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.

R8C/2D群

I²C 总线控制程序

1. 概要

本资料说明了使用硬件控制I²C总线的程序和应用例。可应用于EEPROM的控制等。

2. 前言

在本资料中说明的应用例，适合以下单片机在下列条件下使用。

- 单片机：R8C/2D群

和R8C/2D群有相同SFR（外围设备控制寄存器）的其它R8C/Tiny系列也可以使用本程序。在使用本应用说明时必须进行充分的评价。

目录

3. 应用例的说明

I²C总线接口是根据飞利浦公司I²C总线的数据传送格式进行串行通信。

本资料就R8C/2D群的单片机作为主器件在单主和多主时的I²C总线控制进行说明。

在本应用例中，如果主器件接受$\overline{\text{INT0}}$中断请求就开始进行主发送，如果接受$\overline{\text{INT1}}$中断就开始主接收。

（1）主发送/接收模式（单主）

通过$\overline{\text{INT0}}$、$\overline{\text{INT1}}$中断请求开始主发送/接收。由于是在单主的状态下运行，所以不进行通过总线竞争的仲裁判定。结束发送/接收后，设定为从属接收模式并等待下一个发送/接收请求的状态。

（2）从属发送/接收模式

在从属接收模式的状态下等待数据直到从主器件接收数据。如果开始条件后的第1帧数据和从属地址匹配，就开始发送/接收。

I²C总线通信的数据传送例如图1所示。

发送时，主器件输出发送时钟和发送数据，从属器件返回应答。接收时，主器件输出发送时钟，接收来自从属器件的数据并返回应答。接收完最终数据后返回NACK，通知从属器件通信结束。

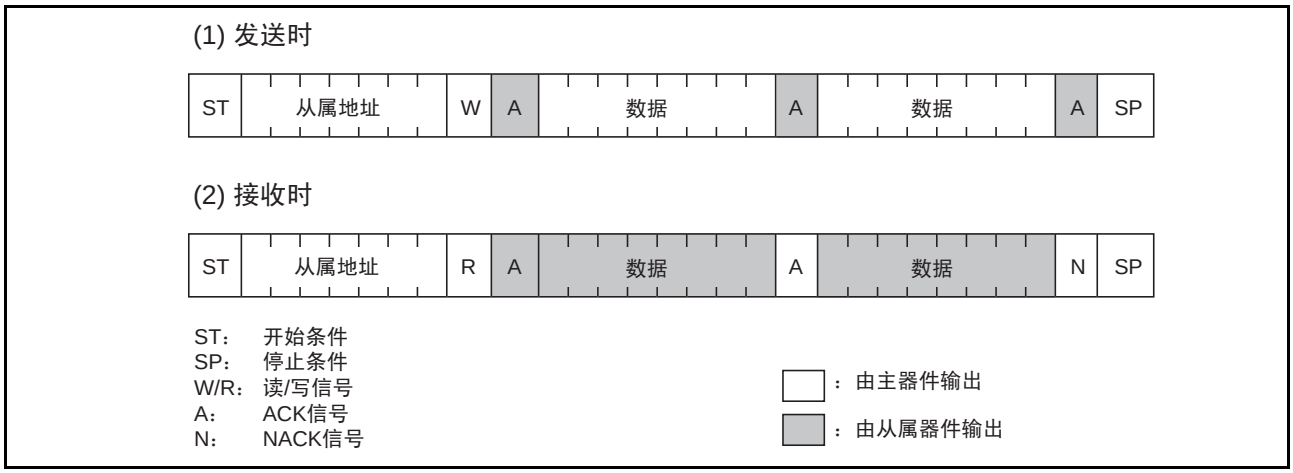


图1 I²C总线通信的数据传送

（3）主发送/接收模式和从属发送/接收模式 （多主）

是指将多个主器件连接到总线的状态。在从属接收模式下等待直到接受主发送/接收请求。一旦接受了主发送/接收请求就开始主发送。此时，如果其它器件开始主发送，就会因产生总线竞争而进行仲裁判定。赢得仲裁时，继续主发送。仲裁失败时，变成从属接收模式。

从属接收模式时，由主器件接收数据，如果开始条件的第1帧数据与从属地址匹配，就开始从属发送/接收。

多主总线的连接图如**图2**所示。

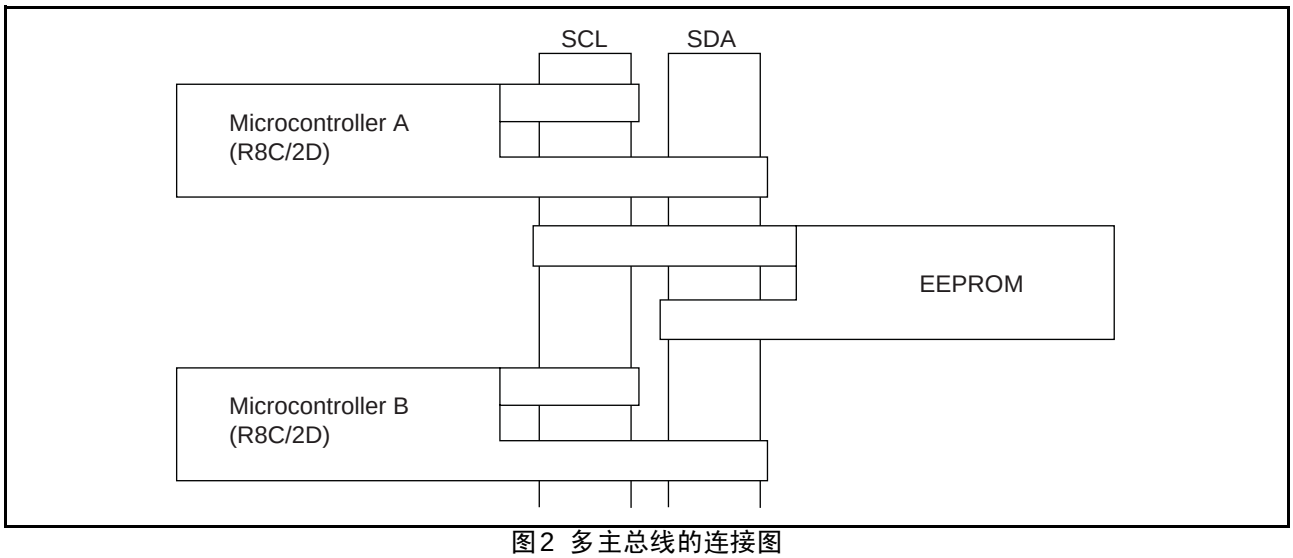


图2 多主总线的连接图

3.1 使用的引脚

表1 使用的引脚和功能

引脚名	输入/输出	功能
P3_5/SCL	输入/输出	输入/输出串行时钟
P3_4/SDA	输入/输出	输入/输出串行数据

3.2 使用的存储器

表2 使用的存储器

使用的存储器	大小			备注
	Single master	Slave	Multi master	
ROM	583字节	313字节	881字节	仅限main.c模块内
RAM	9字节	10字节	18字节	仅限main.c模块内
用户堆栈的最大值	23字节	16字节	26字节	main函数：7字节 sfr_init函数：3字节 i²c_communication函数： 16字节(Single master) 9字节(Slave) 19字节(Multi master)
中断堆栈的最大值	0字节			未使用

Single master：主发送/接收模式 （单主时）
Slave：从属发送/接收模式
Multi master：主发送/接收模式和从属发送/接收模式 （多主）

表3 使用的RAM和定义 （主发送/接收模式，单主时）

符号名	型号	大小	内容
_count	unsigned char	1字节	传送次数
_data	unsigned char	3字节	发送数据
_data_store	unsigned char	3字节	接收数据
_mode	unsigned char	1字节	发送/接收模式
_info	unsigned char	1字节	发送/接收错误标志

表4 使用的RAM和定义 （从属发送/接收模式）

符号名	型号	大小	内容
_count	unsigned char	1字节	传送次数
_data_set	unsigned char	3字节	发送数据
_data_store	unsigned char	3字节	接收数据
_address	unsigned char	1字节	从属地址
_dummy	unsigned char	1字节	虚读
_dummy1	unsigned char	1字节	虚读1

表5 使用的RAM和定义 （主发送/接收模式和从属发送/接收模式，多主时）

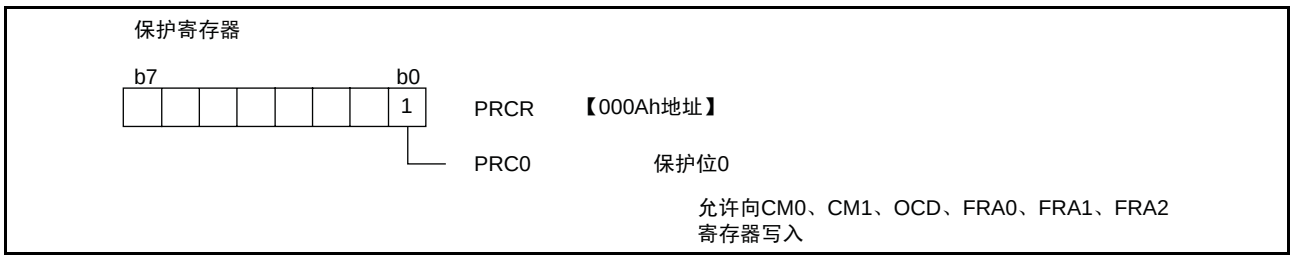
符号名	型号	大小	内容
_count	unsigned char	1字节	传送次数
_m_send_data	unsigned char	3字节	发送数据 （主发送/接收模式时）
_m_data_store	unsigned char	3字节	接收数据 （主发送/接收模式时）
_s_send_data	unsigned char	3字节	发送数据 （从属发送/接收模式时）
_s_data_store	unsigned char	3字节	接收数据 （从属发送/接收模式时）
_mode	unsigned char	1字节	发送/接收模式
_info	unsigned char	1字节	发送/接收错误标志
_address	unsigned char	1字节	从属地址
_dummy	unsigned char	1字节	虚读
_dummy1	unsigned char	1字节	虚读1

4. 关于设定方法

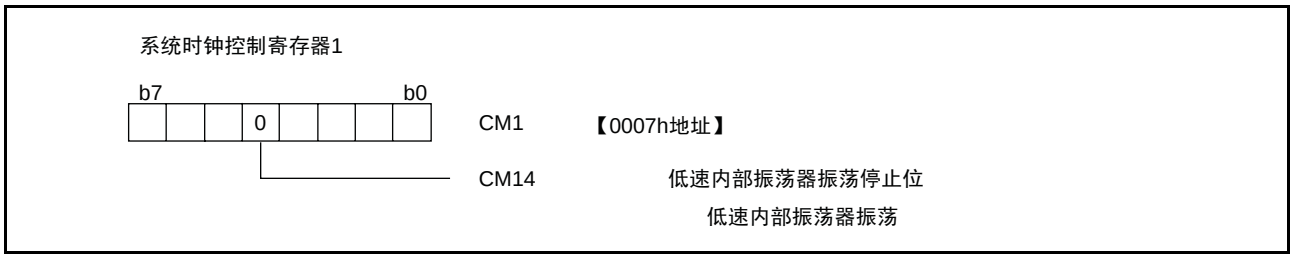
为实现 “3. 应用例的说明”的初始设定步骤和设定值如下所示。各寄存器的详细情况请参照 “R8C/2D群硬件手册”。

4.1 系统时钟的设定

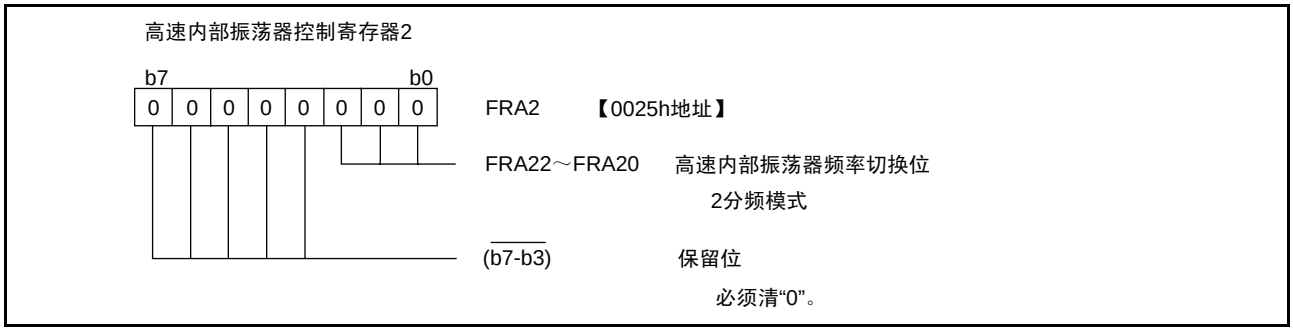
（1）允许向CM0、 CM1、 OCD、 FRA0、 FRA1、 FRA2寄存器写入。



