RL78/I1D
基于中速片上振荡器的定时器精度改善

R01AN2335CC0100
Rev. 1.00
Dec. 1, 2015

介绍

RL78/I1D 系列产品相比其它 RL78 产品，增加了片上中速时钟 MOCO。使用片上 MOCO 可以降低系统功耗，对于功耗要求较高的产品是非常有用处的。但是 on-chip MOCO 的精度只能达到±12%，在使用以 MOCO 为时钟源的间隔定时功能时，很难始终得到一个精确的间隔定时时间。

该应用笔记将从校正方法和 API 函数两方面介绍该方案，并通过提供样例程序，为用户展示如何使用该方案对 RL78/I1D 系列产品中以片上中速时钟和片上低速时钟 fIL 为时钟源的间隔定时器进行校正，从而在使用间隔定时器时，得到一个精确的间隔时间。

目标设备

RL78/I1D

内容

1 概要

该方案使用片上高精度时钟（HOCO）校正以 fIL 为时钟源的间隔定时功能，然后通过校正后的以 fIL 为时钟源的间隔定时功能来校正以 MOCO 为时钟源的间隔定时功能。通过校正，在使用间隔定时功能时，能够提高精度。

2 RL78/I1D 系列时钟资源介绍

2.1 主系统时钟（Main system clock）

<1> X1 振荡器

该时钟电路需要通过 X1，X2 引脚外接振荡器，外接振荡器的频率可以从 1M 到 20MHz，可能通过 MSTOP 位来停止。

<2> 高速片上振荡器

片上高速时钟，复位后，CPU 总是以该时钟启动。精度可以达到±1.0% (VDD= 1.8 to 3.6 V, TA= -20℃ to +85℃)。同时，时钟频率可以通过选项字节（000C2H）选择为 fIH = 24, 16, 12, 8, 6, 4, 3, 2, or 1MHz。该时钟也可以通过 HIOSTOP 来停止。

<3> 中速片上振荡器

这是 RL78/I1D 系列新增的片上时钟，时钟频率可过寄存器 MOCODIV 选择为 fIM = 4，2，1MHz，在该时钟下运行，系统功耗可以降低到 134uA，但是该系统时钟精度只有±12%。 振荡器可以通过 MIOEN 位进行启停。

除此之外，可以通过 EXCLK/X2/P122 引脚输入外部时钟信号作为主系统时钟。

2.2 子系统时钟

<1> XT1 时钟振荡器

可通过 XT1 和 XT2 引脚外接外部 32.768KHz 时钟振荡器。另外，也可以通过 EXCLKS/XT2/P124 引脚外部输入 32.768KHz 的时钟信号作为子系统时钟。XT1 时钟振荡器可以通过设置 XTSTOP 来停止。

