R32C/100 系列

串行接口操作（时钟同步串行接口模式下的发送）

1. 要点

本篇资料，介绍了使用时钟同步串行接口模式向外部设备传送与传送时钟同步的数据的设定方法和使用例子。

2. 说明

本篇资料，适用于 R32C/111 群单片机。

本篇应用说明也适用于 R32C/100 系列中与上面所述 R32C/111 群具有相同 SFR（特殊功能寄存器）定义的产品。关于产品功能的改进，请参看手册中的相关信息。在使用本篇应用说明的程序前，需进行详细的评价。

3. 应用实例

本篇资料，描述了使用时钟同步串行接口模式，在通信速率为 500kbps（XIN = 16MHz、PLL 时钟 = 100MHz）的条件下发送数据的情况。

通信速率的计算公式如下所示。

$$\text{通信速率} = \frac{\text{传送时钟的计数源}}{2\times(\text{UiBRG寄存器设定值}+1)}$$

本篇资料中，时钟同步串行接口模式发送数据的设定条件如表 3.1 所示。

表 3.1 时钟同步串行接口模式发送数据的设定条件

项目	设定条件
传送数据长度	8 位
传送时钟	内部时钟
发送控制	$\overline{\text{CTS}}$ 功能
传送格式	LSB 先发送
发送中断请求发生时序	从 UiTB 寄存器向 UARTi 发送寄存器传送数据时（发送开始时）
CLK 极性	在传送时钟的下降沿发送数据，在上升沿接收数据
TXD、RXD 输入/输出极性切换	不反转

这里使用 CLK 输出和 TXD 输出来发送数据。在 R32C/111 中，因为要使用 CLK 输出和 TXD 输出，所以需要设定相应端口的方向位和功能选择寄存器。

CLK 引脚、TXD 引脚和端口方向位以及功能选择寄存器的设定如表 3.2 所示。

表 3.2 CLK 引脚、TXD 引脚和端口方向位以及功能选择寄存器的设定

通道	引脚	端口	端口方向位	设定值	功能选择寄存器	设定值
UART0	CLK0	P6_1	PD6_1	1	P6_1S	03h
	TXD0	P6_3	PD6_3	1	P6_3S	03h
UART1	CLK1	P6_5	PD6_5	1	P6_5S	03h
	TXD1	P6_7	PD6_7	1	P6_7S	03h
UART2	CLK2	P7_2	PD7_2	1	P7_2S	03h
	TXD2	P7_0（注 1）	PD7_0	1	P7_0S	03h
UART3	CLK3	P4_1	PD4_1	1	P4_1S	03h
	TXD3	P4_3	PD4_3	1	P4_3S	03h
UART4	CLK4	P9_5	PD9_5（注 2）	1	P9_5S（注 2）	03h
	TXD4	P9_6	PD9_6（注 2）	1	P9_6S（注 2）	03h
UART5	CLK5	P7_7	PD7_7	1	P7_7S	03h
	TXD5	P7_6	PD7_6	1	P7_6S	03h
UART6	CLK6	P4_5	PD4_5	1	P4_5S	03h
	TXD6	P4_7	PD4_7	1	P4_7S	03h

