

产品概述

NSA5312是一个用户可编程的仪表放大器。其主要功能是对惠斯通电桥式的传感器（类如TMR传感器）提供一个电压型的驱动信号，并对其输出信号进行放大、校准和温度补偿，以保证这类传感器在一个较宽的温度范围内可以得到一个较高的线性输出精度。

主要功能

- 提供 2.5V/4.096V 可选电压激励
- 提供 0.9456~1843 倍的可编程信号放大
- 提供 14 位传感器的灵敏度和零点校准
- 提供基于查表分段线性拟合法的传感器温度校准（用于三温校准的应用场合）
- 可编程输出信号带宽，最高信号带宽约为 600kHz
- 快速响应时间 <1μs

- 提供输出偏置电压（0.5V/1.65V/2.5V）
- 提供 OWI 用户可编程单线通信接口
- -40°C~125°C 工作范围
- 封装选项：DFN10/晶圆

应用场合

- TMR 电流传感器信号调理
- 压力传感器
- 工业 4~20mA 变送器

芯片信息

Device Information

Part Number	Package	Body Size
NSA5312	DFN10	3mm*3mm

原理框图

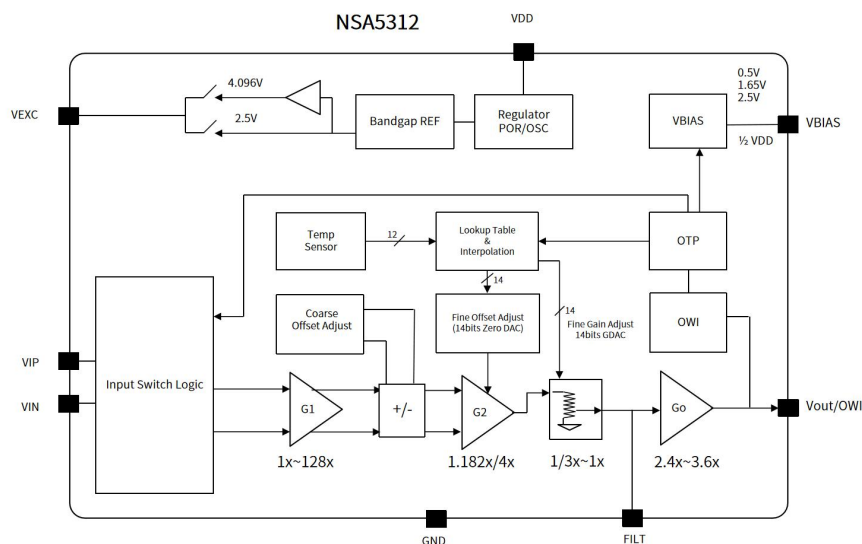


图1.0 NSA5312 Block Diagram

目录

1. 管脚定义.....	3
2. 极限参数.....	5
3. 电气特性.....	6
4. 功能描述.....	9
4.1. 输入信号 SWAP 和 CHOPPING 功能.....	9
4.2. 内部温度传感器和 TADC.....	10
4.3. 信号放大和增益校准.....	10
4.4. 零点偏置电压校准.....	12
4.5. 信号链传递函数.....	14
4.6. 输出参考电压 V_{BIAS}	15
4.7. 输出带宽和噪声控制.....	15
4.8. OWI 编程接口.....	16
4.9. 寄存器说明和 NVM 的使用.....	18
5. 典型应用.....	26
5.1. 典型应用线路图.....	26
5.2. 传感器校准.....	26
5.3. 响应时间（主要用于电流互感器过流保护）.....	27
6. 管脚和封装信息.....	28
6.1. DFN10 封装.....	28
6.2. 晶粒 PAD 定位信息.....	29
7. 订货信息.....	29
8. 修订历史.....	31

1. 管脚定义



图1.1 NSA5312 DFN 封装

NSA5312 PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VIP	信号输入正向
2	VEXC	传感器电桥电压激励输出
3	VIN	信号输入负向
4	GND	电源地
5	NC	不连接
6	FILT	滤波引脚，外接电容后可降低带宽
7	NC	不连接
8	VBIAS	偏置电压输出，作为固定输出时可配置为 2.5V 或 1.65V 输出，作为比例输出时可配置为 1/2 VDD 输出
9	VOUT	信号输出/OWI 编程接口
10	VDD	芯片供电引脚

