

RL78-S3 core

R01AN2728CC0100

Rev. 1.00

2015.03.31

乘法/除法和乘加的优化

要点

文档描述了 RL78-S3 core 乘法/除法和乘加的优化

对象 MCU

RL78-S3 core

- RL78/G14
- RL78/G1G
- R7F0C008/009

目录

1. 概述.....	2
1.1 RL78 微控制器的特性.....	2
1.2 CPU 内核之间的功能差异	2
1.3 CS+开发环境.....	3
1.4 文档目的.....	3
2. CS+环境下无符号数的乘法，除法，乘加运算及优化.....	3
2.1 编译器版本.....	3
2.2 无符号数运算的优化.....	5
3. CS+环境下有符号数的乘法，除法，乘加运算及优化.....	7
3.1 编译器版本.....	7
3.2 有符号数运算的优化.....	9
4. 总结.....	11

1. 概述

1.1 RL78 微控制器的特性

RL78 微控制器根据指令、时钟和性能分为三类核：RL78-S1 core, RL78-S2 core 和 RL78-S3 core。

- 3 级流水线 CISC 结构
- 地址空间：1 M 字节
- 最小指令执行时间：每个时钟周期指令执行
- 通用寄存器：8 个 8 位寄存器 (General-purpose register)
- 指令数：74 (RL78-S1 core)，75 (RL78-S2 core)，81 (RL78-S3 core)
- 数据分配：小端字节 (Little endian)

1.2 CPU 内核之间的功能差异

1. 表 1-1 显示了 RL78-S1, RL78-S2 和 RL78-S3 内核之间的功能差异

Parameter	RL78-S1 Core	RL78-S2 Core	RL78-S3 Core
CPU	8 bits	16 bits	16 bits
Types of instructions	74	75	81
General-purpose registers	8-bit register x 8 * 1 banks	8-bit register x 8 * 1 banks	8-bit register x 8 * 1 banks
Multiply/divide/multiply & accumulate instruction	Not provided	Not provided	Provided

表 1-1 RL78-S1, RL78-S2 和 RL78-S3 内核之间的功能差异

备注 *1

通用寄存器由 4 组寄存器构成，每组包括 8 个 8 位寄存器 (X、A、C、B、E、D、L 和 H)。每个寄存器可以作为 1 个 8 位寄存器使用，也可以将 2 个 8 位寄存器组合起来作为 1 个 16 位寄存器 (AX、BC、DE 和 HL) 使用。

2. RL78-S3 core 产品：RL78/G14, RL78/G1G, R7F0C008/009

RL78/G14：高性能（编码器定时器，电机控制定时器，数据传输控制，事件链接控制器）

RL78/G1G：电机控制定时器，PGA（可编程增益放大器），高速比较器

R7F0C008/009：电机控制定时器，PGA（可编程增益放大器），高速比较器

3. 乘法/除法/乘加指令

.乘法/除法/乘加指令，只有 RL78-S3 core 含有。

MULHU (16-bit multiplication unsigned)
 MULH (16-bit multiplication signed)
 DIVHU (16-bit division unsigned)
 DIVWU (32-bit division unsigned)
 MACHU (16-bit multiplication and accumulation unsigned (16 bits × 16 bits) + 32 bits)
 MACH (16-bit multiplication and accumulation signed (16 bits × 16 bits) + 32 bits)

1.3 CS+开发环境

CS+支持 RL78 家族，RX 系列，RH850 族，V850 系列，78K0R 和 78K0 的开发。CS+是支持瑞萨 8 位到 32 位微控制器的统一开发环境。CS+为了满足产品开发的通用性，会导致一些特殊的运算指令没有达到最好的优化。

1.4 文档目的

RL78-S3 core 产品主要应用领域是电机控制。电机控制算法对 MCU 的运算速度有一定的要求。文档的目的是针对 CS+开发环境下 RL78-S3 core 的乘法、除法和乘加运算进行分析，为电机控制算法提供一种更加优化的代码程序。