注 1：N 沟道漏极开路输出。

注 2：请在 PRC2 位设为“1”（允许改写）之后的下一条指令修改这些寄存器。另外，请不要在 PRC2 位设“1”和改写指令之间插入中断或 DMA 传送。

3.1　时钟同步串行接口模式发送数据的说明

(1) 将 UiC1（i = 0~6）寄存器的 TE 位设置为“1”（允许发送）后，向 UiTB 寄存器中写入发送数据，进入发送等待状态。

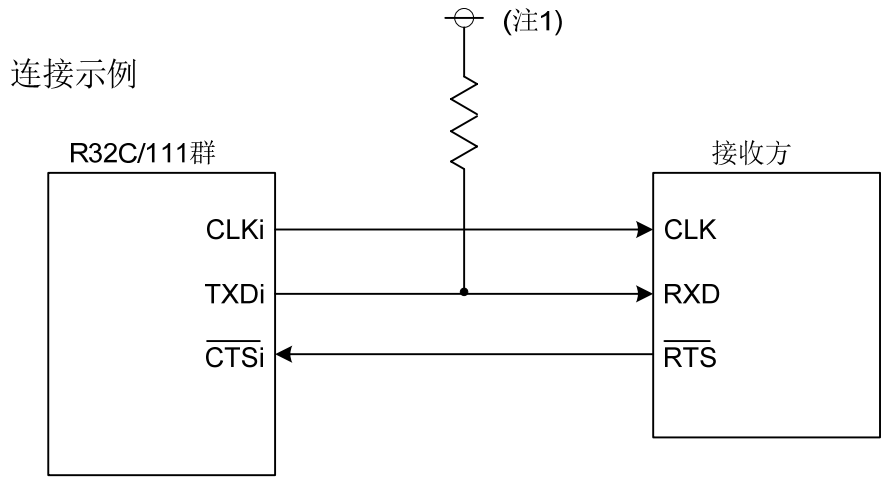
(2) 一旦 $\overline{\text{CTSi}}$ 引脚的输入信号变为“L”，发送即开始（$\overline{\text{CTSi}}$ 引脚的输入信号由接收方控制）。

(3) 与传送时钟的第一个下降沿同步，UiTB 寄存器中写入的发送数据被传送到 UARTi 发送寄存器中。同时，SiTIC 寄存器的 IR 位变为“1”（有中断请求）。另外，发送数据的 D0 位从 TXDi 引脚发送出去。然后，从 D1 位数据开始，发送数据在传送时钟的下降沿被同步发送出去。