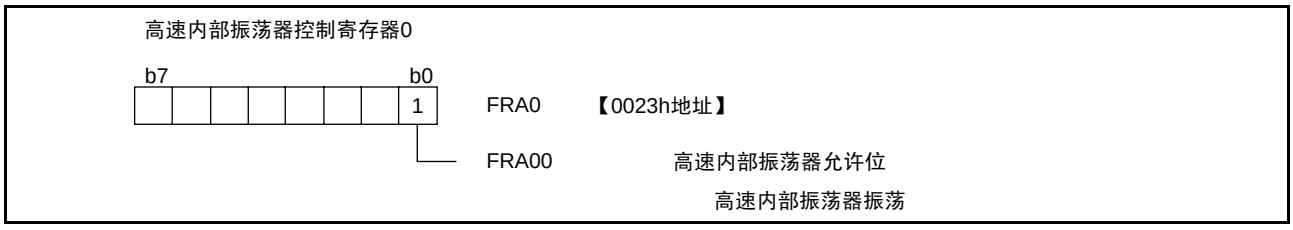
（2）使低速内部振荡器产生振荡。



（3）设定高速内部振荡器时钟分频比。



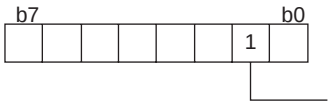
（4）使高速内部振荡器产生振荡。



（5）进行振荡稳定等待。

（6）选择高速内部振荡器。

高速内部振荡器控制寄存器0



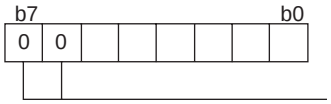
FRA0 【0023h地址】

FRA1 高速内部振荡器选择位

选择高速内部振荡器

（7）设定系统时钟分频比选择位1。

系统时钟控制寄存器1



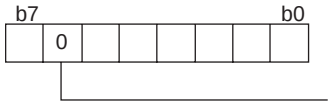
CM1 【0007h地址】

CM17、CM16 系统时钟分频比选择位1

无分频模式

（8）设定系统时钟分频比选择位0。

系统时钟控制寄存器0



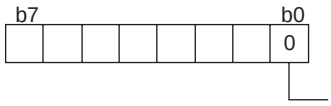
CM0 【0006h地址】

CM06 系统时钟分频比选择位0

CM16、CM17有效

（9）禁止向CM0、 CM1、 OCD、 FRA0、 FRA1、 FRA2寄存器写入。

保护寄存器



PRCR 【000Ah地址】

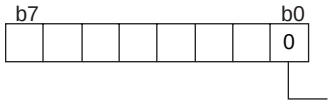
PRC0 保护位0

禁止向CM0、CM1、OCD、FRA0、FRA1、FRA2寄存器写入

4.2 $\overline{\text{INT0}}$中断请求、 $\overline{\text{INT1}}$中断请求的设定

（1）将$\overline{\text{INT1}}$引脚选择为P1_5、 P1_7。

端口模式寄存器

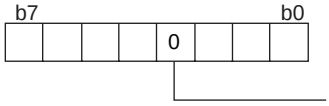


PMR 【000F8h地址】

INT1SEL $\overline{\text{INT1}}$引脚选择位
选择P1_5、P1_7

（2）将$\overline{\text{INT1}}$引脚选择为P1_7。

定时器RA I/O控制寄存器

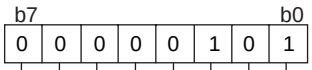


TRAIOC 【0101h地址】

TIOSEL TRAIO极性切换位
$\overline{\text{INT1}}$/TRAIO引脚（P1_7）

（3）设定外部输入允许寄存器。

外部输入允许寄存器



INTEN 【00F9h地址】

INT0EN $\overline{\text{INT0}}$输入允许位
允许

INT0PL $\overline{\text{INT0}}$输入极性选择位
单边沿

INT1EN $\overline{\text{INT1}}$输入允许位
允许

INT1PL $\overline{\text{INT1}}$输入极性选择位
单边沿

INT2EN $\overline{\text{INT2}}$输入允许位
不使用。必须清“0”。

INT2PL $\overline{\text{INT2}}$输入极性选择位
不使用。必须清“0”。

INT3EN $\overline{\text{INT3}}$输入允许位
不使用。必须清“0”。

INT3PL $\overline{\text{INT3}}$输入极性选择位
不使用。必须清“0”。

（4）设定$\overline{\text{INT}}$输入滤波选择寄存器。

$\overline{\text{INT}}$输入滤波选择寄存器

b7							b0
0	0	0	0	0	0	0	0

INTF 【00FAh地址】

INT0F1～INT0F0 $\overline{\text{INT0}}$输入滤波选择位
无滤波

INT1F1～INT1F0 $\overline{\text{INT1}}$输入滤波选择位
无滤波

INT2F1～INT2F0 $\overline{\text{INT2}}$输入滤波选择位
不使用。必须清“0”。

INT3F1～INT3F0 $\overline{\text{INT3}}$输入滤波选择位
不使用。必须清“0”。

（5）设定INT0中断控制寄存器。

INT0中断控制寄存器

b7							b0
0	0	0	0	0	0	0	0

INT0IC 【005Dh地址】

ILVL2～ILVL0 中断优先级选择位2～0
级别0（禁止中断）

IR 中断请求位
无中断请求

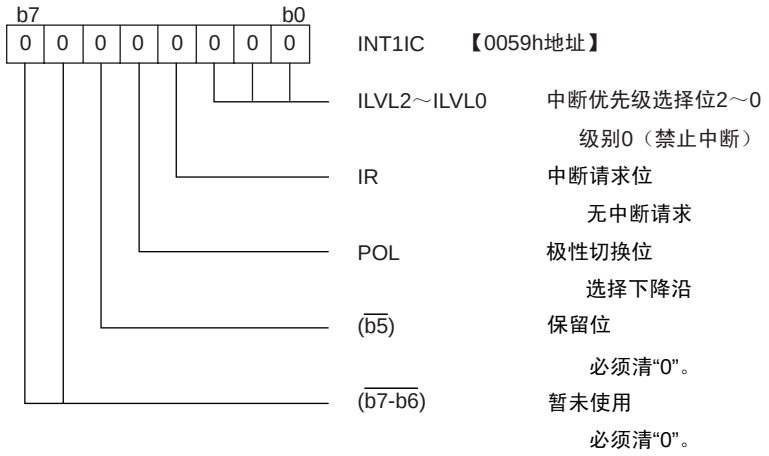
POL 极性切换位
选择下降沿

($\overline{\text{b5}}$) 保留位
必须清“0”。

($\overline{\text{b7-b6}}$) 暂未使用
必须清“0”。

（6）设定INT1中断控制寄存器。

INT1中断控制寄存器



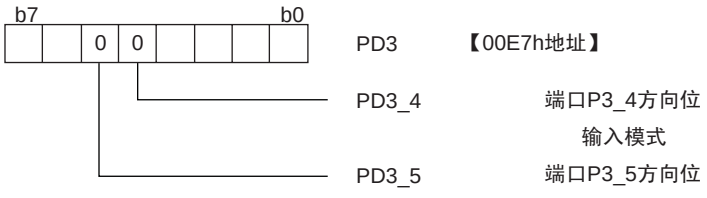
4.3 主发送/接收模式的设定

4.3.1 初始设定

设定为可进行传送状态，并设定传送时钟和传送格式。

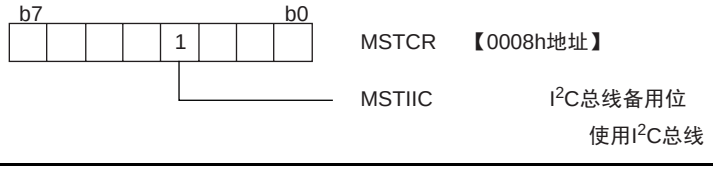
（1）将端口P3_4方向位、端口P3_5方向位设定为输入模式。

端口P3方向寄存器



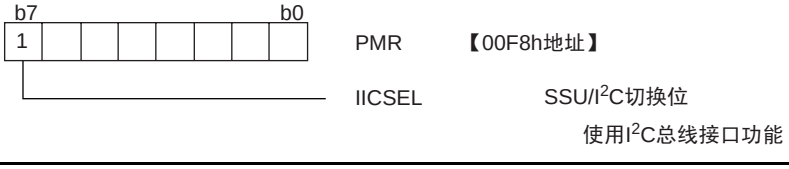
（2）设定I²C总线备用位。

模块运行允许寄存器



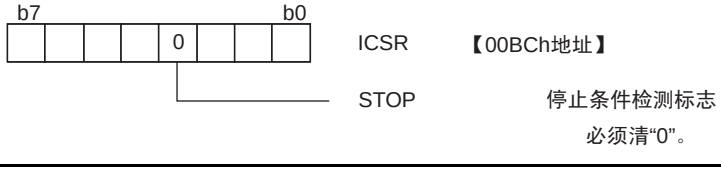
（3）设定SSU/I²C切换位。

端口模式寄存器



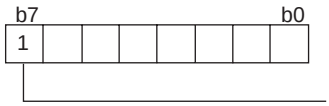
（4）初始化ICSR寄存器的STOP位。

I²C总线状态寄存器



（5）将I²C总线设定为可进行传送状态。

I²C总线控制寄存器1



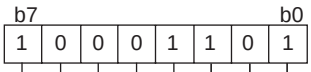
ICCR1 【00B8h地址】

ICE I²C总线接口允许位

本模块为可进行传送的状态
（SCL、SDA引脚为总线驱动的状态）

（6）设定I²C总线控制寄存器1。

I²C总线控制寄存器1



ICCR1 【00B8h地址】

CKS3～CKS0 传送时钟选择位3～0

f1/200、20MHz时为100KHz

TRS 发送/接收选择位

接收模式

MST 主/从属选择位

从属模式

RCVD 接收禁止位

不使用。必须清“0”。

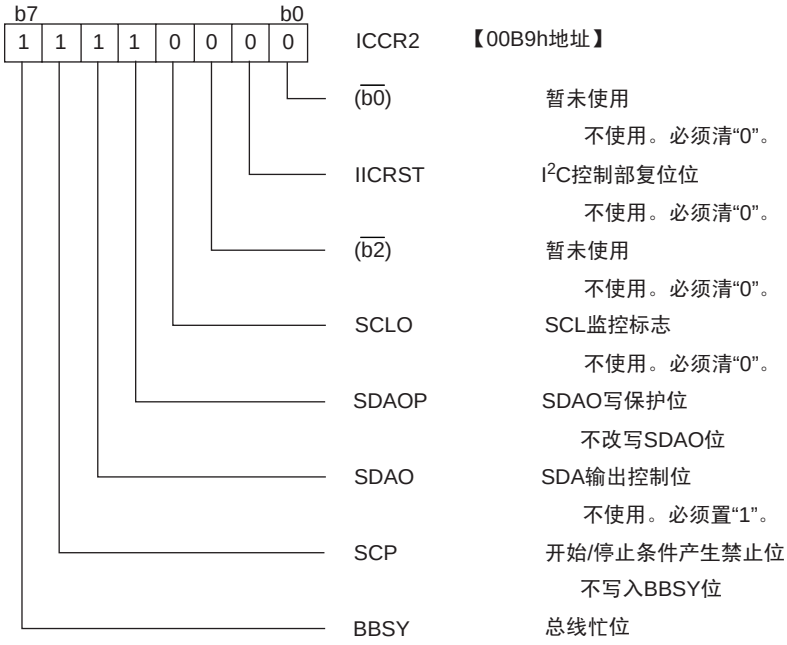
ICE I²C总线接口允许位

本模块为可进行传送的状态
（SCL、SDA引脚为总线驱动状态）

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

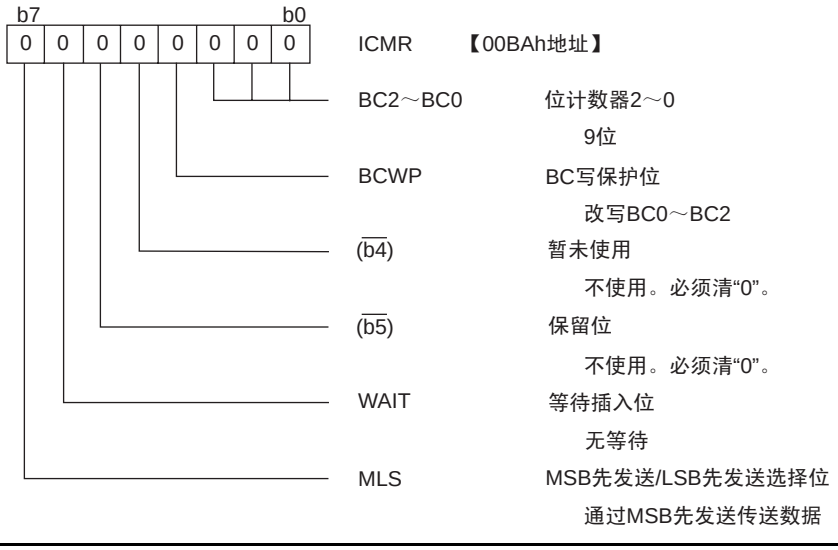
（7）设定I2C总线控制寄存器2。

I2C总线控制寄存器2



（8）设定I2C总线模式寄存器。

I2C总线模式寄存器



（9）设定I2C总线中断允许寄存器。

I2C总线中断允许寄存器

b7							b0		
0	0	0	0	0	1	0	0	ICIER	【00BBh地址】
								ACKBT	发送应答选择位 接收模式时，在应答的时序输出“0”。
								ACKBR	接收应答位 不使用。必须清“0”。
								ACKE	应答判定选择位 接收应答为“1”时，中止传送
								STIE	停止条件检测中断允许位 禁止停止条件检测中断请求
								NAKIE	NACK接收中断允许位 禁止NACK接收中断请求 以及仲裁失败中断请求
								RIE	接收中断允许位 禁止接收数据满中断请求
								TEIE	发送结束中断允许位 禁止发送结束中断请求
								TIE	发送中断允许位 禁止发送数据空中断请求

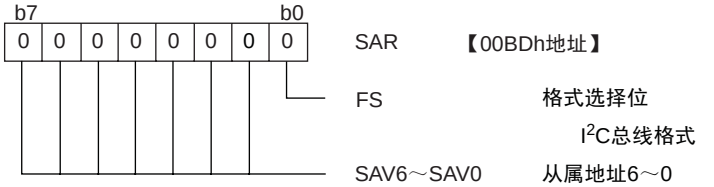
（10）设定I2C总线状态寄存器。

I2C总线状态寄存器

b7							b0		
0	0	0	0	0	0	0	0	ICSR	【00BCh地址】
								ADZ	一般调用地址识别标志 不使用。必须清“0”。
								AAS	从属地址识别标志 不使用。必须清“0”。
								AL	仲裁失败标志 不使用。必须清“0”。
								STOP	停止条件检测标志 不使用。必须清“0”。
								NACKF	无应答检测标志 不使用。必须清“0”。
								RDRF	接收数据寄存器满 不使用。必须清“0”。
								TEND	发送结束 不使用。必须清“0”。
								TDRE	发送数据空 不使用。必须清“0”。

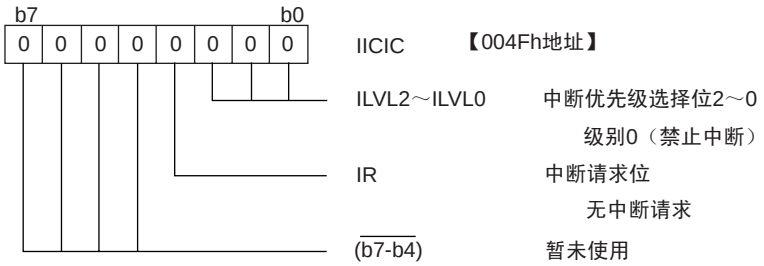
（11）设定从属地址寄存器。

从属地址寄存器



（12）设定I²C总线接口中断控制寄存器。

I²C总线接口中断控制寄存器



4.3.2 主发送

（1）初始化ICSR寄存器的STOP位。

I²C总线状态寄存器

b7							b0
				0			

ICSR 【00BCh地址】

STOP 停止条件检测标志
必须清“0”。

（2）必须通过读ICCR2寄存器的BBSY位，确认总线为开放状态。

（3）将ICCR1寄存器的TRS、 MST位设定为主发送模式。

I²C总线控制寄存器1

b7							b0
		1	1				

ICCR1 【00B8h地址】

TRS 发送/接收选择位
发送模式

MST 主/从属选择位
主模式

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

（4）必须使用MOV指令写BBSY=1和SCP=0 （产生开始条件）。由此产生开始条件。

I²C总线控制寄存器2

b7							b0
1	0	1	1	0	0	0	0

ICCR2 【00B9h地址】

(b0) 暂未使用
不使用。必须清“0”。

IICRST I²C控制部复位位
不使用。必须清“0”。

(b2) 暂未使用
不使用。必须清“0”。

SCLO SCL监控标志
不使用。必须清“0”。

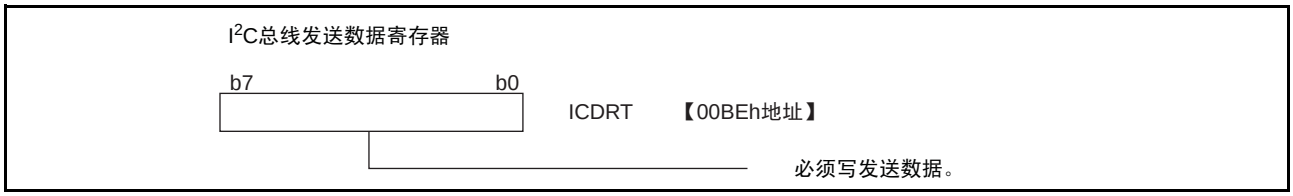
SDAOP SDAO写保护位
不改写SDAO位

SDAO SDA输出控制位
不使用。必须置“1”。

SCP 开始/停止条件产生禁止位
写入BBSY位

BBSY 总线忙位
产生开始条件

（5）必须在确认ICSR寄存器的TDRE位为 “1”后，向ICDRT寄存器写发送数据 （第1字节为从属地址和R/$\overline{W}$的数据）。此时TDRE位自动清 “0”，从ICDRT寄存器向ICDRS寄存器传送数据后， TDRE位又变为 “1”。



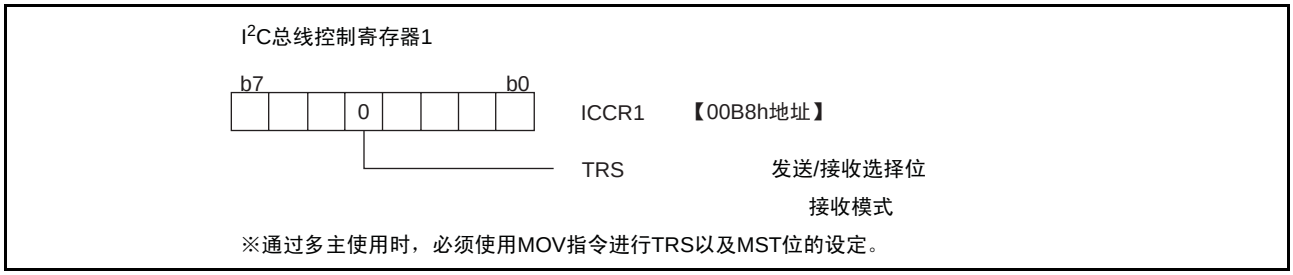
（6）在TDRE位为 “1”的状态下结束1字节发送， ICSR寄存器的TEND位在发送时钟的第9个时钟的上升沿变为 “1”。必须在读ICIER寄存器的ACKBR位并确认已选择从属器件后，向ICDRT寄存器写第2字节的数据。因为ACKBR位为 “1”时不能识别从属器件，所以必须产生停止条件。

（7）关于第2字节以后的发送数据，每当TDRE位变为 “1”时，必须向ICDRT寄存器写数据。

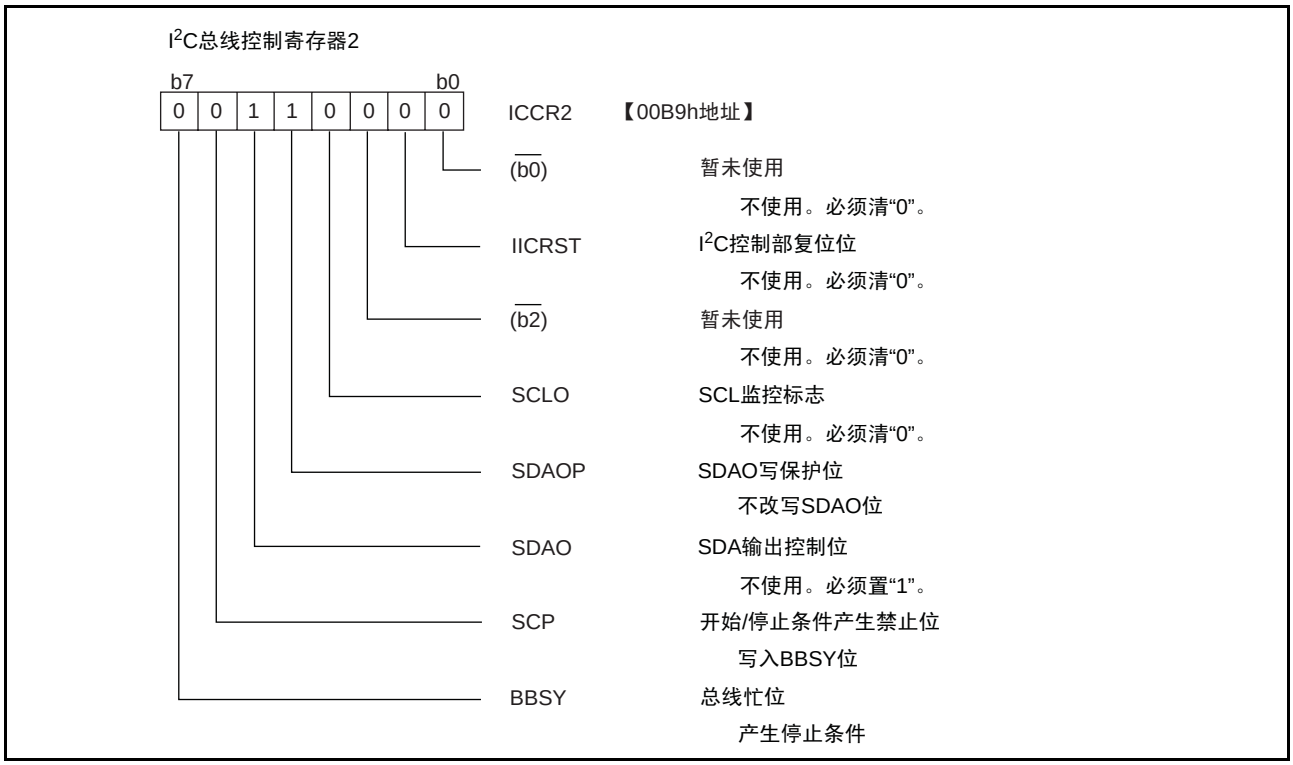
（8）将发送的字节数写入ICDRT寄存器后，在TDRE位为 “1”的状态下，等待TEND位变为 “1”。或者，在ICIER寄存器的ACKE位为 “1”（接收应答为 “1”时，中止传送）的状态下，等待来自接收器件的NACK （ICSR寄存器的NACKF＝1）。

以下是停止条件的产生处理顺序。

（9）将ICCR1寄存器的TRS位设定为接收模式。



（10）必须使用MOV指令写BBSY=0和SCP=0 （产生停止条件）。由此产生停止条件。



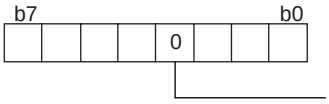
（11）将ICSR寄存器的TEND位清 “0”。

（12）将ICSR寄存器的NACKF位清 “0”。

（13）通过读ICSR寄存器的STOP位，确认已检测到停止条件。

（14）将ICSR寄存器的STOP位清 “0”。

I2C总线状态寄存器



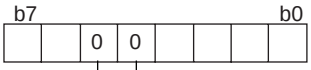
ICSR 【00BCh地址】

STOP 停止条件检测标志

必须清“0”。

（15）将ICCR1寄存器的TRS、 MST位设定为从属接收模式。

I2C总线控制寄存器1



ICCR1 【00B8h地址】

TRS 发送/接收选择位

接收模式

MST 主/从属选择位

从属模式

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

4.3.3 主接收

（1）将ICSR寄存器的TEND位清 “0”。

I2C总线状态寄存器

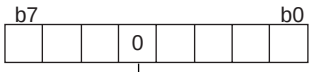
ICSR 【00BCh地址】

TEND 发送结束

必须清“0”。

（2）将ICCR1寄存器的TRS位设定为接收模式。

I2C总线控制寄存器1



ICCR1 【00B8h地址】

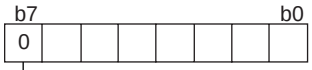
TRS 发送/接收选择位

接收模式

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

（3）将ICSR寄存器的TDRE位清 “0”。

I2C总线状态寄存器



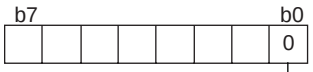
ICSR 【00BCh地址】

TDRE 发送数据空

必须清“0”。

（4）将ICIER寄存器的ACKBT位设定为 “0”。

I2C总线中断允许寄存器



ICIER 【00BBh地址】

ACKBT 发送应答选择位

接收模式时，在应答的时序输出“0”。

（5）如果虚读ICDRR寄存器，就开始接收并在内部时钟同步输出接收时钟，及接收数据。主器件在接收时钟的第9个时钟的上升沿，向SDA输出在ICIER寄存器的ACKBT位设定的电平。

（6）1帧数据接收结束， ICSR寄存器的RDRF位在接收时钟的第9个时钟的上升沿变为 “1”。此时，如果读ICDRR寄存器，就能够读出接收的数据，同时， RDRF位变为 “0”。

（7）每当RDRF位变为 “1”时通过读ICDRR寄存器，能够进行连续的接收。另外，通过其它处理，使RDRF位变为 “1”的状态下， ICDRR寄存器的读出延迟，当第8个时钟下降时将SCL固定为 “L”直到读ICDRR寄存器为止。