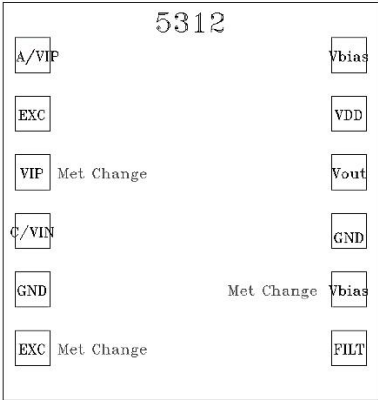


图1.2 NSA5312 晶粒

NSA5312 PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VIP	信号输入正向
2	VEXC	传感器电桥电压激励输出
3	VIP	信号输入正向
4	VIN	信号输入负向
5	GND	电源地
6	VEXC	传感器电桥电压激励输出
7	FILT	滤波引脚，外接电容后可降低带宽
8	VBIAS	偏置电压输出，作为固定输出时可配置为 2.5V 或 1.65V 输出，作为比例输出时可配置为 1/2 VDD 输出
9	GND	电源地
10	VOUT	信号输出/OWI 编程接口
11	VDD	芯片供电引脚
12	VBIAS	偏置电压输出，作为固定输出时可配置为 2.5V 或 1.65V 输出，作为比例输出时可配置为 1/2 VDD 输出

*如需更多信息请联系纳芯微电子的销售人员，以获得更进一步的支持。

2. 极限参值

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Power Supply Voltage	VDD	-0.3		6.5	V
Analog Pin Voltage		-0.3		VDD+0.3	V
Digital Pin Voltage		-0.3		VDD+0.3	V
VOU Output Current	I _{out}	-45		45	mA
Operating Temperature	T _{OPR}	-40		125	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-40		150	°C
Electrostatic discharge	HBM ⁽¹⁾	±3000			V
	CDM ⁽²⁾	±2000			V

(1) Human body model (HBM), per AEC-Q100-002-RevD

(2) Charged device model (CDM), per AEC-Q100-011-RevB

3. 电气特性

参数	标示	最小值	典型值	最大值	单位	备注
芯片供电						
工作电压范围	VDD	3		5.5	V	供电模式
工作电流	I _{sy}		6.5	11	mA	平常工作时@25°C
			23		mA	OTP 烧写电流时电流@25°C
输出偏置电压						
偏置参考电压	V _{bias}	0.48	0.5	0.52	V	
		0.63	1.65	1.67	V	
		2.48	2.5	2.52	V	
PGA G1, G2, G ₀						
输入级 PGA G1	增益G1	1		128	V/V	1/2/4/8/16/32/64/128
	输入阻抗 Z _{in}		1 5		GOhm /pF	Chopping On
			30 5		GOhm /pF	Chopping Off
	输入电压范围	0.5		VDD-1.4	V	
	CMRR	80			dB	DC
	Chopping频率		1000		kHz	
第二级增益	G2	1.182		4	V/V	1.182/1.4/1.667/2 /2.429/3/3.5/4
输出级	增益G ₀	2.4		3.6	V/V	2.4/2.8/3.2/3.6
	输出电压范围		0.1~V _D D-0.1		V	4.7kohm对VDD/对地
	输出电压上升时间		1		us	
	输出负载电容		20pF	10	nF	
	输出短路钳位电流		45		mA	
			1		mA	在上电启动后20/100ms

						的OWI窗口期，以及在OWI通信暂时退出期间
Offset 调节						
Offset粗调	Coarse Offset Adj	- VEXC / (4xG1)		+VEXC / (4xG1)		
调零ZeroDAC	分辨率		14		Bit	
	调节参考基准		VEXC或者VDD/2			由比例还是固定输出来决定
	输出电压范围	0.1		VEXC	V	
Gain 细调						
增益调节 Gain DAC	分辨率		14		Bit	
	调节范围	1/3		1	V/V	
TADC（内部数字Temperature Sensor）						
数字温度传感器	分辨率		12		Bit	
	ODR		25		Hz	
	RMS噪声			0.5	LSB	
全信号链Spec						
等效输入噪声	Vn		6/12/18		uV	Chopping On, DC~50kHz/250kHz/600kHz
			15/20/24		uV	Chopping Off, DC~50kHz/250kHz/600kHz
响应时间	T _{resp}			1	us	输入阶跃 90%/10%到输出响应 90%/10%时间间隔，具体参数以及波形见 5.3 章节，Cout=0，BW=600khz
信号带宽	BW		50		kHz	Bandwidth 分为四档可设
			250		kHz	
			500		kHz	
			600		kHz	
输出零点误差（校准）	Offset	-5		5		固定输出时，offset 误差

