

# FDC2214 中文 Datasheet

本文档仅供参考

与官方文档不同之处以官方文档为准



技术盒子官方淘宝店铺

技术盒子官方店铺 <https://shop125570758.taobao.com>

FDC2214 传感器相关模块:

FDC2214 传感器模块:

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z38n.10677092.0.0.4bd41debYySFA3&id=573009745565>

FDC2214 传感器模块串口输出:

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z38n.10677092.0.0.4bd41debYySFA3&id=573123129888>

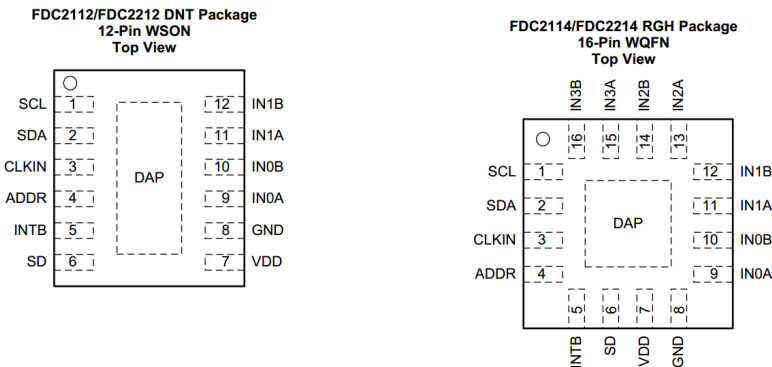
FDC2214 传感器模块升级版:

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z38n.10677092.0.0.4bd41debYySFA3&id=573228350364>

FDC2214 串口转接模块（连接 **FDC** 传感器模块之后，直接串口输出探测数据，无需调试 **I2C** 协议，无需自己写 **FDC2214** 寄存器驱动程序；调用我们的库，支持任何有串口的单片机使用（自己配置串口即可），方便快捷上手 **FDC2214**）：

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z38n.10677092.0.0.4bd41debYySFA3&id=573064811383>

5.引脚的分布和功能



引脚功能

引脚		类型 (1)	描述
名称	标号		
SCL	1	I	I2C 时钟输入
SDA	2	I/O	I2C 数据输入/输出
CLKIN	3	I	主时钟输入。如果使用内部振荡器（时钟），把此引脚接地
ADDR	4	I	I2C 地址选择引脚,接低电平地址为 0x2A,接高电平地址为 0x2B
INTB	5	O	可配置的中断输出引脚
SD	6	I	关机信号输入
VDD	7	P	电源
GND	8	G	地
IN0A	9	A	外部 LC 传感器 0 连接（连接线圈的）
IN0B	10	A	外部 LC 传感器 0 连接
IN1A	11	A	外部 LC 传感器 1 连接
IN1B	12	A	外部 LC 传感器 1 连接
IN2A	13	A	外部 LC 传感器 2 连接（FDC2114 / FDC2214 才有）
IN2B	14	A	外部 LC 传感器 2 连接（FDC2114 / FDC2214 才有）
IN3A	15	A	外部 LC 传感器 3 连接（FDC2114 / FDC2214 才有）
IN3B	16	A	外部 LC 传感器 3 连接（FDC2114 / FDC2214 才有）
DAP (2)	DAP	N/A	连接到地

- (1) I=输入，O=输出，P=电源，G=地，A=模拟
- (2) DAP 和 GND 引脚之间在芯片内部有电气连接，尽管 DAP 可以悬空，但是为了最佳性能，DAP 应该连接到和芯片 GND 等电位的地方。不要使用 DAP 作为该设备的主地，芯片的 GND 引脚必须连接到地

7.详细说明

7.1 概述

FDC2112, FDC2114, FDC2212 和 FDC2214 是高分辨率，多通道电容数字转换器，用于实现电容式传感解决方案。 与传统的开关电容架构相比，FDC2112, FDC2114, FDC2212 和 FDC2214 采用 L-C 谐

振器（也称为 L-C 谐振器）作为传感器。与其他电容式传感解决方案相比，窄带架构可实现前所未有的 EMI 抗扰性，并大大降低了本底噪声。

使用这种方法，可以把 L-C 谐振回路的电容变化看为谐振频率的变化。使用该原理，FDC 是电容数字转换器（FDC），其测量 LC 谐振器的振荡频率。设备输出与频率成比例的数值。该频率测量值可以转换为等效电容。