<2> 低速片上时钟振荡器

该时钟振荡器提供 15KHZ，精度±15%的时钟信号。

2.3 时钟资源框图

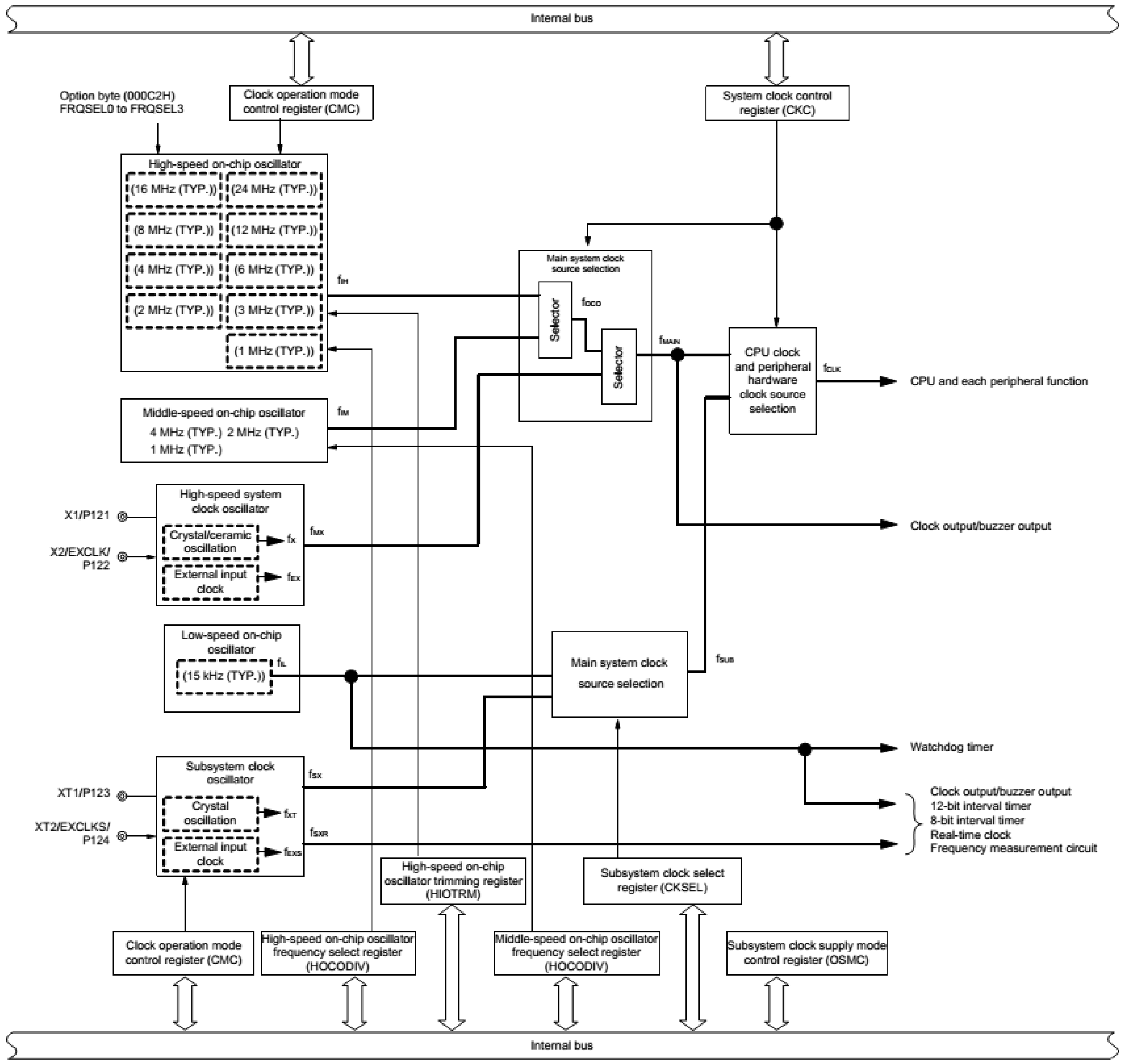

图 1-1 时钟资源框图

3 时钟校正方法

3.1 片上中速时钟校正的方法

由于片上中速时钟无法和片上高速时钟同时运行，所以目前的思路是首先使用片上高速时钟为时钟源的间隔定时来校正以片上低速时钟为时钟源的间隔定时功能，然后再使用校正后的以片上低速时钟为时钟源的 12bit 间隔定时功能校正以片上中速时钟为时钟源的 TAU00 间隔定时功能。

