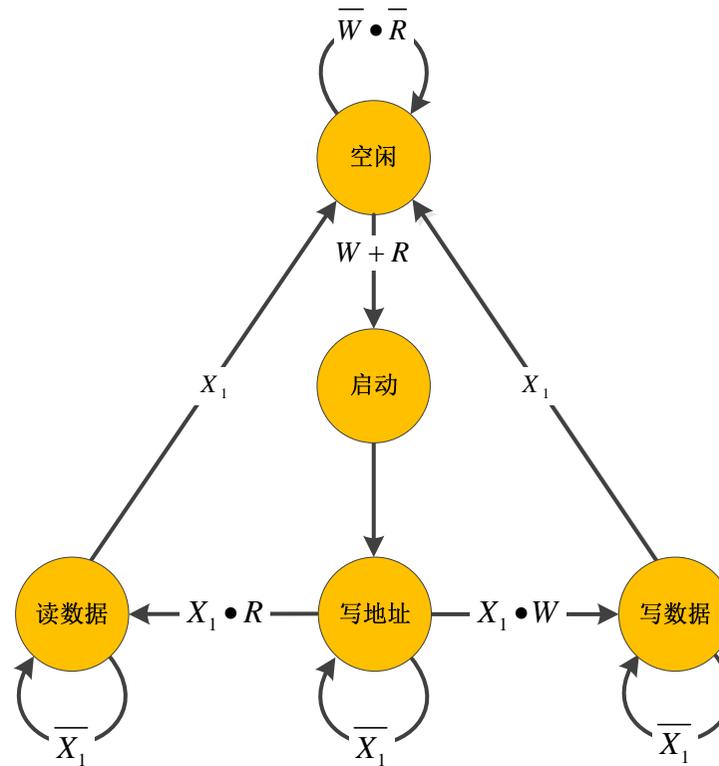


A 题

系统可分为状态计数器、移位寄存器、移位计数器。SPI 主机操作有 5 个状态，分别是空闲、启动、发送地址、发送数据和读取数据。启动由外部输入写操作信号 W 或读操作信号 R 触发。移位计数器计算移位的次数，设移位计数器的输出为 Q_2 、 Q_1 、 Q_0 ，设变量 X_1 表示计满 8， $X_1 = Q_2Q_1Q_0$ ，基础部分状态转移图如下所示



根据状态图，状态采用二进制编码列出状态转移表，输出信号包括：

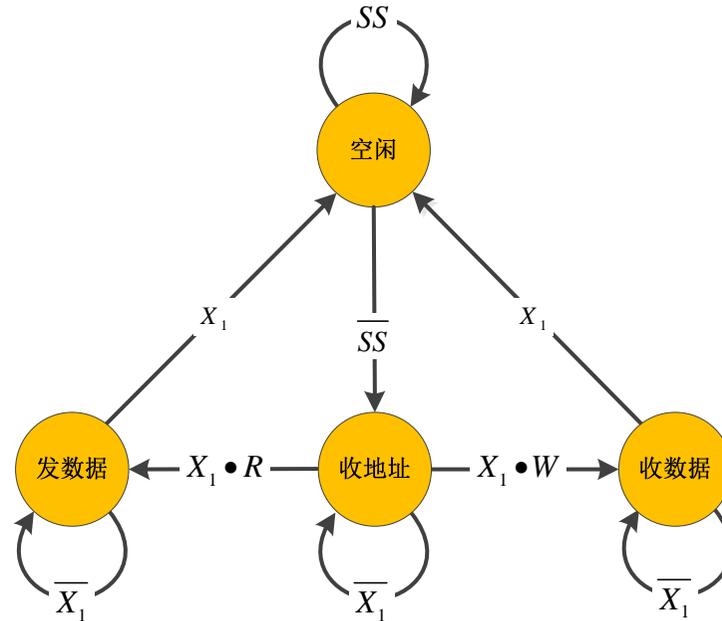
- a) SS: 为 SPI 传输使能线，SS = 0 时 SPI 总线使能
- b) SEL: 为地址和数据选择信号，SEL=0 为地址，SEL=1 为数据
- c) EN1: 为状态计数器的使能端 “ENT” 或 “ENP”

