的 V_{BE} 的差($\Delta V_{BE}=V_{BE1}-V_{BE2}$)
	<开关特性>	
(e)	t_d t_r t_{stg} t_f	规定 V_{CC} 、 I_C 、 I_{B1} 、 I_{B2} ，并指定测量电路。没有规定测量电路的晶体管通过右侧的电路进行测量。 
	t_{on}	$=t_d+t_r$
	t_{off}	$=t_{stg}+t_f$

（接下页）

类别	項目	应规定的测量条件、定义内容
(e)	<功率增益等>	规定 V_{CE} (或 V_{CC})、 I_C (或 I_E)、 f 、 R_g 、 R_L 等,并在指定的电路上进行测量。
	P_G	(功率增益)
	C_G	(转换增益)
	MAPG	(最大有效功率增益)在规定的工作状态下完全中和后,在输入/输出匹配的状态下,根据小信号常数按以下公式求值。 $\text{MAPG} = 10 \log \frac{ y_{fe} ^2}{4g_{ie} \cdot g_{oe}} \text{ (dB)}$
	MAG	(最大有效增益) $\text{MAG} = \frac{ S_{21} }{ S_{12} } \quad (\text{稳定系数 } k \leq 1 \text{ 时})$ $k = \frac{1 - S_{11} ^2 - S_{22} ^2 + S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} ^2}{2 S_{12}S_{21} }$
	MSG	(最大稳定增益) $\text{MSG} = \frac{ S_{21} }{ S_{12} } \times (k - \sqrt{k^2 - 1}) \quad (\text{稳定系数 } k > 1 \text{ 时})$
	$ S_{21} ^2$	插入增益 (50Ω, 输入/输出不匹配时) $(S_{21} ^2)_{\text{dB}} = 10 \log(S_{21} ^2)$
	Γ_{opt}	在小噪声系数时输入的反射系数
	NF_{min}	最小噪声系数
	<大信号输出控制>	规定 V_{CC} (或 V_{CE})、 I_C (或 I_E)、 P_{in} 、 f 、 R_g 、 R_L 等,并指定工作电路。
	P_{out}	(输出功率)
	η_D, η_C	漏极效率, 集电极效率 $\eta_D, \eta_C = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{DC}}}$
	$\eta_{\text{add}}(\text{PAE})$	功率附加效率 $\eta_{\text{add}} = \frac{P_{\text{out}} - P_{\text{in}}}{P_{\text{DC}}}$
	OIP_3	3次变形截止点 (输出功率)
	$P_{-1\text{dB}}$	1dB压缩点输出功率
	$P_{\text{o(sat)}}$	饱和输出功率

表4 FET的电特性

类别	项目	应规定的测量条件、定义内容
(a)	$V_{(BR)DSS}$	规定 I_D , 设定 $V_{GS}=0$ 。
	$V_{(BR)DSX}$	规定 I_D 、 V_{GS} 。
	$V_{(BR)GSS}$	规定 I_D , 设定 $V_{DS}=0$ 。
(b)	I_{GSS}	规定 V_{GS} , 设定 $V_{DS}=0$ 。
(c)	I_{DSS}	规定 V_{DS} , 设定 $V_{GS}=0$ 。
	I_{DSX}	规定 V_{DS} 、 V_{GS} 。
	$I_{D(op)}$	规定 V_{DS} 、 V_{G2S} 、 V_{G1S} 、 R_G 等。
	$R_{DS(on)}$	规定 I_D 、 V_{GS} 。
	$V_{DS(on)}$	规定 I_D 、 V_{GS} 。
	V_{DF}	规定 I_F , 设定 $V_{GS}=0$ 。
	$V_{GS(off)}$	规定 V_{DS} 、 I_D 。
	R_{ON}	规定 V_{DS} , 设定 $V_{GS}=0$ 。
	R_{OFF}	规定 V_{DS} 、 V_{GS} 。
(d)	V_N	规定 V_{DS} 、 I_D 、 R_g 、 f 等。
	NF	与 V_N 相同。
	$ y_{fs} $	规定 V_{DS} 、 I_D (或 V_{GS})、 f 。
	C_{iss}	规定 V_{DS} 、 I_D (或 V_{GS})、 f 。
	C_{rss}	与 C_{iss} 相同。
	C_{oss}	与 C_{iss} 相同。
	GR	规定 (增益衰减度) V_{DS} 、 V_{G2S} 、 V_{G1S} 、 R_G 、 f 等。
(e)	$t_{d(on)}$	规定 V_{DD} 、 R_L 、 V_{GS} 、 I_D , 并规定测量电路。
	t_r	
	$t_{d(off)}$	
	t_f	
	t_{on}	$=t_{d(on)}+t_r$
	t_{off}	$=t_{d(off)}+t_f$