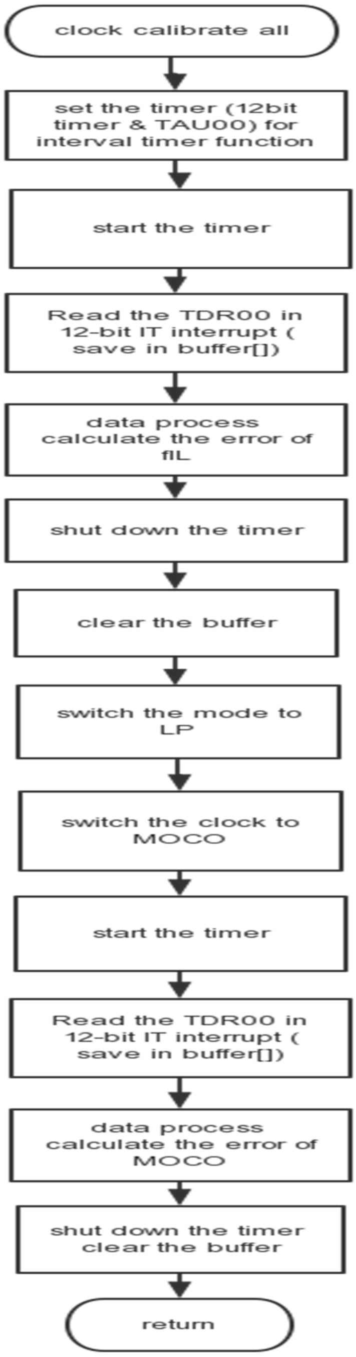

图 1-2 间隔定时器校正框图

3.2 以片上低速时钟为时钟源的间隔定时校正

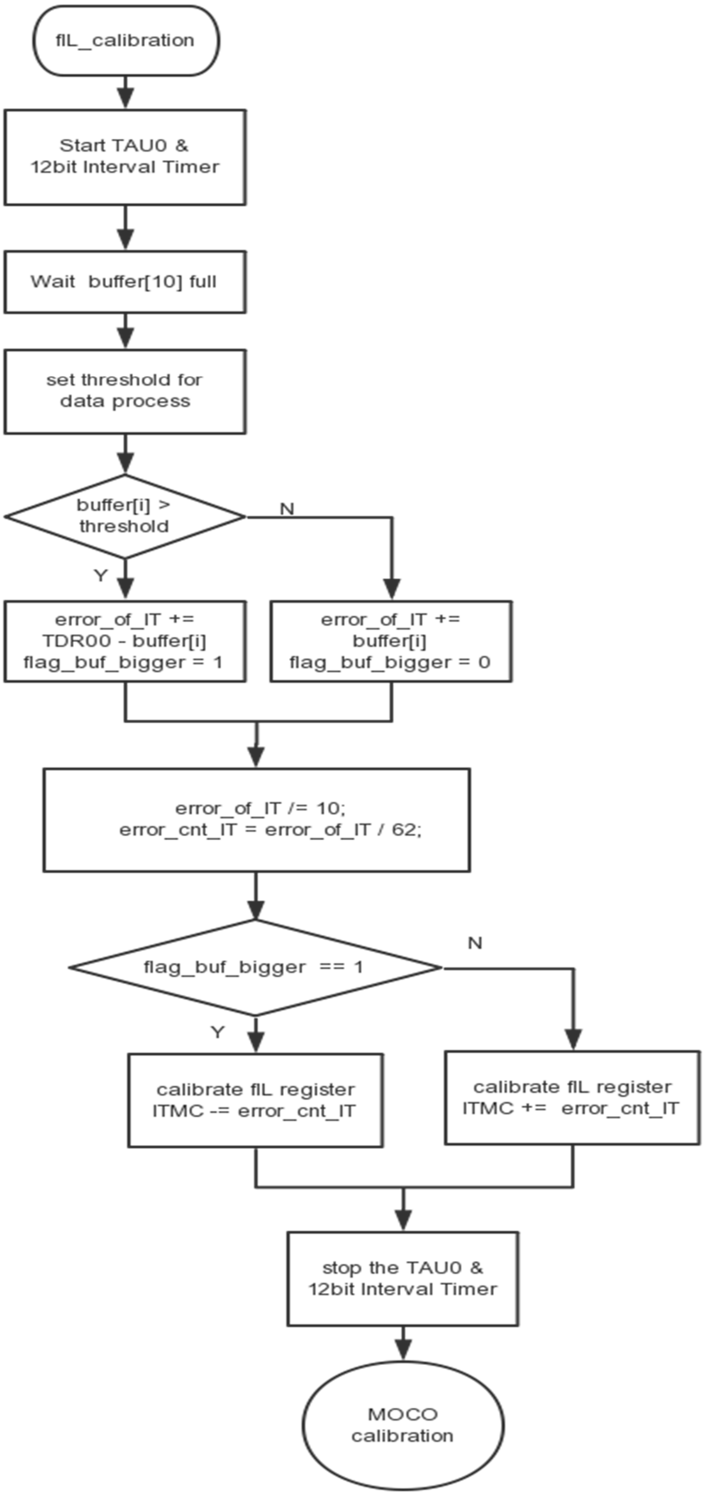

图 1-3 以片上低速时钟为时钟源的间隔定时校正流程图

以片上低速时钟为时钟源的间隔定时校正，设置完成 TAU00 间隔定时器和 12bit 间隔定时器后，打开定时器计数。在 12bit 间隔定时中断中，读取 TAU00 计数器 TDR00 的值，保存到 buffer 中。对 buffer 中的值进行平均处理并根据该值来判断 12bit 间隔定时器的精确度。以确定对 12bit 间隔定时器的计数器进行相应的加减操作，来完成校正。

3.3 以片上中速时钟为时钟源的间隔定时校正

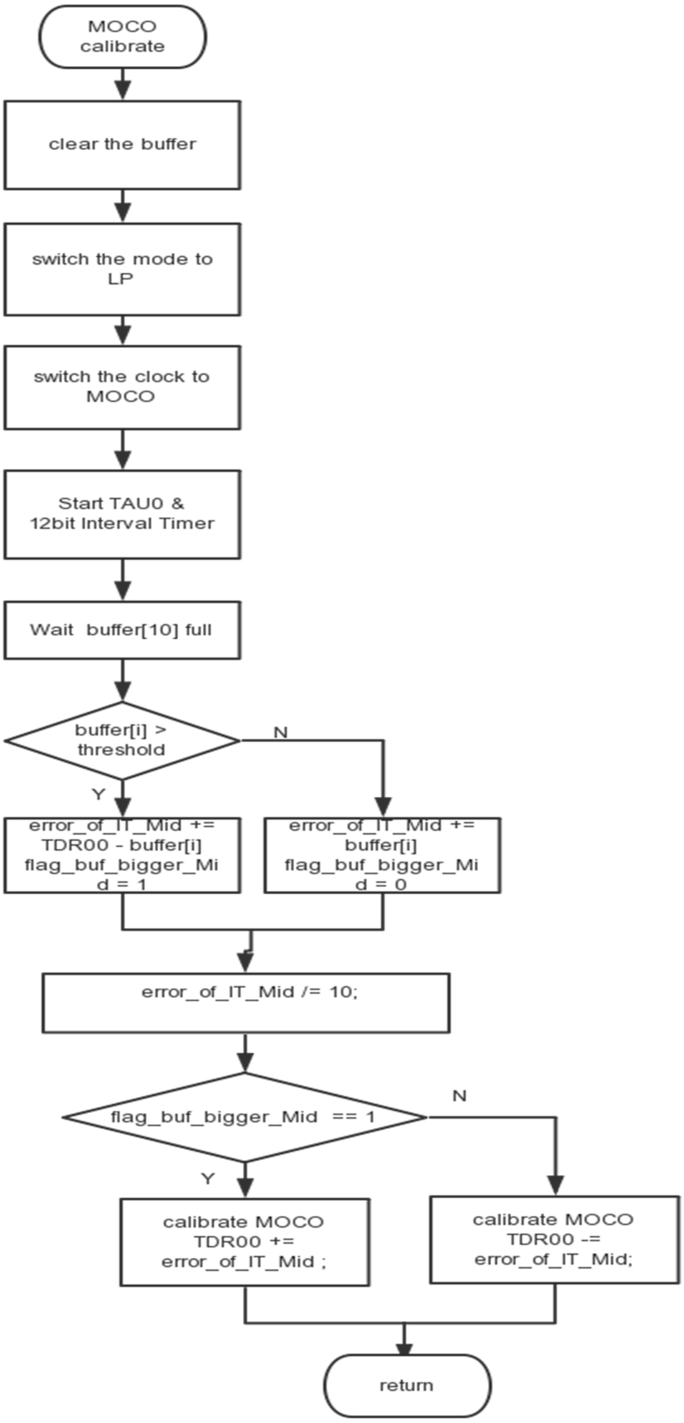

图 1-4 以片上中速时钟为时钟源的间隔定时校正

以校正后的 12bit 间隔定时为基准，对以片上中速时钟为时钟源的间隔定时进行校正。与上一步的校正步骤相同，在 12bit 定时器间隔定时中断中读取 TAU00 的计数器值到 buffer 中，并对 buffer 中的值做平均处理。根据得到的数值及相关标志位，直接对 MOCO 的计数器 TDR00 时行加或减操作，以达到校正的目的。

4 校正结果

由于 RL78/I1D 系列产品本身没有时钟校正寄存器，所以校正的结果只能存储在变量内。通过该变量对间隔定时器的计数器进行修正（包含了片上低速时钟和片上中速时钟作为定时器时钟源时），从而得到较为精确的间隔定时时间。

本应用笔记中本采用 40ms 间隔中断作为测试时间。

由于在常规条件（常温，同一芯片）下，片上中速时钟和片上低速时钟的误差都很小（基本在 1%之内），为了方便测试并使结果明显，通过修改 12bit 间隔定时器计数器的方式，使该间隔定时误差达到 6%。下面的一系列图展示了校正前后的波形和周期。所测波形通过在相应间隔定时中断中使 I/O 口电平反转得到。