（8）下一个接收为最终帧时，将ICIER寄存器的ACKBT位设定为 “1 ”。

I²C总线中断允许寄存器

b7							b0
							1

ICIER 【00BBh地址】

ACKBT 发送应答选择位

接收模式时，在应答的时序输出“0”。

（9）在读ICDRR寄存器前必须将ICCR1寄存器的RCVD位置 “1”（禁止下一个接收运行）。由此，在下一次接收后，变为可产生停止条件的状态。

I²C总线中断寄存器1

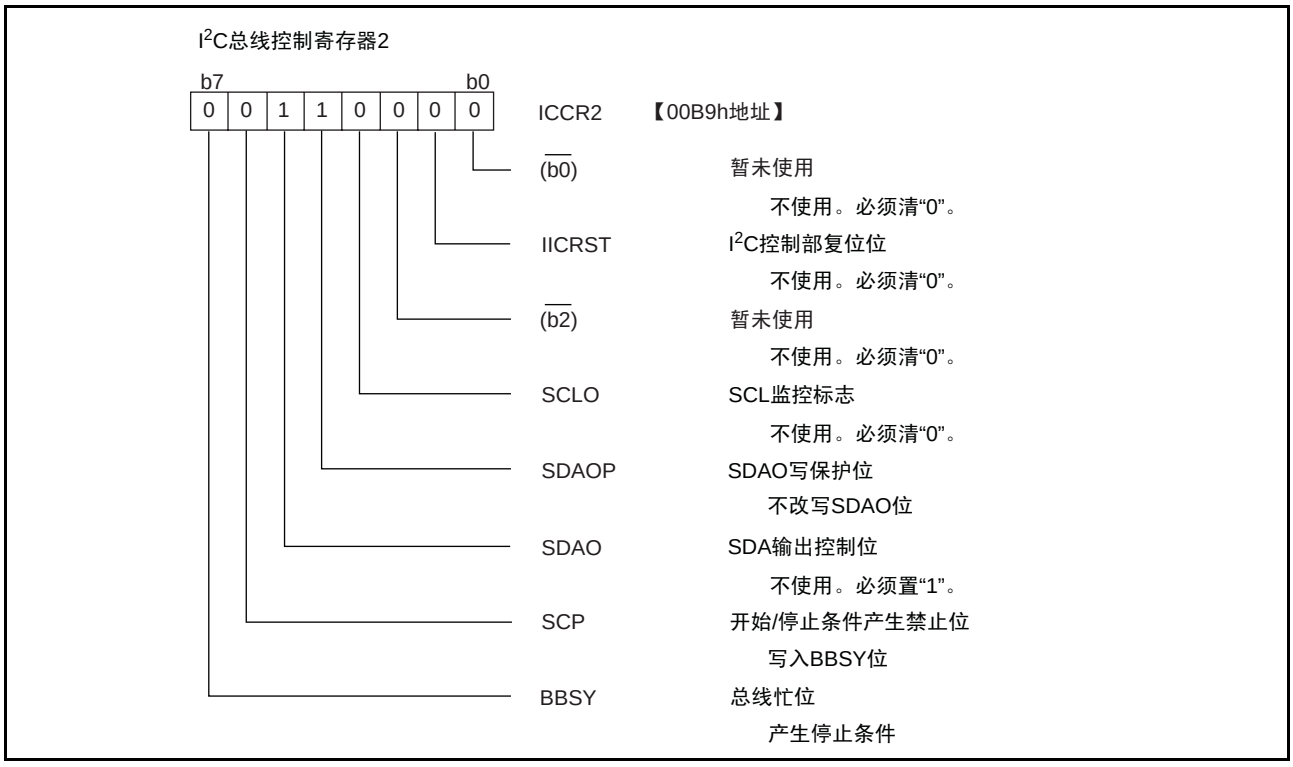
b7							b0
	1						

ICCR1 【00B8h地址】

RCVD 接收禁止位

禁止下一个接收工作

（10）RDRF位在接收时钟的第9个时钟的上升沿变为 “1”。产生停止条件。

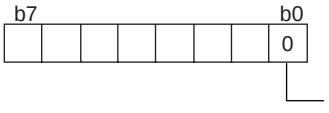


（11）必须在ICSR寄存器的STOP位为 “1”时读ICDRR寄存器。此后，将RCVD位清 “0”（继续下一个接收运行）。

（12）将ICSR寄存器的STOP位清 “0”。

（13）将ICIER寄存器的ACKBT位设定为 “0”。

I2C总线中断允许寄存器



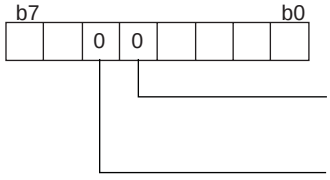
ICIER 【00BBh地址】

ACKBT 发送应答选择位

接收模式时，在应答的时序输出“0”

（14）返回从属接收模式。

I2C总线控制寄存器1



ICCR1 【00B8h地址】

TRS 发送/接收选择位

接收模式

MST 主/从属选择位

从属模式

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

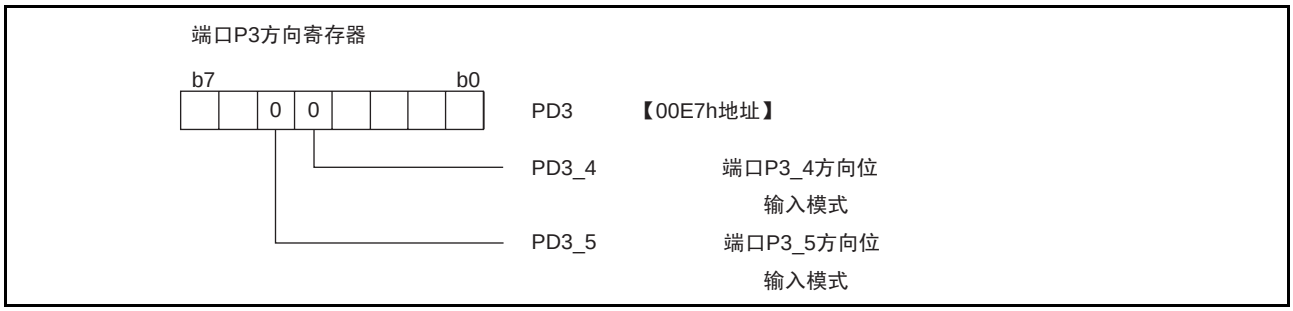
4.4 从属发送/接收模式的设定

4.4.1 初始设定

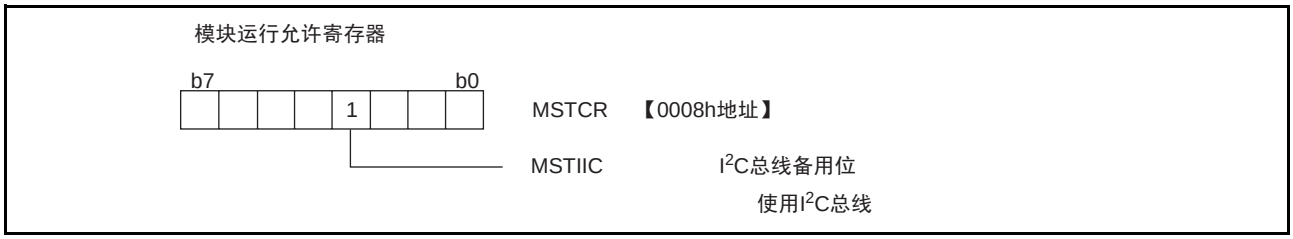
设定为可进行传送状态，并设定传送时钟和传送格式。

在此设定的时钟，用于发送模式时的数据设置。通信时钟从主器件输出。

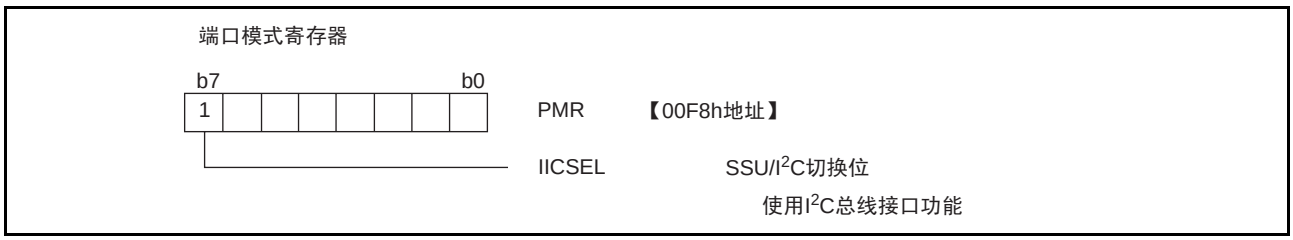
（1）将端口P3_4方向位、端口P3_5方向位设定为输入模式。



（2）设定I²C总线备用位。



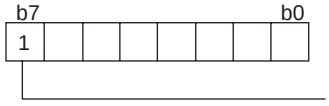
（3）设定SSU/I²C切换位。



（4）初始化ICSR寄存器的STOP位。

（5）将I²C总线设定为可进行传送状态。

I²C总线控制寄存器1



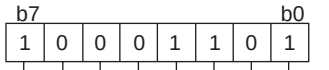
ICCR1 【00B8h地址】

ICE I²C总线接口允许位

本模块为可进行传送的状态
（SCL、SDA引脚为总线驱动的状态）

（6）设定I²C总线控制寄存器1。

I²C总线控制寄存器1



ICCR1 【00B8h地址】

CKS3～CKS0 传送时钟选择位3~0

f1/200、20MHz时为100kHz

TRS 发送/接收选择位

接收模式

MST 主/从属选择位

从属模式

RCVD 接收禁止位

不使用。必须清“0”。

ICE I²C总线接口允许位

本模块为可进行传送的状态
（SCL、SDA引脚为总线驱动的状态）

※通过多主使用时，必须使用MOV指令进行TRS以及MST位的设定。

（7）设定I2C总线控制寄存器2。

I2C总线控制寄存器2

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
1	1	1	1	0	0	0	0	ICCR2 【00B9h地址】

(b0)	暂未使用	不使用。必须清“0”。
IICRST	I2C控制部复位位	不使用。必须清“0”。
(b2)	暂未使用	不使用。必须清“0”。
SCLO	SCL监控标志	不使用。必须清“0”。
SDAOP	SDAO写保护位	不改写SDAO位
SDAO	SDA输出控制位	不使用。必须置“1”。
SCP	开始/停止条件产生禁止位	不写入BBSY位
BBSY	总线忙位	不使用。必须置“1”。

（8）设定I2C总线模式寄存器。

I2C总线模式寄存器

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
0	0	0	0	0	0	0	0	ICMR 【00BAh地址】

BC2～BC0	位计数器2～0	9位
BCWP	BC写保护位	改写BC0～BC2
(b4)	暂未使用	不使用。必须清“0”。
(b5)	保留位	不使用。必须清“0”。
WAIT	等待插入位	无等待
MLS	MSB先发送/LSB先发送选择位	通过MSB先发送传送数据

（9）设定I²C总线中断允许寄存器。

I²C总线中断允许寄存器

b7							b0		
0	0	0	0	0	1	0	0	ICIER	【00BBh地址】
								ACKBT	发送应答选择位 接收模式时，在应答的时序输出“0”
								ACKBR	接收应答位 不使用。必须清“0”。
								ACKE	应答判定选择位 接收应答为“1”时，中止传送
								STIE	停止条件检测中断允许位 禁止停止条件检测中断请求
								NAKIE	NACK接收中断允许位 禁止NACK接收中断请求以及仲裁失败中断请求
								RIE	接收中断允许位 禁止接收数据满中断请求
								TEIE	发送结束中断允许位 禁止发送结束中断请求
								TIE	发送中断允许位 禁止发送数据空中断请求

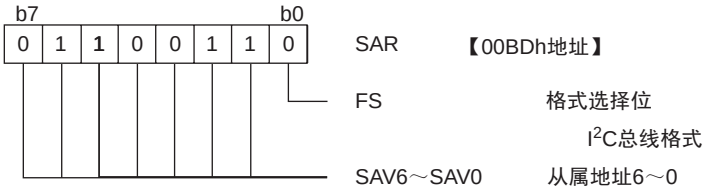
（10）设定I²C总线状态寄存器。

I²C总线状态寄存器

b7							b0		
0	0	0	0	0	0	0	0	ICSR	【00BCh地址】
								ADZ	一般调用地址识别标志 不使用。必须清“0”。
								AAS	从属地址识别标志 不使用。必须清“0”。
								AL	仲裁失败标志 不使用。必须清“0”。
								STOP	停止条件检测标志 不使用。必须清“0”。
								NACKF	无应答检测标志 不使用。必须清“0”。
								RDRF	接收数据寄存器满 不使用。必须清“0”。
								TEND	发送结束 不使用。必须清“0”。
								TDRE	发送数据为空 不使用。必须清“0”。

（11）设定从属地址寄存器。

从属地址寄存器



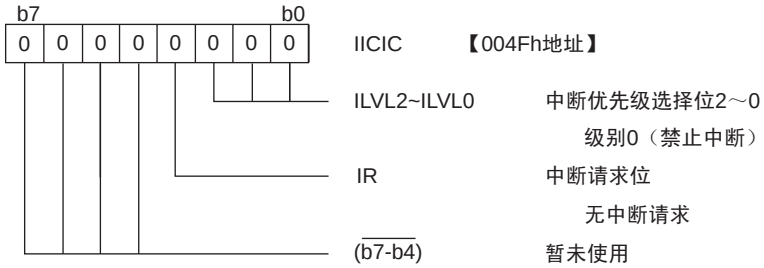
SAR 【00BDh地址】

FS 格式选择位
I2C总线格式

SAV6～SAV0 从属地址6～0
设定从属地址

（12）设定I2C总线接口中断控制寄存器。

I2C总线接口中断控制寄存器



IICIC 【004Fh地址】

ILVL2~ILVL0 中断优先级选择位2～0
级别0（禁止中断）

IR 中断请求位
无中断请求

(b7-b4) 暂未使用
必须清“0”。

4.4.2 从属发送

（1）在从属模式下读ICSR寄存器的AAS位，直到从属地址匹配为止。

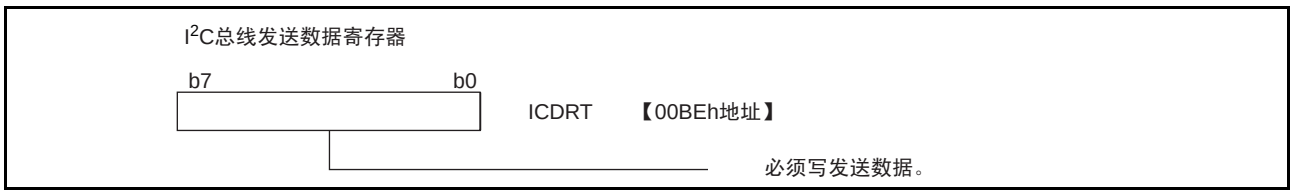
（2）在检测开始条件后的第1帧时，如果出现从属地址匹配，从属器件在第9个时钟的上升沿向SDA输出在ICIER寄存器的ACKBT位设定的电平。此时，第8位的数据数据（R/$\overline{W}$）为“1”时，TRS位以及ICSR寄存器的TDRE位变为“1”，并自动转换为从属发送模式。

（3）初始化ICSR寄存器的STOP位。

（4）虚读ICDRR寄存器（因为读出的数据显示为从属地址+R/$\overline{W}$，所以不需要）。

（5）将ICSR寄存器的AAS位清“0”。

（6）每当TDRE位变为“1”时，如果向ICDRT寄存器写发送数据就能够连续发送。



（7）向ICDRT寄存器内写最终发送数据后TDRE位变为“1”时，在TDRE位为“1”的状态下等待ICSR寄存器的TEND位变为“1”。如果TEND位变为“1”，必须将TEND位清“0”。

（8）将ICSR寄存器的NACKF位清 “0”。

（9）将ICCR1寄存器的TRS位设定为接收模式。

（10）必须虚读ICDRR寄存器。由此开放SCL。

（11）必须通过读ICSR寄存器的STOP位，确认已检测到停止条件。

（12）将ICSR寄存器的STOP位清 “0”。

4.4.3 接收时

（1）通过在从属接收模式下读ICSR寄存器的AAS位，直到从属地址匹配为止。

（2）在检测开始条件后的第1帧时，如果出现从属地址匹配，从属器件在第9个时钟的上升沿向SDA输出在ICIER寄存器的ACKBT位设定的电平。

（3）初始化ICSR寄存器的STOP位。

（4）必须虚读ICDRR寄存器 （因为读出的数据显示为从属地址+R/$\overline{W}$，所以不需要）。

（5）将ICSR寄存器的AAS位清 “0”。

（6）将ICIER寄存器的ACKBT位设定为 “0”。

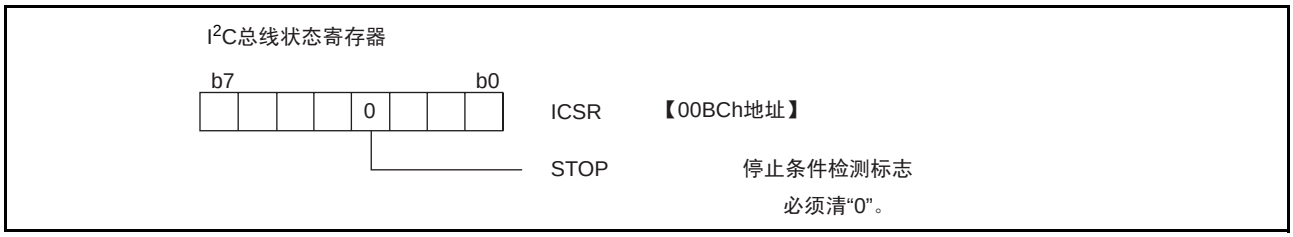
（7）必须虚读ICDRR寄存器。

（8）每当RDRF位变为 “1”时，必须读ICDRR寄存器。在RDRF位为 “1”的状态下，如果第8个时钟下降，就将SCL固定为 “L”直到读ICDRR寄存器为止。在读ICDRR寄存器之前进行的返回主器件的应答的设定变更在下一次的传送帧显示。