- d) LD1: 为状态计数器的置数端“LD”
- e) EN2: 为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- f) S1、S0: 为移位寄存器的控制端,“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- g) P: 移位寄存器时钟极性切换标识信号。在主机读数据操作中,发地址时主机是在每个下降沿移出数据,从机在上升沿采样,而主机读数据时,从机在下降沿移出数据,主机在上升沿采样,所以发地址时,最后一个地址位被移出后,要切换移位寄存器的时钟沿
- h) L: 显示接收到的数据

状态名称	现态			次态			状态计数器			移位计数器		移位寄存器				其他			条件
	Q _C ⁿ	Q _B ⁿ	Q _A ⁿ	Q _C ⁿ⁺¹	Q _B ⁿ⁺¹	Q _A ⁿ⁺¹	EN1	LD1	功能	EN2	功能	S1	S0	功能	Phase	SS	SEL	L	
空闲	0	0	0	0	0	0	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	0	1	0	0	\overline{WR}
				0	0	1	1	1	计数	0	保持	0	保持	0	0	保持	0	1	0
启动	0	0	1	0	1	0	1	1	计数	0	保持	1	1	置数	0	0	0	0	1
写地址	0	1	0	0	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	0	0	0	$\overline{X_1}$
				0	1	1	1	1	计数	1	计数	1	1	置数	0	0	1	0	$X_1 \cdot W$
				1	0	0	x	0	置数	1	计数	0	1	移位	0	0	1	0	$X_1 \cdot R$
写数据	0	1	1	0	1	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	0	1	0	$\overline{X_1}$
				0	0	0	x	0	置数	1	计数	0	0	保持	0	0	1	0	X_1
读数据	1	0	0	1	0	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	1	0	1	0	$\overline{X_1}$
				0	0	0	x	0	置数	1	计数	0	1	移位	1	0	1	1	X_1

B 题

系统可分为状态计数器、移位寄存器、移位计数器。SPI 从机操作有 4 个状态，分别是空闲、接收地址、接收数据和发送数据，在从设备使能信号 SS 从高变低时启动传输。移位计数器计算移位的次数，设移位计数器的输出为 Q_2 、 Q_1 、 Q_0 ，设变量 X_1 表示计满 8， $X_1 = Q_2Q_1Q_0$ ，变量 X_2 表示计数器为 0， $X_2 = \overline{Q_2Q_1Q_0}$ ，基础部分状态转移图如下所示



根据状态图，状态采用二进制编码列出状态转移表，状态计数器时钟选用 $SS + SCLK$ 上升沿触发，输出信号包括：

- EN1：为状态计数器的使能端“ENT”或“ENP”
- LD1：为状态计数器的置数端“LD”
- EN2：为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- S1、S0：为移位寄存器的控制端，“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- P：移位寄存器时钟极性切换标识信号。在主机读数据操作中，发地址时主机是在每个下降沿移出数据，从机在上升沿采样，而主机读数据时，