标定后)		-20		20	mV	是指在系统校准完成后，相对于 Vbias 进行校准标定并对输出进行差分测量（全温度）的 offset 。比例输出 offset 误差是相对于 Vbias=VDD/2 这个数值是指固定输出时，如果输出编程至2.5v和Vbias设定为2.5v之间的offset误差
------	--	-----	--	----	----	--

4. 功能描述

NSA5312 是一款高集成的磁传感器接口芯片，主要用于 TMR 电流传感器的信号放大和输出校准。它通过 LUT（查找表）的方式充分校准传感器固有的灵敏度误差，零点误差和温度漂移。NSA5312 可通过单线通讯协议（OWI）对内部 NVM 阵列进行两次编程来保存校准系数，校准后精度可达 0.1%，绝对误差在 $\pm 5\text{mV}$ 以内。图 4.1 为 NSA5312 的框架图。

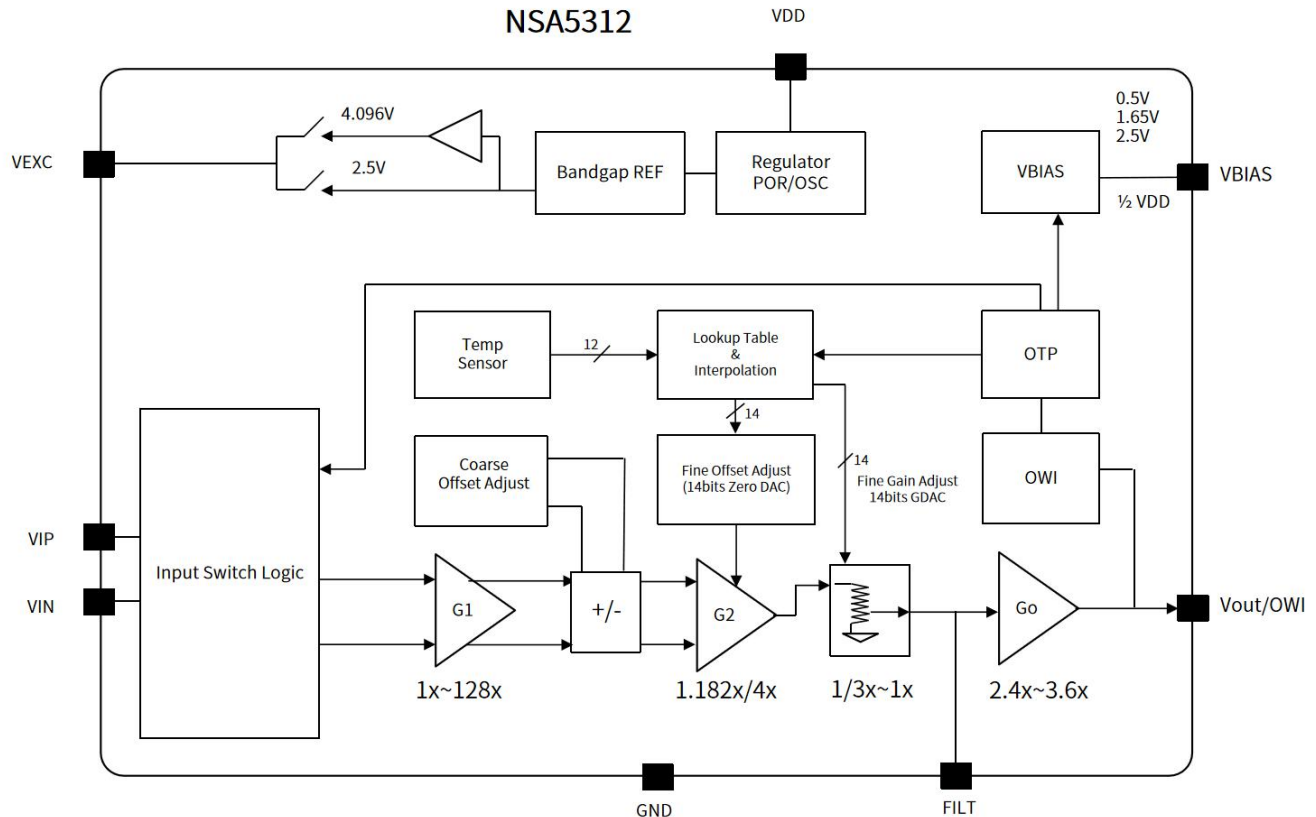


图4.1 芯片框架图

4.1. 输入信号 SWAP 和 Chopping 功能

NSA5312 提供一个输入信号 SWAP 功能，其目的是便于客户在不清楚传感器输入极性的情况下交换 VIP 和 VIN 的正负极性，通过软件可配置的方式减少硬件的改动。

此外，NSA5311 也支持 PGA 输入自动 Chopping 调零的功能。当开启这一功能时，Chopping 电路会自动动态调节电路的零点偏置电压（offset）并减少 $1/f$ 噪声，这个功能有助于客户应对需要比较好直流精度，特别是对零点偏置电压的温漂有特别要求的应用场合，其副作用会在 chopping 频率处引入一定的开关噪声。作为应对措施，用户可以在信号输出加入滤波电路来抵消这部分高频开关噪声的影响。

4.2. 内部温度传感器和 TADC

NSA5312 内部集成一个温度传感器并可以通过一个 12 位的 TADC 来进行数字化。

温度传感器 $= [(TADC) * 0.077 + 51.6] ^\circ\text{C}$

Note: 上式中的 TADC 表示为从地址 0x06, 0x07 读出的值转换成补码的十进制数, 比如, 0x06, 0x07 的值为 0x0EE6, 那么 $TADC = -282$, 那么当前温度为, $-282 * 0.077 + 51.6 \approx 30^\circ\text{C}$ 。

4.3. 信号放大和增益校准