2. CS+环境下无符号数的乘法，除法，乘加运算及优化

2.1 编译器版本

文档中程序是建立在编译器版本 CS+ RL78, 78K0R Compiler CA78K0R V1.71 基础上。

```

#ifndef __TYPEDEF__
typedef signed char      int8_t;
typedef unsigned char    uint8_t;
typedef signed short     int16_t;
typedef unsigned short   uint16_t;
typedef signed long      int32_t;
typedef unsigned long     uint32_t;
#define __TYPEDEF__
#endif

```

2.1.1 无符号数的乘法

建立运算式 16 位 x 16 位 = 16 位，16 位 x 16 位 = 32 位，

```

uint16_t a,b,c;
uint32_t d;
void main(void)
{
    _main:
    c=a*b; // Operation time: 6 clock    unsigned 16 = 16*16
    MOVW    AX, !_b
    MOVW    BC, !_a
    MULHU
    MOVW    !_c, AX // lower 16 bits of the result are stored in the AX
    register.
    d=a*b; // Operation time: 9clock    unsigned 32 = 16*16
    MOVW    AX, !_b
    MOVW    BC, !_a
    MULHU
    CLRW    BC ;
    MOVW    !_d, AX
    XCHW    AX, BC
    MOVW    !0EA3CH, AX ;the result is wrong , only
    ;lower 16 bits of the result are stored
    d=(uint32_t )a*b; // Operation time: 42 clock    unsigned32 = 16*16
    ac2a    MOVW    AX, [HL+2AH]
    bdd8    MOVW    _@STBEG, AX
    c9da0000 MOVW    _@RTARG2, #0H
    ac28    MOVW    AX, [HL+28H]
    bddc    MOVW    _@RTARG4, AX
    f6      CLRW    AX
    bdde    MOVW    _@FPRF1, AX
    fd9401  CALL    !_@lumul
    adda    MOVW    AX, _@RTARG2
    bc24    MOVW    [HL+24H], AX
    add8    MOVW    AX, _@STBEG
    bc22    MOVW    [HL+22H], AX} ;The result is right

```

2.1.2 无符号数的除法

建立运算式 16 位 / 16 位 = 16 位, 16 位 / 16 位 = 32 位, 32 位 / 16 位 = 32 位, 32 位 / 32 位 = 32 位。

编译器直接调用 DIVHU 除法指令, 运算合理。

```

uint16_t  a,b,c;
uint32_t  d,p,m,n;
void main(void)
{
  c =a/b;                                     //Operation time: 14clock      unsigned 16= 16/16
  MOVW     AX,[HL+12H]
  MOVW     DE,AX
  MOVW     AX,[HL+14H]
  DIVHU
  NOP
  MOVW     [HL+10H],AX
  d =a/b;                                     //Operation time: 17clock      unsigned32= 16/16
  MOVW     AX,[HL+12H]
  MOVW     DE,AX
  MOVW     AX,[HL+14H]
  DIVHU
  NOP
  CLRW     BC
  MOVW     [HL+0CH],AX
  XCHW     AX,BC
  MOVW     [HL+0EH],AX
  m=d/a;                                     //Operation time: 32clock      unsigned 32= 32/16
  MOVW     AX,[HL+14H]
  CLRW     BC
  PUSH     HL
  PUSH     BC
  MOVW     DE,AX
  MOVW     AX,[HL+0EH]
  MOVW     BC,AX
  MOVW     AX,[HL+0CH]
  POP      HL
  DIVWU
  NOP
  POP      HL
  MOVW     [HL+4H],AX
  XCHW     AX,BC
  MOVW     [HL+6H],AX
  n=d/p;                                     //Operation time: 32clock      unsigned 32= 32/32
  PUSH     HL
  MOVW     AX,[HL+0AH]
  PUSH     AX
  MOVW     AX,[HL+8H]
  MOVW     DE,AX
  MOVW     AX,[HL+0EH]
  MOVW     BC,AX
  MOVW     AX,[HL+0CH]
  POP      HL
  DIVWU
  NOP
  POP      HL
  MOVW     [HL],AX
  XCHW     AX,BC
  MOVW     [HL+2H],AX
}