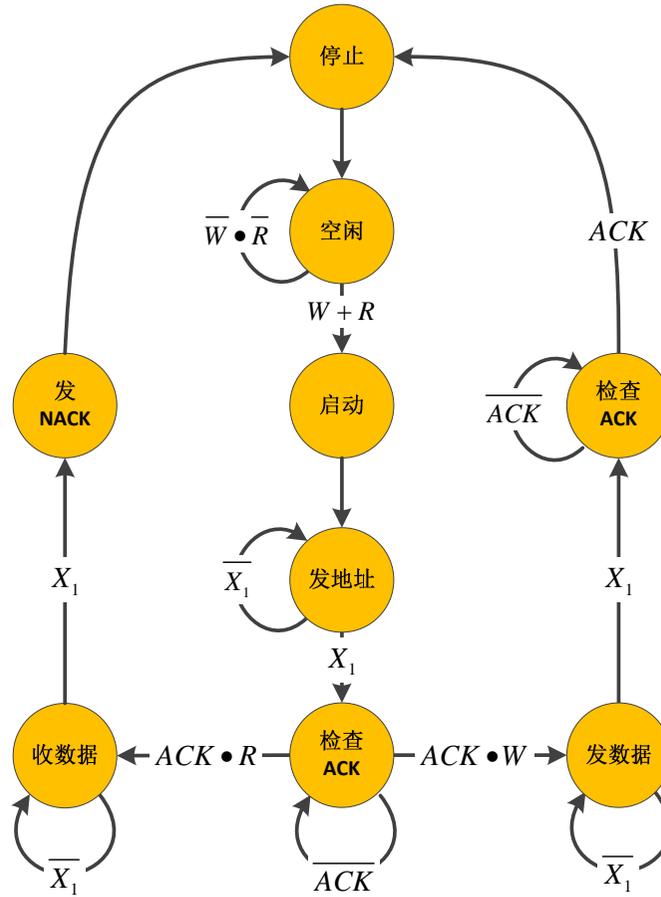
从机在下降沿移出数据，主机在上升沿采样，所以接收地址时，接收到最后一个地址位后，要切换移位寄存器的时钟沿

f) L: 显示接收到的数据

	Q_B^n	Q_A^n	Q_B^{n+1}	Q_A^{n+1}	EN1	LD1	功能	EN2	功能	S1	S0	功能	Phase	L	条件
空闲			0	1	1	1	计数	0	保持	0	1	移位	0	0	1
收地址	0	1	0	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	0	$\overline{X_1}$
			1	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	0	0	$X_1 \bullet SR(7)$
			1	1	x	0	置数	1	计数	1	1	置数	1	0	$X_1 \bullet \overline{SR(7)}$
收数据	1	0	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	0	$\overline{X_1}$
			0	0	x	0	置数	1	计数	0	0	保持	0	1	X_1
发数据	1	1	1	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	1	0	$\overline{X_1}$
			0	0	x	0	置数	1	计数	0	0	保持	1	0	X_1

C 题

系统可分为状态计数器、移位寄存器、移位计数器。I2C 主机操作有 9 个状态分别是空闲、启动、发送地址、等待应答、发送数据、再等待应答、接收数据、发送无应答、停止。启动由外部输入写操作信号 W 或读操作信号 R 触发, 设移位计数器的输出为 $Q_2、Q_1、Q_0$, 设变量 X_1 表示计满 8, $X_1 = Q_2Q_1Q_0$, 应答信号 ACK , 则基础部分状态转移图如下所示



根据状态图，按二进制编码列出状态转移表，输出信号包括：

- a) EN1：为状态计数器的使能端“ENT”或“ENP”
- b) LD1：为状态计数器的置数端“LD”
- c) EN2：为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- d) S1、S0：为移位寄存器的控制端，“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- e) Phase：移位寄存器时钟相位切换标识信号。在主机发送数据时主机是在每个下降沿移出数据，从机在上升沿采样，而主机接收数据时，从机在下降沿移出数据，主机在上升沿采样，所以最后一个数据位被移出后，要切换移位寄存器的时钟沿
- f) SEL：地址/数据选择
- g) SDA：I2C 数据线
- h) SCK：I2C 时钟线
- i) L：显示接收到的数据
- j) SIN：移位寄存器移入信号