(4) 当一个字节的数据发送结束时，UiC0 寄存器的 TXEPT 位变为“1”（发送完成），表示发送结束。并且，传送时钟停止输出，并保持为“H”电平。

(5) 如果在 D7 位数据输出之前，向 UiTB 寄存器中设定下一个数据，发送继续。

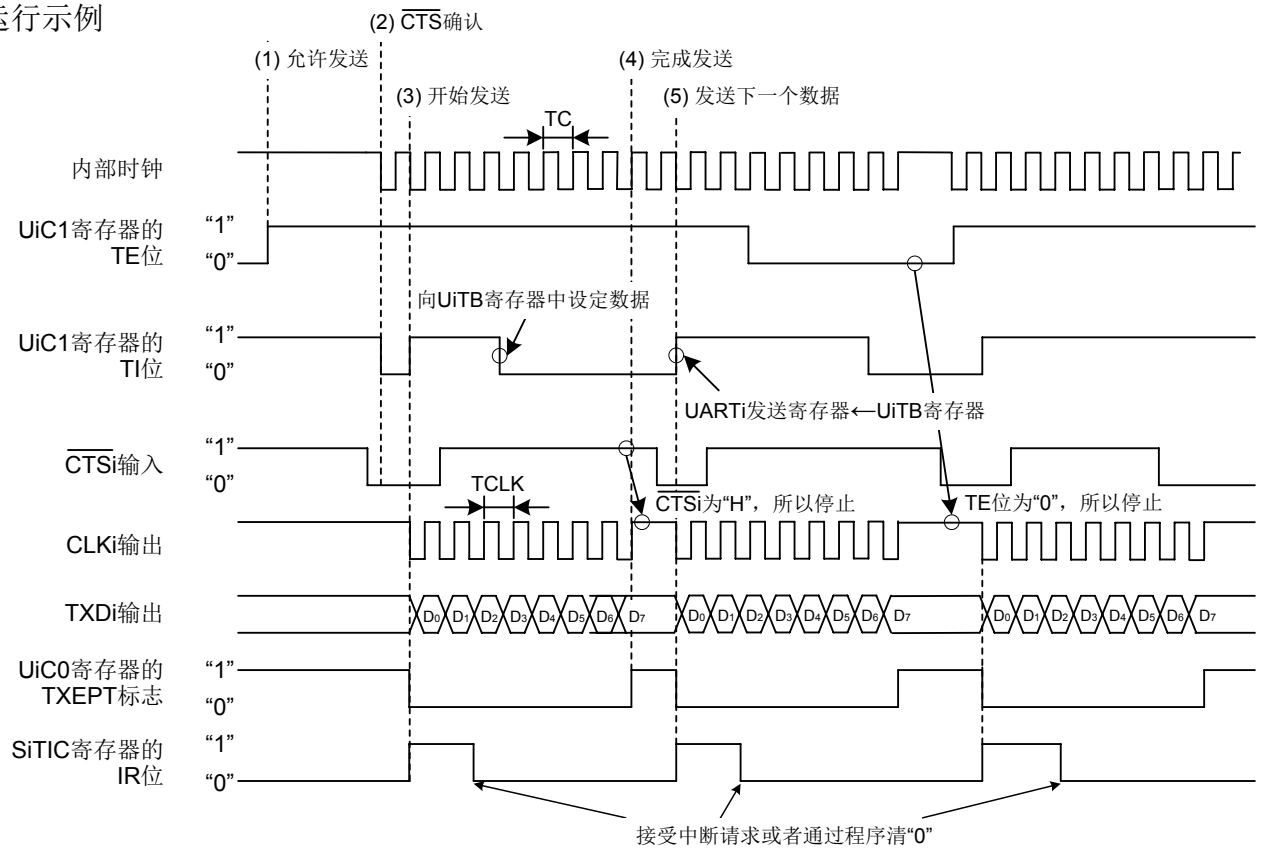
连接示例如图 3.1 所示，动作时序图如图 3.2 所示。



注1：因为TXD2引脚为N沟道漏极开路输出，所以需要上拉。

图 3.1 发送数据的连接示例

运行示例



i = 0~6
TC = TCLK = 2(m+1)/fj
fj：UiBRG计数源的频率
(fj、f8、f2n (注1))
m：UiBRG寄存器的设定值

注1：可以通过TCSPR寄存器的CNT3~CNT0选择无分频（n = 0）或者2n分频（n = 1~15）。

图 3.2 发送动作时序图

3.2　设定方法

本节描述了“3.1 时钟同步串行接口模式发送数据的说明”中的设定步骤及设定值。关于各寄存器的详细信息请参照硬件手册。

参考程序中，发送数据一旦被写入 UARTi 发送缓冲寄存器（i = 0~6），发送即开始。当程序检测出 UARTi 发送中断的中断请求位变为“1”（有中断请求），并且对发送数据进行递增计数之后，再次向发送缓冲寄存器中写入数据。