NSA5312 内部有两级可编程前置增益放大电路 PGA, 分别是 G1, G2。对于绝大多数的应用场景来讲 G1 和 G2 两级相加, 已经可以提供约为 1.2 倍到 512 倍的信号放大, 基本可以应对绝大多数的应用场景。G_o 是 NSA5312 的输出放大级, 其承担输出负载驱动的作用。G_o 的输出增益也可在 2.4~3.6 倍的小范围内可调。

对于 NSA5312 的来讲, G1, G2 和 G_o 的作用是把信号放大至一个粗略的范围。而真正实现传感器输出增益校准 (细调) 是一个称为增益校准放大器的器件 GainDAC。GainDAC 的可调范围为 1/3 倍的增益到 1x 的增益, 在这个区间内提供 14 位分辨率的调节范围。

NSA5312 就是通过这么四个放大环节, 来帮助用户实现信号放大和增益校准的功能的。

● 输入级可调增益放大器 G1

G1 放大器是 NSA5312 的输入级放大器。其基本结构是个可调增益的仪表放大器。其主要的特点是超高输入阻抗, 高共模抑制比 (CMRR) 以及大的增益调节范围。G1 对于输入信号的共模电压范围为 0.2V 到 VDD-1.4V, 对于信号增益的选项有 1x, 2x, 4x, 8x, 16x, 32x, 64x 和 128x, 共 8 档。可通过地址为 0x40 (或 MTP 模式下 0x42) 的增益配置寄存器 (NVM) 来进行配置。

● 前置放大可调增益放大器 G2

G2 位于 G1 放大级的后面, 主要的作用是对信号起进一步放大的作用和用来引入信号偏置电压校准的功能 (这一部分功能在后面章节详细描述)。G2 可以将 G1 放大后的信号, 做下面这些挡位的进一步可选增益放大:

1.182x, 1.4x, 1.667x, 2x, 2.429x, 3x, 3.5x, 4x, 共 8 档, 可通过地址为 0x40 (或 MTP 模式下 0x42) 的增益配置寄存器 (NVM) 来进行配置。

● 输出级可调增益放大器 G_o

G_o (output) 在整个放大信号链的末端, 承担的作用主要是输出负载驱动。NSA5312 的 G_o 放大级提供了最高为 45mA 的驱动电流能力, 并提供了电容性负载的环路补偿能力, 使得其可以直接驱动最高到 10nF 的电容器负载而不会发生环路稳定性的问题。G_o 也有一个小范围的增益可调的挡位: 2.4x, 2.8x, 3.2x, 3.6x, 共 4 档, 可通过地址为 0x40 (或 MTP 模式下 0x42) 的增益配置寄存器 (NVM) 来进行配置。