（9）最终字节的读出也同样通过读ICDRR寄存器来进行。

（10）必须通过读ICSR寄存器的STOP位，确认已检测到停止条件。

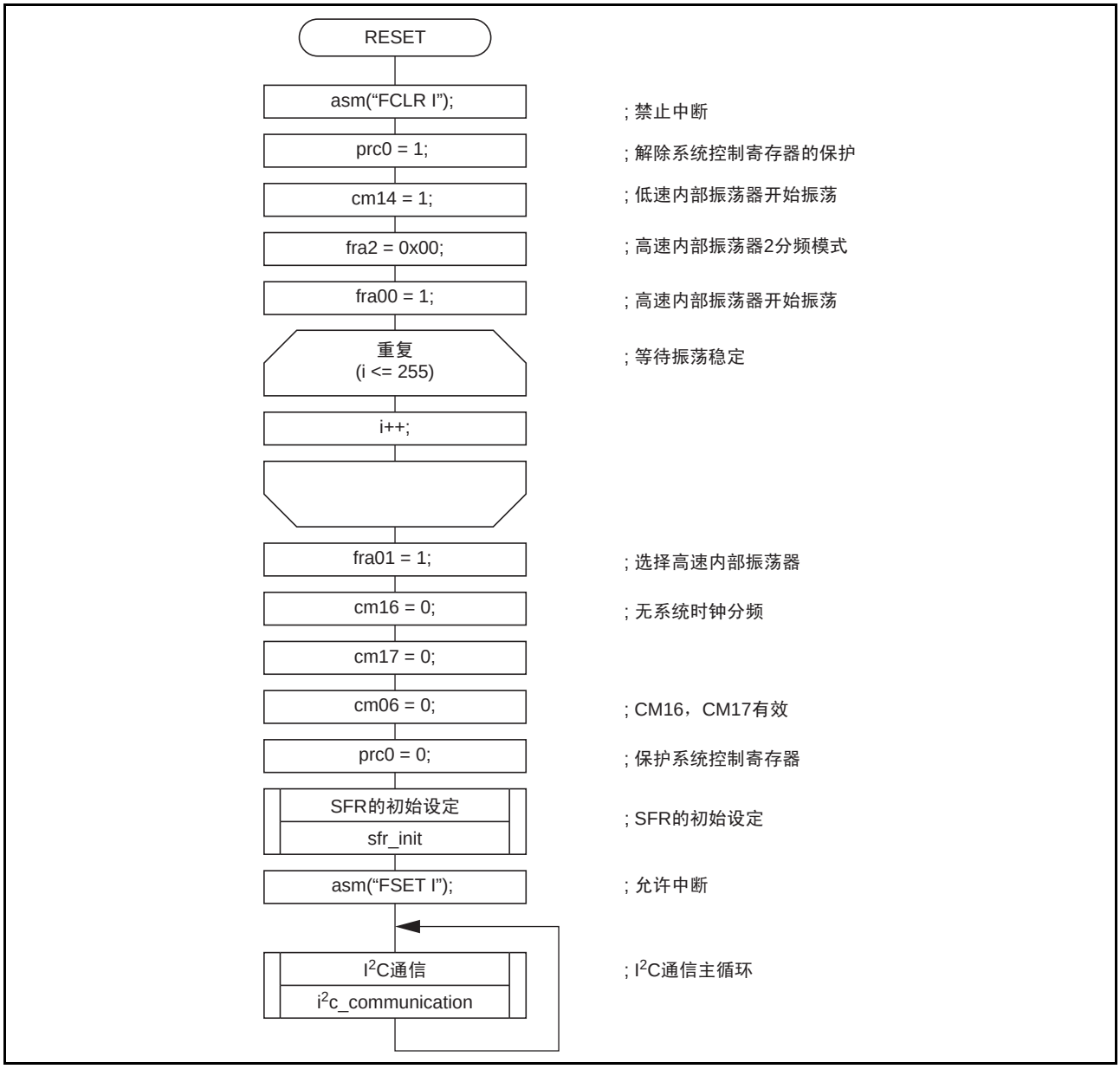
（11）将ICSR寄存器的STOP位清 “0”。



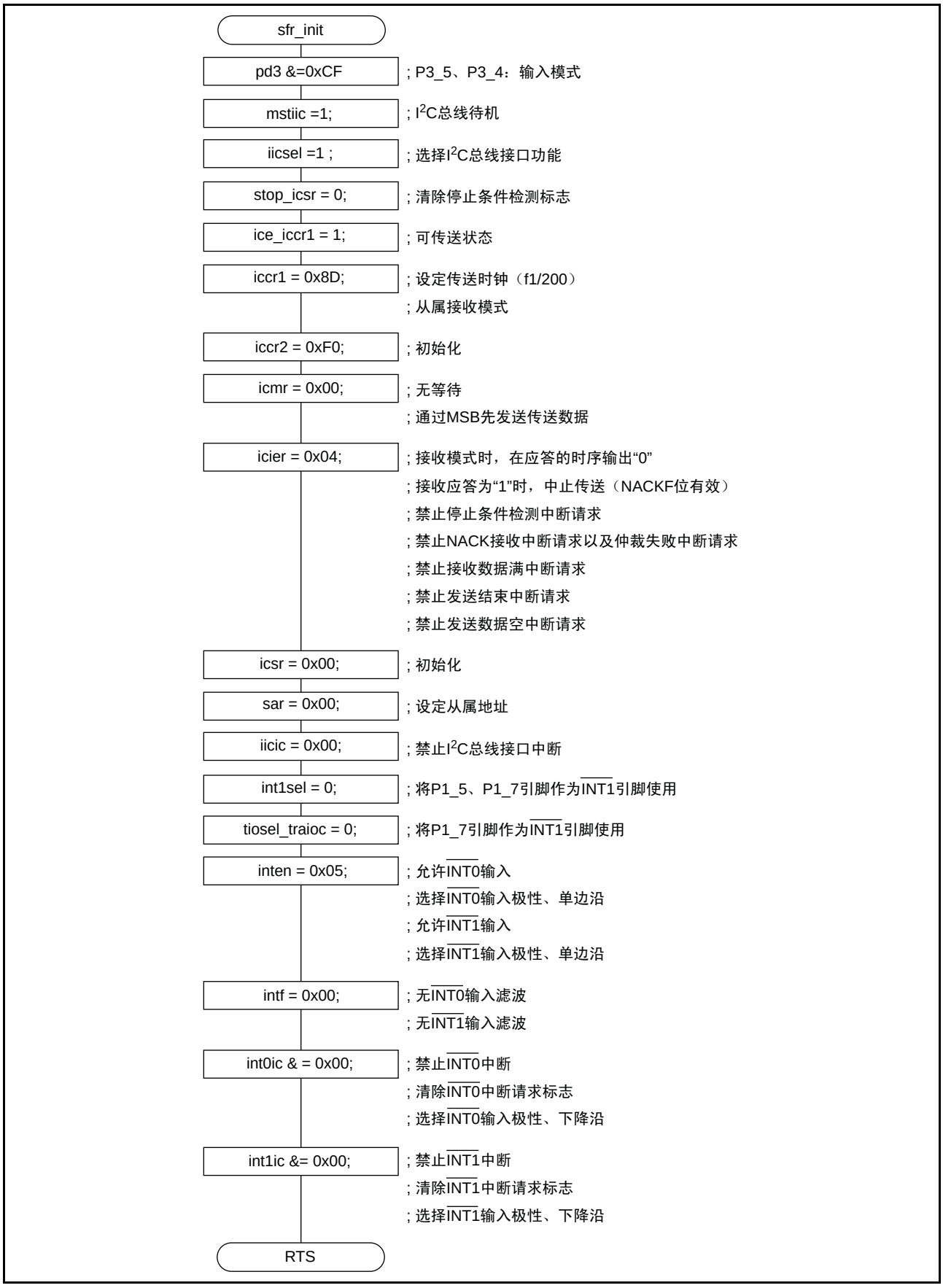
5. 流程图

5.1 主发送/接收模式 （单主时）

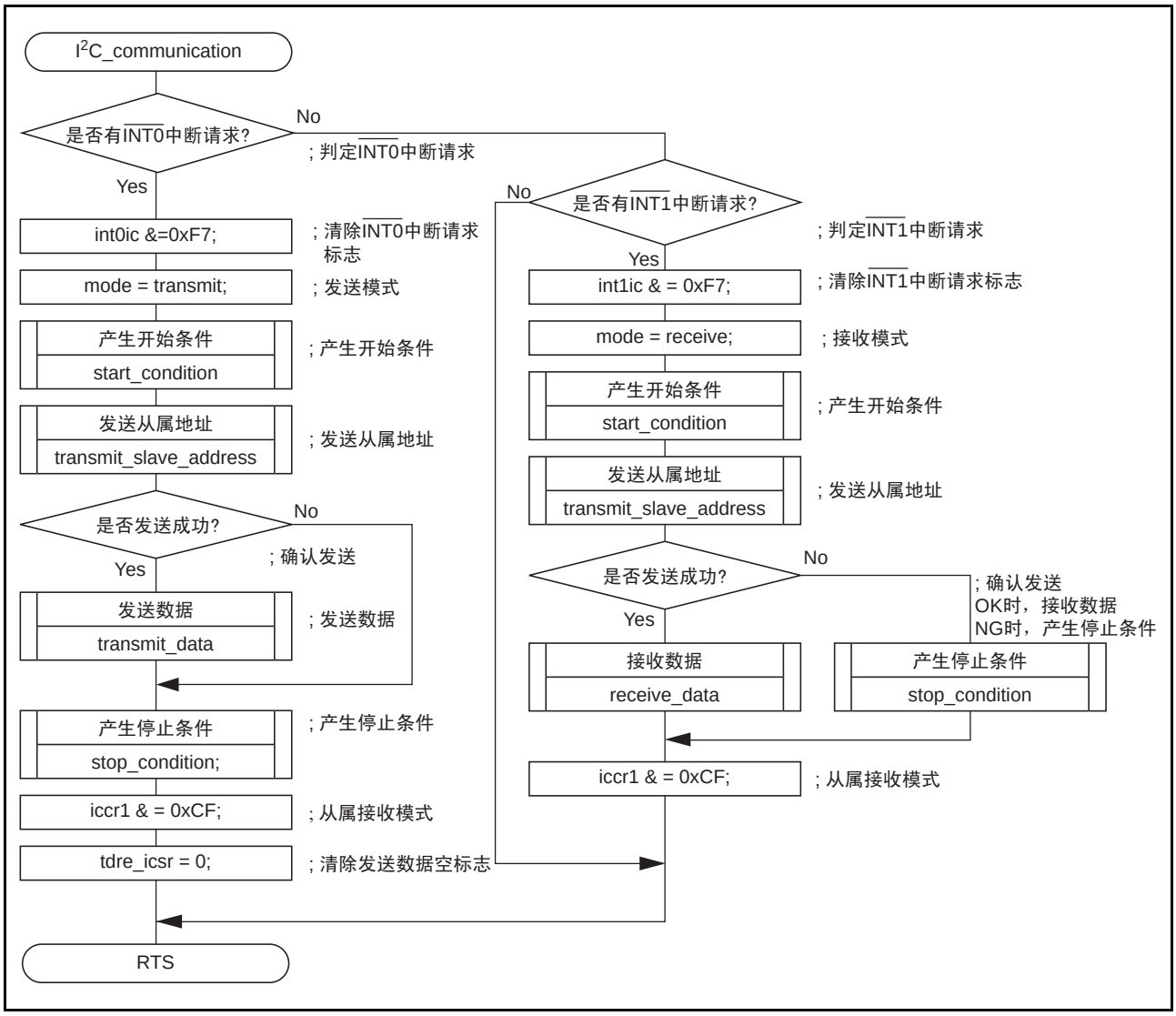
5.1.1 初始设定和主循环



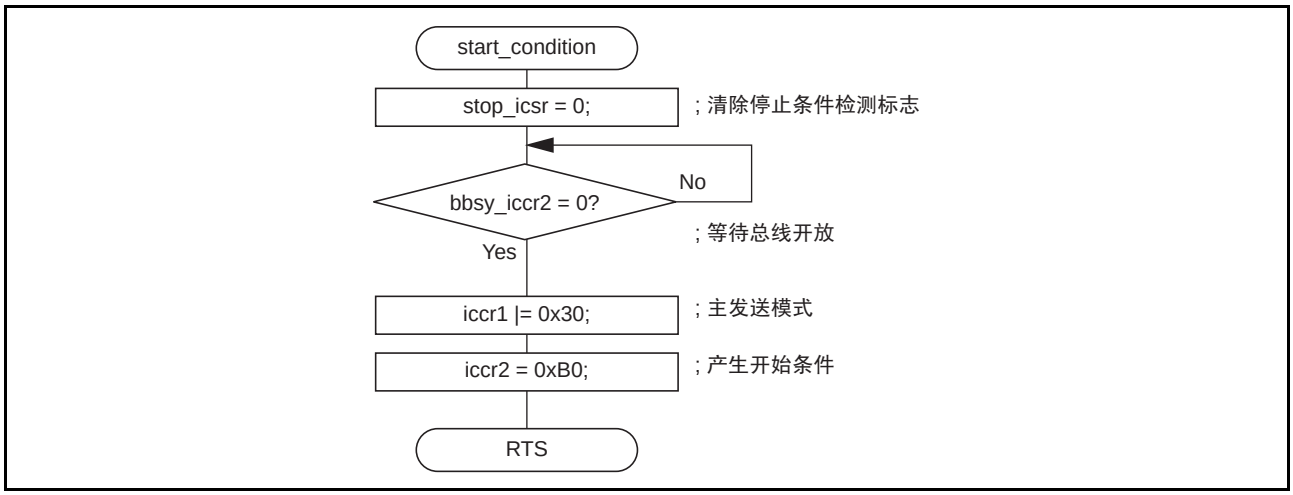
5.1.2 SFR的初始设定



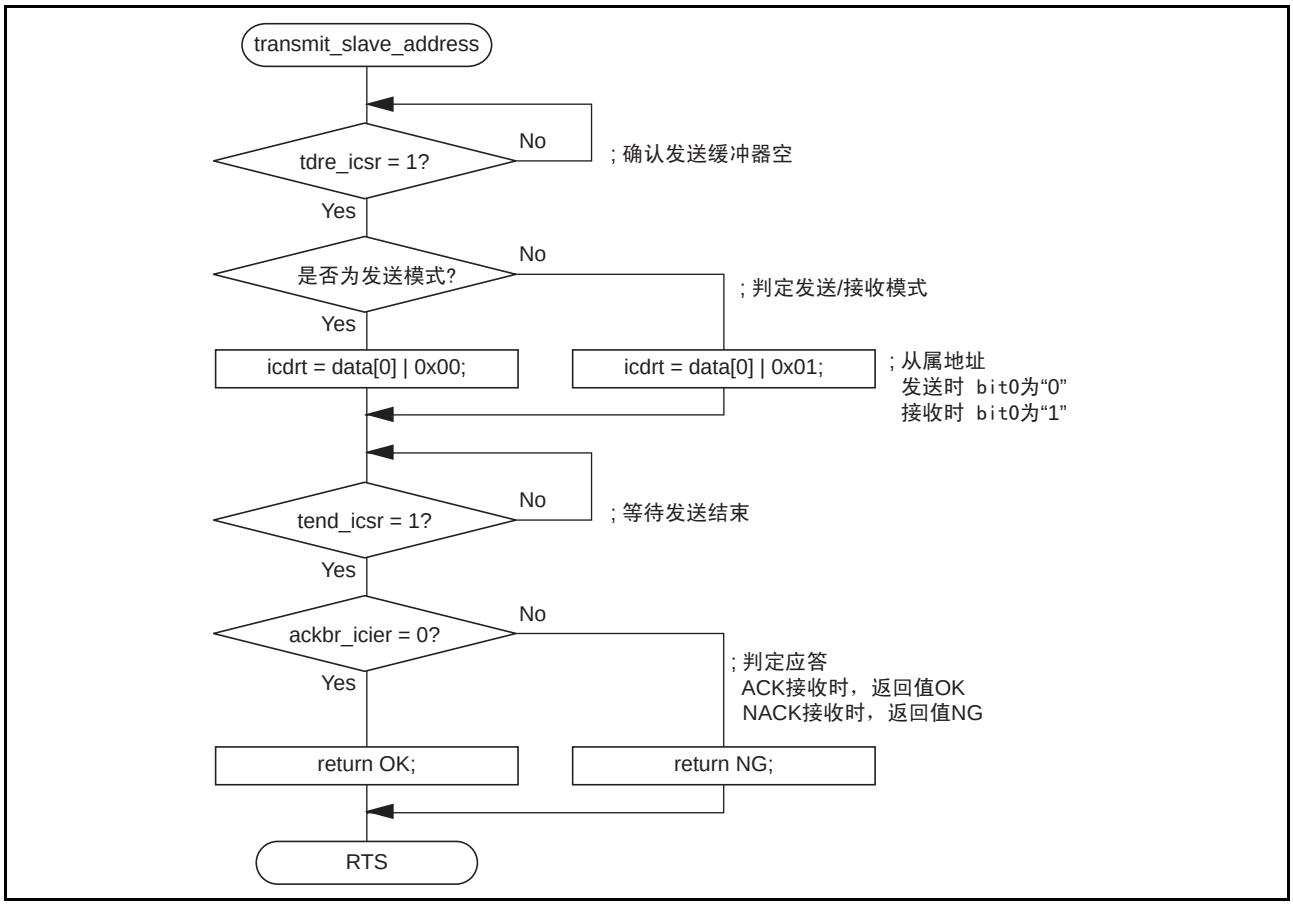
5.1.3 I²C通信主循环



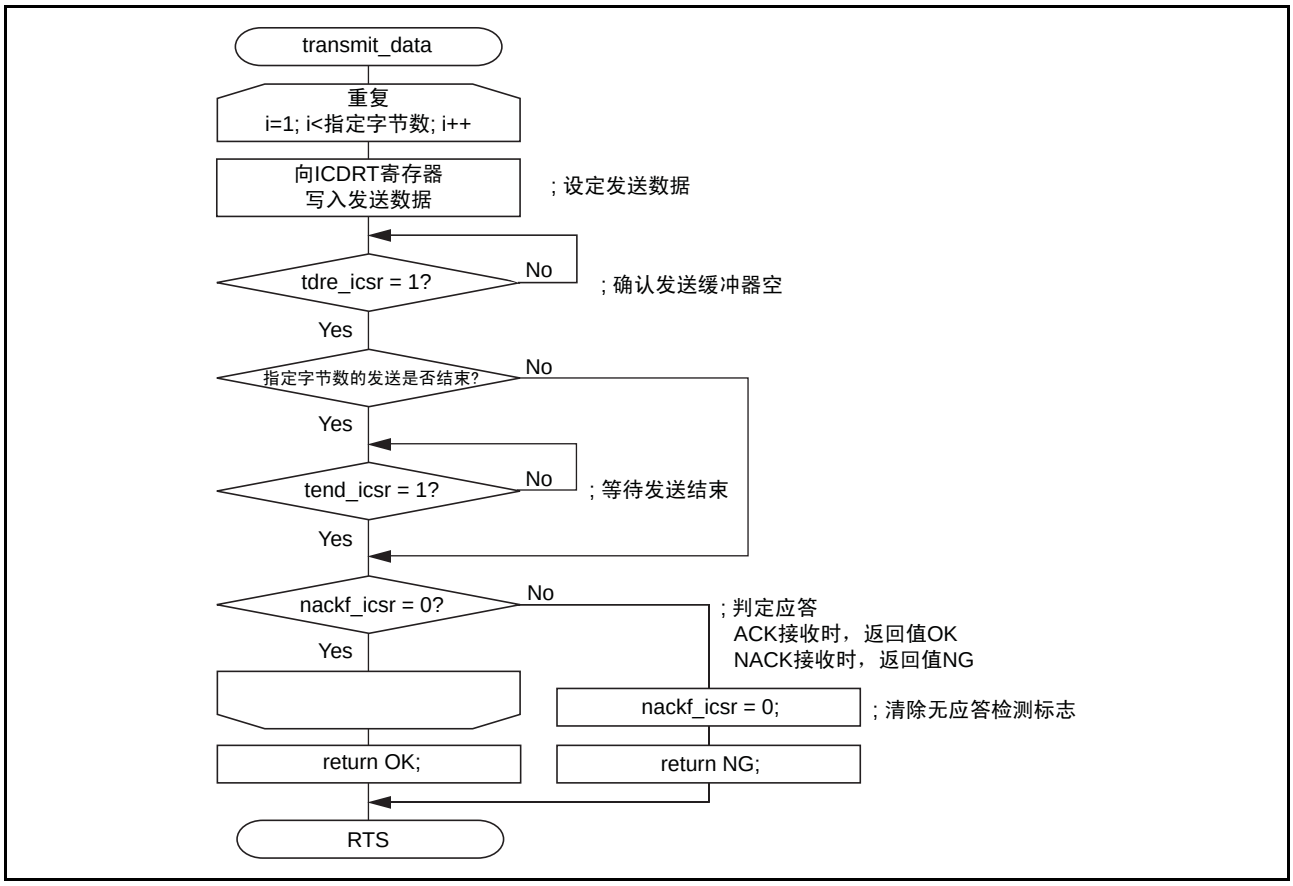
5.1.4 开始条件的产生



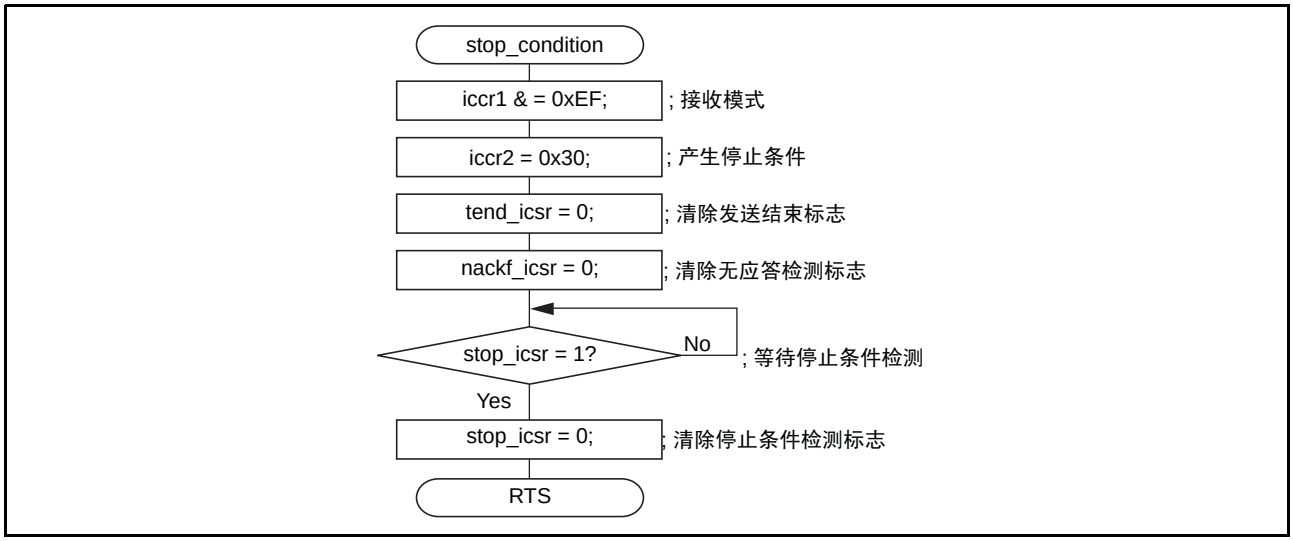
5.1.5 从属地址的发送


transmit_slave_address
tdre_icsr = 1?
No
; 确认发送缓冲器空
Yes
是否为发送模式?
No
; 判定发送/接收模式
Yes
icdrt = data[0] | 0x00;
icdrt = data[0] | 0x01;
; 从属地址
发送时 bit0为“0”
接收时 bit0为“1”
tend_icsr = 1?
No
; 等待发送结束
Yes
ackbr_icier = 0?
No
; 判定应答
ACK接收时，返回值OK
NACK接收时，返回值NG
Yes
return OK;
return NG;
RTS