```

2.1.3 无符号数乘加运算

建立运算式(16 位 x 16 位 + 32 位) / 32 位 = 32 位。

```
uint16_t  a,b,c;
uint32_t  d,p,m,n;
long result1;
void main(void)
{
d= (16384+(unsigned long)a*b)/32768;           //Operation time:
                                              //109clock unsigned 32= (16*16+32)/32

MOVW      AX, [HL+2AH]
MOVW      _@STBEG,AX
MOVW      _@RTARG2, #0H
MOVW      AX, [HL+28H]
MOVW      _@RTARG4,AX
CLRW      AX
MOVW      @@FPRF1,AX
CALL      !@@lumul
MOVW      _@RTARG4, #4000H
CLRW      AX
CALL      !@@lsadd
MOVW      _@RTARG4, #8000H
CLRW      AX
CALL      !@@ludiv
MOVW      AX, _@RTARG2
MOVW      !0E9FCH,AX
MOVW      AX, _@STBEG
MOVW      !_d,AX
}
```

2.2 无符号数运算的优化

2.2.1 [乘法指令] MULHU

[操作] $BCAX \leftarrow AX \times BC$

[描述] 无符号数乘法运算的结果保存在 AX 和 BC 寄存器里，高 16 位存放在 BC 寄存器，低 16 位存放 AX 寄存器。

[示例]

```
Union double_def_u
{struct {
    unsigned int low_u;
    unsigned int high_u;
}inte_u;
unsigned long  doub_u;
};
union double_def_u S4_u;
uint16_t  low_int_u;
uint16_t  int high_int_u;
uint16_t  a,b;;
uint32_t  d;
void main(void)
{
// Operation time :16 clock      unsigned 32= 16*16
#asm
MOVW      AX, !_a
MOVW      BC, !_b
MULHU
MOVW      !_low_int_u,AX
MOVW      AX,BC
MOVW      !_high_int_u,AX
#endasm
S4_u.inte_u.low_u = low_int_u;
S4_u.inte_u.high_u = high_int_u;
d= S4_u.doub_u;
}
```

注释：源文件中嵌入汇编语句影响 CS+对代码的优化，因此在代码量大的 C 源文件中嵌入汇编后，请检查代码优化程度。

2.2.2 [累加指令] MACHU

[操作] $MACR \leftarrow MACR + AX \times BC$

[描述] 无符号数 AX 和 BC 的乘积加上 MACR 的值，结果保存在 MACR 内。

[示例]

```
Union double_def_u
{
  struct {
    unsigned int low_u;
    unsigned int high_u;
  }inte_u;
  unsigned long  doub_u;
};
union double_def_u S4_u;
uint16_t  low_int_u;
uint16_t  int high_int_u;
uint16_t  a,b;;
uint32_t  d;
void main(void)
{
    // Operation time:
    // 42 clock      unsigned 32= (16*16+32)/32

    #asm
    MOVW MACRL,#4000H
    MOVW MACRH,#00H
    MOVW AX,!_a
    MOVW BC,!_b
    MACHU
    MOVW AX,MACRH
    MOVW BC,AX
    MOVW AX,MACRL
    MOVW HL,#0
    MOVW DE,#8000H
    DIVWU
    MOVW !_low_int_u,AX
    MOVW AX,BC
    MOVW! _high_int_u,AX
    #endasm
    S4_u.inte_u.low_u = low_int_u;
    S4_u.inte_u.high_u = high_int_u;
    d= S4_u.doub_u;
  }
```

2.2.3 无符号数乘法，乘加运算比较列表，

运算类型	原始程序	优化的程序
d = (uint32_t) a * b;	42 clocks	16 clocks
d = (16384 + (unsigned long) a * b) / 32768;	109 clocks	42 clocks

