



帶I²C接口的15693 NFC标签芯片

FX668

技术手册

V1.0

1. 概述

FX668 是一款符合非接触卡国际标准 ISO/IEC 15693 的远距离读写电子标签芯片，支持符合 ISO/IEC15693 标准的读写模块及读卡机具，主要适用于LED电源及灯具参数无线调节，麦克风配对，电子价签，及需要无线近距离传输数据的产品及应用场所；该芯片工作频率为 13.56MHz，支持 ISO/IEC-15693-2 射频接口协议，配合适当的天线其有效作用距离可达 100cm，具备防冲突功能，能同时处理多个标签。片内EEPROM 存储空间，用户区共分为 32 页（block），每页 32 位。另外有 64 位为唯一序列号，32 位用作特殊功能（AFI、DSFID 等）。

它除了有ISO/IEC15693 的RF 接口，还有I²C 接触式接口。接触式接口可以用于和外部的 MCU 通信。利用这两个接口之间的通信，可以实现快速的接口之间的数据交换。这两个接口之间的通信可以利用内部集成的SRAM 作为数据缓冲，而不必局限于EE 存储器。I²C 接触式接口还可以配置成主动模式。即本芯片可以部分替代MCU 单片机的功，主动发起I²C 通信，对从属I²C 设备进行读写操作。

1.1 特点

- 数据和能量以无线方式传输
- 射频接口完全符合 ISO15693 标准（ISO/IEC 15693）
- 工作频率：13.56MHz
- 读写距离：可达 150cm（取决于天线的几何尺寸）
- 通讯速率：可达 53Kbit/s
- 帧校验方式：16 位CRC 校验
- 具备防冲突功能
- 支持应用类型识别（AFI）
- 数据存储格式识别（DSFID）
- EAS 防盗功能
- AFI、EAS 密钥保护功能
- 附加快速读卡功能（同时防冲突）
- 写距离等于读距离
- 1024 位用户可用存储空间，共分 32 块，每块 4 字节计 32 位
- 数据保持时间可达 10 年
- 读写次数可达 10 万次
- 每个标签具有唯一的芯片序列号以供识别
- 每个用户数据块具有锁定功能
- DSFID、AFI 具有锁定功能
- 用户区密钥读写保护功能
- 支持自毁功能
- 支持 CID 定制功能
- DFN8 及 SOP8 两种封装可选

引脚定义

8 7 6 5



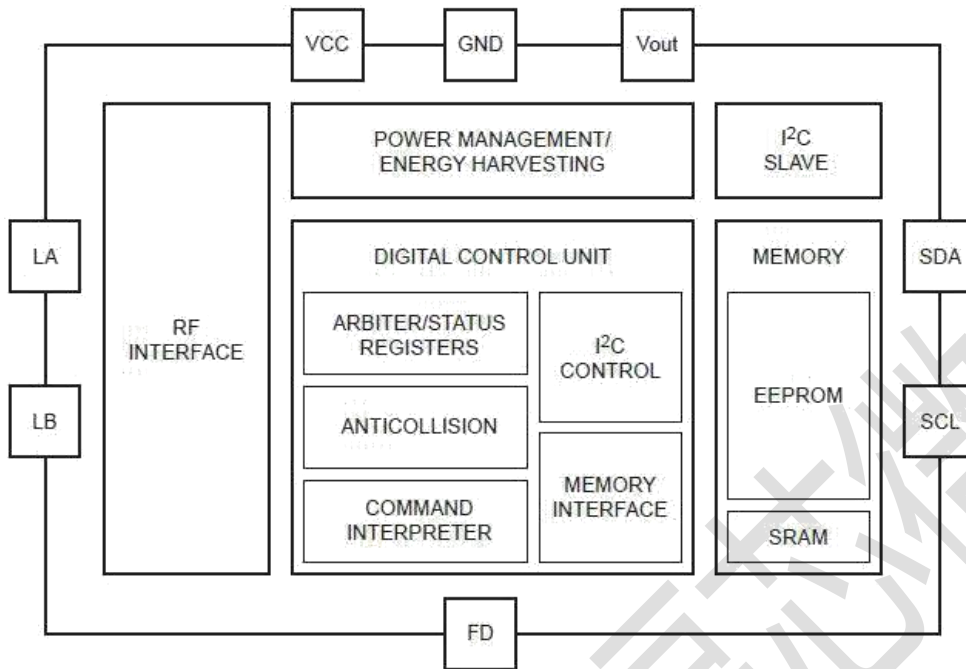
1 2 3 4

DFN8 TOP VIEW

引脚	引脚定义	引脚描述
1	VCC	电源 3.3V
2	SCL	I ² C 总线时钟
3	SDA	I ² C 总线数据线
4	FD	现场检测脚
5	GND	地
6	Vout	芯片输出引脚
7	RF1	天线引脚
8	RF2	天线引脚

1.2 FX668 原理图

FX668



2 EEPROM 存储器结构

FX668 的存储器结构如下图所示。1024 位用户存储空间共分为 32 块，每块 4 字节计 32 位。

块是最小的读写单位。每个字节的第 0 位和第 7 位分别为 LSB 和 MSB。

block		Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
0	0h	X	X	X	X
1	1h	X	X	X	X
2	2h	X	X	X	X
3	3h	X	X	X	X
4	4h	X	X	X	X
...	...	X	X	X	X
31	1fh	X	X	X	X
32	20h	RFU	RFU	RFU	RFU
33	21h	RFU	RFU	RFU	RFU
34	22h	RFU	RFU	RFU	RFU
35	23h	RFU	RFU	RFU	RFU
36	24h	UID			
37	25h				
38	26h				
39	27h				
40	28h				
...	...				
47	2fh				
48	30h	I2C_CONFIGURATION_REG			
49	31h				