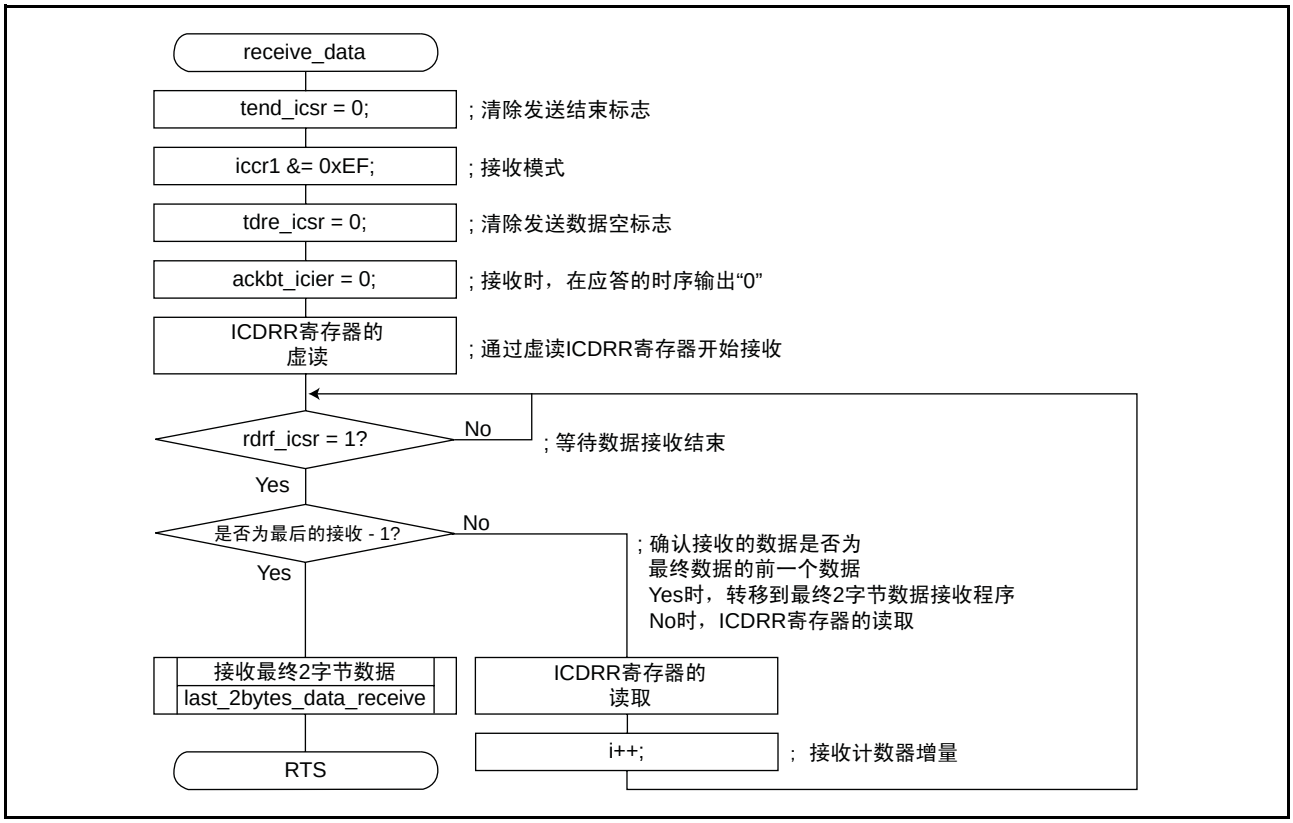
5.1.6 数据的发送



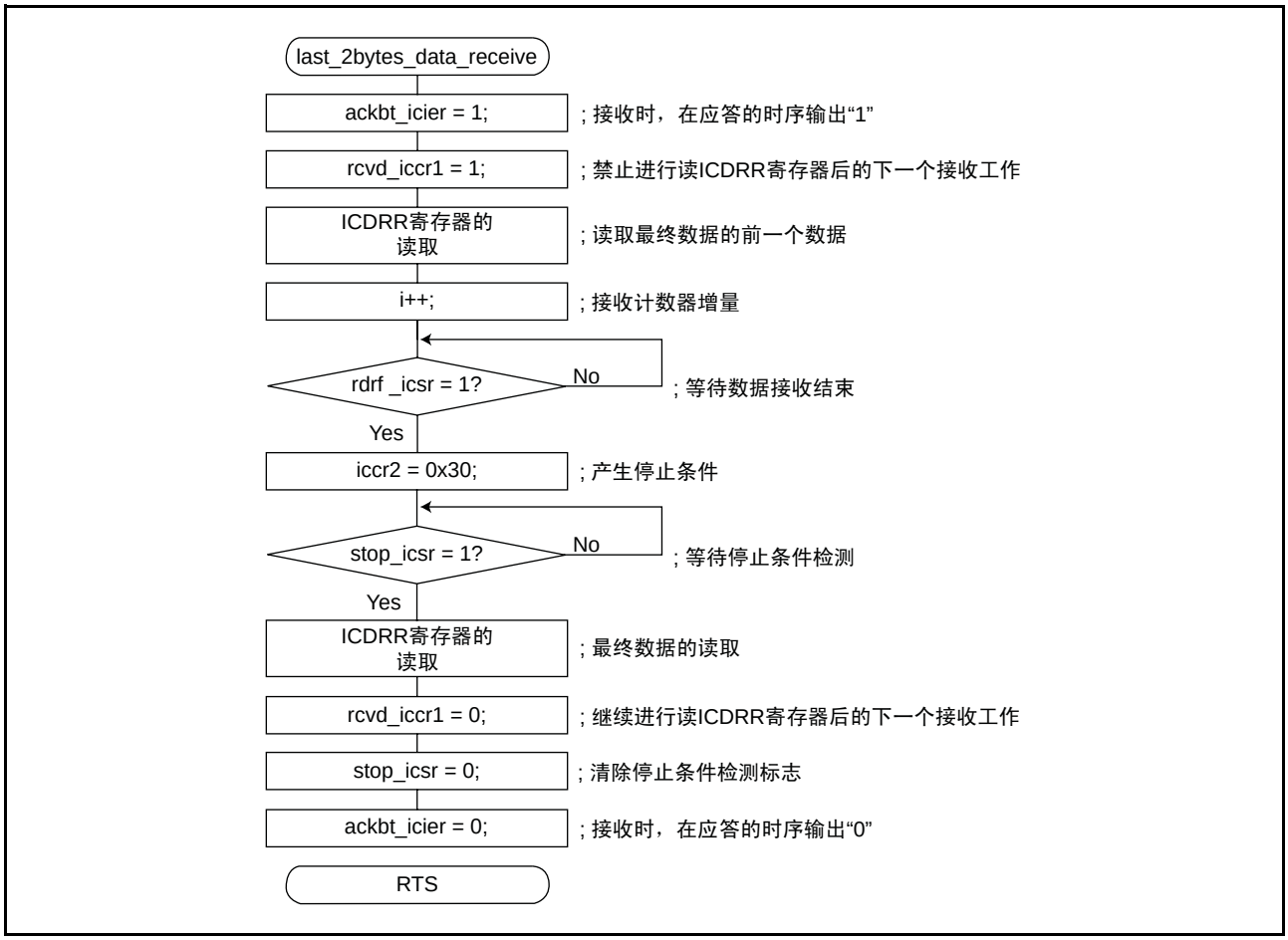
5.1.7 停止条件的产生



5.1.8 数据的接收

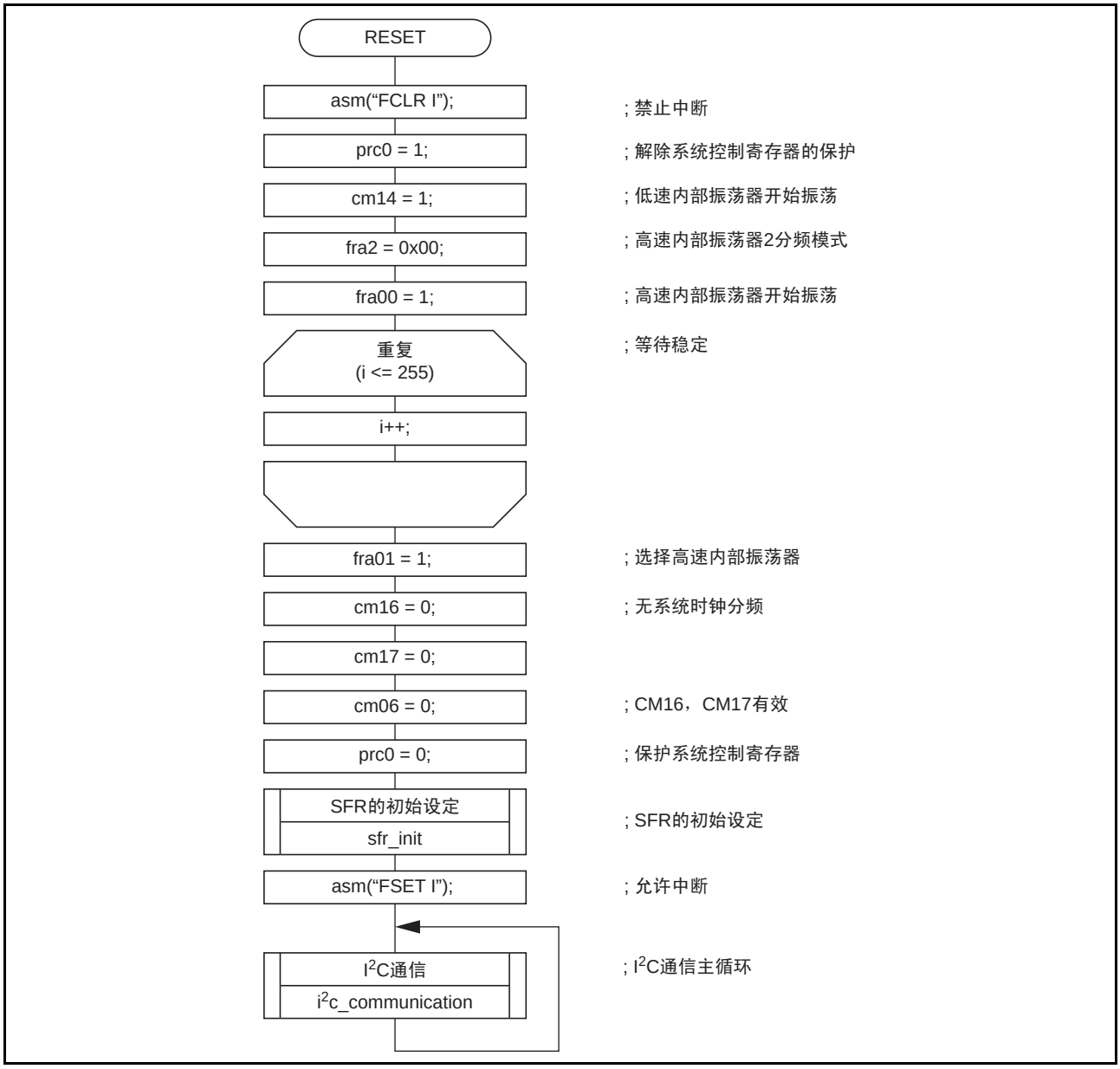

receive_data
tend_icsr = 0;
; 清除发送结束标志
iccr1 &= 0xEF;
; 接收模式
tdre_icsr = 0;
; 清除发送数据空标志
ackbt_icier = 0;
; 接收时，在应答的时序输出“0”
ICDRR寄存器的
虚读
; 通过虚读ICDRR寄存器开始接收
rdrf_icsr = 1?
No
; 等待数据接收结束
Yes
是否为最后的接收 - 1?
No
; 确认接收的数据是否为
最终数据的前一个数据
Yes时，转移到最终2字节数据接收程序
No时，ICDRR寄存器的读取
Yes
接收最终2字节数据
last_2bytes_data_receive
ICDRR寄存器的
读取
i++;
; 接收计数器增量
RTS