图 4-1 展示了未经校正的波形图，黄色波形为片上高速时钟为时钟源的间隔定时波形。可见，由于片上高速时钟的精确度非常高，所以波形周期为非常标准的 80ms；蓝色波形为以片上低速时钟为时钟源的间隔定时波形，由于人为提高了 fIL 的误差，所以波形周期变成了 85.19ms，误差大概在 6%左右。

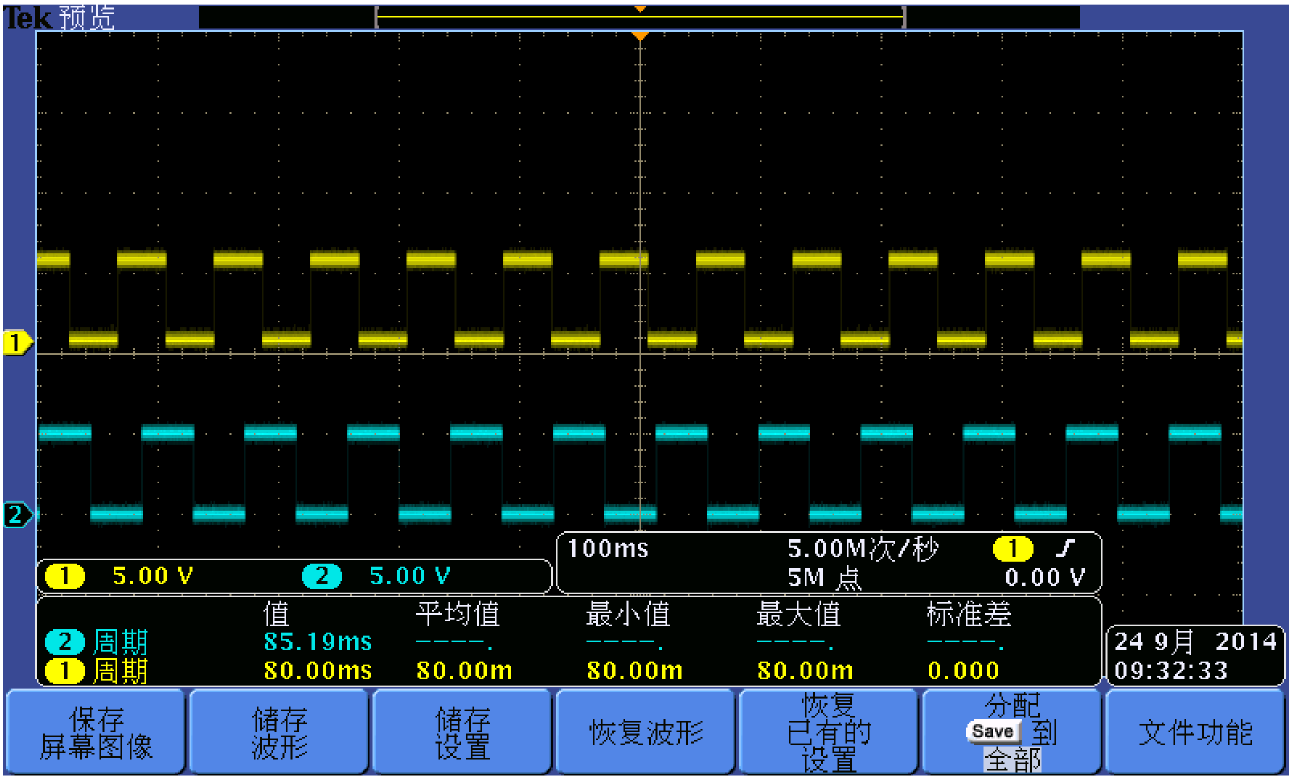

图 1-5 未经校正的波形图

图 4-2 展示了以片上低速时钟为时钟源的间隔定时功能经校正后的波形图。此时，黄色波形依然是以片上高速时钟为时钟源的间隔定时波形。而蓝色波形为校正后的以 fIL 为时钟源的间隔定时波形。可见通过校正，该波形周期由 85.19ms 变成了 79.98ms，误差由 6%变成了 0.025%。当然，由于 fIL 自身的频率精度只有 15%，所以校正后的精度不一定会一直维持在这么高的精度.但是校正结果是比较明显的。