## 7.2 功能框图

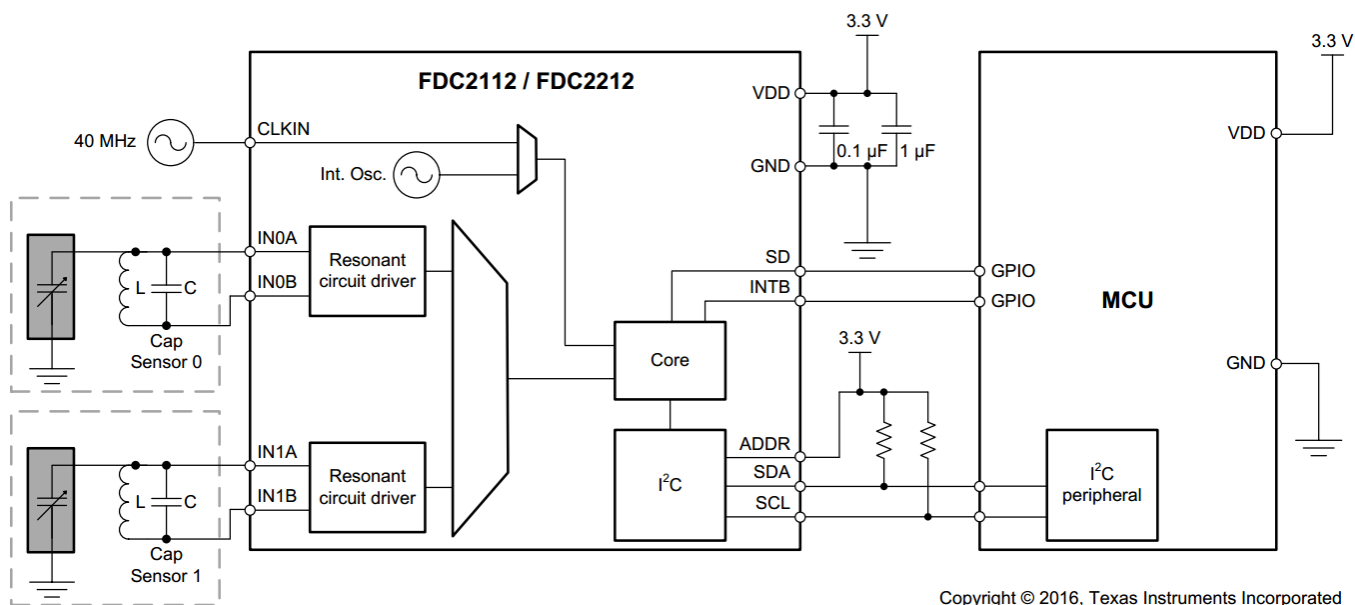


Figure 10. Block Diagram for the FDC2112 and FDC2212

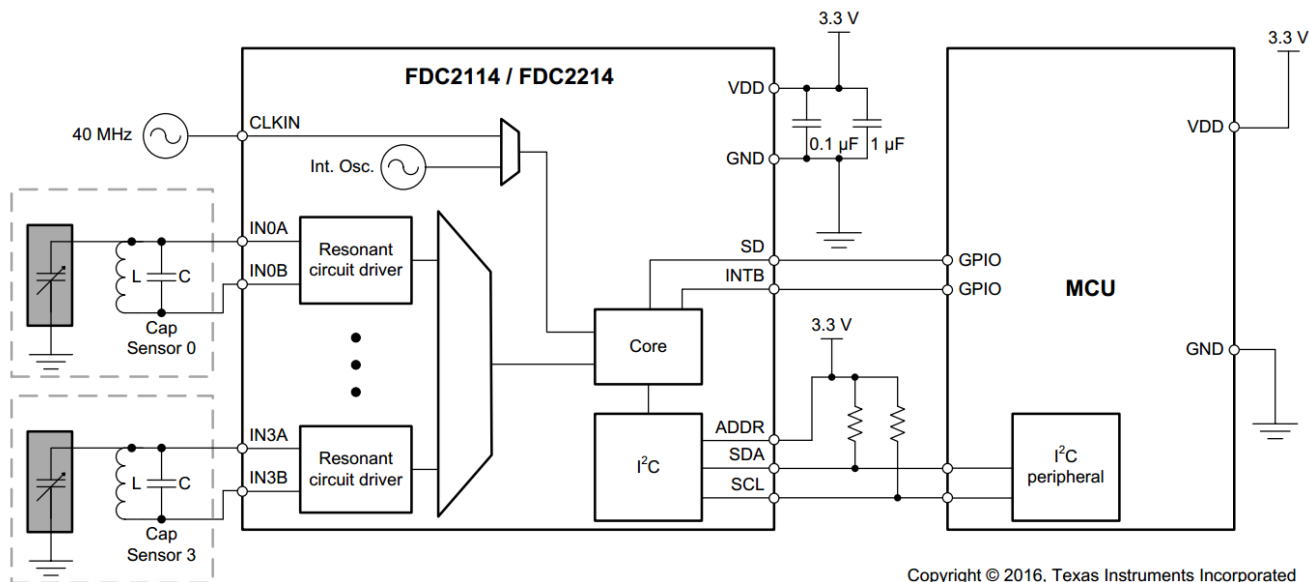


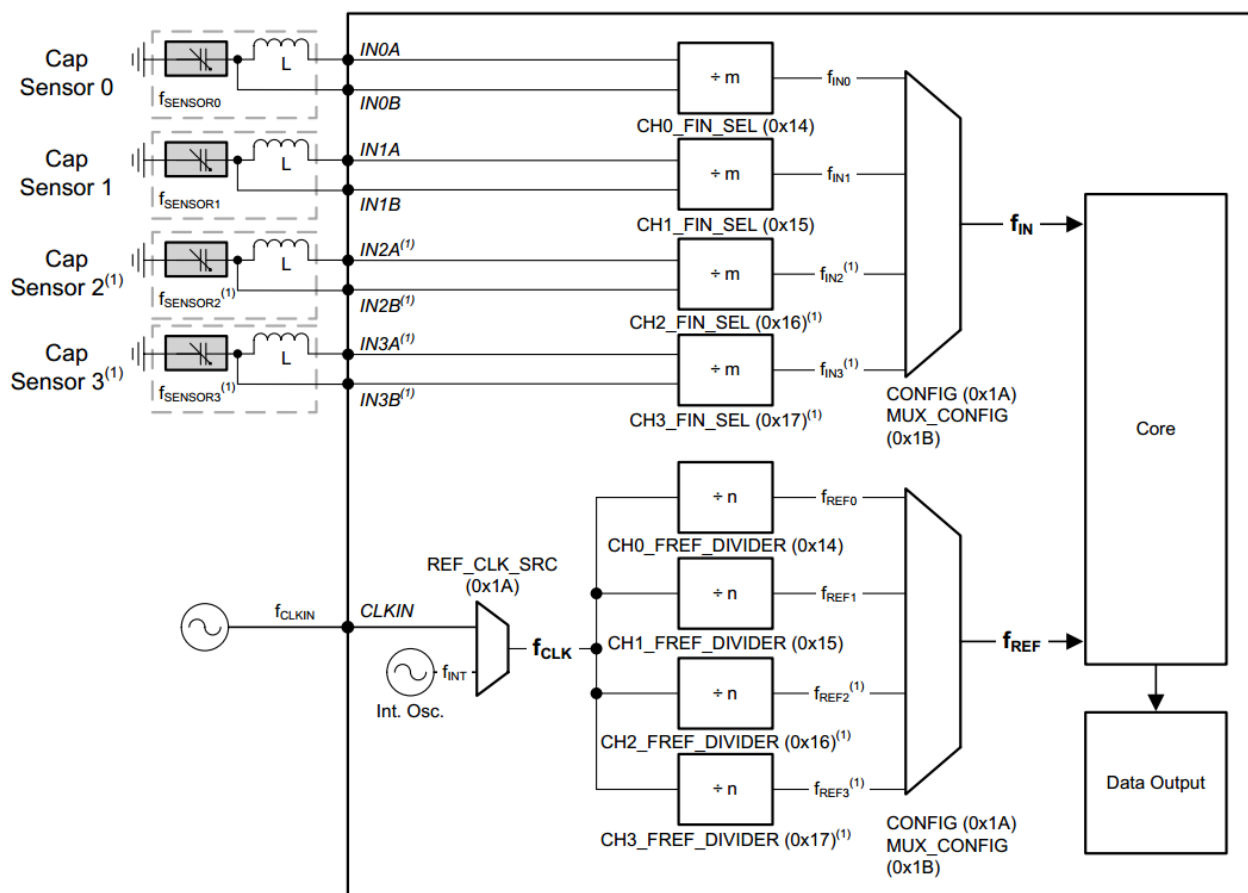
Figure 11. Block Diagram for the FDC2114 and FDC2214

FDC 由前端谐振电路驱动器组成，后面是一个多路复用器，按照顺序通过有效通道，连接到测量和数字化传感器频率( $f_{\text{SENSOR}}$ )的内核。内核使用参考频率( $f_{\text{REF}}$ )测量传感器频率。 $f_{\text{REF}}$ 由内部参考时钟（振荡器）或外部提供的时钟产生。每个通道的数字输出与  $f_{\text{SENSOR}} / f_{\text{REF}}$  的比值成比例。I²C 接口用于配置器件，并将数字化频率值传输到主机。可以使用 SD 引脚设置 FDC 为关机模式以节省电流。可以通过配置，使 INTB 引脚通知主机系统状态的变化。

### 7.3 特性描述

### 7.3.1 时钟结构

图 11 展示了 FDC 的时钟分频器和多路复用器。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 12.时钟图

(1) 仅限于 FDC2214

在图 12 中，关键时钟是  $f_{IN}$ ， $f_{REF}$  和  $f_{CLK}$ 。 $f_{CLK}$  选择内部时钟源或外部时钟源（ $CLKIN$ ）。 $f_{REF}$  是频率测量参考频率，从  $f_{CLK}$  分频而来。高精度应用推荐使用外部时钟，外部时钟能达到应用所要求的稳定和准确性。内部时钟可用在低成本和不要求高精度的场合。 $f_{INx}$  时钟是从通道  $x$  传感器频率分频而来， $f_{SENSORx}$ 。 $f_{REFx}$  和  $f_{INx}$  必须满足表 1 中的要求，取决于使用内部时钟还是外部时钟。

### Table 1. Clock Configuration Requirements

MODE <sup>(1)</sup>	CLKIN SOURCE	VALID f <sub>REFx</sub> RANGE (MHz)	VALID f <sub>INx</sub> RANGE	SET CHx_FIN_SEL to <sup>(2)</sup>	SET CHx_SETTLECO UNT to	SET CHx_RCOUNT to
Multi-channel	Internal	f <sub>REFx</sub> ≤ 55	< f <sub>REFx</sub> /4	Differential sensor configuration: b01: 0.01MHz to 8.75MHz (divide by 1) b10: 5MHz to 10MHz (divide by 2) Single-ended sensor configuration b10: 0.01MHz to 10MHz (divide by 2)	> 3	> 8
	External	f <sub>REFx</sub> ≤ 40				
Single-channel	Either external or internal	f <sub>REFx</sub> ≤ 35				