4. 单位及位数的表示方法

关于最大额定值及各个特性等的单位以及位数，如下所示：

(a) 单位的表示方法^{注1}

[计量的种类]	[符号]	[单位的缩写]
电流	I, i	A
电压	V, v	V
功率	P	W
电荷	Q, q	C
电阻	R, r	Ω
静电容量	C	F
感应系数	L	H
导纳	y	S
电导系数	g	S
电纳	b	S
增益、衰减量	—	dB
时间	t	s
频率	f	Hz
角度	(ϕ)	°
温度	T	°C
长度	(l)	m
效率	η	%

(b) 位数的表示方法^{注2}

[位数]	[缩写]
10^9	G
10^6	M
10^3	k
10^0	—
10^{-3}	m
10^{-6}	μ
10^{-9}	n
10^{-12}	p
10^{-15}	f

- 【注】 1. 这里表示的单位全部适用 10^0 的位数，在时间 t(s)、频率 f(Hz) 上并列表示位数时，为 t(μ s)、f(kHz) 等。
 2. 现在对于半导体产品使用 $10^9 \sim 10^{-15}$ 的位数，但根据计量的种类，未必全部使用。
 例如，静电容量中不常用 $10^{-3}(m)$ 和 $10^{-9}(n)$ 。

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	修订处
1.00	2008.01.17	—	初版发行

Notes regarding these materials

1. This document is provided for reference purposes only so that Renesas customers may select the appropriate Renesas products for their use. Renesas neither makes warranties or representations with respect to the accuracy or completeness of the information contained in this document nor grants any license to any intellectual property rights or any other rights of Renesas or any third party with respect to the information in this document.
2. Renesas shall have no liability for damages or infringement of any intellectual property or other rights arising out of the use of any information in this document, including, but not limited to, product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples.
3. You should not use the products or the technology described in this document for the purpose of military applications such as the development of weapons of mass destruction or for the purpose of any other military use. When exporting the products or technology described herein, you should follow the applicable export control laws and regulations, and procedures required by such laws and regulations.
4. All information included in this document such as product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples, is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Renesas products listed in this document, please confirm the latest product information with a Renesas sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Renesas such as that disclosed through our website. (<http://www.renesas.com>)
5. Renesas has used reasonable care in compiling the information included in this document, but Renesas assumes no liability whatsoever for any damages incurred as a result of errors or omissions in the information included in this document.
6. When using or otherwise relying on the information in this document, you should evaluate the information in light of the total system before deciding about the applicability of such information to the intended application. Renesas makes no representations, warranties or guaranties regarding the suitability of its products for any particular application and specifically disclaims any liability arising out of the application and use of the information in this document or Renesas products.
7. With the exception of products specified by Renesas as suitable for automobile applications, Renesas products are not designed, manufactured or tested for applications or otherwise in systems the failure or malfunction of which may cause a direct threat to human life or create a risk of human injury or which require especially high quality and reliability such as safety systems, or equipment or systems for transportation and traffic, healthcare, combustion control, aerospace and aeronautics, nuclear power, or undersea communication transmission. If you are considering the use of our products for such purposes, please contact a Renesas sales office beforehand. Renesas shall have no liability for damages arising out of the uses set forth above.
8. Notwithstanding the preceding paragraph, you should not use Renesas products for the purposes listed below:
 - (1) artificial life support devices or systems
 - (2) surgical implantations
 - (3) healthcare intervention (e.g., excision, administration of medication, etc.)
 - (4) any other purposes that pose a direct threat to human life

Renesas shall have no liability for damages arising out of the uses set forth in the above and purchasers who elect to use Renesas products in any of the foregoing applications shall indemnify and hold harmless Renesas Technology Corp., its affiliated companies and their officers, directors, and employees against any and all damages arising out of such applications.
9. You should use the products described herein within the range specified by Renesas, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas products beyond such specified ranges.
10. Although Renesas endeavors to improve the quality and reliability of its products, IC products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Please be sure to implement safety measures to guard against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other applicable measures. Among others, since the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
11. In case Renesas products listed in this document are detached from the products to which the Renesas products are attached or affixed, the risk of accident such as swallowing by infants and small children is very high. You should implement safety measures so that Renesas products may not be easily detached from your products. Renesas shall have no liability for damages arising out of such detachment.
12. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written approval from Renesas.
13. Please contact a Renesas sales office if you have any questions regarding the information contained in this document, Renesas semiconductor products, or if you have any other inquiries.