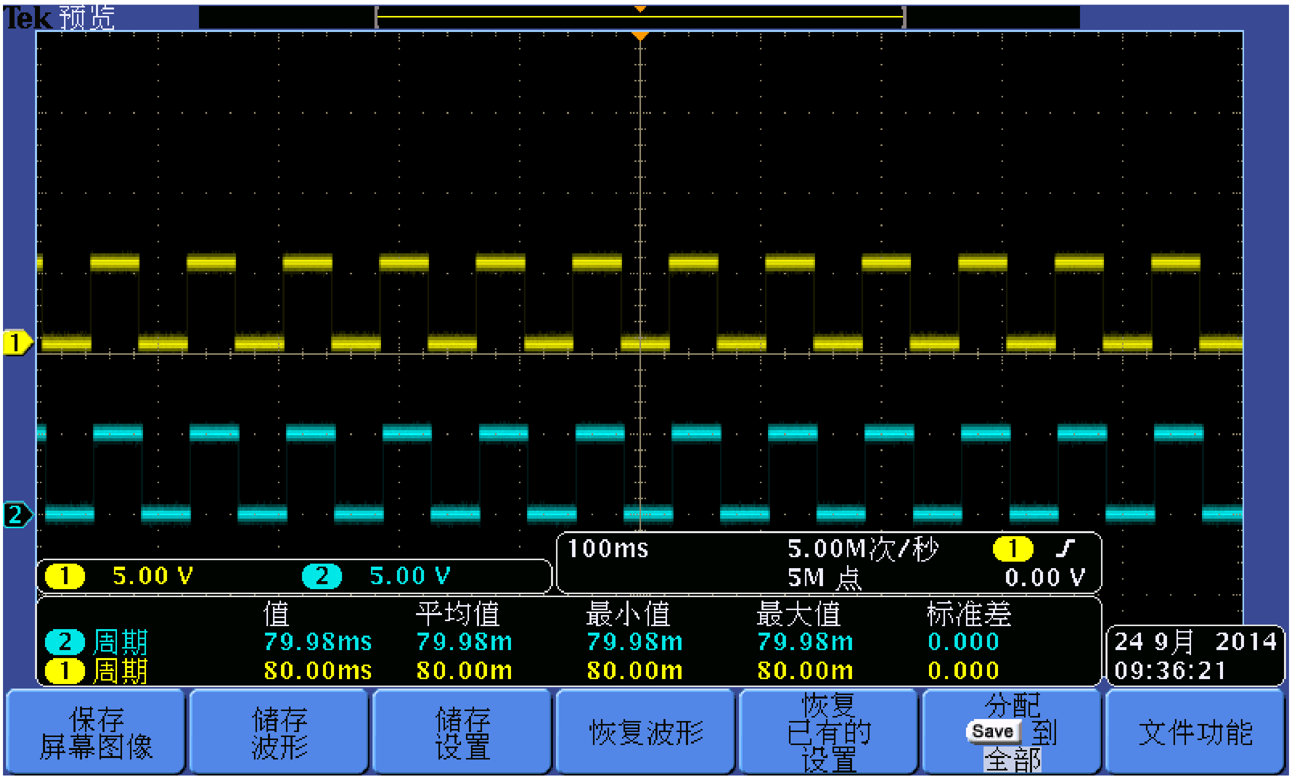

图 1-6 以片上低速时钟为时钟源的间隔定时功能经校正后的波形图

图 4-3 展示了以片上中速时钟为时钟源的 TAU00 间隔定时功能未经校正的波形图。此时，黄色波形变成以片上中速时钟为时钟源的间隔定时波形。而蓝色波形依然为校正后的以 fIL 为时钟源的间隔定时波形。

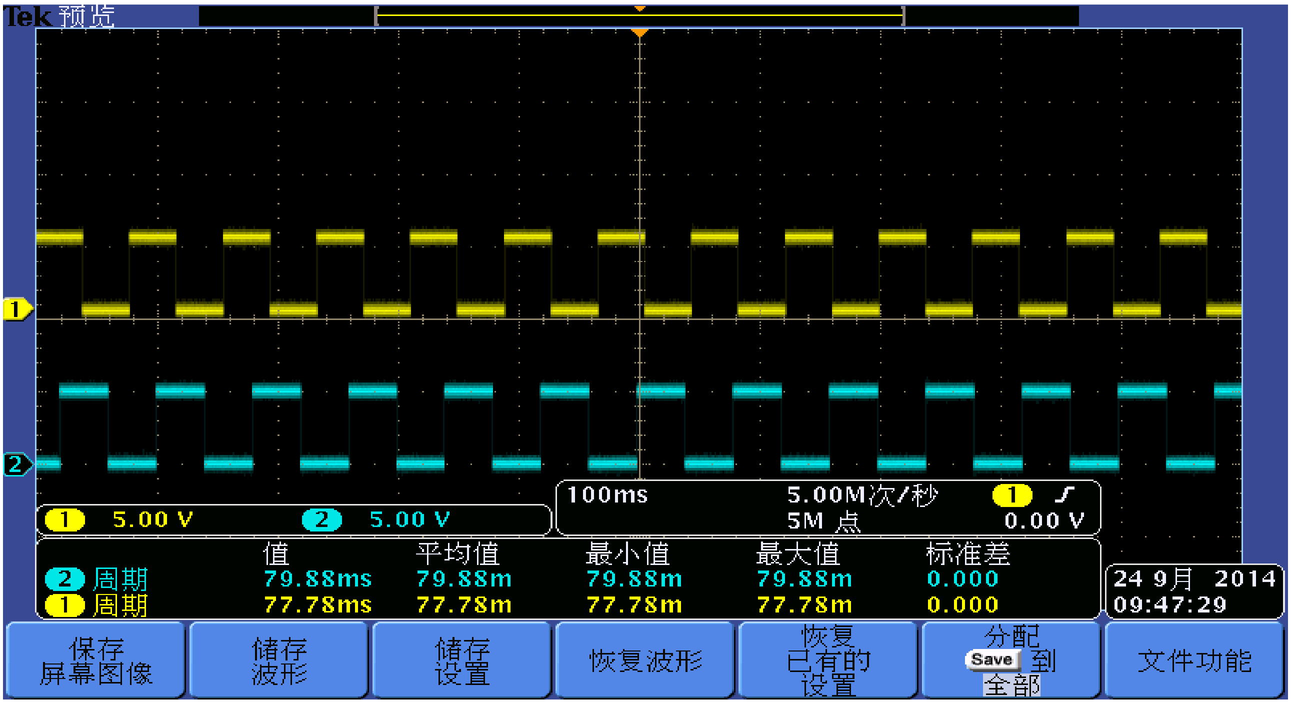

图 1-7 以片上中速时钟为时钟源的未经校正 TAU00 间隔定时功能的波形图

图 4-4 展示了以片上中速时钟为时钟源的 TAU00 间隔定时功能经校正后的波形图。此时，黄色波形是以片上中速时钟为时钟源的经校正的间隔定时波形。而蓝色波形依然为校正后的以 fIL 为时钟源的间隔定时波形。通过与图 4-3 的波形周期进行对比，可见经校正后，片上中速时钟的精度由 2.7%提高到了 0.05%。与 fIL 时钟类似，片上中速时钟的精度也只有±12%，所以经过校正后的精度可能不会一直达到 0.05%这么高，但是精度的提升是明显的。