(1) 只有 FDC2114/FDC2214 才有通道 2 和 3

(2) 有关差分和单端传感器配置的信息, 请参阅传感器配置

表 2 列出了各个通道的时钟配置寄存器

表 2 时钟配置寄存器

Table 2. Clock Configuration Registers

CHANNEL <sup>(1)</sup>	CLOCK	REGISTER	FIELD [ BIT(S) ]	VALUE
All	$f_{CLK}$ = Master Clock Source	CONFIG, addr 0x1A	REF_CLK_SRC [9]	b0 = internal oscillator is used as the master clock b1 = external clock source is used as the master clock
0	$f_{REF0}$	CLOCK_DIVIDER S_CH0, addr 0x14	CH0_FREF_DIVIDER [9:0]	$f_{REF0} = f_{CLK} / CH0\_FREF\_DIVIDER$
1	$f_{REF1}$	CLOCK_DIVIDER S_CH1, addr 0x15	CH1_FREF_DIVIDER [9:0]	$f_{REF1} = f_{CLK} / CH1\_FREF\_DIVIDER$
2	$f_{REF2}$	CLOCK_DIVIDER S_CH2, addr 0x16	CH2_FREF_DIVIDER [9:0]	$f_{REF2} = f_{CLK} / CH2\_FREF\_DIVIDER$
3	$f_{REF3}$	CLOCK_DIVIDER S_CH3, addr 0x17	CH3_FREF_DIVIDER [9:0]	$f_{REF3} = f_{CLK} / CH3\_FREF\_DIVIDER$
0	$f_{IN0}$	CLOCK_DIVIDER S_CH0, addr 0x14	CH0_FIN_SEL [13:12]	$f_{IN0} = f_{SENSOR0} / CH0\_FIN\_SEL$
1	$f_{IN1}$	CLOCK_DIVIDER S_CH1, addr 0x15	CH1_FIN_SEL [13:12]	$f_{IN1} = f_{SENSOR1} / CH1\_FIN\_SEL$
2	$f_{IN2}$	CLOCK_DIVIDER S_CH2, addr 0x16	CH2_FIN_SEL [13:12]	$f_{IN2} = f_{SENSOR2} / CH2\_FIN\_SEL$
3	$f_{IN3}$	CLOCK_DIVIDER S_CH3, addr 0x17	CH3_FIN_SEL [13:12]	$f_{IN3} = f_{SENSOR3} / CH3\_FIN\_SEL$

(1) Channels 2 and 3 are only available for FDC2114 and FDC2214

### 7.3.2 多通道和单通道操作

FDC 的多通道封装使用户能够节省电路板空间并支持灵活的系统设计。例如，温度漂移通常会导致元件值的偏移，从而导致传感器的谐振频率发生偏移。使用第二传感器通道作为参考来减小温漂。当在多通道模式下操作时，FDC 顺序采样活动通道。在单通道模式下，可以设置某一个通道进行采样。表 3 显示了用于配置多通道或单通道模式的寄存器和值。

表 3.单/多通道配置寄存器

MODE	REGISTER	FIELD [ BIT(S) ]	VALUE <sup>(1)</sup>
Single channel	CONFIG, addr 0x1A	ACTIVE_CHAN [15:14]	00 = chan 0 01 = chan 1 10 = chan 2 11 = chan 3
	MUX_CONFIG addr 0x1B	AUTOSCAN_EN [15]	0 = continuous conversion on a single channel (default)
Multi-channel	MUX_CONFIG addr 0x1B	AUTOSCAN_EN [15]	1 = continuous conversion on multiple channels
	MUX_CONFIG addr 0x1B	RR_SEQUENCE [14:13]	00 = Ch0, Ch 1 01 = Ch0, Ch 1, Ch 2 10 = Ch0, CH1, Ch2, Ch3

(1) Channels 2 and 3 are only available for LDC1614

每个通道(DATAx) 数字化传感器测量可由传感器频率和参考频率的比例表示：

The data output (DATAx) of the FDC2112 and FDC2114 is expressed as the 12 MSBs of a 16-bit result:

$$DATA_x = \frac{f_{SENSORx} * 2^{12}}{f_{REFx}}$$

The data output (DATAx) of the FDC2212 and FDC2214 is expressed as:

$$DATA_x = \frac{f_{SENSORx} * 2^{28}}{f_{REFx}}$$

下表说明了每个通道采样值的寄存器。

**表 4.FDC2214/1314 采样数据寄存器**

**Table 4. Sample Data Registers**

CHANNEL <sup>(1)</sup>	REGISTER <sup>(2)</sup>	FIELD NAME [ BITS(S) ] AND VALUE (FDC2112, FDC2114)	FIELD NAME [ BITS(S) ] AND VALUE (FDC2212, FDC2214) <sup>(3)(4)</sup>
0	DATA_CH0, addr 0x00	DATA0 [11:0]: 12 bits of the 16 bit conversion result. 0x000 = under range 0xfff = over range	DATA0 [27:16]: 12 MSBs of the 28 bit conversion result
	DATA_LSB_CH0, addr 0x01	Not applicable	DATA0 [15:0]: 16 LSBs of the 28 bit conversion result
1	DATA_CH1, addr 0x02	DATA1 [11:0]: 12 bits of the 16 bit conversion result. 0x000 = under range 0xfff = over range	DATA1 [27:16]: 12 MSBs of the 28 bit conversion result
	DATA_LSB_CH1, addr 0x03	Not applicable	DATA1 [15:0]: 16 LSBs of the 28 bit conversion result
2	DATA_CH2, addr 0x04	DATA2 [11:0]: 12 bits of the 16 bit conversion result. 0x000 = under range 0xfff = over range	DATA2 [27:16]: 12 MSBs of the 28 bit conversion result
	DATA_LSB_CH2, addr 0x05	Not applicable	DATA2 [15:0]: 16 LSBs of the 28 bit conversion result

(1) Channels 2 and 3 are only available for FDC2114 and FDC2214.

(2) The DATA\_CHx.DATAx register must always be read first, followed by the DATA\_LSB\_CHx.DATAx register of the same channel to ensure data coherency.

(3) A DATA value of 0x0000000 = under range for FDC2212/FDC2214.

(4) A DATA value of 0xFFFFFFFF = over range for FDC2212/FDC2214.

**Table 4. Sample Data Registers (continued)**

CHANNEL <sup>(1)</sup>	REGISTER <sup>(2)</sup>	FIELD NAME [ BITS(S) ] AND VALUE (FDC2112, FDC2114)	FIELD NAME [ BITS(S) ] AND VALUE (FDC2212, FDC2214) <sup>(3)(4)</sup>
3	DATA_CH3, addr 0x06	DATA3 [11:0]: 12 bits of the 16 bit conversion result. 0x000 = under range 0xfff = over range	DATA3 [27:16]: 12 MSBs of the 28 bit conversion result
	DATA_LSB_CH3, addr 0x07	Not applicable	DATA3 [15:0]: 16 LSBs of the 28 bit conversion result