3. CS+环境下有符号数的乘法，除法，乘加运算及优化

3.1 编译器版本

文档中程序是建立在编译器版本 CS+ RL78, 78K0R Compiler CA78K0R V1.71 基础上

3.1.1 有符号数的乘法运算式

16 位 x 16 位 = 16 位, 16 位 x 16 位 = 32 位。

```
int16_t aa,bb,cc;
int32_t dd,pp,mm,nn;
void main(void)
{
    cc=aa*bb;                                     //Operation time: 6clock      signed 16 = 16*16
    MOVW      AX,[HL+12H]
    MOVW      BC,AX
    MOVW      AX,[HL+14H]
    MULH
    MOVW      [HL+10H],AX
    dd=aa*bb;                                     //Operation time: 11clock      signed32 = 16*16
    MOVW      AX,[HL+12H]
    MOVW      BC,AX
    MOVW      AX,[HL+14H]
    MULH
    MOVW      BC,AX
    SARW      AX,0FH
    XCHW      AX,BC
    MOVW      [HL+0CH],AX
    XCHW      AX,BC
    MOVW      [HL+0EH],AX
    dd=(int32_t )aa*bb;                          //Operation time: 43clock      signed32 = 16*16
    MOVW      AX,[HL+14H]
    MOVW      _@STBEG,AX
    SARW      AX,0FH
    MOVW      _@RTARG2,AX
    MOVW      AX,[HL+12H]
    MOVW      _@RTARG4,AX
    SARW      AX,0FH
    MOVW      @@FPRF1,AX
    CALL      !@lumul
    MOVW      AX,_@RTARG2
    MOVW      [HL+0EH],AX
    MOVW      AX,_@STBEG
    MOVW      [HL+0CH],AX
    ;the result is wrong,
    ;only lower 16 bits of the result are stored
    ;the result is right
}
```

3.1.2 有符号数的除法

建立运算式 16 位 / 16 位 = 16 位, 16 位 / 16 位 = 32 位, 32 位 / 16 位 = 32 位, 32 位 / 32 位 = 32 位。

编译器调用库函数实现无符号数除法。

```
int16_t aa,bb,cc;
int32_t dd,pp,mm,nn;
void main(void)
{
    cc =aa/bb;                                     //Operation time: 46clock      signed 16 = 16/16
    MOVW      AX,[HL+14H]
    MOVW      _@STBEG,AX
    MOVW      AX,[HL+12H]
    CALL      !@isdiv
    MOVW      [HL+10H],AX
    dd =aa/bb;                                     //Operation time: 51clock      signed 32 = 16/16
    MOVW      AX,[HL+14H]
    MOVW      _@STBEG,AX
    MOVW      AX,[HL+12H]
    CALL      !@isdiv
}
```

```

MOVW      BC,AX
SARW      AX,0FH
XCHW      AX,BC
MOVW      [HL+0CH],AX
XCHW      AX,BC
MOVW      [HL+0EH],AX
mm=dd/aa;                                //Operation time: 75clock      signed 32 = 32/16
MOVW      AX,[HL+14H]
MOVW      @@FPRXD,AX
SARW      AX,0FH
MOVW      @@FPRF1,AX
MOVW      AX,[HL+0CH]
MOVW      _@STBEG,AX
MOVW      AX,[HL+0EH]
MOVW      _@RTARG2,AX
MOVW      AX,@@FPRF1
CALL      !@@lsdiv
MOVW      AX,_@RTARG2
MOVW      [HL+6H],AX
MOVW      AX,_@STBEG
MOVW      [HL+4H],AX
nn=dd/pp;                                //Operation time: 75clock      signed 32= 32/32
MOVW      AX,[HL+0CH]
MOVW      _@STBEG,AX
MOVW      AX,[HL+0EH]
MOVW      _@RTARG2,AX
MOVW      AX,[HL+8H]
MOVW      @@FPRXD,AX
MOVW      AX,[HL+0AH]
CALL      !@@lsdiv
MOVW      AX,_@RTARG2
MOVW      [HL+2H],AX
MOVW      AX,_@STBEG
MOVW      [HL],AX
}