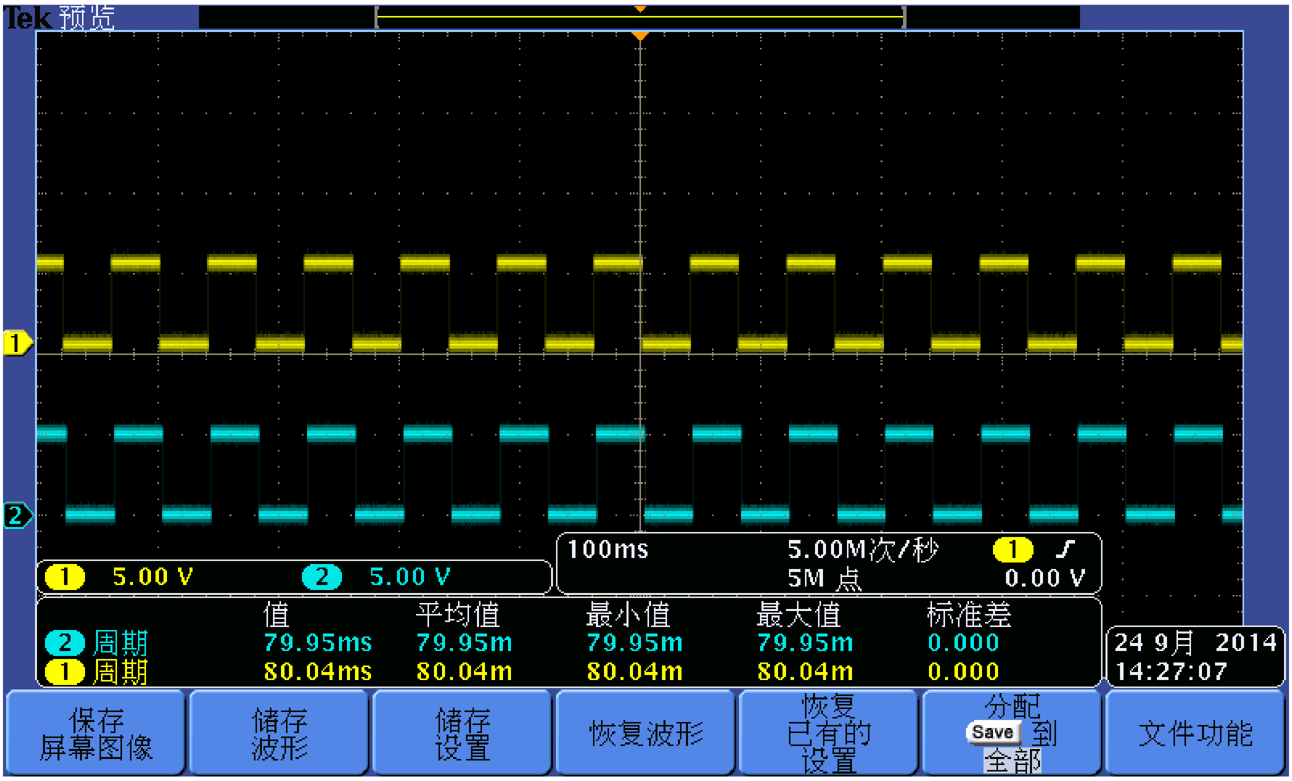

图 1-8 以片上中速时钟为时钟源的经校正后的 TAU00 间隔定时波形图

5 程序样例

主要程序框架由代码生成器完成，主要包含的文件有 r_cg_it.c, r_cg_it _user.c, r_cg_tau.c, r_cg_tau_user.c, r_cg_cgc.c, r_cg_main.c, r_cg_symteminit.c, 以及为了方便测试而添加的 r_cg_prot.c.

5.1 r_cg_it.c 文件

该文件主要是使用片上低速时钟 fIL 作为时钟源设置 12bit 间隔定时器，目的是为了产生一个间隔定时中断。可以根据校正的具体需求设置间隔时间（本应用笔记采用 40ms 间隔（0x258），为了人为提高误差，方便测试，将 ITMC 设为 0x280）。文件中包含了 R_IT_Create() 初始化函数，R_IT_Start()开始计数函数和 R_IT_Stop()停止计数器函数。

```
void R_IT_Create(void)
{
    TMKARES = 1U;    /* reset IT */
    TMKARES = 0U;    /* reset release of IT */
    TMKAEN = 1U;     /* enable input clock supply */
    ITMC = _0000_IT_OPERATION_DISABLE;
    TMKAMK = 1U;     /* disable INTIT interrupt */
    TMKAIF = 0U;     /* clear INTIT interrupt flag */
    /* Set INTIT low priority */
    TMKAPR1 = 1U;
    TMKAPR0 = 1U;
    ITMC = 0x280;//0x258; /*15KHz, 40ms, 600*///0095_ITCMP_VALUE;
}
void R_IT_Start(void)
{
    TMKAIF = 0U;     /* clear INTIT interrupt flag */
    TMKAMK = 0U;     /* enable INTIT interrupt */
}


void R_IT_Stop(void)
{
    TMKAMK = 1U;     /* disable INTIT interrupt */
    TMKAIF = 0U;     /* clear INTIT interrupt flag */
    ITMC &= (uint16_t)~_8000_IT_OPERATION_ENABLE;
}
```

5.2 r_cg_it _user.c 文件

在该文件中主要是定时器的中断服务程序 r_it_interrupt()，在该服务程序中多次读取 TCR00 寄存器的值。因为 TCR00 的值是 TAU00 的计数器值，而 TAU00 通道的时钟源设置为片上高速时钟，所以可以有通过读取到的 TCR00 值来判断 fIL 的误差。同时，读取的次数可以按照校正的具体需求和资源使用情况来决定，可以采用对读取到的值求平均值的方法来得到误差。读取的次数越多，得到的误差也就越精确。

```
__interrupt static void r_it_interrupt(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */

    uint16_t temp_TAU0_result_save = 0;
    P1.2 = ~P1.2;
    temp_TAU0_result_save = TCR00;
    for(IT_INT_Cnt = 0; IT_INT_Cnt<10; IT_INT_Cnt++){       /* read the TCR00
to buffer*/

      buffer[IT_INT_Cnt] = temp_TAU0_result_save;
    }
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
```