当 FDC 在多通道模式下通过通道序列时，每个通道的停留时间间隔为 3 部分的总和：传感器激活时间+转换时间+通道切换延迟。

传感器激活时间是传感器振荡稳定所需的稳定时间，如图 12 所示。稳定等待时间是可编程的，并且应设置为足够长以允许稳定振荡。通道 x 的稳定等待时间由下式给出：

$$t_{sx} = (CHX\_SETTLECOUNT \times 16) / f_{REFx}$$

表 5 说明了配置每个通道的稳定时间的寄存器和值。



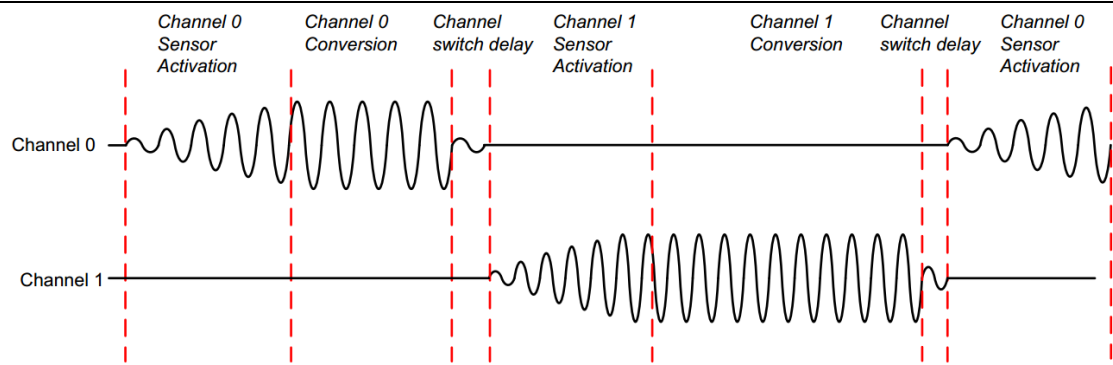


图 13.多通道模式时序

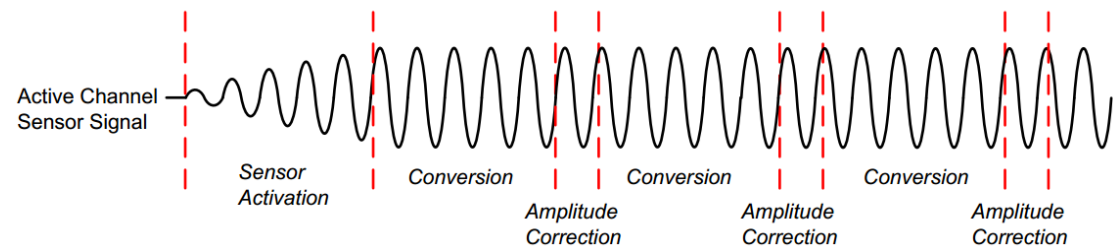


图 14.单通道模式时序

表 5.稳定时间寄存器配置

CHANNEL <sup>(1)</sup>	REGISTER	FIELD	CONVERSION TIME <sup>(2)</sup>
0	SETTLECOUNT_CH0, addr 0x10	CH0_SETTLECOUNT [15:0]	(CH0_SETTLECOUNT*16)/f <sub>REF0</sub>
1	SETTLECOUNT_CH1, addr 0x11	CH1_SETTLECOUNT [15:0]	(CH1_SETTLECOUNT*16)/f <sub>REF1</sub>
2	SETTLECOUNT_CH2, addr 0x12	CH2_SETTLECOUNT [15:0]	(CH2_SETTLECOUNT*16)/f <sub>REF2</sub>
3	SETTLECOUNT_CH3, addr 0x13	CH3_SETTLECOUNT [15:0]	(CH3_SETTLECOUNT*16)/f <sub>REF3</sub>

(1) Channels 2 and 3 are available only in the FDC2114 and FDC2214.  
(2) f<sub>REFx</sub> is the reference frequency configured for the channel.

The SETTLECOUNT for any channel x must satisfy:

$$CHx\_SETTLECOUNT > V_{pk} \times f_{REFx} \times C \times \pi^2 / (32 \times IDRIVE_x)$$

where

- V<sub>pk</sub> = Peak oscillation amplitude at the programmed IDRIVE setting
  - f<sub>REFx</sub> = Reference frequency for Channel x
  - C = sensor capacitance including parasitic PCB capacitance
  - IDRIVE<sub>x</sub> = setting programmed into the IDRIVE register in amps
- (4)

将结果舍入到下一个最高整数（例如，如果公式 4 建议最小值为 6.08，则将寄存器编程为 7 或更高）。

转换时间表示用于测量传感器频率的参考时钟周期数。它由对应通道的 CHx\_RCOUNT 寄存器设置。任何通道 x 的转换时间为：

$$t_{Cx} = (CHx\_RCOUNT \times 16 + 4) / f_{REFx}$$

必须选择参考计数值以支持所需的有效位数（ENOB）。例如，如果需要 13 位的 ENOB，则需要 2<sup>13</sup> = 8192 个时钟周期的最小转换时间。 8192 个时钟周期对应于 CHx\_RCOUNT 值 0x0200。

表 6.转换时间配置寄存器，通道 0 – 3

Table 6. Conversion Time Configuration Registers, Channels 0 - 3<sup>(1)</sup>

CHANNEL	REGISTER	FIELD [ BIT(S) ]	CONVERSION TIME
0	RCOUNT_CH0, addr 0x08	CH0_RCOUNT [15:0]	$(CH0\_RCOUNT \times 16)/f_{REF0}$
1	RCOUNT_CH1, addr 0x09	CH1_RCOUNT [15:0]	$(CH1\_RCOUNT \times 16)/f_{REF1}$
2	RCOUNT_CH2, addr 0x0A	CH2_RCOUNT [15:0]	$(CH2\_RCOUNT \times 16)/f_{REF2}$
3	RCOUNT_CH3, addr 0x0B	CH3_RCOUNT [15:0]	$(CH3\_RCOUNT \times 16)/f_{REF3}$

(1) Channels 2 and 3 are available only for FDC2114 and FDC2214.

转换结束和后续通道的传感器激活开始之间的典型通道开关延迟时间为：通道开关延迟 =  $692 \text{ ns} + 5 / f_{\text{ref}}$

FDC 固定的转换时间允许以固定间隔进行数据轮询。例如，如果编程的 SETTLECOUNT 是 128  $F_{\text{REF}}$  周期 (SETTLECOUNT = 0x0008) 且 RCOUNT 是 512  $F_{\text{REF}}$  周期 (RCOUNT = 0x0020)，则一次转换需要 3.2 ms (传感器激活时间) + 12.8ms (转换时间) + 0.8  $\mu\text{s}$  (通道切换延迟) = 每通道 16.0 ms。如果通过设置 AUTOSCAN\_EN = 1 和 RR\_SEQUENCE = 00 将 FDC 配置为双通道操作，则每 32 ms 可从数据寄存器获得一组完整的转换结果。

数据就绪标志 (DRDY) 也可用于中断驱动系统设计 (请参见寄存器映射中的状态寄存器说明)。

### FDC2214 无增益和偏移寄存器故不翻译 (7.3.2.1 Gain and Offset (FDC2112, FDC2114 only))

### 7.3.3 驱动电流寄存器

表 9 中列出的寄存器用于控制传感器的驱动电流。应遵循在表的最后一列中列出的建议。

表 9.驱动电流控制寄存器

Table 9. Current Drive Control Registers

CHANNEL <sup>(1)</sup>	REGISTER	FIELD [ BIT(S) ]	VALUE
All	CONFIG, addr 0x1A	SENSOR_ACTIVATE_SEL [11]	Sets current drive for sensor activation. Recommended value is b0 (full current mode).
0	CONFIG, addr 0x1A	HIGH_CURRENT_DRV [6]	b0 = normal current drive (1.5 mA) b1 = Increased current drive (> 1.5 mA) for Ch 0 in single channel mode only. Cannot be used in multi-channel mode.
0	DRIVE_CURRENT_CH0, addr 0x1E	CH0_IDRIVE [15:11]	Drive current used during the settling and conversion time for Ch. 0. Set such that $1.2 \text{ V} \leq \text{sensor oscillation amplitude (pk)} \leq 1.8 \text{ V}$
1	DRIVE_CURRENT_CH1, addr 0x1F	CH1_IDRIVE [15:11]	Drive current used during the settling and conversion time for Ch. 1. Set such that $1.2 \text{ V} \leq \text{sensor oscillation amplitude (pk)} \leq 1.8 \text{ V}$
2	DRIVE_CURRENT_CH2, addr 0x20	CH2_IDRIVE [15:11]	Drive current used during the settling and conversion time for Ch. 2. Set such that $1.2 \text{ V} \leq \text{sensor oscillation amplitude (pk)} \leq 1.8 \text{ V}$
3	DRIVE_CURRENT_CH3, addr 0x21	CH3_IDRIVE [15:11]	Drive current used during the settling and conversion time for Ch. 3. Set such that $1.2 \text{ V} \leq \text{sensor oscillation amplitude (pk)} \leq 1.8 \text{ V}$

(1) Channels 2 and 3 are available for FDC2114 and FDC2214 only.