● 增益校准放大器 GainDAC

GainDAC 在信号链中所处的位置位于 G2 放大器和输出放大器之间。这个放大环节的分辨率为 14 位，可调的范围为 $1/3 \times$ 到 $1 \times$ （实际上是一个信号增益 <1 的缩小的环节）。

在客户使用 G1, G2 和 G_o 把一个传感器输出信号设定到一个粗略准确的范围后，GainDAC 起的作用是帮助客户完成最后的传感器灵敏度（等价于信号增益）的细微调节和温度补偿（基于温度查找表 LUT）。

GainDAC 的输出增益，取决于 14 位的控制字的大小。当 14 位控制字为 0x0000 时，对应的增益为 $1/3 \times$ ，当 14 位控制字为 0x3FFF 时，对应的增益为 $1 \times$ 。

增益和 GainDAC 的控制字的数字关系为 $\text{Gain} = 1/3 + 2/3 * (\text{Data}_{\text{GainDAC}} / 16383)$ 。

GainDAC 的控制字，是在地址为 0x60 起的 LUT（Look Up Table）中进行保存和配置。

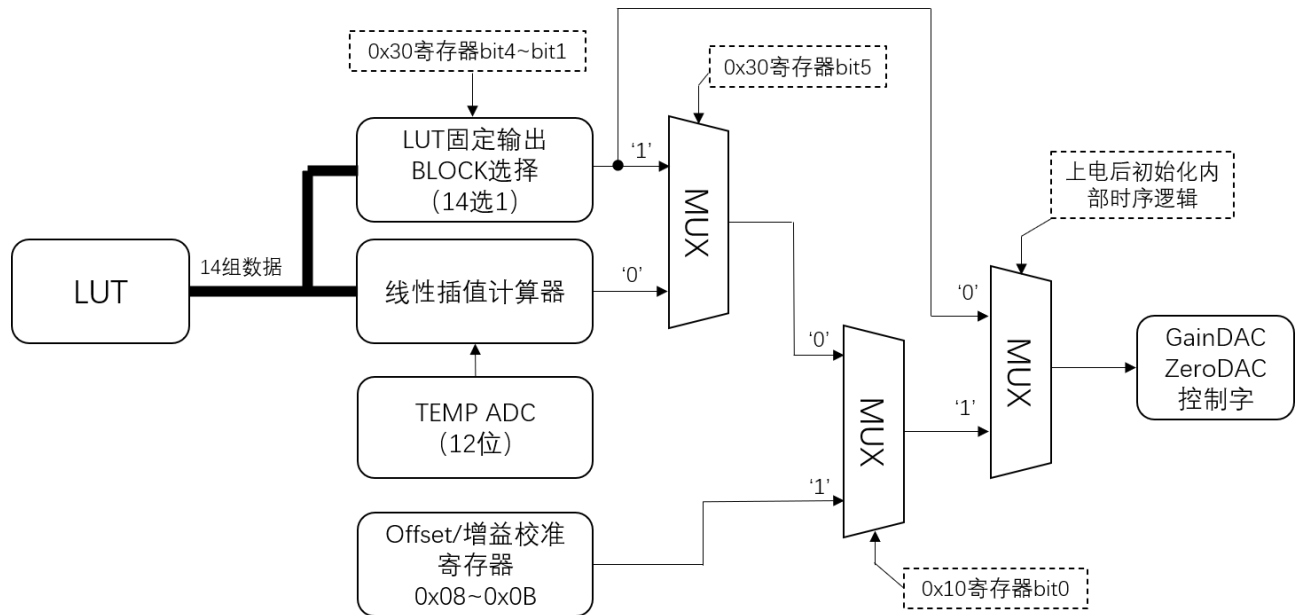


图4.2 GainDAC和ZeroDAC控制字来源

1. 上电启动时期的 GainDAC 的控制字的来源:

NSA5312 上电后，在 TEMP ADC 完成第一次温度转换前，GainDAC 的配置字的内容由 0x30 寄存器来决定。0x30 寄存器的 bit1~4 选择 14 个 LUT Block 的其中一组的 GainDAC 的值作为芯片上电初始默认配置值。