主函数处理的流程图如图 3.3 所示，UARTi 初始化设置处理的流程图及寄存器设置如图 3.4 所示

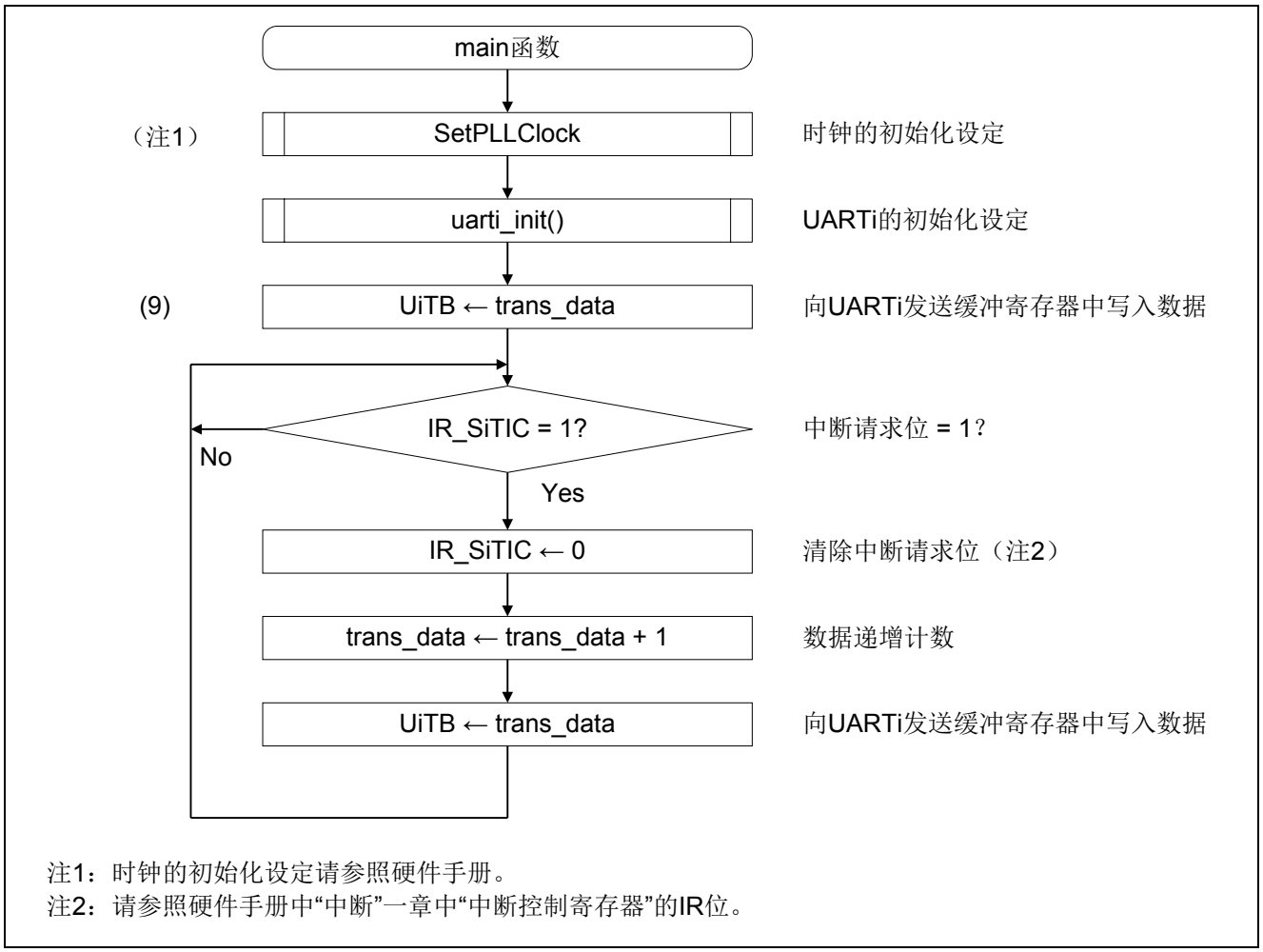