应对 CHx\_IDRIVE 字段进行编程，使传感器以 1.2 V<sub>pk</sub> (V<sub>SENSORMIN</sub>) 和 1.8 V<sub>pk</sub> (V<sub>SENSORMAX</sub>) 之间的幅度振荡。IDRIVE 值 00000 对应 16  $\mu\text{A}$ ，IDRIVE = b11111 对应 1563  $\mu\text{A}$ 。

可以启用高传感器电流驱动模式，以便在通道 0 上驱动 > 1.5mA 的传感器，仅支持单通道模式。当使用最高 IDRIVE 设置无法达到传感器最小推荐振荡幅度 1.2V 时，可以使用此功能。将 HIGH\_CURRENT\_DRV 寄存器位设置为 b1 以使能这种模式。



7.3.4 设备状态寄存器

表 9 列出的寄存器可用来读取设备态

Table 10. Status Registers

CHANNEL <sup>(1)</sup>	REGISTER	FIELDS [ BIT(S) ]	VALUES
All	STATUS, addr 0x18	12 fields are available that contain various status bits [ 15:0 ]	Refer to <a href="#">Register Maps</a> for a description of the individual status bits.
All	STATUS_CONFIG, addr 0x19	12 fields are available that are used to configure status reporting [ 15:0 ]	Refer to <a href="#">Register Maps</a> for a description of the individual error configuration bits.

(1) Channels 2 and 3 are available for FDC2114 and FDC2114 only.

请参见寄存器映射中的 STATUS 和 STATUS\_CONFIG 寄存器说明。这些寄存器可配置为在某些事件中触发 INTB 引脚上的中断。 必须满足以下条件：

- 1. 通过使能 STATUS\_CONFIG 寄存器中的相应寄存器位，必须取消屏蔽错误或状态寄存器
- 2. 必须通过将 CONFIG.INTB\_DIS 设置为 0 来启用 INTB 功能

当 STATUS 寄存器中的位字段置 1 时，整个 STATUS 寄存器内容将保持到读取或读取 DATA\_CHx 寄存器为止。 读取也可以复位 INTB 引脚。

中断之一由以下事件之一清除：

- 1. 进入睡眠模式
- 2. 上电复位（POR）
- 3. 器件进入关断模式（SD 被置位）
- 4. S / W 复位
- 5. 读取 STATUS 寄存器：读取 STATUS 寄存器会清除 STATUS 中设置的任何错误状态位以及 ERR\_CHAN 字段并取消断言 INTB 设置 CONFIG.INTB\_DIS 位为 1 来禁止 INTB 的功能，禁止后 INTB 将保持在高电平。

将寄存器 CONFIG.INTB\_DIS 设置为 b1 将禁用 INTB 功能并将 INTB 引脚保持为高电平。

7.3.5 输入抗尖峰滤波器

输入抗尖峰脉冲滤波器抑制 EMI 并在传感器频率以上振铃。只要其带宽配置为高于最大传感器频率，它就不会影响转换结果。 输入抗尖峰脉冲滤波器可配置在 MUX\_CONFIG.DEGLITCH 寄存器字段中，如表 11 所示。为获得最佳性能，TI 建议设置带宽为超过传感器振荡频率的最低设置。 例如，如果最大传感器频率为 2 MHz，请选择 MUX\_CONFIG.DEGLITCH = b100（3.3 MHz）。

表 10. 输入抗尖峰滤波器寄存器

Table 11. Input Deglitch Filter Register

CHANNEL <sup>(1)</sup>	MUX_CONFIG.DEGLITCH (addr 0x1B) REGISTER VALUE	DEGLITCH FREQUENCY
ALL	001	1 MHz
ALL	100	3.3 MHz
ALL	101	10 MHz
ALL	011	33 MHz

(1) Channels 2 and 3 are available for FDC2114 / FDC2214 only.

7.4 设备功能模式

7.4.1 启动模式

当 FDC 上电时，它进入睡眠模式并等待配置。配置设备后，通过将 CONFIG.SLEEP\_MODE\_EN 设置为 b0 退出睡眠模式。

TI 建议在休眠模式下配置 FDC。如果需要更改 FDC 上的设置，请将设备设置为睡眠模式，更改相应的寄存器，然后退出睡眠模式。

### 7.4.2 正常（转换）模式

当在正常（转换）模式下操作时，FDC 周期性地对传感器的频率进行采样并在活动信道生成样本输出。

### 7.4.3 睡眠模式

通过将 CONFIG.SLEEP\_MODE\_EN 寄存器字段设置为 1 进入休眠模式。在此模式下，将保持器件配置。要退出睡眠模式，请将 CONFIG.SLEEP\_MODE\_EN 寄存器字段设置为 0。将 CONFIG.SLEEP\_MODE\_EN 设置为 b0 后，第一次转换的传感器激活在 16,384 f INT 时钟周期后开始。在休眠模式下，I2C 接口可以正常工作，因此可以执行寄存器读写操作。处于睡眠模式时，不会执行任何转换。此外，进入睡眠模式将清除转换结果，任何错误条件，并取消置位 INTB 引脚。

### 7.4.4 关机模式

当 SD 引脚设置为高电平时，FDC 进入关机模式。关机模式是最低功耗状态。要退出关机模式，请将 SD 引脚设置为低电平。进入关闭模式会将所有寄存器恢复为默认状态。

在关机模式下，不执行任何转换。此外，进入关机模式可清除任何错误情况并取消置位 INTB 引脚。器件处于关断模式时，无法通过 I2C 接口从器件读取或写入。

#### 7.4.4.1 复位

可以通过写入 RESET\_DEV.RESET\_DEV 来复位 FDC。任何活动的转换都会停止，并且所有寄存器值都将恢复为默认值。读取时，该寄存器位始终返回 0b。

## 7.5 编程

FDC 通过 I2C 接口访问控制数据寄存器

### 7.5.1 I2C 接口规格

FDC 使用扩展的启动时序与 I2C 进行寄存器访问。I2C 接口的最大速度为 400kbit / s。该时序遵循标准 I2C 7 位从地址，后面跟着一个 8 位指针寄存器字节来设置寄存器地址。当 ADDR 引脚设置为低电平时，FDC I2C 地址为 0x2A；当 ADDR 引脚设置为高电平时，FDC I2C 地址为 0x2B。在 FDC 退出关机模式后，不能改变 ADDR 引脚的状态。