* Note: 如果从未初始化任何 LUT 的值的的情况下，GainDAC 的值为 0x0000，对应增益为 $1/3 \times$ 。

2. 上电后进入校准模式以后的 GainDAC 控制字的来源:

芯片上电后的 20/100ms 内，如果通过 OWI 接口使得芯片进入校准模式（0x10 寄存器的 bit0 配置为 1）后，GainDAC 的配置字内容由 0x0A 和 0x0B 寄存器的值决定。在校准模式下改写这两个寄存器的值，会使得输出增益立刻发生变化。

3. 上电后进入普通模式下不使能 LUT 的温度补偿时 GainDAC 控制字的来源:

在普通模式下（0x10 寄存器 bit0 为 0），如果不使能 LUT 的温度线性插值补偿（0x30 寄存器 bit5 为 1），那么这个时候，GainDAC 的控制字是一个常数，值的大小为 0x30 寄存器 bit4~bit1 所指定 LUT Block (14 选 1) 的 GainDAC 的值。

4. 上电后进入普通模式下使能 LUT 的温度补偿时 GainDAC 控制字的来源：

这种情况下 GainDAC 的控制字是由计算得出的温度线性插值后的值。TEMP ADC（12 位数字温度传感器）的输出会先在 LUT 中进行自动查找，先找到当前的温度位于 LUT 的哪个温度区域（找到相邻的 Block），得到两个线性转折点的 GainDAC 的值。然后线性插值计算器会根据当前温度通过线性插值来计算得出最终的控制字并赋予 GainDAC。详细的过程见下图：