5.3 r_cg_tau.c 文件

该文件使用片上高速时钟 fIH 作为间隔定时器的时钟源。在使用中与低速时钟作为时钟源的间隔定时器同时启动，然后在 r_it_interrupt()服务程序读取 TCR00 的值。通过读取到的值来判定低速时钟的误差。该文件包含了 R_TAU0_Create()初始化函数，R_TAU0_Channel0_Start()启动函数和 R_TAU0_Channel0_Stop()停止计数器函数。

```
void R_TAU0_Create(void)
{
    TAU0RES = 1U;    /* reset timer array unit 0 */
    TAU0RES = 0U;    /* reset release of timer array unit 0 */
    TAU0EN = 1U;     /* supplies input clock */
    TPS0 = _0000_TAU_CKM3_fCLK_8 | _0000_TAU_CKM2_fCLK_1 |
_0000_TAU_CKM1_fCLK_0 | _0000_TAU_CKM0_fCLK_0;
    /* Stop all channels */
    TT0 = _0800_TAU_CH3_H8_STOP_TRG_ON | _0200_TAU_CH1_H8_STOP_TRG_ON |
_0008_TAU_CH3_STOP_TRG_ON |
          _0004_TAU_CH2_STOP_TRG_ON | _0002_TAU_CH1_STOP_TRG_ON |
_0001_TAU_CH0_STOP_TRG_ON;
    TMMK00 = 1U;     /* disable INTTM00 interrupt */
    TMIF00 = 0U;     /* clear INTTM00 interrupt flag */
    TMMK01 = 1U;     /* disable INTTM01 interrupt */
    TMIF01 = 0U;     /* clear INTTM01 interrupt flag */
    TMMK01H = 1U;    /* disable INTTM01H interrupt */
    TMIF01H = 0U;    /* clear INTTM01H interrupt flag */
    /* Set INTTM00 low priority */
    TMPR100 = 0U;
    TMPR000 = 0U;
    /* Channel 0 used as interval timer */
    TMR00 = _0000_TAU_CLOCK_SELECT_CKM0 | _0000_TAU_CLOCK_MODE_CKS |
_0000_TAU_TRIGGER_SOFTWARE |
            _0000_TAU_MODE_INTERVAL_TIMER | _0000_TAU_START_INT_UNUSED;
    TDR00 =0x9c40;// _270F_TAU_TDR00_VALUE;
    TO0 &= (uint16_t)~_0001_TAU_CH0_OUTPUT_VALUE_1;
    TOE0 &= (uint16_t)~_0001_TAU_CH0_OUTPUT_ENABLE;
}
```

```
void R_TAU0_Channel0_Start(void)
{
    TMIF00 = 0U;    /* clear INTTM00 interrupt flag */
    TMMK00 = 0U;    /* enable INTTM00 interrupt */
   // TS0 |= _0001_TAU_CH0_START_TRG_ON;
}


void R_TAU0_Channel0_Stop(void)
{
    TT0 |= _0001_TAU_CH0_STOP_TRG_ON;
    TMMK00 = 1U;    /* disable INTTM00 interrupt */
    TMIF00 = 0U;    /* clear INTTM00 interrupt flag */
}
```

5.4 r_cg_tau_user.c 文件

该文件为 TAU 定时器的中断服务程序，为了方便测试，完成端口电平反转功能。

```
__interrupt static void r_tau0_channel0_interrupt(void)
{
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */
    P1.3 = ~P1.3;
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
```

5.5 r_cg_cgc.c 文件

该文件为系统时钟的初始化文件，初始时设置 fIH 为系统运行时钟，而片上中速时钟 fIM 初始时停止。

```
void R_CGC_Create(void)
{
    CMC = _C0_CGC_HISYS_EXT | _00_CGC_SYSOSC_UNDER10M;
    /* Set fMX */
    MSTOP = 1U;     /* X1 oscillator/external clock stopped */
    /* Set fMAIN */
    MCM0 = 0U;      /* selects the high-speed on-chip oscillator clock (fIH)
as the main system clock (fMAIN) */
    MCM1 = 0U;      /* high-speed on-chip oscillator clock */
    OSMC = _10_CGC_RTC_IT_CLK_FIL;
    /* Set fCLK */
    CSS = 0U;       /* main system clock (fMAIN) */
    /* Set fIH */
    HIOSTOP = 0U;   /* high-speed on-chip oscillator operating */
    /* Set fIM */
    MIOEN = 0U;     /* middle-speed on-chip oscillator stopped */
}
```