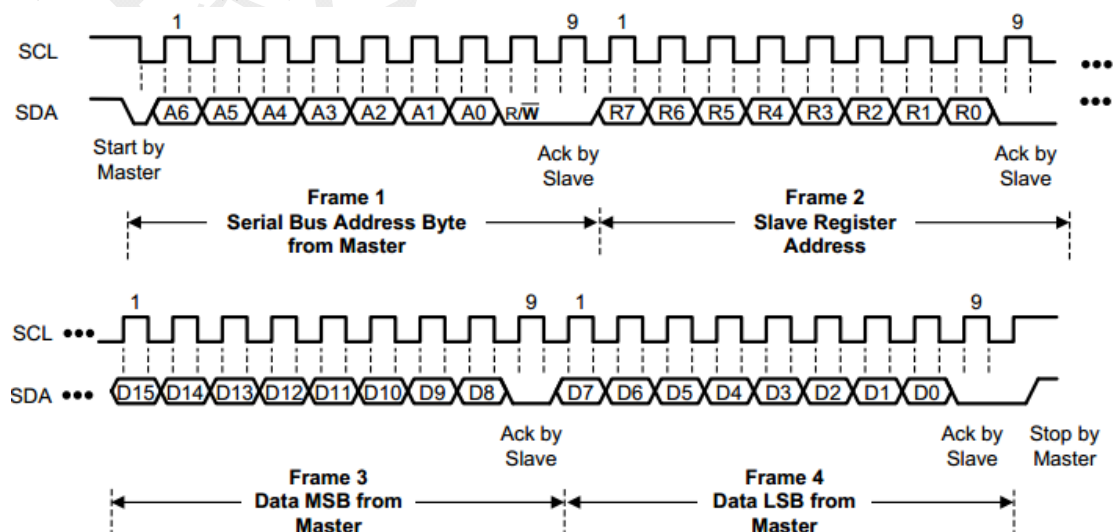


图 15.I2C 写寄存器时序

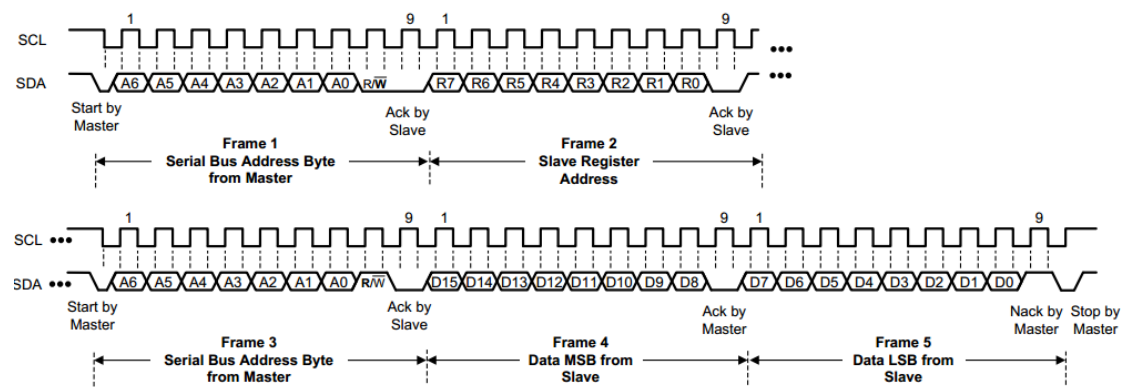


图 16.I2C 读寄存器时序

## 7.6 寄存器映射

### 7.6.1 寄存器列表

保留的字段必须仅用指定的值写。否则可能会发生不适当的设备操作。R / W 列指示相应字段读写状态。R / W 表示可以读和写，“R”表示只读，“W”表示只写。

图 17.寄存器列表

Figure 18. Register List

ADDRESS	NAME	DEFAULT VALUE	DESCRIPTION
0x00	DATA_CH0	0x0000	Channel 0 Conversion Result and status (FDC2112 / FDC2114 only)
		0x0000	Channel 0 MSB Conversion Result and status (FDC2212 / FDC2214 only)
0x01	DATA_LSB_CH0	0x0000	Channel 0 LSB Conversion Result. Must be read after Register address 0x00 (FDC2212 / FDC2214 only)
0x02	DATA_CH1	0x0000	Channel 1 Conversion Result and status (FDC2112 / FDC2114 only)
		0x0000	Channel 1 MSB Conversion Result and status (FDC2212 / FDC2214 only)
0x03	DATA_LSB_CH1	0x0000	Channel 1 LSB Conversion Result. Must be read after Register address 0x02 (FDC2212 / FDC2214 only)
0x04	DATA_CH2	0x0000	Channel 2 Conversion Result and status (FDC2114 only)
		0x0000	Channel 2 MSB Conversion Result and status (FDC2214 only)
0x05	DATA_LSB_CH2	0x0000	Channel 2 LSB Conversion Result. Must be read after Register address 0x04 (FDC2214 only)
0x06	DATA_CH3	0x0000	Channel 3 Conversion Result and status (FDC2114 only)
		0x0000	Channel 3 MSB Conversion Result and status (FDC2214 only)
0x07	DATA_LSB_CH3	0x0000	Channel 3 LSB Conversion Result. Must be read after Register address 0x06 (FDC2214 only)
0x08	RCOUNT_CH0	0x0080	Reference Count setting for Channel 0
0x09	RCOUNT_CH1	0x0080	Reference Count setting for Channel 1
0x0A	RCOUNT_CH2	0x0080	Reference Count setting for Channel 2 (FDC2114 / FDC2214 only)
0x0B	RCOUNT_CH3	0x0080	Reference Count setting for Channel 3 (FDC2114 / FDC2214 only)
0x0C	OFFSET_CH0	0x0000	Offset value for Channel 0 (FDC2112 / FDC2114 only)
0x0D	OFFSET_CH1	0x0000	Offset value for Channel 1 (FDC2112 / FDC2114 only)
0x0E	OFFSET_CH2	0x0000	Offset value for Channel 2 (FDC2114 only)
0x0F	OFFSET_CH3	0x0000	Offset value for Channel 3 (FDC2114 only)
0x10	SETTLECOUNT_CH0	0x0000	Channel 0 Settling Reference Count
0x11	SETTLECOUNT_CH1	0x0000	Channel 1 Settling Reference Count
0x12	SETTLECOUNT_CH2	0x0000	Channel 2 Settling Reference Count (FDC2114 / FDC2214 only)
0x13	SETTLECOUNT_CH3	0x0000	Channel 3 Settling Reference Count (FDC2114 / FDC2214 only)
0x14	CLOCK_DIVIDERS_CH0	0x0000	Reference divider settings for Channel 0
0x15	CLOCK_DIVIDERS_CH1	0x0000	Reference divider settings for Channel 1
0x16	CLOCK_DIVIDERS_CH2	0x0000	Reference divider settings for Channel 2 (FDC2114 / FDC2214 only)
0x17	CLOCK_DIVIDERS_CH3	0x0000	Reference divider settings for Channel 3 (FDC2114 / FDC2214 only)
0x18	STATUS	0x0000	Device Status Reporting
0x19	STATUS_CONFIG	0x0000	Device Status Reporting Configuration
0x1A	CONFIG	0x2801	Conversion Configuration
0x1B	MUX_CONFIG	0x020F	Channel Multiplexing Configuration
0x1C	RESET_DEV	0x0000	Reset Device
0x1E	DRIVE_CURRENT_CH0	0x0000	Channel 0 sensor current drive configuration
0x1F	DRIVE_CURRENT_CH1	0x0000	Channel 1 sensor current drive configuration
0x20	DRIVE_CURRENT_CH2	0x0000	Channel 2 sensor current drive configuration (FDC2114 / FDC2214 only)
0x21	DRIVE_CURRENT_CH3	0x0000	Channel 3 sensor current drive configuration (FDC2114 / FDC2214 only)
0x7E	MANUFACTURER_ID	0x5449	Manufacturer ID
0x7F	DEVICE_ID	0x3054	Device ID (FDC2112, FDC2114 only)
		0x3055	Device ID (FDC2212, FDC2214 only)

7.6.2 地址 0x00,DATA\_MSB\_CH0

图 19.地址 0x00,DATA\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
RESERVED		CH0_ERR_WD	CH0_ERR_AW	DATA0			
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA0							

表 12.地址 0x00， DATA\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15: 14	保留	R	00	保留未使用
13	CH0_ERR_WD	R	0	通道 0 转换看门狗超时错误标志。读这个位清除标志
12	CH0_ERR_AW	R	0	通道 0 振幅警告。读这个位清除标志
11:0	DATA0[27:16] (FDC2212 / FDC2214 only)	R	0000 0000 0000	通道 0 转换结果

注：由于各通道 DATA\_CH 内容一致，所以只翻译了通道 0 的

7.6.3 地址 0x01， DATA\_LSB\_CH0 (仅限于 FDC2212 / FDC2214)

图 20.地址 0x01,DATA\_LSB\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
DATA0							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA0							

表 13.地址 0x01DATA\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:0	DATA[15: 0]	只读	0000 0000 0000 0000	通道 0 转换结果。