50	32h				
51	33h				
52	34h	I ² C_SLAVE_AD DR			
53	35h				
54	36h				
...	...				
63	3fh				

表中列出了出厂时芯片的EEPROM 中的所存储的数据。其中，X 表示数据待定，RFU 表示保留，| 表示内部字节，如AFI，DSFID 等。

2.1 芯片唯一序列号

根据ISO/IEC 15693-3，64 位的芯片唯一序列号在芯片生产过程中写入，并永不能被改写。UID 的计数方式为从LSB1 到 MSB64，与字节中的位计数方式相反。UID 的格式如下表所示。

MSB								LSB
64~57	56~49	48~41	40~1					
“E0”	注册号	“01”	唯一序列号					
UID7	UID6	UID5	UID4	UID3	UID2	UID1	UID0	

2.2 应用类型识别 AFI

AFI 字节 用于应用类型识别。当读写器发送的 Inventory Read 指令和 Inventory Write 指令中，AFI 标志被置位时，该字节的值被用于区别不同的应用类型。关于 AFI 的详细内容请参阅 ISO/IEC 15693-3。

2.3 数据存储格式识别

DSFID 字节用于数据存储格式识别。关于 DSFID 的详细内容请参阅 ISO/IEC 15693-3。

2.4 只读设置

EEPROM 的32 个用户数据块可以分别进行只读状态进行设置。如果设置了只读状态，该块将不可再改写，该块也不能再恢复成可写入状态。

2.5 用户区的密钥保护读写功能

32 块用户区可以由用户分为两部分，前半部分开放读写功能，后半部分的读写功能可以用密钥保护。保护权限可以是写保护或读写都保护。

2.6 用户定义 ID 功能（CID）

FX668 芯片增加了一个 4 字节长度的客户定义代码功能，可以通过专有指令读出 CID 用于校验芯片合法性。CID 由芯片在厂家初始化时写入，用户无法更改。如无特殊指令，该 CID 出厂值为 00。

2.7 出厂设置

FX668 的出厂设置如下：

- UID 唯一且只读

- 写权限状态允许修改所有块（UID 块除外）
- 支持AFI，但未定义
- 支持DSFID，但未定义
- 用户数据存储区未定义
- 初始密钥为01 23 45 67H

3.0 通讯原理

通讯协议和时序请参阅 ISO/IEC 15693-2（modulation, bit-coding, framing）和 ISO/IEC 15693-3（anticollision, timing, protocol）

3.1 指令集

FX668 的指令集包括基本指令集，可选指令集和特殊指令集。

3.1.1 基本指令集

3.1.1.1 Inventory

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.1.2 Stay Quiet

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.2 可选指令集

3.1.2.1 Read Single Block

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0 和 Option 1

3.1.2.2 Write Single Block

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.3 Lock Block

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.4 Read Multiple Blocks

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0 和 Option 1

3.1.2.5 Select

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.2.6 Reset to Ready

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.2.7 Write AFI

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.8 Lock AFI

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.9 Write DSFID

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.10 Lock DSFID

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 仅支持 Option 0

3.1.2.11 Get System Information

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3 FX668 的 Tag-Type 为 01

3.1.2.12 Get Multiple Block Security Status

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.2.13 Write Multiple Blocks

其定义参阅 ISO/IEC 15693-3

3.1.3 特殊指令集

3.1.3.1 查询读(Inventory Read)

- 指令编码为 A0H
- 接到查询读指令后，FX668 的操作与抗冲突流程相似，区别在于传输的是存储区数据，而不是 UID 和 DSFID
- 发现错误时，FX668 保持静默。
- 如果 Option flag 设置为 0，传输 n 个块的数据。
- 如果 Option flag 设置为 1，传输 n 个块的数据，以及 UID 的部分数据（未被 Mask 的部分）指令帧结构包括以下内容：

1. 标志域（flags）
2. 命令代码（Inventory read command code）
3. IC 制造商代码（IC Manufacture code）
4. AFI（若 AFI flag 置起）
5. Mask length
6. Mask value（若 mask length > 0）
7. 需要读的第一个块号
8. 需要读的块数目
9. 循环冗余校验（CRC）VCD:

SOF	Flags	0xA0	IC Mfg Code	AFI	Mask Length	Mask Value 0-64bit	First Block Number	Number Of Blocks	CRC 1 6	EOF
-----	-------	------	-------------	-----	-------------	-----------------------	--------------------	------------------	---------------	-----

Inventory_flag 必须设置为 1.

Flag5~8 的设置参见 ISO/IEC 15693-3 表格 5

若指令中的 Option flag 设置为 0，应答帧包括

VICC:

当 option_flag=0

SOF	Flags	Data Repeated as needed	CRC16	EOF
-----	-------	-------------------------	-------	-----

FX668 根据指令要求，读取块中的数据，返回给读写器。Inventory read 的返回机制和时序定义与 Inventory 指令相同。若指令中的 Option flag 设置为 1，应答帧包括 option_flag=1

SOF	Flags	Rest of UID	Data Repeated as Needed	CRC16	EOF
-----	-------	-------------	-------------------------	-------	-----

FX668 根据指令要求，读取块中的数据，返回给读写器。并同时返回 UID 的部分数据（UID 未被 Mask 的部分。在 16 slot 的抗冲突流程中，slot number 也不返回）。注意返回的是 UID 的相应比特数据。而不是用零补齐的数据。Inventory read 的返回机制和时序定义与 Inventory 指令相同。