注意

本文只是参考译文，前页所载英文版“Cautions”具有正式效力。

关于利用本资料时的注意事项

1. 本资料是为了让用户根据用途选择合适的本公司产品的参考资料，对于本资料中所记载的技术信息，并非意味着对本公司或者第三者的知识产权及其他权利做出保证或对实施权力进行的承诺。
2. 对于因使用本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法及其他应用电路例而引起的损害或者对第三者的知识产权及其他权利造成侵犯，本公司不承担任何责任。
3. 不能将本资料所记载的产品和技术用于大规模破坏性武器的开发等目的、军事目的或其他的军需用途方面。另外，在出口时必须遵守日本的《外汇及外国贸易法》及其他出口的相关法令并履行这些法令中规定的必要手续。
4. 本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法以及其他应用电路例等所有信息均为本资料发行时的内容，本公司有可能在未做事先通知的情况下，对本资料所记载的产品或者产品规格进行更改。所以在购买和使用本公司的半导体产品之前，请事先向本公司的营业窗口确认最新的信息并经常留意本公司通过公司主页 (<http://www.renesas.com>) 等公开的最新信息。
5. 对于本资料中所记载的信息，制作时我们尽力保证出版时的精确性，但不承担因本资料的叙述不当而致使顾客遭受损失等的任何相关责任。
6. 在使用本资料所记载的产品数据、图、表等所示的技术内容、程序、算法及其他应用电路例时，不仅要对所使用的技术信息进行单独评价，还要对整个系统进行充分的评价。请顾客自行负责，进行是否适用的判断。本公司对于是否适用不负任何责任。
7. 本资料中所记载的产品并非针对万一出现故障或是错误运行就会威胁到人的生命或给人体带来危害的机器、系统(如各种安全装置或者运输交通用的、医疗、燃烧控制、航天器械、核能、海底中继用的机器和系统等)而设计和制造的，特别是对于品质和可靠性要求极高的机器和系统等(将本公司指定用于汽车方面的产品用于汽车时除外)。如果要用于上述的目的，请务必事先向本公司的营业窗口咨询。另外，对于用于上述目的而造成的损失等，本公司概不负责。
8. 除上述第7项内容外，不能将本资料中记载的产品用于以下用途。如果用于以下用途而造成的损失，本公司概不负责。
 - 1) 生命维持装置。
 - 2) 植埋于人体使用的装置。
 - 3) 用于治疗(切除患部、给药等)的装置。
 - 4) 其他直接影响到人的生命的装置。
9. 在使用本资料所记载的产品时，对于最大额定值、工作电源电压的范围、放热特性、安装条件及其他条件请在本公司规定的保证范围内使用。如果超出了本公司规定的保证范围使用时，对于由此而造成的故障和出现的事，本公司将不承担任何责任。
10. 本公司一直致力于提高产品的质量和可靠性，但一般来说，半导体产品总会以一定的概率发生故障、或者由于使用条件不同而出现错误运行等。为了避免因本公司的产品发生故障或者错误运行而导致人身事故和火灾或造成社会性的损失，希望客户能自行负责进行冗余设计、采取延烧对策及进行防止错误运行等的安全设计(包括硬件和软件两方面的设计)以及老化处理等，这是作为机器和系统的出厂保证。特别是单片机的软件，由于单独进行验证很困难，所以要求在顾客制造的最终的机器及系统上进行安全检验工作。
11. 如果把本资料所记载的产品从其载体设备上卸下，有可能造成婴儿误吞的危险。顾客在将本公司产品安装到顾客的设备上时，请顾客自行负责将本公司产品设置为不容易剥落的安全设计。如果从顾客的设备上剥落而造成事故时，本公司将不承担任何责任。
12. 在未得到本公司的事先书面认可时，不可将本资料的一部分或者全部转载或者复制。
13. 如果需要了解关于本资料的详细内容，或者有其他关心的问题，请向本公司的营业窗口咨询。