5.1.9 最终2字节数据的接收

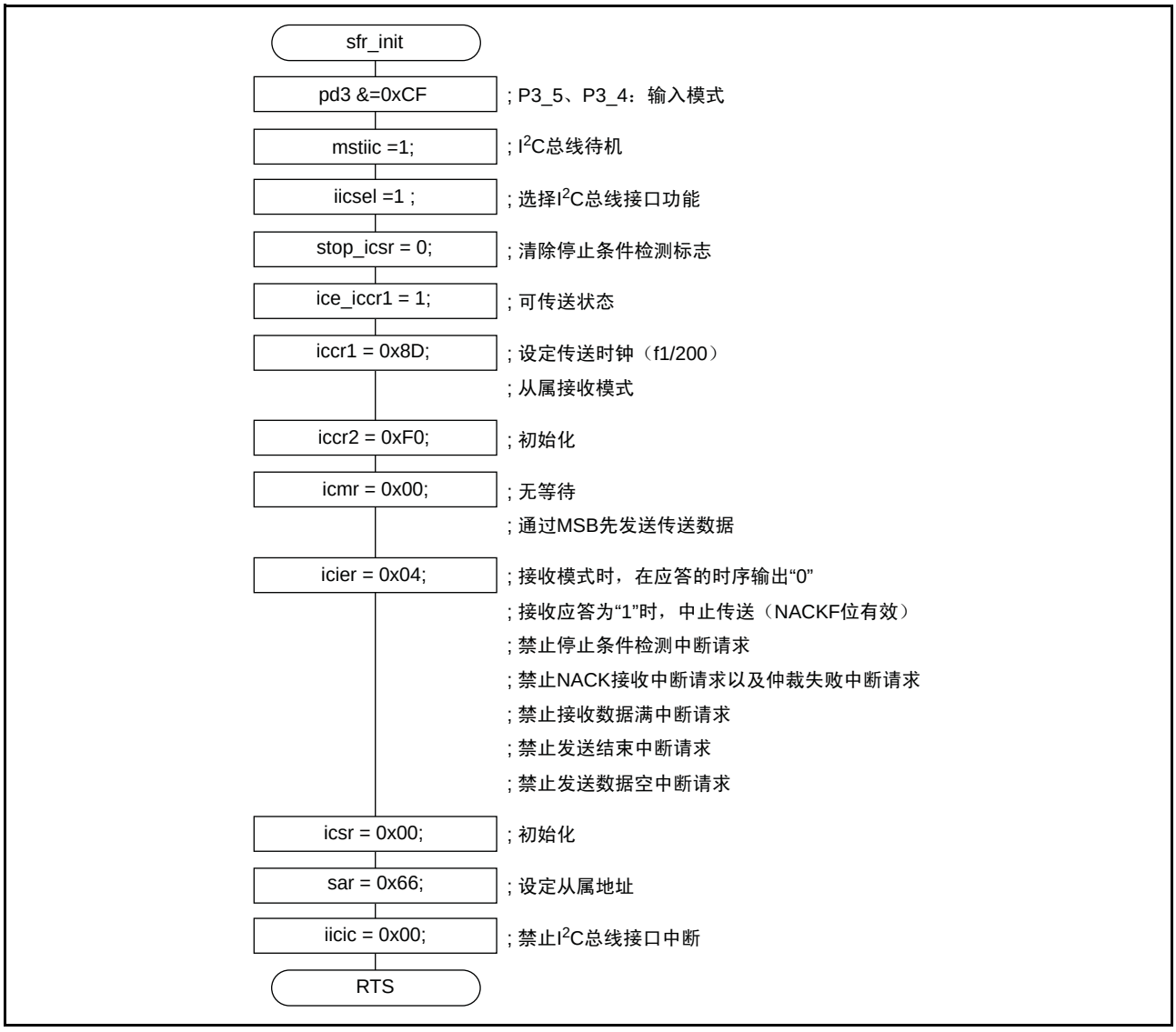


5.2 从属发送/接收模式

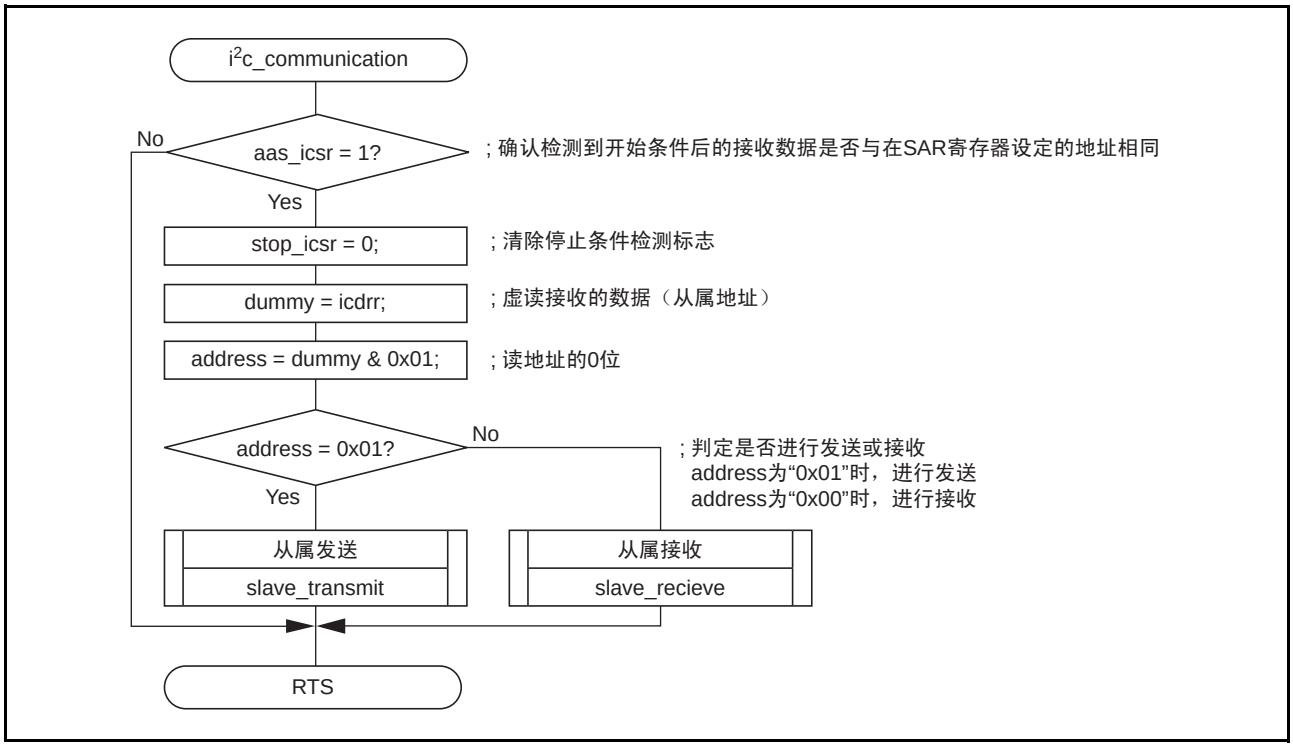
5.2.1 初始设定和主循环



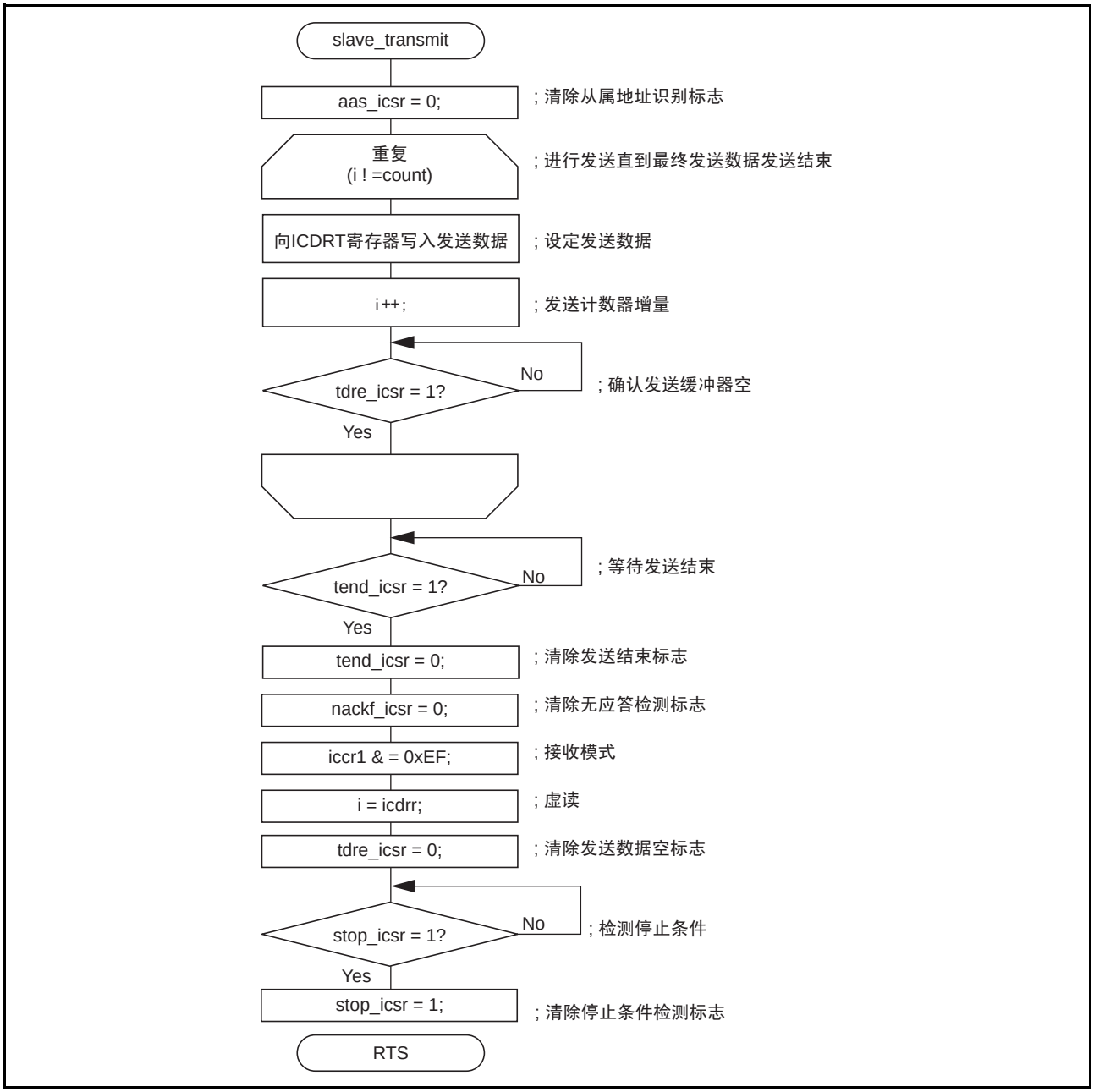
5.2.2 SFR的初始设定



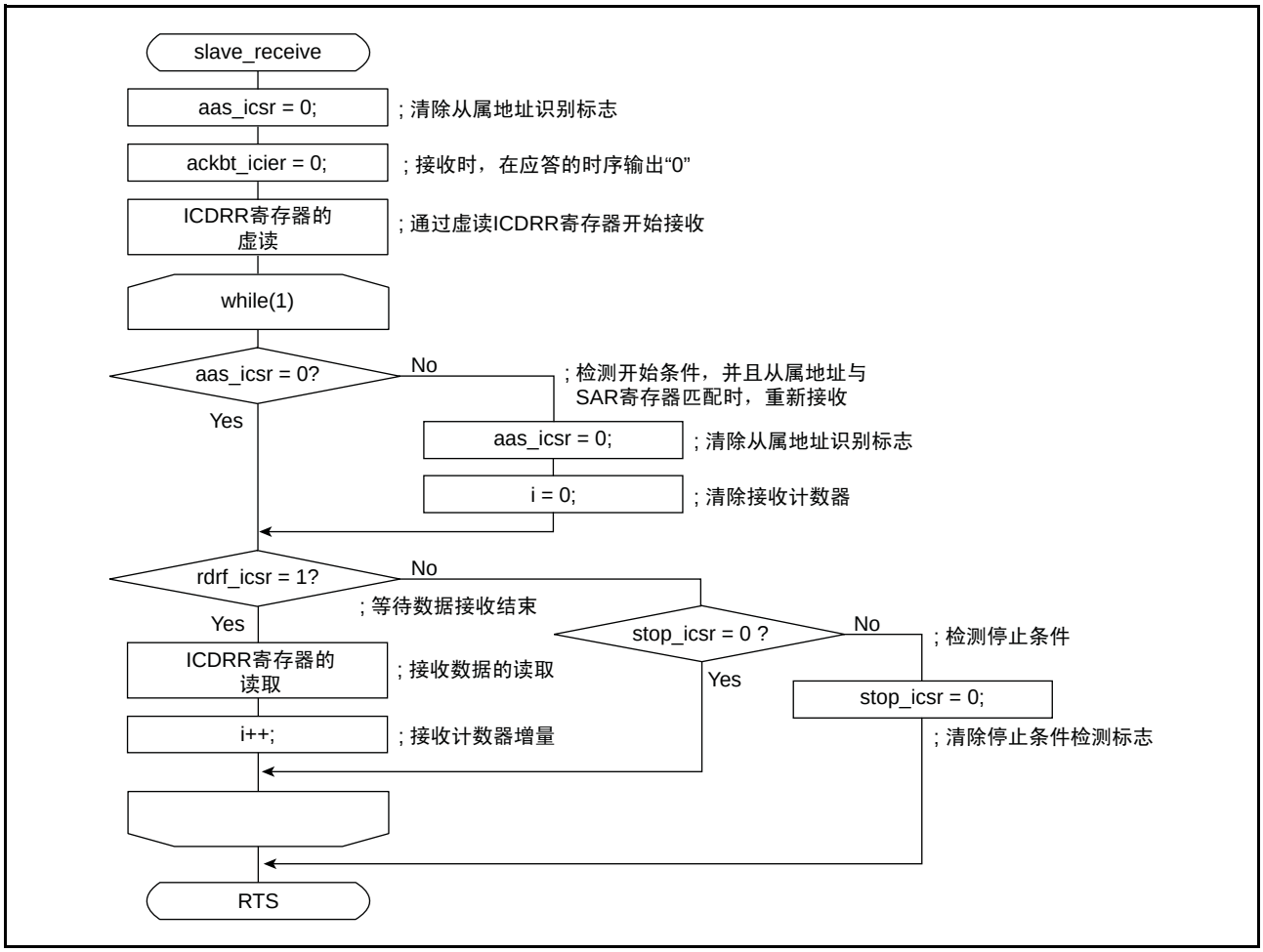
5.2.3 I2C通信主循环



5.2.4 从属发送

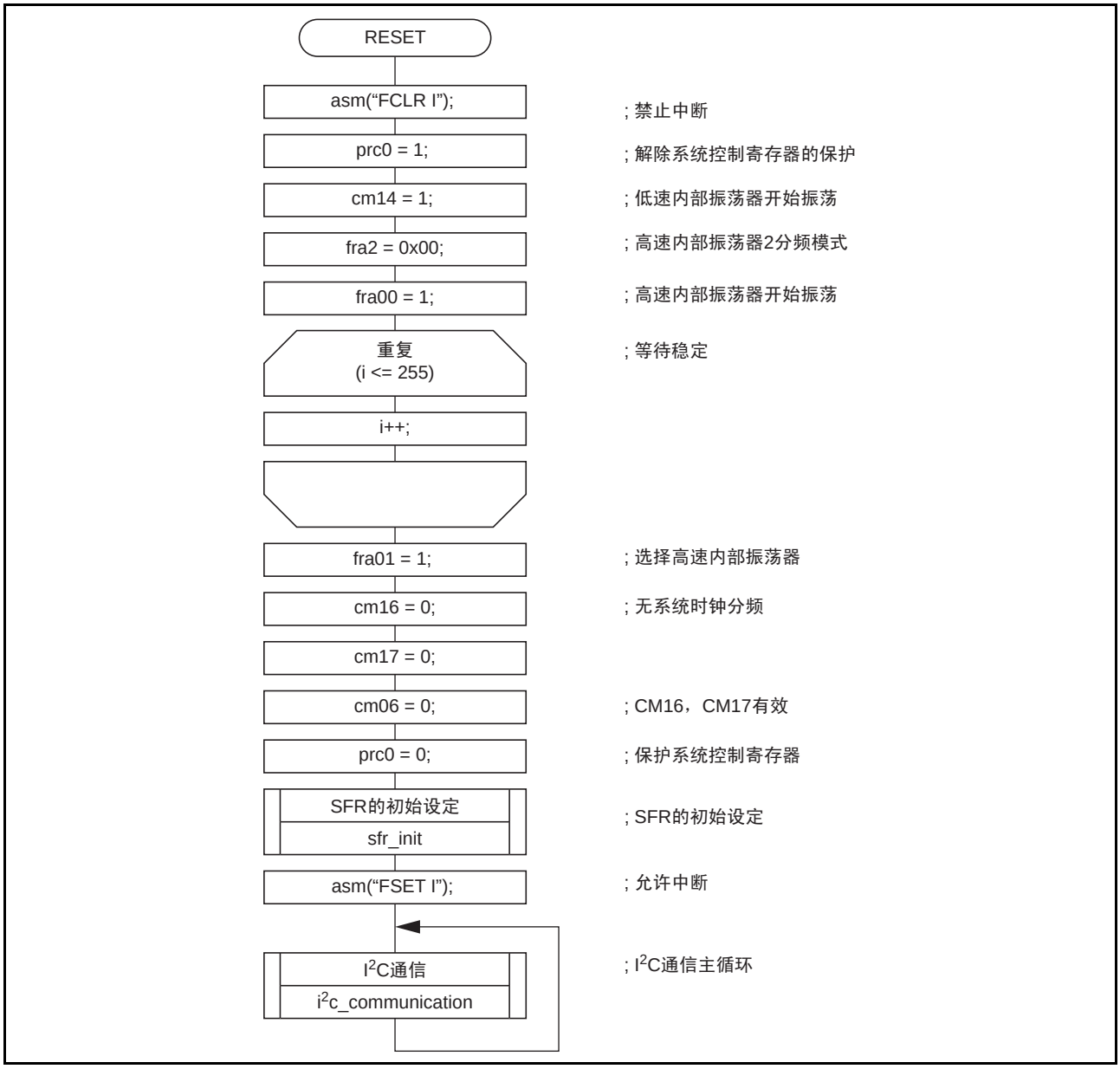

slave_transmit
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
重复
(i ! =count)
; 进行发送直到最终发送数据发送结束
向ICDRT寄存器写入发送数据
; 设定发送数据
i++;
; 发送计数器增量
tdre_icsr = 1?
No
; 确认发送缓冲器空
Yes
tend_icsr = 1?
No
; 等待发送结束
Yes
tend_icsr = 0;
; 清除发送结束标志
nackf_icsr = 0;
; 清除无应答检测标志
iccr1 & = 0xEF;
; 接收模式
i = icdrr;
; 虚读
tdre_icsr = 0;
; 清除发送数据空标志
stop_icsr = 1?
No
; 检测停止条件
Yes
stop_icsr = 1;
; 清除停止条件检测标志
RTS

5.2.5 从属接收

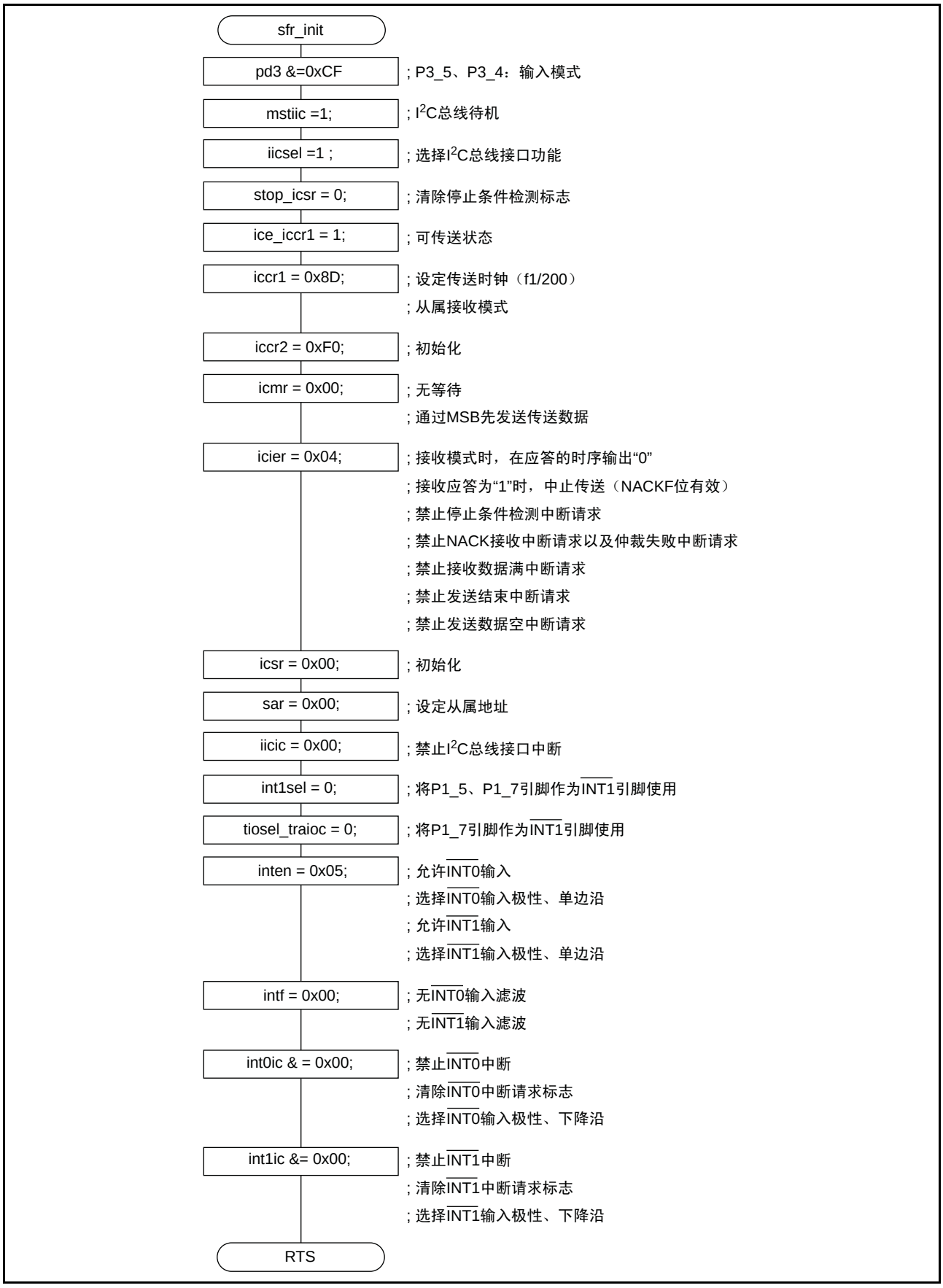

slave_receive
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
ackbt_icier = 0;
; 接收时，在应答的时序输出“0”
ICDRR寄存器的
虚读
; 通过虚读ICDRR寄存器开始接收
while(1)
aas_icsr = 0?
No
; 检测开始条件，并且从属地址与
SAR寄存器匹配时，重新接收
Yes
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
i = 0;
; 清除接收计数器
rdrf_icsr = 1?
No
; 等待数据接收结束
Yes
stop_icsr = 0 ?
No
; 检测停止条件
Yes
ICDRR寄存器的
读取
; 接收数据的读取
stop_icsr = 0;
i++;
; 接收计数器增量
; 清除停止条件检测标志
RTS