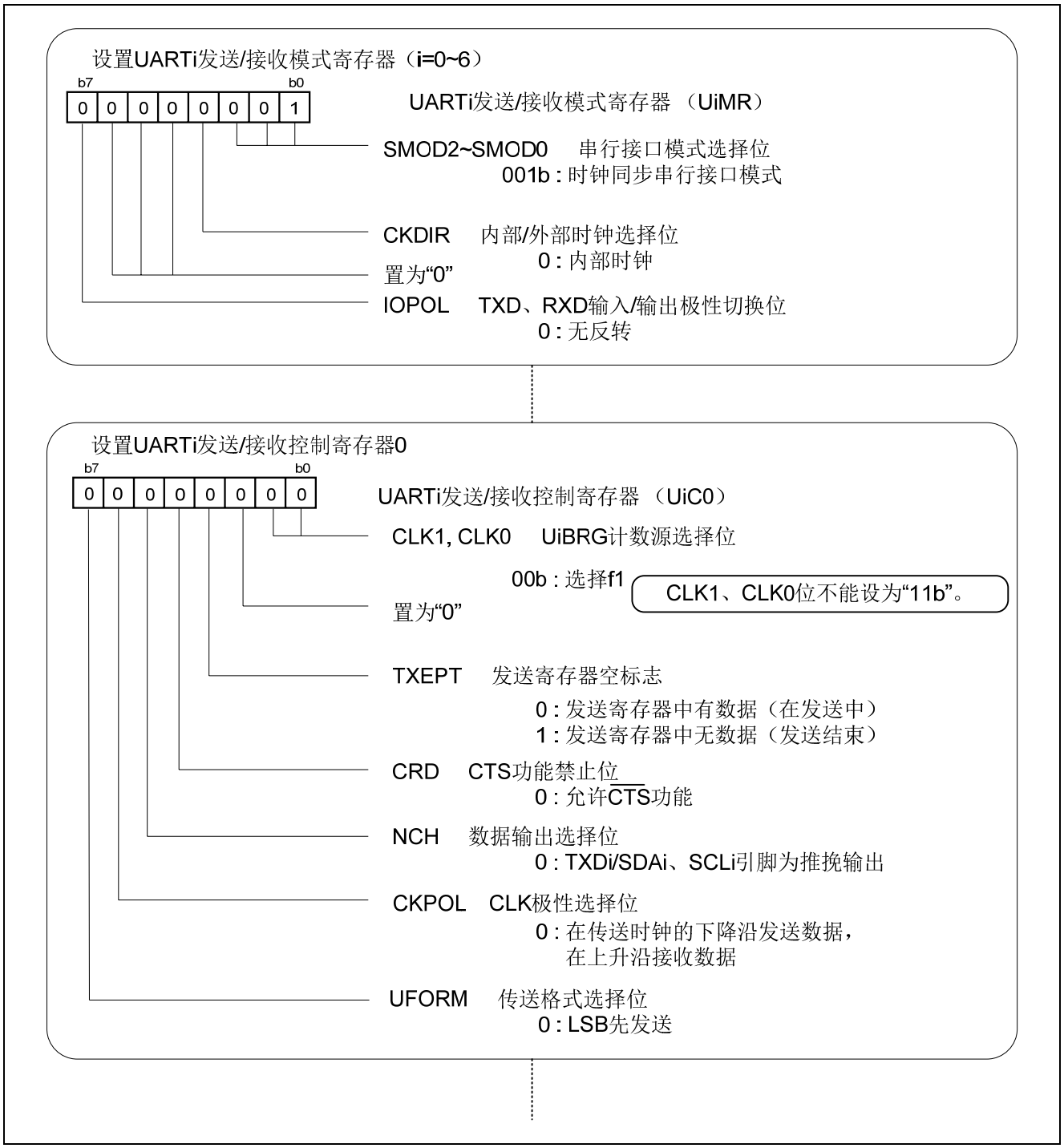
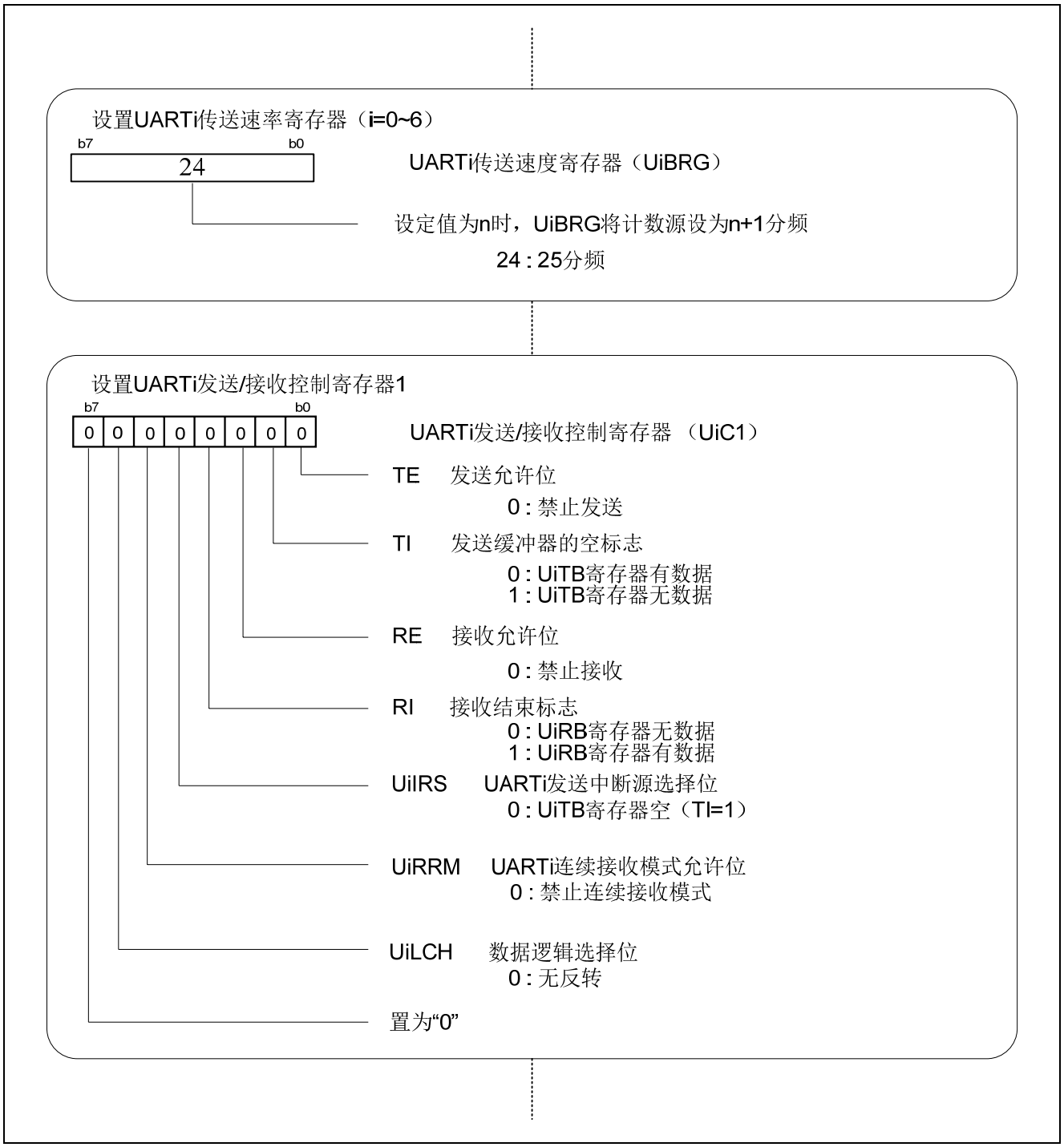