```

3.1.3 有符号数乘加运算

建立运算式(16位 x 16位 + 32位) / 32位 = 32位。

```

int16_t aa,bb,cc;
int32_t dd;
void main(void)
{
dd= (16384+(signed long)aa*bb)/32768; // Operation time:
// 136clock      signed 32= (16*16+32)/32

MOVW      AX,[HL+14H]
MOVW      _@STBEG,AX
SARW      AX,0FH
MOVW      _@RTARG2,AX
MOVW      AX,[HL+12H]
MOVW      _@RTARG4,AX
SARW      AX,0FH
MOVW      @@FPRF1,AX
CALL      !@@lumul
MOVW      _@RTARG4,#4000H
CLRW      AX
CALL      !@@lsadd
MOVW      _@RTARG4,#8000H
CLRW      AX
CALL      !@@lsdiv
MOVW      AX,_@RTARG2
MOVW      !0E9CCH,AX
MOVW      AX,_@STBEG
MOVW      !_dd,AX
}

```

3.2 有符号数运算的优化

3.2.1 [乘法指令] MULH

[操作] $BCAX \leftarrow AX \times BC$

[描述] 有符号数乘法运算的结果保存在 AX 和 BC 寄存器里，高 16 位存放在 BC 寄存器，低 16 位存放 AX 寄存器。

[示例]

```
Union double_def_s
{ struct{
    int low_s;
    Int high_s;
}inte_s;
long doub_s;
};
union double_def_s S4;
int16_t low_int_s;
int16_t high_int_s;
int16_t aa,bb;;
int32_t dd;
void main(void)
{
    // Operation time: 16 clock      signed 32= 16*16
    #asm
    MOVW    AX, !_aa
    MOVW    BC, !_bb
    MULH
    MOVW    !_low_int_s,AX
    MOVW    AX,BC
    MOVW    !_high_int_s,AX
    #endasm
    S4.inte_s.low_s = low_int_s;
    S4.inte_s.high_s =high_int_s;
    dd =S4.doub_s;
}
```

3.2.2 [乘加指令] MACH

[操作] $MACR \leftarrow MACR + AX \times BC$

[描述] 有符号数 AX 和 BC 的乘积加上 MACR 的值，结果保存在 MACR。

[示例]

```
Union double_def_s
{
struct{
    int low_s;
    Int high_s;
}inte_s;
long doub_s;
};
union double_def_s S4;
int16_t low_int_s;
int16_t high_int_s;

int16_t aa,bb,;
int32_t dd;
void main(void)
{
    // Operation time:
    // 49 clock      signed 32= (16*16+32)/32
    #asm
    MOVW MACRL,#4000H
    MOVW MACRH,#00H
    MOVW AX, !_aa
    MOVW BC, !_bb
    MACH
}
```

```
MOVW AX,MACRH
MOVW BC,AX
MOVW AX,MACRL
MOVW HL,#0
MOVW DE,#8000H
DIVWU
MOVW !_low_int_s,AX
MOVW AX,BC
MOVW !_high_int_s,AX
#endasm
S4.inte_s.low_s = low_int_s;
if (low_int_s>=0)
{
S4.inte_s.high_s = 0X00;}
else
{
S4.inte_s.high_s = 0Xffff;}

dd= S4.doub_s;
}
```

3.2.3 有符号数乘法，乘加运算比较列表

运算类型	原始程序	优化程序
dd = (int32_t) aa * bb	43clock	16 clock
dd= (16384 + (signed long) aa * bb) / 32768;	136clock	49 clock