5.3 主发送/接收模式和从属发送/接收模式 （多主时）

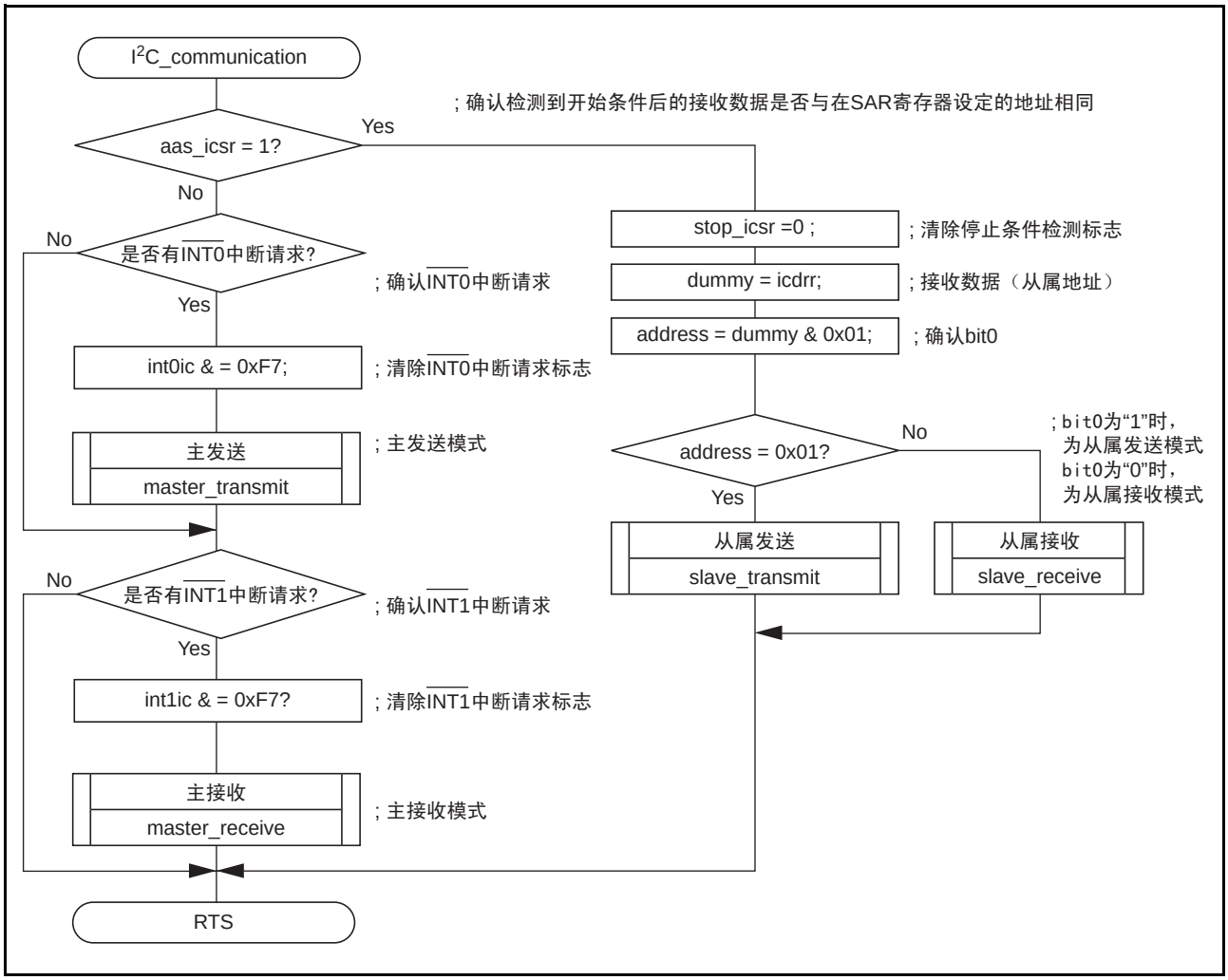
5.3.1 初始设定和主循环



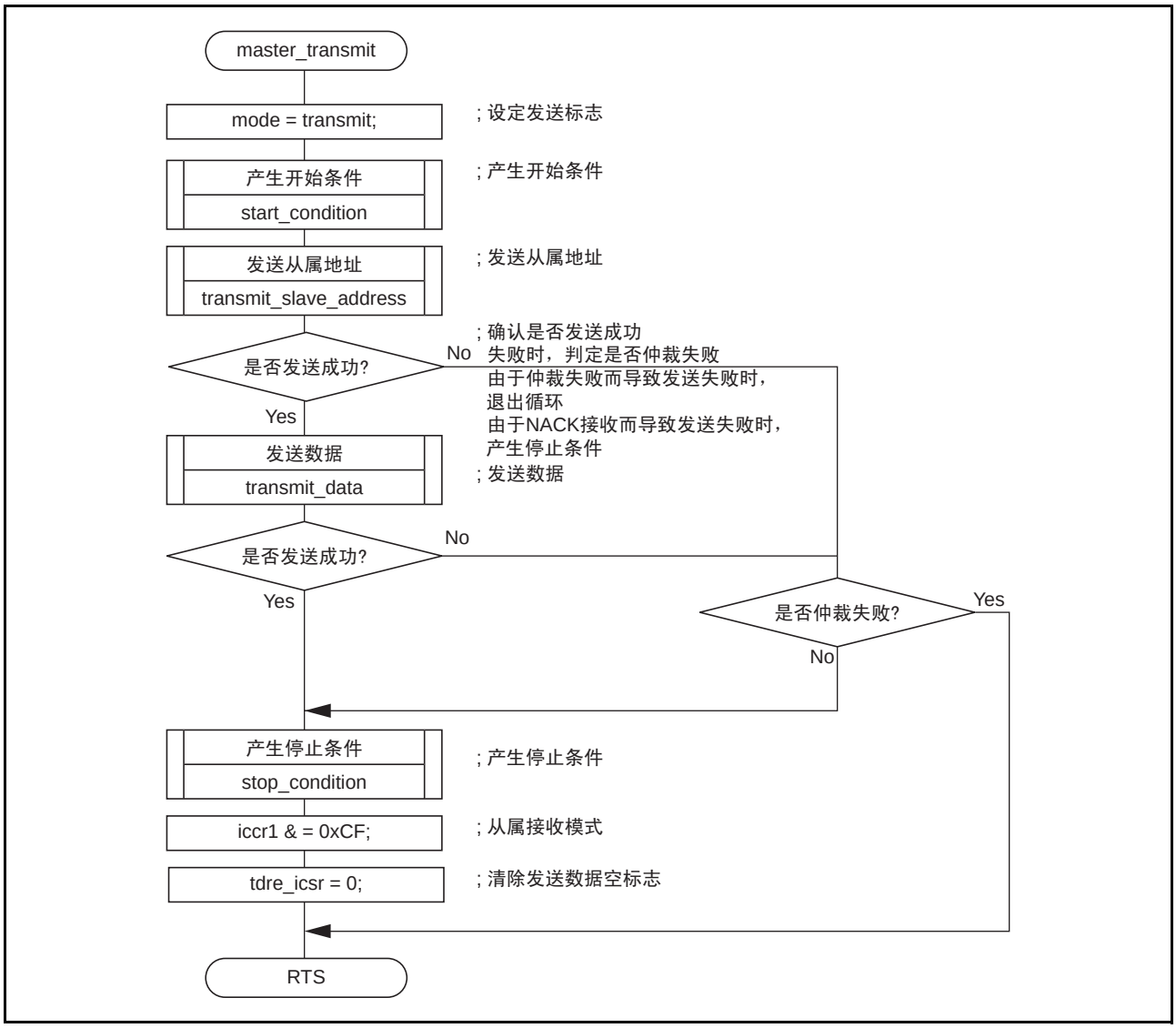
5.3.2 SFR的初始设定



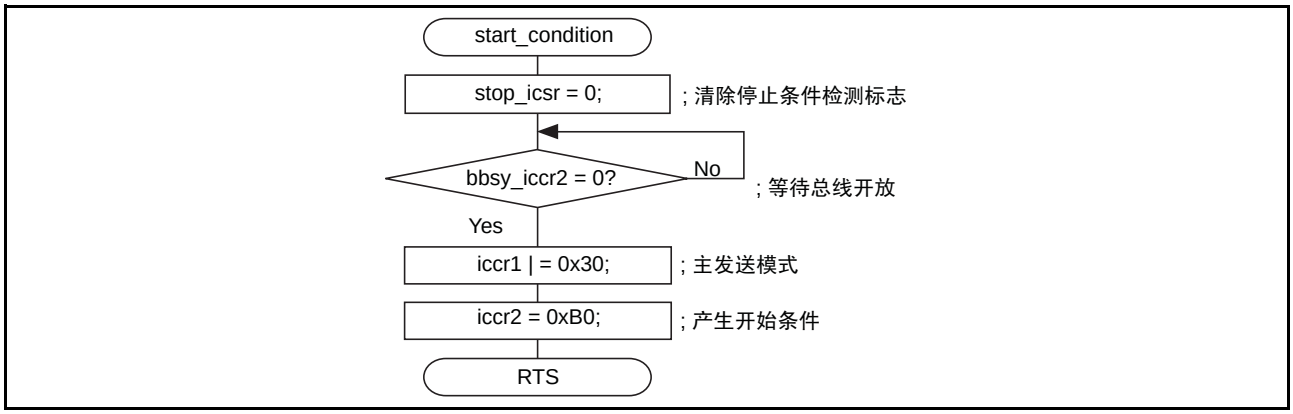
5.3.3 I²C通信主循环



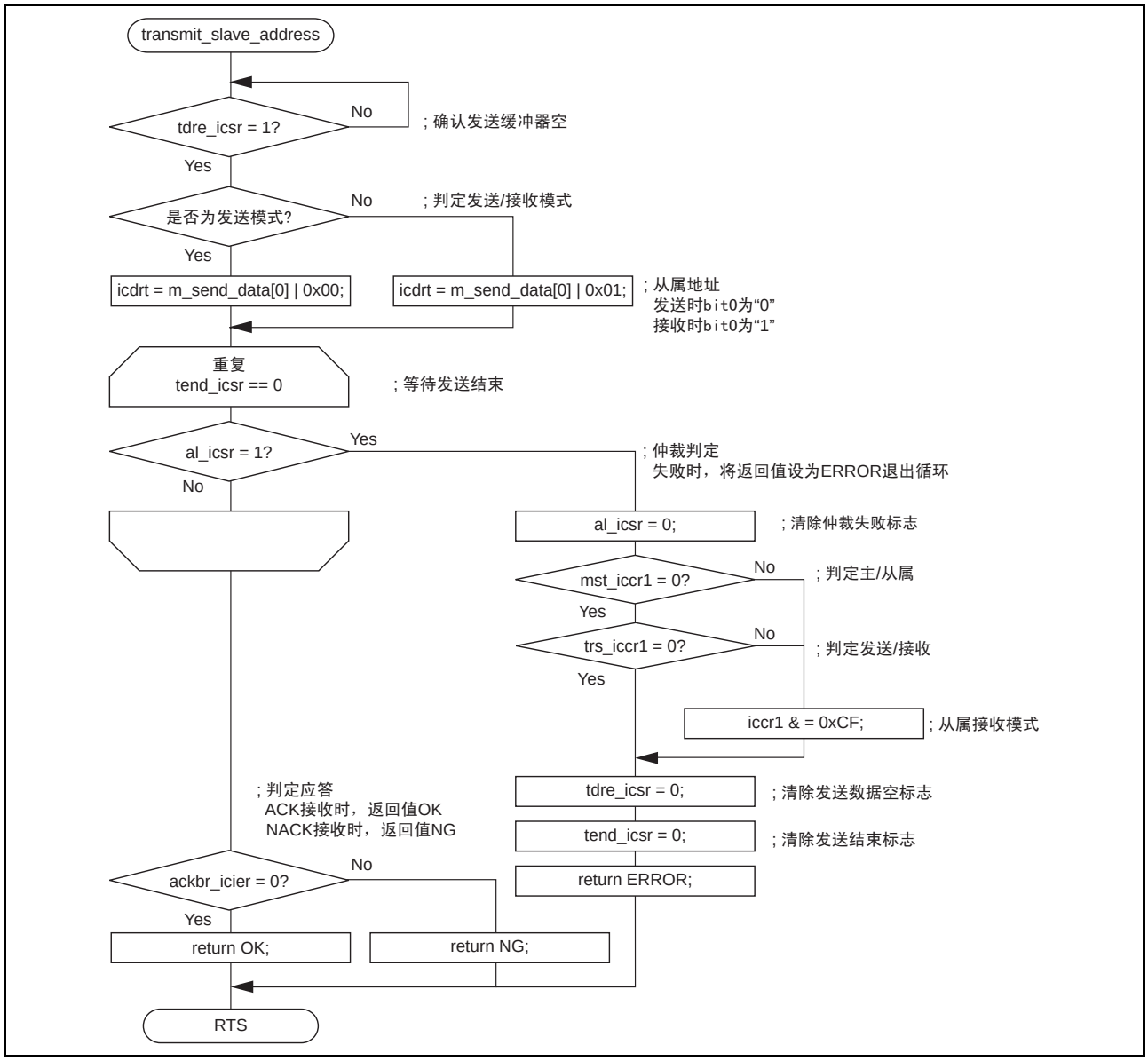
5.3.4 主发送


master_transmit
mode = transmit;
; 设定发送标志
产生开始条件
start_condition
; 产生开始条件
发送从属地址
transmit_slave_address
; 发送从属地址
; 确认是否发送成功
是否发送成功?
No
失败时，判定是否仲裁失败
由于仲裁失败而导致发送失败时，
退出循环
由于NACK接收而导致发送失败时，
产生停止条件
Yes
发送数据
transmit_data
; 发送数据
是否发送成功?
No
Yes
是否仲裁失败?
Yes
No
产生停止条件
stop_condition
; 产生停止条件
iccr1 & = 0xCF;
; 从属接收模式
tdre_icsr = 0;
; 清除发送数据空标志
RTS