注：传输的 UID 比特数目可以用下列方法计算：

16 slots: 64 - 4 - mask length 后，取整数个字

节 1 slot: 64 - mask length 后，取整数个字节

注：如果要读取的第一个块的地址与块数目之和超过了用户数据区的块数目，传输的块数目会比需要的块数目少，就是说，最后返回的块是用户数据区的最高块，后接 16 比特 CRC 和 EOF

举例说明：mask length = 30

返回值：64 - 4 - 30 = 30，返回 4 个字节

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	UID	
mask value incl. padding with zeros									transmitted by Interrogator
				returned value				transmitted by 2502	

3.1.3.2 快速查询读(Fast Inventory Read)

指令编码为 A1H

接到快速查询读指令后，FX668 的操作与查询读相似，区别在于：

1. FX668 返回给读写器的数据速率是 ISO/IEC15693 协议中规定的两倍（取决于 datarate_flag，高速率为 53k 比特/s，低速率为 13k 比特/s）。
2. 读写器到 FX668 的数据速率保持不变，与 ISO/IEC15693 协议规定相同。
3. 读写器发送的 EOF 的上升沿到 FX668 应答之间的时间保持不变，与 ISO/IEC15693 协议规定相同。
4. FX668 返回给读写器的通信，仅支持单副载波模式。

3.1.3.3 设置 EAS (Set EAS)

如果 EAS 功能没有锁定，该命令启动 EAS 功能。如果 EAS 功能是密钥保护的，则需要先密钥认证过后才能执行该命令。

VCD:

SOF	Flags	0xA2	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.4 复位 EAS (Reset EAS)

如果 EAS 功能没有锁定，该命令关闭 EAS 功能。如果 EAS 功能是密钥保护的，则需要先密钥认证过后才能执行该命令。

VCD:

SOF	Flags	0xA3	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.5 锁定 EAS (Lock EAS)

该命令锁定当前的 EAS 状态。如果 EAS 功能是密钥保护的，则需要先密钥认证过后才能执行该命令。

VCD:

SOF	Flags	0xA4	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.6 EAS 报警 (EAS Alarm)

如果EAS 状态是启动状态，则该命令执行后将返回 EAS 序列，共 256 比特。如果接收指令错误，则芯片保持静默。

VCD:

SOF	Flags	0xA5	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	EAS Sequence	CRC16	EOF
-----	-------	--------------	-------	-----

Err:

No Response

3.1.3.7 取随机数 (Get Random Number)

该命令使芯片返回的两个字节的随机数，当使用密钥认证时，密钥需要和这两个随机数进行异或运算。

VCD:

SOF	Flags	0xB2	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	Random Number 16 bits	CRC16	EOF
-----	-------	-----------------------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.8 设置密钥 (Set Password)

该命令用于认证读写、自毁、EAS/AFI 的密钥。如果芯片相应的密钥保护功能开启的话，芯片上电后需要执行一次该命令。该命令只能工作在寻址模式或选择模式。命令中的密钥参数是实际密钥和芯片返回的两个随机数异或运算得到的。

VCD:

SOF	Flags	0xB3	IC Mfg Code	UID 64bits	PWD ID	XOR PWD	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	--------	---------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

注 1: XOR_PWD=PWD[31:0] ^ {RND Number[15:0],RND Number[15:0]}

注 2: 该命令只工作在地址模式和选择模式

注 3: PWD ID 表

ID	PWD
01h	Read/Write
08h	Destroy
10h	EAS

注 4: 如果 VICC 收到一个错误密钥, 它将不再执行任何指令, 直到下次上电。

3.1.3.9 写密钥 (Write Password)

该命令用于写入新密钥。该命令执行前需要先执行成功认证密钥命令。

VCD:

SOF	Flags	0xB4	IC Mfg Code	UID 64bits	PWD ID	PWD 32 bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	----------------	---------------	-----------	----------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

注 1: 旧密码必须已用 set password 命令验证过, 且密码没有被锁

住。注 2: 新密码立即生效

注 3: 该命令只工作在地址模式或选择模式。

注 4: PWD ID 表

ID	PWD
01h	Read/Write
08h	Destroy
10h	EAS

3.1.3.10 锁定密钥 (Lock Password)

该命令用于锁定密钥, 该命令执行成功后, 密钥将不能再被更改。

VCD:

SOF	Flags	0xB5	IC Mfg Code	UID 64bits	PWD ID	CRC16	EOF
-----	-------	------	----------------	---------------	-----------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

注 1: 相应密码必须已用 set password 命令验

证过。注 2: 密码被锁后, 永远不能再更改。

注 3: 该命令只工作在地址模式或选择模式。

注 4: PWD ID 表

ID	PWD
01h	Read/Write
08h	Destroy
10h	EAS

3.1.3.11 密钥保护 EAS/AFI (Password Protect EAS、AFI)

该命令使能EAS/AFI 的密钥保护功能，该命令执行前需要先执行成功执行一次密钥认证命令。

Option=0 时EAS 密钥保护

Option=1 时AFI 密钥保护

一旦执行成功该命令，EAS/AFI 的密钥保护将不可恢复。

VCD:

SOF	Flags	0xA6	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.12 密钥保护数据块 (Protect Page)

该命令使数据区的page number 页号以后部分的访问权限受读写密钥的保护。访问权限的定义由Protection Status 的值定义。

VCD:

SOF	Flags	0xC6	IC Mfg Code	UID 64bits	Page Number	Protection Status	CRC 16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------------	-------------------	--------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

注 1: 如果page 处于public 模式，执行此命令不需要验证密钥，否则相应的密钥须先得到验证。

注 2: page 保护模式没有被锁住，否则不可执行该指令。

注 3: Page Number 表示大于等于这个地址的数据区被密钥保护

注 3: 保护状态说明

Protection Status	32Bitsmode
00h	Public
01h	R/W Protected
10h	W Protected

3.1.3.13 锁定数据区保护状态 (Lock Page Protection

Condition) 该命令执行成功后，将数据区的保护状态锁定，不能再更改。

VCD:

SOF	Flags	0xC7	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

注 1: 指令执行前, 读写密钥首先须被验证。

3.1.3.14 读数据块保护状态 (Get Multiple Protection Status)

该命令返回指定数据块的保护状态值。

VCD:

SOF	Flags	0xC8	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	Page Number	Protection Status	CRC16	EOF
-----	-------	-------------	-------------------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.15 芯片自毁 (Destroy)

该命令执行成功后, 芯片不再执行任何指令。只能在密钥认证成功后才可执行该指令。该命令只工作在地址模式和选择模式下。

VCD:

SOF	Flags	0xB9	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

SOF	Flags	CRC16	EOF
-----	-------	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

3.1.3.16 读 CID 功能 (Read CID)

该命令返回 4 字节的客户定义的 CID 值。

VCD:

SOF	Flags	0xC1	IC Mfg Code	UID 64bits	CRC16	EOF
-----	-------	------	-------------	------------	-------	-----

VICC:

Option=0

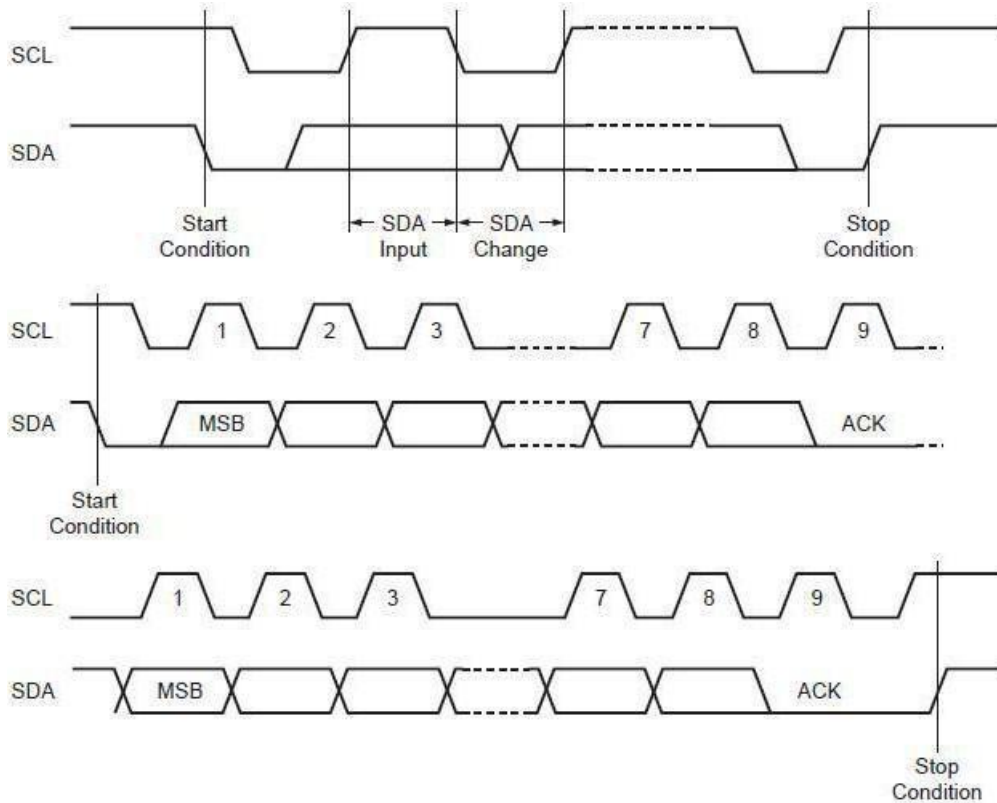
SOF	Flags	CID	CRC16	EOF
-----	-------	-----	-------	-----

Err:

SOF	Flags	Error Code	CRC16	EOF
-----	-------	------------	-------	-----

4. I²C 通信

4.1 I²C 通讯协议



4.1.1 Start 和 Stop 位

SDA 下降沿位于 SCL 的高电平状态。只有监测到 start 信号后，本芯片才会开始工作。

SDA 上升沿位于 SCL 的高电平状态。Stop 信号用来表示通讯结束，stop 信号用来触发内部写操作的开始。

4.1.2 I²C 串口软复位

本芯片的 I²C 接口可以通过 I²C 接口对其进行软复位，如果连续接收到两个 start 信号之间没有 stop 信号，则会产生软复位对本芯片的 I²C 接口进行复位。

4.1.3 Acknowledge 认证位

此信号用来表示一个 byte 的成功传输。总线发送端，不管是 master 还是 slave 端在接收到 8 个 bit 的数据后在第 9 个 SCL 脉冲器件，接收端将把 SDA 拉低表示已接收到 8 个 bit 的数据。