图 3.3 主函数的流程图（i = 0~6）

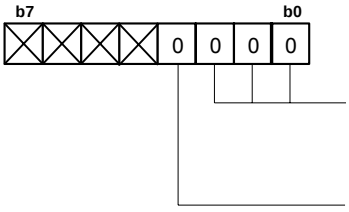
图 3.4 UARTi 初始化设定处理的流程图（i=0~6）

3.3　详细设定步骤


设置UARTi发送/接收模式寄存器（i=0~6）
b7 b0
0 0 0 0 0 0 0 1
UARTi发送/接收模式寄存器 （UiMR）
SMOD2~SMOD0 串行接口模式选择位
001b : 时钟同步串行接口模式
CKDIR 内部/外部时钟选择位
0 : 内部时钟
置为“0”
IOPOL TXD、RXD输入/输出极性切换位
0 : 无反转
设置UARTi发送/接收控制寄存器0
b7 b0
0 0 0 0 0 0 0 0
UARTi发送/接收控制寄存器 （UiC0）
CLK1, CLK0 UiBRG计数源选择位
00b : 选择f1
CLK1、CLK0位不能设为“11b”。
置为“0”
TXEPT 发送寄存器空标志
0 : 发送寄存器中有数据（在发送中）
1 : 发送寄存器中无数据（发送结束）
CRD CTS功能禁止位
0 : 允许CTS功能
NCH 数据输出选择位
0 : TXDi/SDAi、SCLi引脚为推挽输出
CKPOL CLK极性选择位
0 : 在传送时钟的下降沿发送数据，
在上升沿接收数据
UFORM 传送格式选择位
0 : LSB先发送