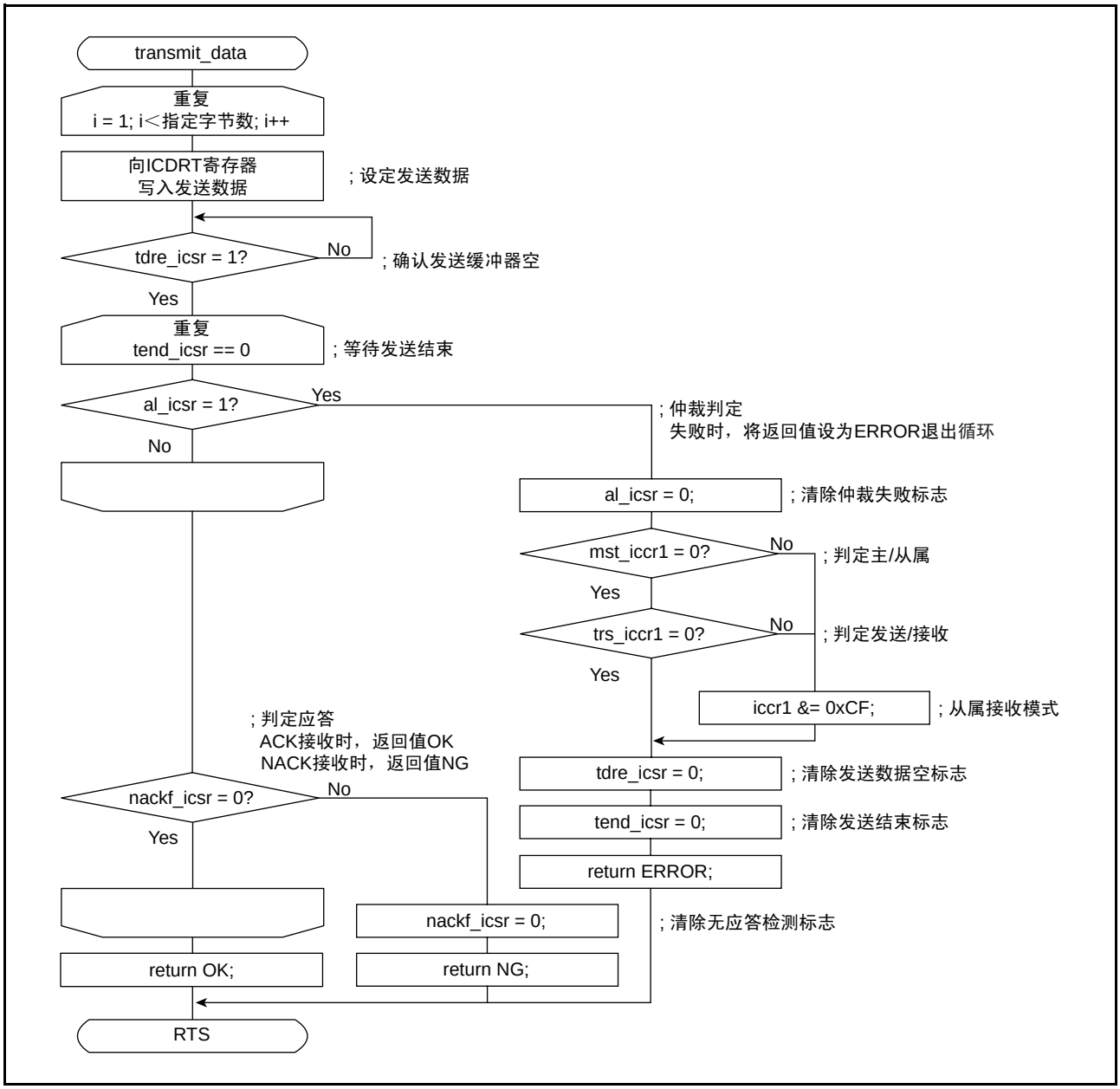
5.3.5 开始条件的产生



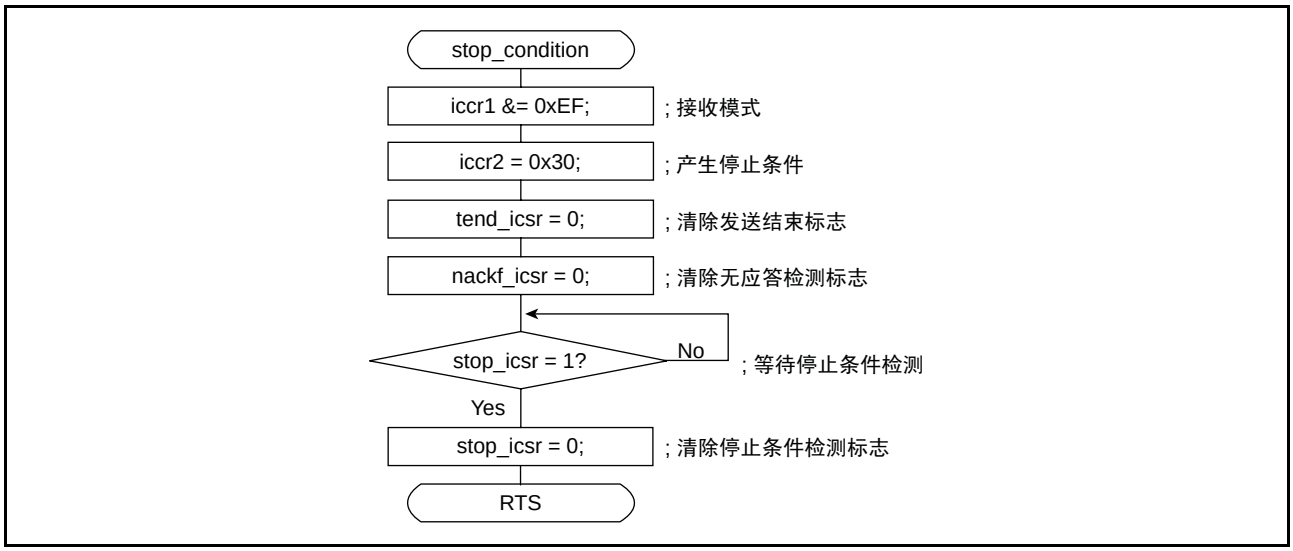
5.3.6 从属地址的发送



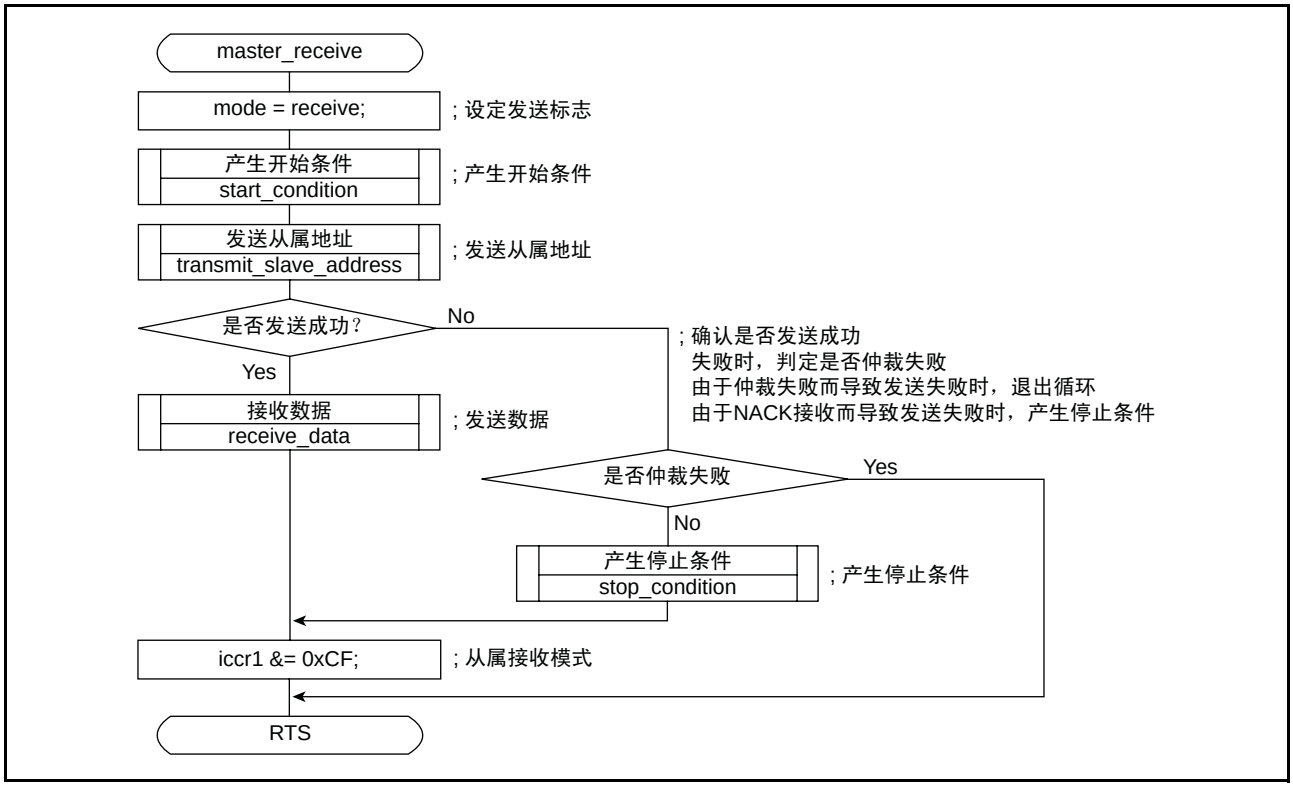
5.3.7 数据的发送


transmit_data
重复
i = 1; i＜指定字节数; i++
向ICDRT寄存器
写入发送数据
; 设定发送数据
tdre_icsr = 1?
No
; 确认发送缓冲器空
Yes
重复
tend_icsr == 0
; 等待发送结束
al_icsr = 1?
Yes
; 仲裁判定
失败时，将返回值设为ERROR退出循环
No
al_icsr = 0;
; 清除仲裁失败标志
mst_iccr1 = 0?
No
; 判定主/从属
Yes
trs_iccr1 = 0?
No
; 判定发送/接收
Yes
iccr1 &= 0xCF;
; 从属接收模式
; 判定应答
ACK接收时，返回值OK
NACK接收时，返回值NG
tdre_icsr = 0;
; 清除发送数据空标志
nackf_icsr = 0?
No
tend_icsr = 0;
; 清除发送结束标志
Yes
return ERROR;
nackf_icsr = 0;
; 清除无应答检测标志
return OK;
return NG;
RTS

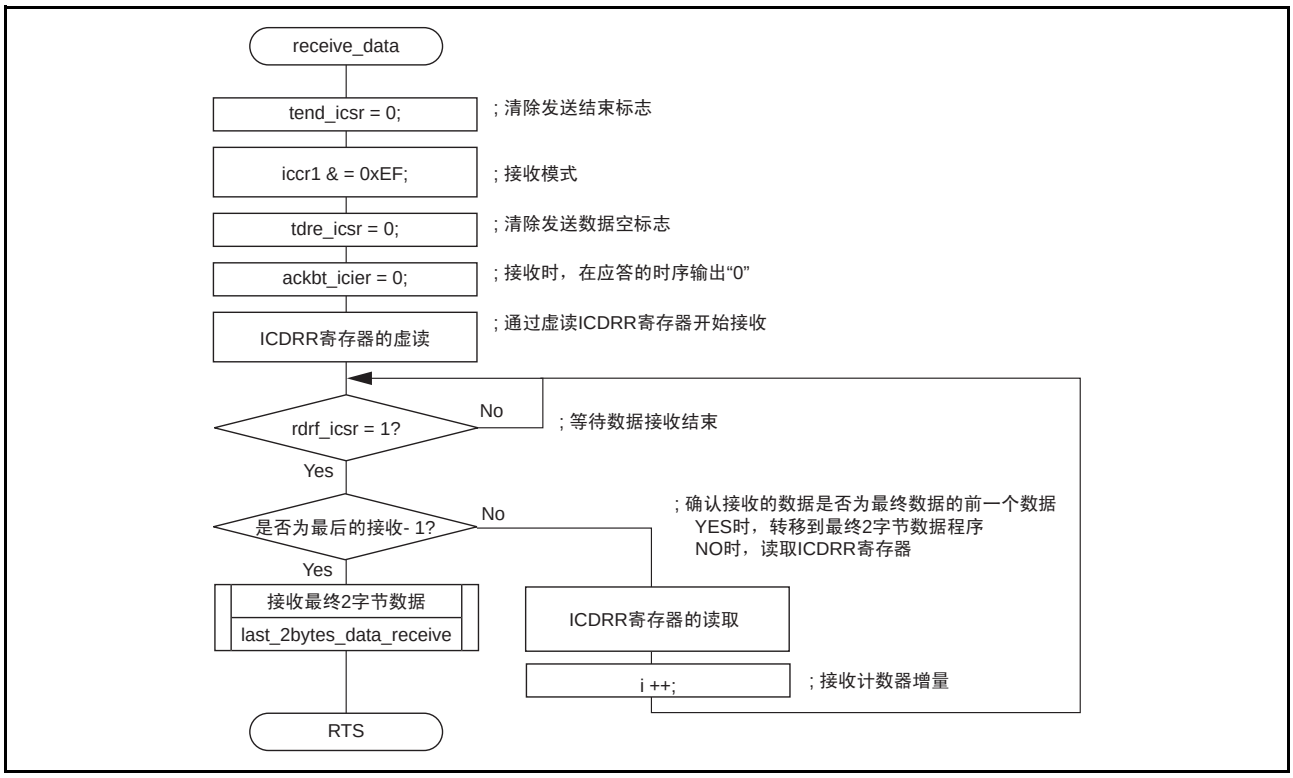
5.3.8 停止条件的产生



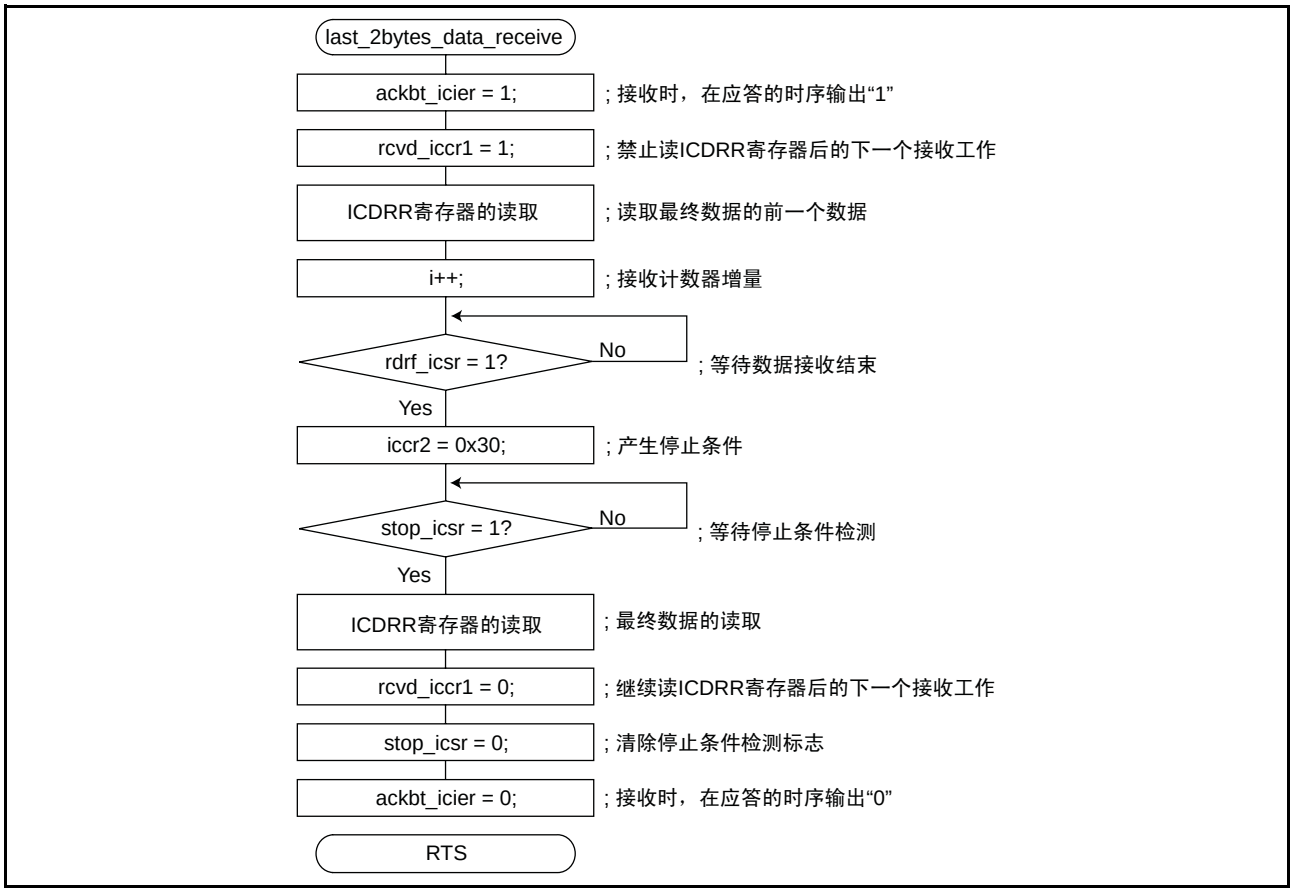
5.3.9 主接收



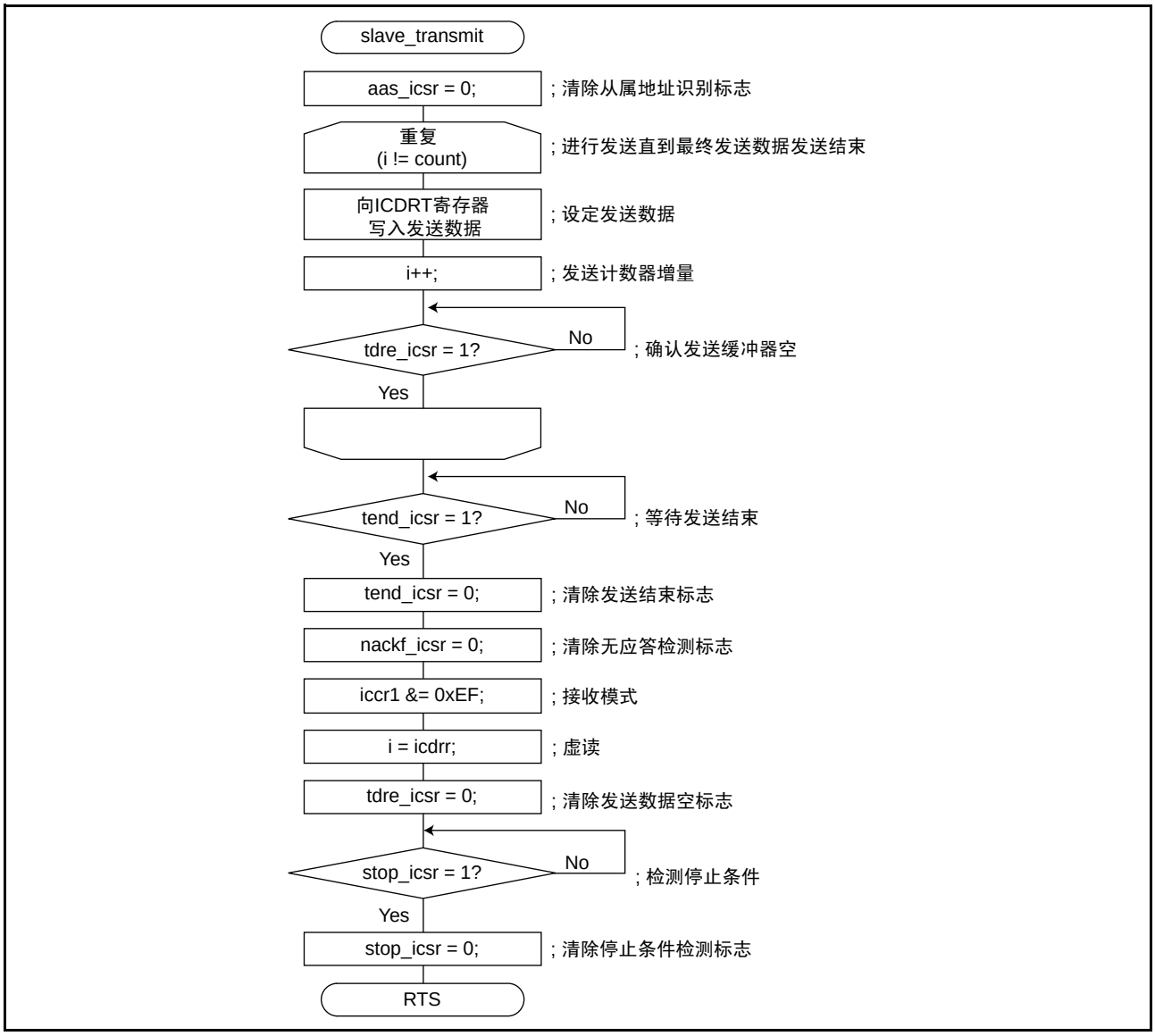
5.3.10 数据的接收



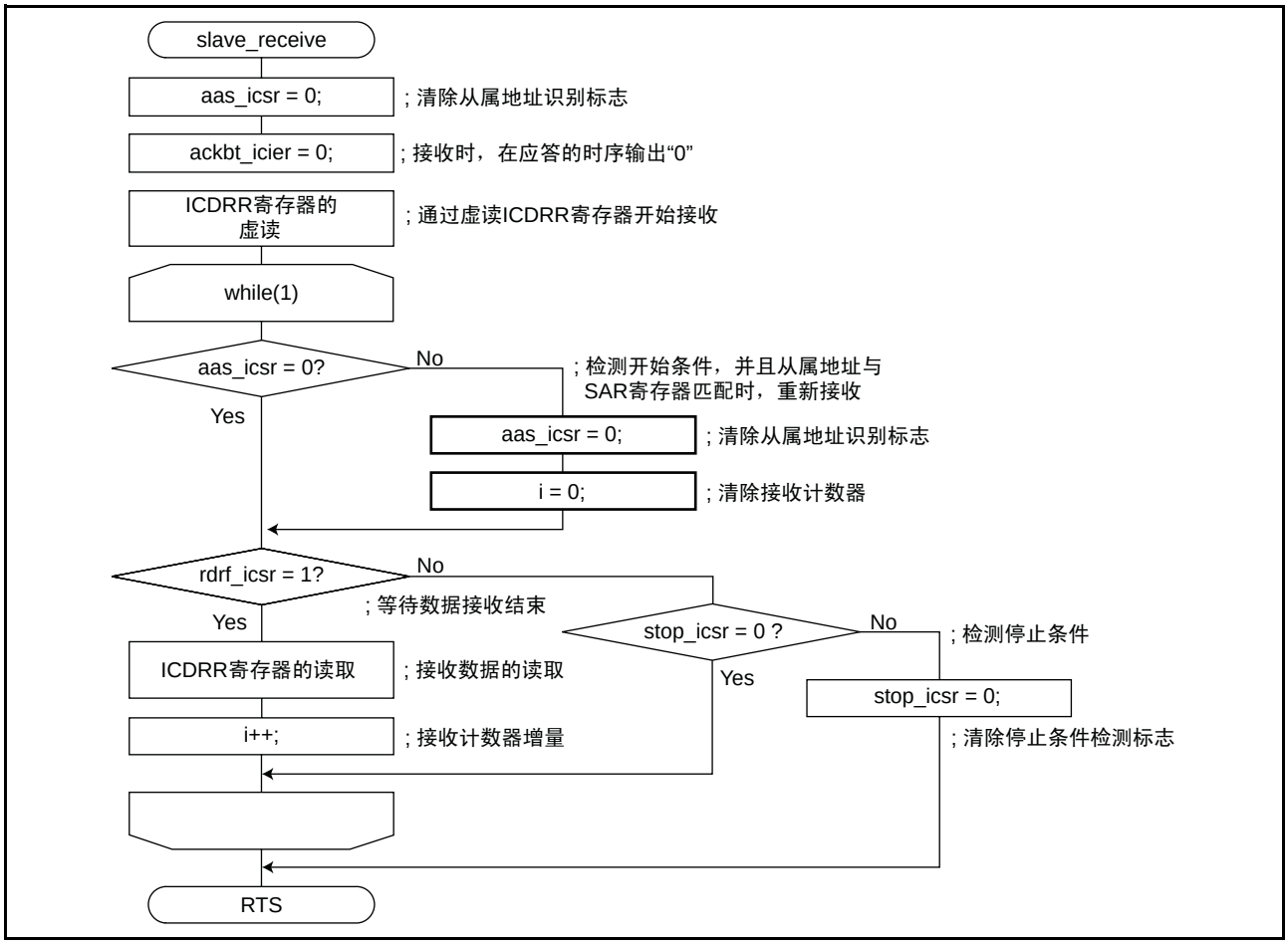
5.3.11 最终2字节数据的接收



5.3.12 从属发送


slave_transmit
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
重复
(i != count)
; 进行发送直到最终发送数据发送结束
向ICDRT寄存器
写入发送数据
; 设定发送数据
i++;
; 发送计数器增量
tdre_icsr = 1?
No
; 确认发送缓冲器空
Yes
tend_icsr = 1?
No
; 等待发送结束
Yes
tend_icsr = 0;
; 清除发送结束标志
nackf_icsr = 0;
; 清除无应答检测标志
iccr1 &= 0xEF;
; 接收模式
i = icdrr;
; 虚读
tdre_icsr = 0;
; 清除发送数据空标志
stop_icsr = 1?
No
; 检测停止条件
Yes
stop_icsr = 0;
; 清除停止条件检测标志
RTS

5.3.13 从属接收


slave_receive
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
ackbt_icier = 0;
; 接收时，在应答的时序输出“0”
ICDRR寄存器的
虚读
; 通过虚读ICDRR寄存器开始接收
while(1)
aas_icsr = 0?
No
; 检测开始条件，并且从属地址与
SAR寄存器匹配时，重新接收
Yes
aas_icsr = 0;
; 清除从属地址识别标志
i = 0;
; 清除接收计数器
rdrf_icsr = 1?
No
; 等待数据接收结束
Yes
stop_icsr = 0 ?
No
; 检测停止条件
ICDRR寄存器的读取
; 接收数据的读取
Yes
stop_icsr = 0;
i++;
; 接收计数器增量
; 清除停止条件检测标志
RTS

6. 参考程序例

参考程序请从瑞萨科技公司主页获取。

请点击R8C/Tiny系列的首页画面左边菜单的 “Application Notes”（应用说明）。

7. 参考文档

硬件手册

R8C/2D群硬件手册

（最新版请从瑞萨科技公司主页获取。）

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。

瑞萨科技公司主页　　http://www.cn.renesas.com

详细联系方式　　https://update.renesas.com/registration/forms/contact_us.jsp

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2007.06.20	—	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故，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。