状态名称	现态				次态				状态计数器			移位计数器		移位寄存器			输出端口		选择数据	数据显示	传输方向	移入数据	条件	
	Q_D^n	Q_C^n	Q_B^n	Q_A^n	Q_D^{n+}	Q_C^{n+}	Q_B^{n+}	Q_A^{n+}	EN1	LD	功能	EN2	功能	S_1	S_0	功能	SDA	SCL	SEL	L	P	SIN		
空闲	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	1	1	0	0	0	0	\overline{WR}	
					0	0	0	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	1	1	保持	1	1	0	0	0
启动	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	计数	0	保持	1	1	置数	0	1	0	0	0	0	1	
发送地址	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	$\overline{X_1}$	
					0	0	1	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	X_1
检测 ACK	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	\overline{ACK}	
					0	1	0	0	1	1	计数	0	保持	1	1	置数	Z	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	$ACK \cdot W$
					0	1	1	0	x	0	置数	0	保持	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	0	$ACK \cdot R$
发送数据	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	$\overline{X_1}$	
					0	1	0	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	X_1
检测 ACK	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	\overline{ACK}	
					1	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	0	ACK
接收数据	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	0	1	SDA	$\overline{X_1}$	
					0	1	1	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	1	1	1	SDA	X_1
发送 NACK	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	1	\overline{CLK}	1	0	0	0	1	
停止	1	0	0	0	0	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	1	1	0	0	0	1	

- b) LD1: 为状态计数器的置数端“LD”
- c) EN2: 为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- d) S1、S0: 为移位寄存器的控制端,“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- e) Phase: 移位寄存器时钟相位切换标识信号。在主机发送数据时主机是在每个下降沿移出数据,从机在上升沿采样,而主机接收数据时,从机在下降沿移出数据,主机在上升沿采样,所以最后一个数据位被移出后,要切换移位寄存器的时钟沿
- f) SDA: I2C 数据线
- g) L: 显示接收到的数据
- h) SIN: 移位寄存器移入信号

状态名称	现态			次态			状态计数器			移位计数器		移位寄存器				数据输入	数据显示	移入数据	条件
	QC ⁿ	QB ⁿ	QA ⁿ	QC ⁿ⁺¹	QB ⁿ⁺¹	QA ⁿ⁺¹	EN1	LD	功能	EN2	功能	S ₁	S ₀	功能	Phase	SDA	L	S _{IN}	
空闲	0	0	0	0	0	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	1
接收地址	0	0	1	0	0	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	$\overline{X_1}$
				0	1	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	X ₁
发送 ACK	0	1	0	0	1	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	0	0	0	0	$\overline{SR(0)}$
				1	0	1	x	0	置数	0	保持	1	1	置数	0	0	0	0	SR(0)
接收数据	0	1	1	0	1	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	$\overline{X_1}$
				1	0	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	0	Z	1	SDA	X ₁
发送 ACK	1	0	0	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	0	0	0	1
发送数据	1	0	1	1	0	1	0	1	保持	1	计数	1	1	置数	1	SR(7)	0	0	X ₂
				1	0	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	1	SR(7)	0	0	$\overline{X_2 X_1}$
				1	1	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	1	SR(7)	0	0	X ₁
检测 NACK	1	1	0	1	1	0	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	\overline{SDA}
				0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	SDA

根据状态图，按二进制编码列出状态转移表，输出信号包括：

- a) EN1：为状态计数器的使能端“ENT”或“ENP”
- b) LD1：为状态计数器的置数端“LD”
- c) EN2：为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- d) S1、S0：为移位寄存器的控制端，“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- e) Phase：移位寄存器时钟相位切换标识信号。在主机发送数据时主机是在每个下降沿移出数据，从机在上升沿采样，而主机接收数据时，从机在下降沿移出数据，主机在上升沿采样，所以最后一个数据位被移出后，要切换移位寄存器的时钟沿
- f) SEL：地址/数据选择
- g) SMDAT：SMBUS 数据线
- h) SMCLK：SMBUS 时钟线
- i) L：显示接收到的数据
- j) SIN：移位寄存器移入信号