4.1.4 数据输入

本芯片将在 SCL 的上升沿对 SDA 进行采样，为了能正确地进行采样，SDA 必须在 SCL 上升沿期间保持稳定，且只能在 SCL 为低电平时改变信号值。

4.1.5 地址

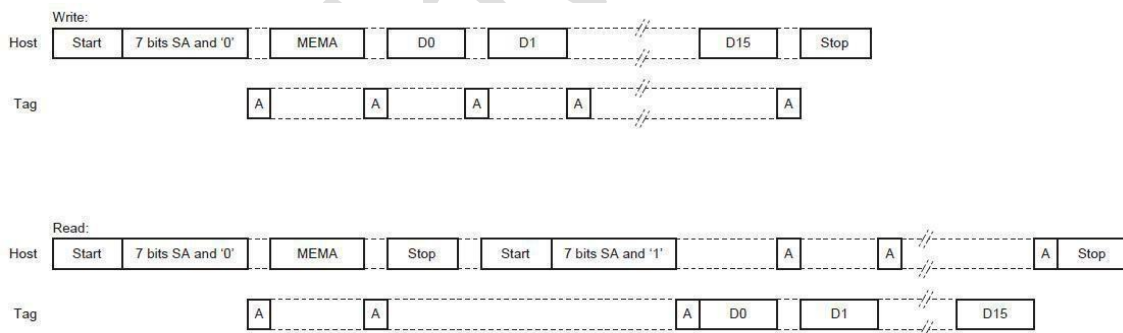
Start 信号之后，master 端（MCU）会发送 device 地址，其值由 7 个 bit 构成。如果地址匹配，则本芯片将在第 9 个 SCL 时反馈 ACK 信号，否则将从总线退出。

表 19: 设备地址 devaddr

	Device address							R/W
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Value	1	0	1	0	1	0	1	1/0

I²C 的设备地址 devaddr (byte 0 – block 34h) 可以通过 I²C 接口或 RF 接口进行读写和修改。

4.1.6 I²C 对 EEPROM 或 SRAM 的读写操作



串口（I²C）的 Read 和 Write 操作均以 4-byte 为一个完整数据块（one block）。40h~4Fh 为 SRAM 访问空间，50h~53h 为 Session 访问空间

读操作：Start 起始位 + {7-bit addr, 0b} + 1-byte 存储器地址 + start 起始位 + {7-bit addr, 0b} + ...

写操作：Start 起始位 + {7-bit addr, 0b} + 1-byte 存储器地址 + D0 + Stop

4.2 I²C 寄存器和RAM

4.2.1 EE 内存储的I²C 内容

48	30h	I ² C_CONFIGURATION_REG			
49	31h				
50	32h				
51	33h				
52	34h	I ² C_SLAVE_ADDR			

在 EE 内 30h~34h 块内，存放了 I²C 相关的配置。它包括两个选项，一个是 I²C_CONFIGURATION_REG，它是 I²C 控制寄存器的初始值，在上电时，系统自动读出 30h~33h 的内容，送入 I²C 控制寄存器，用作初始值；另外一个 I²C_SLAVE_ADDR，它是设备地址 devaddr。

4.2.2 RAM 和控制寄存器

block		Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
64	40h	SRAM			
65	41h				
66	42h				
67	43h				
68	44h				
69	45h				
70	46h				
71	47h				
72	48h				
73	49h				
74	4ah				
75	4bh				
76	4ch				
77	4dh				
78	4eh				
79	4fh				
80	50h	REG0	REG1	REG2	REG3
81	51h	REG4	REG5	REG6	REG7
82	52h	REG8	REG9	REG10	REG11
83	53h	REG12	REG13	REG14	REG15

40h~4fh 共有 16 块，64 字节属于 SRAM 区域。该区域每次上电都会恢复为 0，只能用作暂存。

50h~53h 共有 4 块，16 字节属于控制寄存器区域。该区域在上电时，会读取 EE(30h~33h) 的内容作为初值。它控制了 I²C 的被动模式和主动模式操作。

被动模式：是指 I²C 的 SCL 线的时钟由外界 master 端送入，本芯片在 SCL 的时钟控制下，解读出 slave addr 和 mem addr，在比较 slave addr 和 EE 的 I²C_SLAVE_ADDR 相等的情况下，如果是读操作，那么根据 mem addr，从 EE 或 SRAM，控制寄存器等内容送出字节，以便让 master 端获取存储内容；如果是写操作，那么根据 mem addr，如果是 EE 区域，那么只取前 4 字节，写入对应的 EE 的某地址内，如果是 SRAM 或控制寄存器区域，那么可以变长度连续写入。由于在整个操作过程中，本芯片处于被动状态，称为被动模式。

主动模式：是指 I²C 的 SCL 时钟线由本芯片发出，发出的时钟频率和两条指令的间隔由 EE 配置而成。在发送前，其他设备通过 RF 对对应的控制寄存器写入 slave addr 和 mem addr，以及是读还是写操作。那么本芯片根据这些配置，在 SDA 数据线上，依次送出 slave addr 和 mem addr。如果是读操作，那么本芯片从 SDA 上读出对应的字节，写入 SRAM 区域内；如果是写操作，写数据应预先由其他设备通过 RF 端写入 SRAM 内，那么本芯片则从 SRAM 取出数据依次从 SDA 线发出。在整个 I²C 通信过程中，本芯片处于主动发起状态，称为主动模式。

主动模式涉及到的寄存器为：REG0~REG7，REG8(bit1)，REG13，REG15，它们称为主动模式寄存器，其他为被动模式寄存器。在设定 REG8(bit1) 为 1 后，主动模式寄存器启用，被动模式的寄存器均无效。