注：由于各通道 DATA\_LSB 内容一致，所以只翻译了通道 0 的

7.6.10 地址 0x08， RCOUNT\_CH0

图 27.地址 0x08， RCOUNT\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
CH0_RCOUNT							
7	6	5	4	3	2	1	0
CH0_RCOUNT							

表 20. 地址 0x08, RCOUNT\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:0	CHO_RCOUNT	R/W	0000 0000 0000 0000	通道 0 参考计数转换间隔时间 0x0000-0x00FF:预留 0x0100-0xFFFF 转换时间 (tco) = (CHO_RCOUNT*16)/fREF0

注：由于各通道 RCOUNT 寄存器内容一致，所以只翻译了通道 0 的



7.6.14 地址 0x0C,OFFSET\_CH0 (只有 FDC21112 / FDC2114 才有)

图 31.地址 0x0C,OFFSET\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
CH0_OFFSET							
7	6	5	4	3	2	1	0
CH0_OFFSET							

表 24. 地址 0x0C, CH0\_OFFSET 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:0	CH0_OFFSET	R/W	0000 0000 0000 0000	通道 0 转换偏移量 $f_{OFFSET\_0} = (CH0\_OFFSET/2^{16}) * f_{REF0}$

注：由于各通道 CH0\_OFFSET 寄存器内容一致，所以只翻译了通道 0 的 FDC2214 没有 OFFSET 寄存器

7.6.18 地址 0x10, SETTLECOUNT\_CH0

图 35, 地址 0x10, SETTLECOUNT\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
CH0_SETTLECOUNT							
7	6	5	4	3	2	1	0
CH0_SETTLECOUNT							

表 28.地址 0x10, SETTLECOUNT\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:0	SETTLECOUNT_CH0	R/W	0000 0000 0000 0000	通道 0 转换稳定 FDC 使用稳定时间作为 LC 传感器通道 0 开始转换之前等待稳定的时间。如果幅度在转换开始之前尚未稳定，如果使能此类型错误报告，将会生成幅度错误。  0x0000: Settle Time (tS0)= 32 ÷ fREF0 0x0001: Settle Time (tS0)= 32 ÷ fREF0 0x0002 - 0xFFFF: Settle Time(tS0)= (CH0_SETTLECOUNT*16) ÷ fREF0

注：由于各通道 SETTLECOUNT 寄存器内容一致，所以只翻译了通道 0 的

7.6.22 地址 0x14, CLOCK\_DIVIDERS\_CH0

图 39, 地址 0x14, CLOCK\_DIVIDERS\_CH0

15	14	13	12	11	10	9	8
RESERVED		CH0_FIN_SEL		RESERVED		CH0_FREF_DIVIDER	
7	6	5	4	3	2	1	0
CH0_FREF_DIVIDER							

表 32.地址 0x14, CLOCK\_DIVIDERS\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:14	保留	R/W	00	保留，设置为 b00。
13:12	CH0_FIN_SEL	R/W	00	通道 0 传感器频率选择用于差分传感器配置： b01: 除以 1.选择介于 0.01MHz 和 8.75 MHz 之间的传感器频率 b10: 除以 2.选择 5 MHz 和 10 MHz 之间的传感器频率用于单端传感器配置： b10: 除以 2.选择 0.01 MHz 至 10 MHz 之间的传感器频率
11:10	保留	R/W	00	保留，设置为 b00。
9:0	CH0_FREF_DIVIDER	R/W	00 0000 0000	通道 0 参考分频器设置通道 0 参考的分频器。 使用此选项可缩放最大转换频率。 b00'0000'0000: 保留，不使用。 当 CH0_FREF_DIVIDER ≥ b00'0000'0001 时: $f_{REF0} = f_{CLK} / CH0\_FREF\_DIVIDER$

注：由于各通道 CLOCK\_DIVIDERS 寄存器内容一致，所以只翻译了通道 0 的

7.6.26 地址 0x18,STATUS

图 43.地址 0x18, STATUS

15	14	13	12	11	10	9	8
ERR_CHAN		RESERVED		ERR_WD	RESERVED		
7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED	DRDY	RESERVED		CH0_UNREADCONV	CH1_UNREADCONV	CH2_UNREADCONV	CH3_UNREADCONV

表 36 地址 0x18, STATUS 字段说明

位	字段	类型	复位值	描述
15:14	ERR_CHAN	R	00	错误通道 指示哪个通道生成了标记或错误。一旦被标记，任何报告错误被锁存直到 STATUS 寄存器或 DATA_CHx 读取与错误通道对应的寄存器。 b00: 通道 0 是标志或错误的来源。 b01: 通道 1 是标志或错误的来源。 b10: 通道 2 是标志或错误源（仅限

				FDC2114, FDC2214)。 b11: 通道 3 是标志或错误源 (仅限 FDC2114, FDC2214)。
13:12	保留	R	00	保留
11	ERR_WD	R	0	看门狗超时错误 b0: 自上次读取 STATUS 寄存器后没有看门狗超时错误。 b1: 活动通道产生了 Watchdog 超时错误。请参见 STATUS.ERR_CHAN 字段以确定哪个通道发生错误。
10	ERR_AHW	R	0	振幅过高误差 b0: 自上一次读取 STATUS 寄存器后, 没有振幅过高错误。 b1: 活动通道已产生振幅过高误差。请参见 STATUS.ERR_CHAN 字段以确定哪个通道发生错误。
9	ERR_ALW	R	0	振幅过低误差 b0: 自上一次读取 STATUS 寄存器后, 没有产生振幅过低错误。 b1: 活动通道已产生振幅过低误差。请参见 STATUS.ERR_CHAN 字段以确定哪个通道发生错误。
8:7	保留	R	00	保留
6	DRDY	R	0	数据就绪标志。 b0: STATUS 寄存器中未记录新的转换结果。 b1: 新的转换结果就绪。在单通道转换中, 这表示可以进行单次转换。当处于多通道模式时, 这表示所有活动通道的新转换结果现在可用。
3	CH0_UNREADCON V	R	0	通道 0 未读转换 b0: 通道 0 不存在未读转换。 b1: 通道 0 存在未读转换。 读取寄存器 DATA_CH0 以获取转换结果。
2	CH1_UNREADCON V	R	0	通道 1 未读转换 b0: 通道 1 不存在未读转换。 b1: 通道 1 存在未读转换。 读取寄存器 DATA_CH1 以获取转换结果。
1	CH2_UNREADCON V	R	0	通道 2 未读转换 b0: 通道 2 不存在未读转换。 b1: 通道 2 存在未读转换。 读取寄存器 DATA_CH2 以获取转换结果。

0	CH3_UNREADCON V	R	0	通道 3 未读转换 b0: 通道 3 不存在未读转换。 b1: 通道 3 存在未读转换。 读取寄存器 DATA_CH3 以获取转换结果。
---	--------------------	---	---	---

7.6.27 地址 0x19, ERROR\_CONFIG

图 44. 地址 0x19, ERROR\_CONFIG

15	14	13	12	11	10	9	8
RESERVED		WD_ERR2OUT	AH_WARN2OUT	AL_WARN2OUT		RESERVED	
7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED		WD_ERR2INT		RESERVED			DRDY_2INT

表 37. 地址 0x19, ERROR\_CONFIG

位	字段	类型	复位值	说明
15:14	保留	R/W	00	保留
13	WD_ERR2OUT	R/W	0	输出寄存器看门狗超时错误 b0: 不报告 DATA_CHx 寄存器中的看门狗超时错误。 b1: 在 DATA_CHx.CHx_ERR_WD 寄存器字段中报告对应通道的看门狗超时错误。
12	AH_ERR2OUT	R/W	0	输出寄存器振幅过高错误 b0: 不报告 DATA_CHx 寄存器中的振幅过高错误 b1: 在 DATA_CHx.CHx_ERR_AE 寄存器字段中报告对应通道的振幅过高错误。
11	AL_ERR2OUT	R/W	0	输出寄存器振幅过低错误 b0: 不报告 DATA_CHx 寄存器中的振幅过低错误 b1: 在 DATA_CHx.CHx_ERR_AE 寄存器字段中报告对应通道的振幅过低错误。
10:6	保留	R/W	0	保留，设置为 b0 0000
5	WD_ERR2INT	R/W	0	看门狗超时错误到 INTB b0: 不通过置位 INTB 引脚和 STATUS 寄存器报告看门狗超时错误。 b1: 通过置位 INTB 引脚并更新 STATUS.ERR_WD 寄存器字段来报告看门狗超时错误。