5.6 r_cg_main.c 文件

主要包含程序入口函数及对测试数据的处理。

```
void Delay(unsigned int RepeatCounter)         /* 200us@fclk=24MHz for 500
cycle */
{
         unsigned int i;
         for(i=0; i<RepeatCounter; i++);
}

void Mode_LSLP(void) /* switch the operation mode from LS to LP */
{
         Delay(100);
         FLMWEN = 1;
         FLMODE = 0x40;
         FLMWEN = 0;
         MCSEL = 1;                  /* Note: change FLMWEN before set MCSEL=1
*/
}

 void clock_switch(void)  /* switch the on chip clock to MOCO */
{
    CMC = _C0_CGC_HISYS_EXT | _00_CGC_SYSOSC_UNDER10M;
    /* Set fMX */
    MSTOP = 1U;       /* X1 oscillator/external clock stopped */
    /* Set fMAIN */
    MCM0 = 0U;        /* selects the high-speed on-chip oscillator clock (fIH)
as the main system clock (fMAIN) */
    MCM1 = 1U;        /* middle-speed on-chip oscillator clock */
    OSMC = _10_CGC_RTC_IT_CLK_FIL;
    /* Set fCLK */
    CSS = 0U;         /* main system clock (fMAIN) */
    /* Set fIH */
    HIOSTOP = 1U;     /* high-speed on-chip oscillator stopped */
    /* Set fIM */
    MIOEN =  1U;       /* middle-speed on-chip oscillator operating */
    MOCODIV = _02_CGC_MIDDLEOCO_1M;
}

void main(void)
{
    uint8_t i;
    uint16_t temp_error;
    R_MAIN_UserInit();
    /* Start user code. Do not edit comment generated here */

    R_TAU0_Channel0_Start();
    R_IT_Start();
    TS0  |= _0001_TAU_CH0_START_TRG_ON;
    ITMC  |= _8000_IT_OPERATION_ENABLE;

    while(!g_buffer[9]);

    /*data process*/
    temp_error = TDR00 >> 2;
    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
      if(g_buffer[i] >= temp_error)
      {
           g_error_of_IT += (TDR00 - g_buffer[i]);
```

```
            g_flag_buf_bigger = 1;
        }
        else
        {
            g_error_of_IT += g_buffer[i];
            g_flag_buf_bigger = 0;
        }
    }
    g_error_of_IT /= 10;
    g_error_cnt_IT = g_error_of_IT / 62;
    if(g_flag_buf_bigger == 1)
    {
      ITMC = ITMC - g_error_cnt_IT + 2;
    }
    else
    {
      ITMC +=  g_error_cnt_IT + 2;
    }

    R_TAU0_Channel0_Stop();
    R_IT_Stop();
    for(i = 0; i < 10; i++)
        g_buffer[i] = 0;

    Mode_LSLP();
    clock_switch();
    R_TAU0_Channel0_Start();
    R_IT_Start();

    TS0 |= _0001_TAU_CH0_START_TRG_ON;
    ITMC |= _8000_IT_OPERATION_ENABLE;
     while(!g_buffer[9]);

    for(i = 0; i < 10; i++)
    {
      if(g_buffer[i] >= temp_error)
      {
            g_error_of_IT_Mid += (TDR00 - g_buffer[i]);
          g_flag_buf_bigger_Mid = 1;
      }
      else
      {
            g_error_of_IT_Mid += g_buffer[i];
          g_flag_buf_bigger_Mid = 0;
      }
    }
    g_error_of_IT_Mid /= 10;
    if(g_flag_buf_bigger_Mid == 1)
      TDR00 += g_error_of_IT_Mid ;
    else
      TDR00 -= g_error_of_IT_Mid;

    while (1U)
    {
        ;
    }
    /* End user code. Do not edit comment generated here */
}
```

5.7 r_cg_prot.c 文件

为了方便测试，添加 P1.2,P1.3 为测试端口。

```
void R_PORT_Create(void)
{
    P1 = _08_Pn3_OUTPUT_1 | _04_Pn2_OUTPUT_1;
    PU4 = _01_PUn0_PULLUP_ON;
    PMC1 = _E3_PMC1_DEFAULT_VALUE | _10_PMCn4_DI_ON | _00_PMCn3_NOT_USE | 
_00_PMCn2_NOT_USE;
    PM1 = _E3_PM1_DEFAULT_VALUE | _00_PMn3_MODE_OUTPUT | _00_PMn2_MODE_OUTPUT;
}
```

5.8 r_cg_symteminit.c 文件

各功能能初始化函数的调用。

```
void R_Systeminit(void)
{
    PIOR0 = 0x01U;
    R_CGC_Get_ResetSource();
    R_PORT_Create();
    R_CGC_Create();
    R_TAU0_Create();
    R_IT_Create();
    R_WDT_Create();
    IAWCTL = 0x00U;
}
```

6 注意事项

NOTE1：本应用笔记只针对 RL78/I1D 系列，带有片上中速时钟产品。

NOTE2：本应用笔记使用 40ms 为定时器间隔。如果在实际应用中使用不同时间间隔，需要对程序作相应修改。

NOTE3：本应用笔记中的测试程序需要占用一定的资源。

NOTE4：经过校正，虽然以片上低速时钟为时钟源的间隔定时和以片上中速时钟为间隔定时的精度都得到了很大提高，但是由于片上低速时钟和片上中速时钟自身的精度范围非常大，在不同的条件下，可能无法得到跟本应用笔记中始终一致的校正效果。

网站和支持

瑞萨电子网站
  http://www.renesas.com/
咨询
  http://www.renesas.com/contact/

版本更新历史

版本	日期	描述	
		页码	内容
1.00	Dec.01.2015	—	初始版本

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、噪声辐射量等也不同。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, 仅作为参考译文, 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、软件和相关信息, 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的信息的过程中, 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、 复制或者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产品或系统 (核反应堆控制系统、 军用设备等) 中。 在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前, 用户应先确认其质量等 级。不得將瑞萨电子产品用于超出其設計用途之外的任何应用。对于用戶或第三方因将瑞萨电子产品用于其設計用途之外而遭受的任何损害 或损失, 瑞萨电子不承担任何责任。
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。所以请采取安全保护措施, 以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾時导致人身事故、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, 所以请用戶自行对是最終产品或系統进行安全评估。
8. 关于环境保护方面的詳細内容, 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》) 。对于因用戶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產、使用及銷售的任何产品或系統中。也不可将本文档中記載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) 。在将本文档中記載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, 对于用戶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, 或者用戶有任何其他疑问, 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會社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品: 指瑞萨电子开发或生产的任何产品。

Renesas Electronics Corporation

SALES OFFICES

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 1709, 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: +852-2265-6688, 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 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jln Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Ku, Seoul, 135-920, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141

Colophon 4.0