主动模式分为 4 个通道，每个通道占用 SRAM 64 byte 的 16 byte，通道 0 占用 0~15，通道 1 占用 16~31，通道 2 占用 32~47，通道 3 占用 48~63。每个通道的 16 字节在写操作时，由 RF 预先写入数据；在进行主动读操作时，读取的数据写入这 16 字节中，由 RF 进行读取。每个通道发起操作都有独立的 slave 地址和 mem 地址，由 RF 进行设定，它们是 CH*_SLAVE_ADDR 和 CH*_MEM_ADDR。

REG0 CH0_SLAVE_ADR
REG1 CH0_MEM_ADR
REG2 CH1_SLAVE_ADR
REG3 CH1_MEM_ADR
REG4 CH2_SLAVE_ADR
REG5 CH2_MEM_ADR
REG6 CH3_SLAVE_ADR
REG7 CH3_MEM_ADR

以上为主动模式寄存器，定义主动模式在各个通道进行发送时的 slave addr 和 mem addr，这些地址可以根据情况设定为相同或不同。

REG8---NC_REG

Bit 0 --- TRANSFER_DIR 在 pass-through mode 有效时，0 代表 I²C ->RF；1 代表 RF->I²C。

Bit 1 --- sram_mirror_on 启用SRAM 的mirror 功能，高有效。

Bit 3:2 --- FD_ON (FD 信号由 1 变为 0)

定义 FD 输出为 0 的条件。00 表示在 RF 场出现时；01 表示第一个有效的帧；10 表示 select 指令执行完毕；11 表示数据写入完毕 (RF ->I²C)，或数据被RF 读出完毕 (I²C ->RF)。Bit 5:4 --- FD_OFF (FD 信号由 0 变为 1)

定义 FD 输出为 1 的条件。00 表示 RF 场消失时；01 表示场消失或进入 HALT 状态；10 表示场消失或 LAST_NDEF_BLOCK 读出；11 表示：在 FD_ON 不是 11 时，只有在场消失时；在 FD_ON 等于 11 时，除了场消失，还包括(RF ->I²C)最后一个数据被读出；(I²C ->RF)最后一个数据被写入。

Bit 6 --- PTHRU_ON_OFF 1 表示 pass through mode 启动

Bit 7 --- ACTIVE_MODE 1 表示主动模式，它启动后，所有被动模式寄存器设定均无效，只有主动模式的寄存器生效；0 表示被动模式，主动模式寄存器失效。

REG9 --- LAST_NDEF_BLOCK

Bit 7:0 --- 用于FD_OFF 信号设定，必须是 0h~1fh，如果不在这个范围内，FD_OFF 的 10 定义自动失效。

REG10 --- SRAM_MIRROR_BLOCK

Bit 7:0 --- SRAM 映射的首地址，必须是 0h~0fh。

REG11 --- WDT_LS

REG12 --- WDT_MS

REG13 --- ACTIVE_STATUS

Bit 3:0 CH_NAK 对应 4 个通道的读写错误，在发起新的读写操作时，自动清零

Bit 7:4 CH_NUM 每个通道参与数据的长度，0h 对应 1，fh 对应 16。

注：在每次发动每个通道的读写操作前，CH_NUM 会定义这次操作涉及的字节个数，范围为 1~16，它对 4 通道同时生效；在发起前，对CH_NAK 进行自动清零，可以通过查看 CH_NAK 对应bit 是否为 1，来查看是否出现NAK 情况。

REG14

33h 块 2 字节对应REG_LOCK

Bit 0 --- 0 表示I²C 有对EE 30h~34h 的写权限，1 表示没有

Bit 1 --- 0 表示RF 有对EE 30h~34h 的写权限，1 表示没有

Bit 2 --- 1 表示RF 端对 30 ~34h, 40 ~53h 区域的写操作，必须经过rw pwd 验证

53h 块 2 字节对应NS_REG

Bit 0 --- RF_FIELD_PRESENT 检测到RF 场

Bit 1 --- EEPROM_WR_BUSY EE 处于写状态。

Bit 2 --- EEPROM_WR_ERR EE 写错误

Bit 3 --- SRAM_RF_READY 数据存于SRAM，可以被RF

端读Bit 4 --- SRAM_I²C_READY 数据存于SRAM，可以

被I²C 端读Bit 5 --- RF_LOCKED

Bit 6 --- I²C_LOCKED

Bit 7 ---NDEF_DATA_READ

注：REG14 表示被动模式的状态，它不需要初值，因此它的初值另有含义。

REG15 --- ACTIVE_RW

Bit 3:0 对应 4 个通道的读写设定：1 表示进行写操作，0 表示读操作

Bit 7:4 对这 4bit 写入表示发起读写操作，具体为读还是写由 bit3:0 决定。写入 0 无影响，不会对该 bit 清零；写入 1 时如果该 bit 为 0，则发起该通道进行读写操作；读这些 bit 可以知道该通道的工作情形，如果等于 1，表示读写操作正在进行中；如果等于 0，表示读写完成，可以通过查询 REG13 的 Bit 3:0 来获取该通道的 ACK 应答情况，及再写入 1 发起新的读写操作。

注：4 通道读写操作的顺序为：0 ->1 ->2 ->3 ->0，它的顺序为圆筒式。如果最后一次完成的通道为 2，那么下一次看 3 通道，如果没有发起操作，那么再看 0 通道，如果再没有发起操作，再看通道 1，依次类推。