4. 总结

文档第 2 章节 CS+环境下无符号数的乘法，除法，乘加运算，列出无符号的乘法，除法，乘加运算的代码量和执行时钟数，并且给出了汇编优化方案。

文档第 3 章节 CS+环境下有符号数的乘法，除法，乘加运算，列出有符号的乘法，除法，乘加运算的代码量和执行时钟数，并且给出了汇编优化方案。

客户可以根据电机控制算法需求，参考第 2 章节和第 3 章节内容，选择性的优化代码。

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2015.03.31	—	初版发行

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照本文档以及Technical Update。

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加LSI周围的噪声，在LSI内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。

未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等不同。因此，在变更不认同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
5. Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"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 etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc. Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantations etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). 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 for which it is not intended. 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 which the product is not intended by Renesas Electronics.
6. 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.
7. 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 systems manufactured by you.
8. 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.
9. 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. You should not use Renesas Electronics products or 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. When exporting the Renesas Electronics 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.
10. It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document, Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
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.

以下“注意事项”为从英语原稿翻译的中文译文, 仅作参考译文, 英文版的“Notice”具有正式效力。

注意事项

1. 本文档中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文档中的电路、软件 and 相关信息, 请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
2. 在准备本文档所记载信息的过程中, 瑞萨电子已尽量做到合理注意, 但是, 瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文档中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文档中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为, 瑞萨电子不承担任何责任。本文档所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 用户不得更改、修改、复制或或以其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或以其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
5. 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级: “标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级。如下所示:
标准等级: 计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子设备以及工业机器人等。
高质量等级: 运输设备 (汽车、火车、轮船等)、交通控制系统、防灾系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统以及可能造成人身伤害的产品或系统 (人工生命维持装置或系统、植埋于体内的装置等) 中, 或者可能造成重大财产损失的產品或系統 (核反應堆控制系統、軍用設備等) 中。在將每種瑞薩電子產品用於某種特定應用之前, 用戶應先確認其質量等級。不得將瑞薩電子產品用於超出其設計用途之外的任何應用。對於用戶或第三方因將瑞薩電子產品用於其設計用途之外而遭受的任何損害或損失, 瑞薩電子不承擔任何責任。
6. 使用本文档中记载的瑞萨电子产品时, 应在瑞萨电子指定的范围内, 特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
7. 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性, 但是, 半导体产品有其自身的具体特性, 如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外, 瑞萨电子产品均未进行防辐射设计, 所以请采取安全防护措施, 以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计 (包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等)、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难于对微机软件单独进行评估, 所以请用用户自行对是最终产品或系统进行安全评估。
8. 关于环境保护方面的详细内容, 例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等, 请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时, 请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相应法律法规 (包括但不限于《欧盟ROHS指令》)。对于因用户未遵守相应法律法规而导致的损害或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
9. 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中, 也不可将本文档中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的任何目的 (如大规模杀伤性武器的开发等)。在将本文档中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时, 应当遵守相应的出口管制法律法规, 并按照上述法律法规所规定的程序进行。
10. 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商, 有责任事先向上述第三方通知本文档规定的内容和条件, 对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
11. 在事先未得到瑞萨电子的书面认可的情况下, 不得以任何形式部分或全部转载或复制本文档。
12. 如果对本文档所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问, 或者用户有任何其他疑问, 请向瑞萨电子的营业部门咨询。
(注1) 瑞萨电子: 在本文档中指瑞萨电子株式会社及其控股公司。
(注2) 瑞萨电子产品: 指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "http://www.renesas.com/" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
1101 Nicholson Road, Newmarket, Ontario L3Y 9C3, Canada
Tel: +1-905-898-5441, Fax: +1-905-898-3220

Renesas Electronics Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K.
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadiastrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-6503-0, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
Room 1708, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100191, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 Langao Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333
Tel: +86-21-2226-0888, Fax: +86-21-2226-0999

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1611, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2255-6688, Fax: +852-2886-9022/9044

Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.
13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei 10543, Taiwan
Tel: +886-2-8175-9600, Fax: +886-2-8175-9670

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
80 Bendemeer Road, Unit #06-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339499
Tel: +65-6215-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46005 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 254 Teheran-ro, Gangnam-Ku, Seoul, 135-920, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141