设置UARTi传送速率寄存器（i=0~6）
b7
b0
24
UARTi传送速度寄存器（UiBRG）
设定值为n时，UiBRG将计数源设为n+1分频
24 : 25分频
设置UARTi发送/接收控制寄存器1
b7
b0
0 0 0 0 0 0 0 0
UARTi发送/接收控制寄存器 （UiC1）
TE 发送允许位
0 : 禁止发送
TI 发送缓冲器的空标志
0 : UiTB寄存器有数据
1 : UiTB寄存器无数据
RE 接收允许位
0 : 禁止接收
RI 接收结束标志
0 : UiRB寄存器无数据
1 : UiRB寄存器有数据
UiIRS UARTi发送中断源选择位
0 : UiTB寄存器空（TI=1）
UiRRM UARTi连续接收模式允许位
0 : 禁止连续接收模式
UiLCH 数据逻辑选择位
0 : 无反转
置为“0”

设置中断控制寄存器（i=0~6）



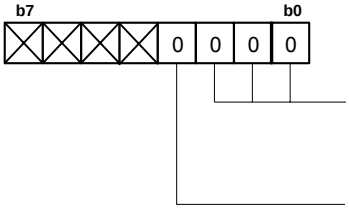
UARTi发送中断控制寄存器（SiTIC）

ILVL2~ILVL0　中断请求级选择位

000b：0级（禁止中断）

IR　中断请求位

0：无中断请求



UARTi接收中断控制寄存器（SiRIC）

ILVL2~ILVL0　中断请求级选择位

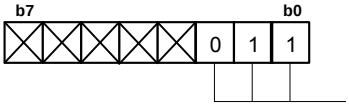
000b：0级（禁止中断）

IR　中断请求位

0：无中断请求

设置功能选择寄存器

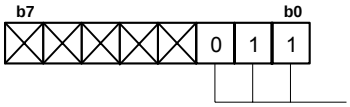
这里以使用UART3时的设定为例。



端口P4_3功能选择寄存器（P4_3S）

PSEL2~PSEL0　端口P4_3输出功能选择位

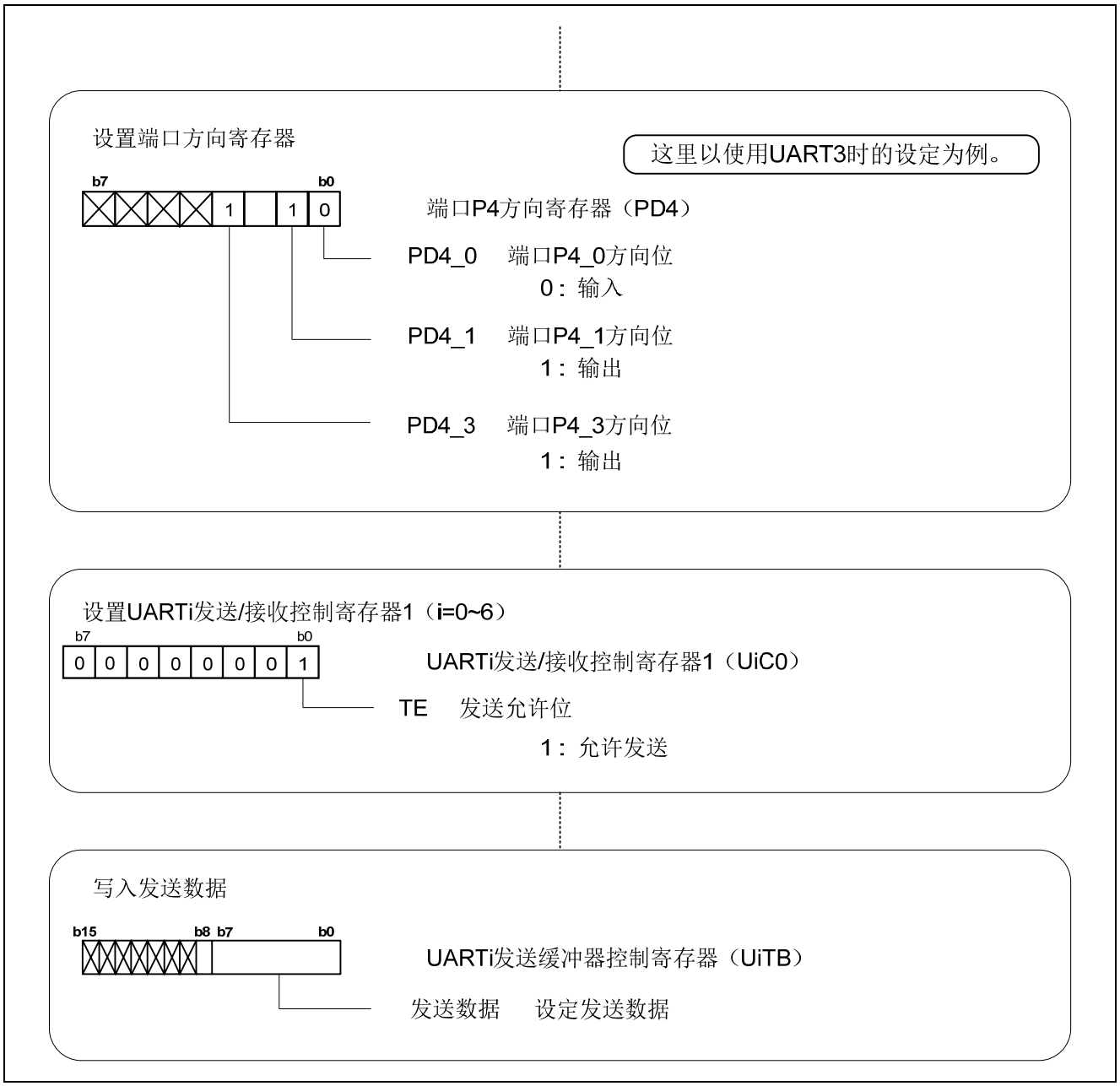
011b：TXD3输出



端口P4_1功能选择寄存器（P4_1S）

PSEL2~PSEL0　端口P4_1输出功能选择位

011b：CLK3输出


设置端口方向寄存器
这里以使用UART3时的设定为例。
b7
b0
1
1
0
端口P4方向寄存器（PD4）
PD4_0　端口P4_0方向位
0：输入
PD4_1　端口P4_1方向位
1：输出
PD4_3　端口P4_3方向位
1：输出
设置UARTi发送/接收控制寄存器1（i=0~6）
b7
b0
0 0 0 0 0 0 0 1
UARTi发送/接收控制寄存器1（UiC0）
TE　发送允许位
1：允许发送
写入发送数据
b15
b8 b7
b0
UARTi发送缓冲器控制寄存器（UiTB）
发送数据　设定发送数据

4. 参考文献

硬件手册

R32C/111 群硬件手册

（最新版本请从瑞萨电子网站上取得）

技术更新/技术信息

（最新版本请从瑞萨电子网站上取得）

C 编译器手册

R32C/100 系列用的 C 编译器包 V.1.02　C 编译器用户手册 Rev.1.00

（最新版本请从瑞萨电子网站上取得）

公司主页和咨询窗口

有关本应用说明的技术方面的咨询请参考下面的网页。

瑞萨电子株式会社主页　http://cn.renesas.com

修订记录	R32C/100 系列 应用说明

Rev.	发行日	修改内容	
		页	要点
1.00	2011.12.16	—	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正文。此外，如果在记载上有与本手册的正文有差异之处，请以正文为准。

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. 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.

RENESAS

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.
2880 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2554, 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: +49-211-65030, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
7th Floor, Quantum Plaza, No.27 ZhiChunLu Haidian District, Beijing 100083, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 204, 205, AZIA Center, No.1233 Lujiazui Ring Rd., Pudong District, Shanghai 200120, China
Tel: +86-21-5877-1818, Fax: +86-21-6887-7858 / -7898

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1613, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2886-9318, Fax: +852 2886-9022/9044

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

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
1 harbourFront Avenue, #06-10, keppel Bay Tower, Singapore 098632
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6278-8001

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.
11F., Samik Lavied' or Bldg., 720-2 Yeoksam-Dong, Kangnam-Ku, Seoul 135-080, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141

Colophon 1.1