4.3 FD 引脚的使用

FD 引脚在场发生变化的条件可分为以下几种情况：

- 1) RF 场变化（进场或离场）；
- 2) 监测到有效命令（Start-of-Frame）
- 3) IC 选择；

FD 引脚同样可以被用来在 pass-through 模式下做握手信号：

- 1) 通过 RF 接口将数据写入到 SRAM 中；
- 2) 从串口（I²C）写入数据到 SRAM 中，供 RF 接口读取；

FD 引脚变化的可能情况：

表14: pass-through 的 I²C->RF 模式

RF field		Timing Diagram															
		ON	[Timing Diagram]														
FD pin		Timing Diagram															
		HIGH	[Timing Diagram]														
EVENT		I ² C	Set data direction from RF to I ² C	switch ON Pass through mode+set FD for Passthrough				Last4 bytes of SRAM read by I ² C						Last 4 bytes of SRAM read by I ² C			
		RF	Rf field switches ON			RF writing data to the SRAM buffer	Last4 bytes of SRAM written by RF			RF writing data to the SRAM buffer	Last4 bytes of SRAM written by RF					RF field switches OFF	
REGISTERS	NC_REG	NS_REG	NDEF_DATA_READ	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			I ² C_LOCKED	0b	0b	0b	0b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	0b	0b	1b	0b
			RF_LOCKED	0b	0b	0b	1b	1b	1b	0b	0b	1b	1b	1b	0b	0b	1b
			SRAM_I ² C_READY	0b	0b	0b	0b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	0b	0b	1b	0b
			SRAM_RF_READY	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			EEPROM_WR_ERR	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			EEPROM_WR_BUSY	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			RF_FIELD_PRESE	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
			I ² C_RST_ON_OFF	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			PTHRU_ON_OFF	0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
			FD_ON	0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
			FD_OFF	0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
			OFF	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			PTHRU_DIR	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b

 表15: pass-through 的 RF->I²C 模式

RF field		Timing Diagram															
		ON	[Timing Diagram]														
FD pin		Timing Diagram															
		HIGH	[Timing Diagram]														
EVENT		I ² C	Set data direction from I ² C to RF	Switch ON Pass through mode+set FD for Passthrough operations	I ² C writing data to the SRAM buffer	Last 4 bytes of SRAM written by I ² C			I ² C writing data to the SRAM buffer	Last 4 bytes of SRAM written by I ² C			Last 4 bytes of SRAM read by RF		Last 4 bytes of SRAM read by EF	Rf field switches OFF	
		RF	Rf field switches ON														
REGISTERS	NC_REG	NS_REG	NDEF_DATA_READ		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b
			PC_LOCKED		0b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	1b	
			RF_LOCKED		0b	0b	0b	0b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	1b	0b	
			SRAM_I ² C_READY		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	
			SRAM_RF_READY		0b	0b	0b	0b	0b	0b	1b	1b	0b	0b	1b	0b	
			EEPROM_WR_ERR		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	
			EEPROM_WR_BUSY		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	
			RF_FIELD_PRESENT		0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	
			I ² C_RST_ON_OFF		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	
			PTHRU_ON_OFF		0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	
			FD_ON		0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	
			FD_OFF		0b	0b	0b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	
			SRAM_MIRROR_ON_OFF		0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	
			PTHRU_DIR		1b	1b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	0b	

表 16: 监测到RF 场

RF field		ON						
		OFF						
FD pin		HUGH						
		LOW						
EVENT		I ² C						
		RF	RF field switches ON			RF field switches OFF		
REGISTERS	NS_REG	NDEF_DATA_READ		0b	0b		0b	0b
		PC_LOCKED		0b	0b		0b	0b
		RF_LOCKED		0b	0b		0b	0b
		SRAM_PC_READY		0b	0b		0b	0b
		SRAM_RF_READY		0b	0b		0b	0b
		EEPROM WR ERR		0b	0b		0b	0b
		EEPROM_WR_BUSY		0b	0b		0b	0b
		RF_FIELD_PRESENT		0b	1b		1b	0b
	NC_REG	PC_RST_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		PTHRU_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		FD_ON		0b	0b		0b	0b
				0b	0b		0b	0b
		FD_OFF		0b	0b		0b	0b
				0b	0b		0b	0b
		SRAM-MIRROR_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		PTHRU_DIR		1b	1b		1b	1b

表 17: 接收到第一个有效数据帧(state-of-Frame)

RF field		ON						
		OFF						
FD pin		HIGH						
		LOW						
EVENT		I ² C						
		RF	First valid State of-Frame			RF field switches Off or tag set to the HALT state		
REGISTERS	NS_REG	NDEF_DATA_READ		0b	0b		0b	0b
		PC_LOCKED		0b	0b		0b	0b
		RF_LOCKED		0b	0b		0b	0b
		SRAM_PC_READY		0b	0b		0b	0b
		SRAM_RF_READY		0b	0b		0b	0b
		EEPROM WR ERR		0b	0b		0b	0b
		EEPROM_WR_BUSY		0b	0b		0b	0b
		RF_FIELD_PRESENT		0b	1b		1b	0b
	NC_REG	PC_RST_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		PTHRU_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		FD_ON		0b	0b		0b	0b
				1b	1b		1b	1b
		FD_OFF		0b	0b		0b	0b
				1b	1b		1b	1b
		SRAM-MIRROR_ON_OFF		0b	0b		0b	0b
		PTHRU_DIR		1b	1b		1b	1b