4:1	保留	R/W	0	保留（设置为 b000）
0	DRDY_2INT	R/W	0	数据就绪标志到 INTB 0：不通过置位 INTB 引脚和状态寄存器报告数据就绪标志。 b1：通过置位 INTB 引脚并更新 STATUS，报告数据就绪标志。DRDY 寄存器字段。

7.6.28 地址 0x1A, CONFIG

图 45. Address 0x1A, CONFIG

15	14	13	12	11	10	9	8
ACTIVE_CHAN		SLEEP_MODE_EN	RESERVED	SENSOR_ACTIVATE_SEL	RESERVED	REF_CLK_SRC	RESERVED
7	6	5	4	3	2	1	0
INTB_DIS	HIGH_CURRENT_DRV	RESERVED					

表 38.地址 0x1A, CONFIG 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:14	ACTIVE_CHAN	R/W	00	活动通道选择 当 MUX_CONFIG.SEQUENTIAL 为 0 时，选择用于连续转换的通道。 b00：在通道 0 上执行连续转换 b01：在通道 1 上执行连续转换 b10：在通道 2 上执行连续转换（仅限于 FDC2214） b11：在通道 3 上执行连续转换（仅限于 FDC2214）
13	SLEEP_MODE_EN	R/W	1	睡眠模式使能 进入或退出低功耗睡眠模式。 b0：设备处于活动状态。 b1：设备处于睡眠模式。
12	保留	R/W	0	保留
11	SENSOR_ACTIVATE_SEL	R/W	1	传感器激活模式选择。 设置传感器初始化的模式。 b0：全电流激活模式 - FDC 将以最大电流驱动传感器，缩短传感器激活时间。 b1：低功耗激活模式 - FDC 在传感器激活期间使用在 DRIVE_CURRENT_CHx 中编程的值，以最小化功耗。
10	保留	R/W	0	保留
9	REF_CLK_SRC	R/W	0	选择参考频率源 b0：使用内部振荡器作为参考频率 b1：参考频率由 CLKIN 引脚提供。
8	保留	R/W	0	保留
7	INTB_DIS	R/W	0	INTB 禁用 b0：当状态寄存器更新时，INTB 引脚被置位。



				b1: 当状态寄存器更新时, INTB 引脚不会被置位
6	HIGH_CURRENT_DRV	R/W	0	大电流传感器驱动 b0: FDC 将使用正常的传感器电流 (最大 1.5mA) 驱动所有通道。 b1: FDC 用 > 1.5mA 的电流驱动通道 0。如果 AUTOSCAN_EN = b1 (多通道模式), 则不支持此模式
5:0	保留	R/W	00 0001	保留

7.6.29 地址 0x1B,MUX\_CONFIG

图 46.地址 0x1B, MUX\_CONFIG

15	14	13	12	11	10	9	8
AUTOSCAN_EN	RR_SEQUENCE		RESERVED				
7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED					DEGLITCH		

表 39.地址 0x1B, MUX\_CONFIG 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15	AUTOSCAN_EN	R/W	0	自动扫描模式启用 b0: 连续转换在 CONFIG.ACTIVE_CHAN 寄存器字段选择的单通道寄存器。 b1: 自动扫描转换在 MUX_CONFIG.RR_SEQUENCE 寄存器字段选择的所有通道。
14:13	RR_SEQUENCE	R/W	00	自动扫描序列配置 配置复用通道序列。FDC 将在所选序列中的每个通道上执行单次转换, 然后连续重新启动序列。 b00: Ch0, Ch1 b01: Ch0, Ch1, Ch2 (仅限 FDC2114、FDC2214) b10: Ch0, Ch1, Ch2, Ch3 (仅限 FDC2114、FDC2214) b11: Ch0, Ch1
12:3	保留	R/W	00 0100 0001	保留, 必须设置为 00 0100 0001
2:0	DEGLITCH	R/W	111	输入抗尖峰滤波器带宽。 选择超过振荡器振荡器振荡频率的最低设置。 b001: 1MHz b100: 3.3MHz b101: 10MHz b111: 33MHz

7.6.30 地址 0x1C, RESET\_DEV

图 46.地址 0x1C, RESET\_DEV

15	14	13	12	11	10	9	8
RESET_DEV	RESERVED				OUTPUT_GAIN		RESERVED
7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED							

表 39.地址 0x1C, RESET\_DEV 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15	RESET_DEV	R/W	0	器件复位 写入 1 复位器件。 读返回 0。
14:11	保留	R/W	000	保留
10:9	输出增益 (FDC2214 无输出增益)	R/W	00	输出增益控制 (仅限 FDC2112, FDC2114) 00: 增益= 1 (0 位移位) 01: 增益= 4 (2 位移位) 10: 增益= 8 (3 位移位) 11: 增益= 16 (4 位移位)
8:0	保留	R/W	0 0000 0000	保留

7.6.31 地址 0x1E, DRIVE\_CURRENT\_CH0

图 48.地址 0x1E, DRIVE\_CURRENT\_CH

15	14	13	12	11	10	9	8
CH0_IDRIVE					RESERVED		
7	6	5	4	3	2	1	0
RESERVED							

表 41.地址 0x1E, DRIVE\_CURRENT\_CH0 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:11	CH0_IDRIVE	R/W	0000 0	通道 0 传感器驱动电流 该字段定义在建立期间使用的驱动电 流+通道 0 传感器时钟的转换时间。设 定为 $1.2V \leq \text{传感器振荡幅度 (pk)} \leq 1.8V$ 00000: 0.016 mA

				00001: 0.018mA 00010: 0.021mA 00011: 0.025mA 00100: 0.028mA 00101: 0.033mA 00110: 0.038mA 00111: 0.044mA 01000: 0.052mA 01001: 0.060mA 01010: 0.069 mA 01011: 0.081mA 01100: 0.093mA 01101: 0.108mA 01110: 0.126mA 01111: 0.146mA 10000: 0.169mA 10001: 0.196mA 10010: 0.228mA 10011: 0.264mA 10100: 0.307mA 10101: 0.356mA 10110: 0.413mA 10111: 0.479mA 11000: 0.555mA 11001: 0.644 mA 11010: 0.747mA 11011: 0.867mA 11100: 1.006 mA 11101: 1.167 mA 11110: 1.354 mA 11111: 1.571mA
10:0	保留	-	00 0000	保留

注：由于各通道 **DRIVE\_CURRENT** 寄存器内容一致，所以只翻译了通道 0 的

7.6.35 地址 0x7E,MANUFACTURER\_ID

图 52.地址 0x7E, MANUFACTURER\_ID

15	14	13	12	11	10	9	8
MANUFACTURER_ID							
7	6	5	4	3	2	1	0
MANUFACTURER_ID							

表 45.地址 0x7E,MANUFACTURER\_ID 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
15:0	MANUFACTURER_ID	R	0101 0100 0100 1001	厂家 ID = 0x5449

7.6.36 地址 0x7F, DEVICE\_ID

图 53.地址 0x7F,DEVICE\_ID

7	6	5	4	3	2	1	0
DEVICE_ID							

表 46.地址 0x7F, DEVICE\_ID 字段说明

位	字段	类型	复位值	说明
7:0	DEVICE_ID	R	0011 0000 0101 0101	器件 ID 0x3054 (仅限于 FDC2112, FDC2114) 0x3055 (仅限于 FDC2212, FDC2214)

技术盒子

FDC2214 中文手册，与官方文档不同之处以官方文档描述为准！