状态名称	现态				次态				状态计数器			移位计数器		移位寄存器			输出端口		选择数据	数据显示	传输方向	移入数据	条件	
	Q_D^n	Q_C^n	Q_B^n	Q_A^n	Q_D^{n+}	Q_C^{n+}	Q_B^{n+}	Q_A^{n+}	EN1	LD	功能	EN2	功能	S_1	S_0	功能	SDA	SCL	SEL	L	P	SIN		
空闲	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	1	1	0	0	0	0	\overline{WR}	
					0	0	0	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	1	1	保持	1	1	0	0	0
启动	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	计数	0	保持	1	1	置数	0	1	0	0	0	0	1	
发送地址	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	$\overline{X_1}$	
					0	0	1	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	X_1
检测 ACK	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	\overline{ACK}	
					0	1	0	0	1	1	计数	0	保持	1	1	置数	Z	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	$ACK \cdot W$
					0	1	1	0	x	0	置数	0	保持	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	0	$ACK \cdot R$
发送数据	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	$\overline{X_1}$	
					0	1	0	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	SR(7)	\overline{CLK}	1	0	0	0	0	X_1
检测 ACK	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	\overline{ACK}	
					1	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	Z	\overline{CLK}	1	0	1	0	0	ACK
接收数据	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	0	1	SDA	$\overline{X_1}$	
					0	1	1	1	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	Z	\overline{CLK}	1	1	1	1	SDA	X_1
发送 NACK	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	1	\overline{CLK}	1	0	0	0	1	
停止	1	0	0	0	0	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	1	1	0	0	0	1	

- b) LD1: 为状态计数器的置数端“LD”
- c) EN2: 为移位计数器的计数使能端“ENT”或“ENP”
- d) S1、S0: 为移位寄存器的控制端,“00”保持、“01”右移、“10”左移、“11”置数
- e) Phase: 移位寄存器时钟相位切换标识信号。在主机发送数据时主机是在每个下降沿移出数据,从机在上升沿采样,而主机接收数据时,从机在下降沿移出数据,主机在上升沿采样,所以最后一个数据位被移出后,要切换移位寄存器的时钟沿
- f) SDA: SMDAT 数据线
- g) L: 显示接收到的数据
- h) S_{IN}: 移位寄存器移入信号

状态名称	现态			次态			状态计数器			移位计数器		移位寄存器				数据输入	数据显示	移入数据	条件
	Q _C ⁿ	Q _B ⁿ	Q _A ⁿ	Q _C ⁿ⁺¹	Q _B ⁿ⁺¹	Q _A ⁿ⁺¹	EN1	LD	功能	EN2	功能	S ₁	S ₀	功能	Phase	SDA	L	S _{IN}	
空闲	0	0	0	0	0	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	1
接收地址	0	0	1	0	0	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	$\overline{X_1}$
				0	1	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	X ₁
发送 ACK	0	1	0	0	1	1	1	1	计数	0	保持	0	0	保持	0	0	0	0	$\overline{SR(0)}$
				1	0	1	x	0	置数	0	保持	1	1	置数	0	0	0	0	SR(0)
接收数据	0	1	1	0	1	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	0	Z	0	SDA	$\overline{X_1}$
				1	0	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	0	Z	1	SDA	X ₁
发送 ACK	1	0	0	0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	0	0	0	1
发送数据	1	0	1	1	0	1	0	1	保持	1	计数	1	1	置数	1	SR(7)	0	0	X ₂
				1	0	1	0	1	保持	1	计数	0	1	移位	1	SR(7)	0	0	$\overline{X_2 X_1}$
				1	1	0	1	1	计数	1	计数	0	1	移位	1	SR(7)	0	0	X ₁
检测 NACK	1	1	0	1	1	0	0	1	保持	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	\overline{SDA}
				0	0	0	x	0	置数	0	保持	0	0	保持	0	Z	0	0	SDA