表 18: 对侦测到的芯片进行选择

RF field		ON							
		OFF							
FD pin		HIGH							
		LoW							
EVENT		I ² C							
		RF	Selection of the tag			Rf field switches OFF or RF read the last 4 bytes of the NDEF message defined in LAST_NDEF_MESSAGE			
REGISTERS	NS_REG	NDEF_DATA_READ	0b	0b		0b	0b		
		I ² C_LOCKED	0b	0b		0b	0b		
		RF_LOCKED	0b	0b		0b	0b		
		SRAM_I ² C_READY	0b	0b		0b	0b		
		SRAM_RF_READY	0b	0b		0b	0b		
		EEPROM_WR_ERR	0b	0b		0b	0b		
		EEPROM_WR_BUSY	0b	0b		0b	0b		
		RF_FIELD_PRESENT	0b	1b		1b	0b		
	NC_REG	I ² C_RST_ON_OFF	0b	0b		0b	0b		
		PTHRU_ON_OFF	0b	0b		0b	0b		
		FD_ON		1b	1b		1b	1b	
				0b	0b		0b	0b	
		FD_OFF		1b	1b		1b	1b	
				0b	0b		0b	0b	
SRAM-MIRROR_ON_OFF	0b	0b		0b	0b				
PTHRU_DIR	1b	1b		1b	1b				

4.4 看门狗

由于外部 MCU 可能长时间锁定串口 (I²C)，因此看门狗用来对串口解锁，使得 RF 可对其进行访问。串口解锁动作将不通知 MCU 端，但是 NS_REG 寄存器中的 I²C_LOCKED 位将清除。

看门狗默认值为 20ms (848h)，其值可在 0001h (9.43us) ~FFFFh (616.25ms) 之间任意设定。定时器将在本芯片和串口之间通信开始时启动。如果在看门狗定时器时间到达后串口 (I²C) 通讯仍在继续，则该次通讯将被继续直到结束，然后状态寄存器 I²C_LOCKED 将被立即清除。

如果在定时器时间到达前串口通讯已结束，则状态寄存器 I²C_LOCKED 将不会被外部 MCU (host) 清除，而是在定时器结束时自动清除。

看门狗只有在外部供电 VCC 引脚供电时有效 (VCC_active=1)。以下两种情况将屏蔽看门狗功能：1) 当 VCC 掉电后；2) 当 I²C_LOCKED=0b & RF_LOCKED=1b 时；

5. 电气参数

5.1 绝对参数

符号	参数说明	最小值	最大值	单位
Tstg	储存温度范围	-55	140	°C
VESD	ESD 电压	±2000	—	V _{peak}
I _{max LA-LB}	最大输入峰值电流		±60	mA _{peak}

注*：ESD 测试使用 JESD22-A114 (HBM 模式) 标准。

5.2 工作参数

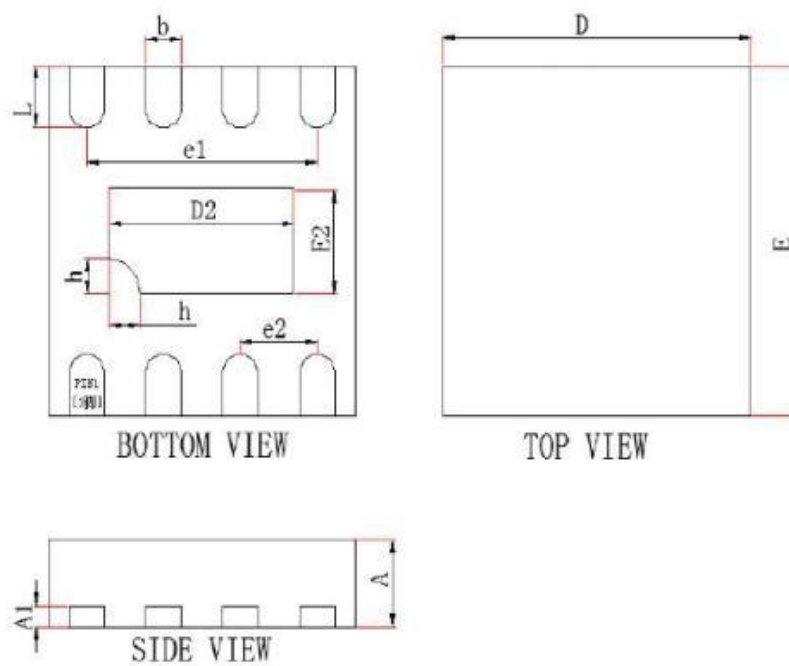
符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T _{jop}	工作温度	-25		+80	°C
I _{LA-LB}	天线间输入电流	—	—	30	mA _{rms}
f _{op}	载波频率	13.553	13.56	13.567	MHz
V _{dd}	输入电压	2.7	3.3	5.5	V
I _{dd}	V _{dd} 供电后工作电流	—	230	—	uA

5.3 电气参数

符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
C_{res}	芯片天线端口间输入电容	22.3	23.5	24.8	pF	采用 HP4285A 仪器, 天线端口间输入电压为 2V rms, 工作频率 13.56MHz
P_{min}	芯片可工作的最小输入功率		280		uW	
Load Modulation Depth	负载调制深度	10			mv	参见 ISO/IEC 10373-7
t_{ret}	EEPROM 数据保存时间	10			年	\leq °C
n_{write}	EEPROM 读写次数	100000			次	°C

6 . 封装外形

6.1 DFN



Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	0.500	0.600
A1	0.100	0.150
b	0.200	0.300
D	1.900	2.100
D2	1.100	1.300
E	1.900	2.100
E2	0.500	0.700
e1	1.400	1.600
e2	0.400	0.600
h	0.100	0.300
L	0.300	0.400