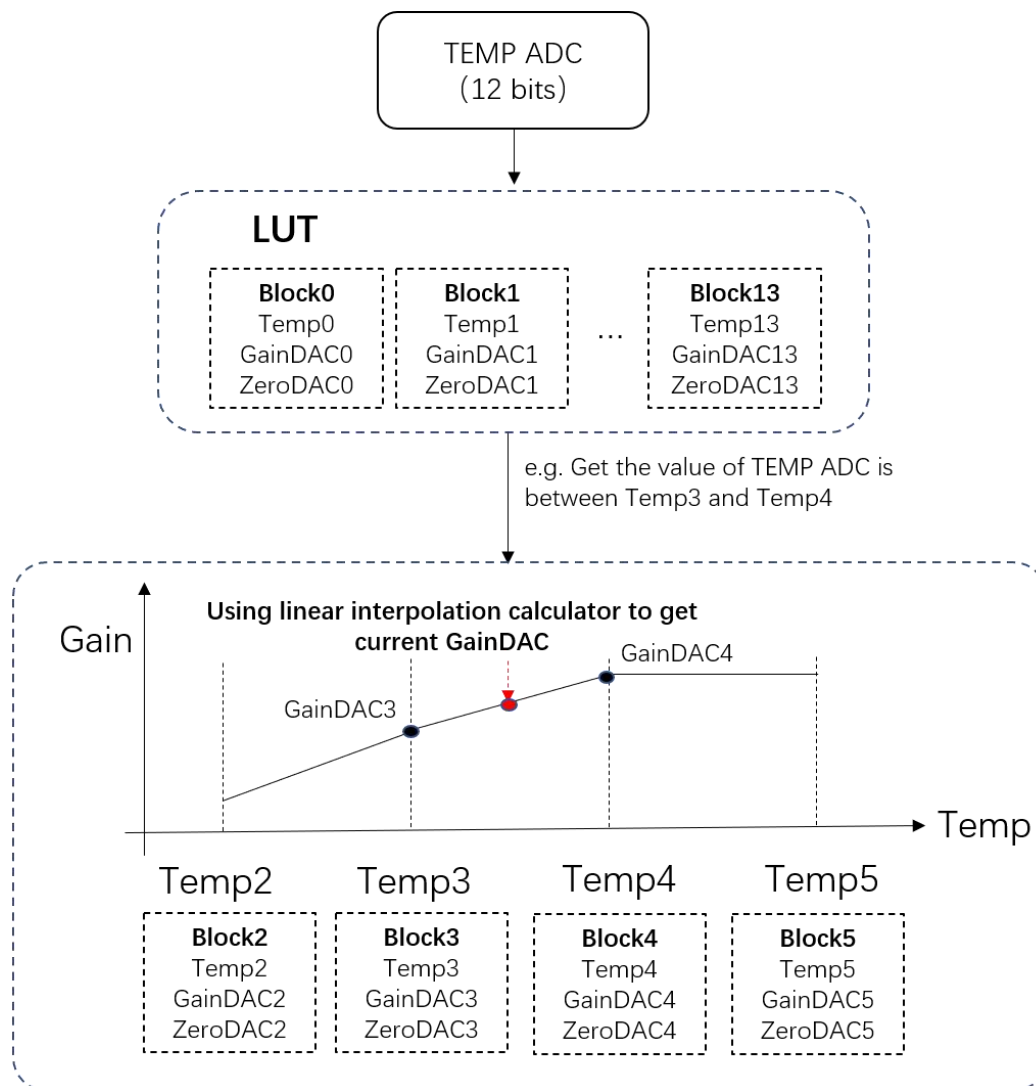


图4.3 GainDAC的线性插值

4.4. 零点偏置电压校准

NS5312 的零点偏置电压的校准是通过粗调+细调两部分的电路组成的。

● 零点粗调模块 Coarse Offset Adjust

零点粗调模块的调节范围是 $-V_{EXC}/(4 \times G1)$ 到 $+V_{EXC}/(4 \times G1)$ ，总共可以调节的挡位是 5 档。

粗调的参数配置是由 0x41（或 MTP 模式下 0x43）寄存器的 bit7~5 完成的。

Coarse_off<2:0>	等效到输入侧的偏置 offset
000b/100b	0V
001b	$+V_{EXC}/(8 \times G1)$
010b/011b	$+V_{EXC}/(4 \times G1)$
101b	$-V_{EXC}/(8 \times G1)$
110b/111b	$-V_{EXC}/(4 \times G1)$

V_{EXC} 的值取决于客户的选择（2.5V 或者 4.096V 中的一种）。

● 零点细调 ZeroDAC

ZeroDAC 的输出附加在 G2 的输出上，给整个信号链的输出提供了一个零点偏置电压。ZeroDAC 的输出由 ZeroDAC 的 14 位控制字决定，其输出电压的范围为 0V~ V_{EXC} 。所以每一位 ZeroDAC 的 LSB 等价于 $V_{EXC}/(2^{14}-1)$ V。

和 GainDAC 的情况完全相同，ZeroDAC 的控制字，也是在地址为 0x60 起的 LUT（Look Up Table）中进行保存和配置。详细的数字流程图，参见图 3.5。

1. 上电启动时期的 ZeroDAC 的控制字的来源：

NSA5312 上电后，在 TEMP ADC 完成第一次温度转换前，ZeroDAC 的配置字的内容由 0x30 寄存器来决定。0x30 寄存器的 bit4~1 选择 14 个 LUT Block 的其中一组的 ZeroDAC 的值作为芯片上电初始默认配置值。

2. 上电后进入校准模式以后的 ZeroDAC 控制字的来源：

芯片上电后的 20/100ms 内，如果通过 OWI 接口使得芯片进入校准模式（0x10 寄存器的 bit0 配置为 1）后，ZeroDAC 的配置字内容由 0x08 和 0x09 寄存器的值决定。在校准模式下改写这两个寄存器的值，会使得输出零点立刻发生变化。

3. 上电后进入普通模式下不使能 LUT 的温度补偿时 ZeroDAC 控制字的来源：

在普通模式下（0x10 寄存器 bit0 为 0），如果不使能 LUT 的温度补偿（0x30 寄存器 bit5 为 1），那么这个时候，ZeroDAC 的控制字是一个常数，值的大小为 0x30 寄存器 bit4~bit1 所指定 LUT Block (14 选 1) 的 ZeroDAC 的值。

4. 上电后进入普通模式下使能 LUT 的温度补偿时 ZeroDAC 控制字的来源：

这种情况下 ZeroDAC 的控制字是由计算得出的温度线性插值后的值。TEMP ADC（12 位数字温度传感器）的输出会先在 LUT 中进行自动查找，先找到当前的温度位于 LUT 的哪个温度区域（找到相邻的 Block），得到两个线性转折点的 ZeroDAC 的值。然后线性插值计算器会根据当前温度通过线性插值来计算得出最终的控制字并赋予 ZeroDAC。详细的过程见下图。

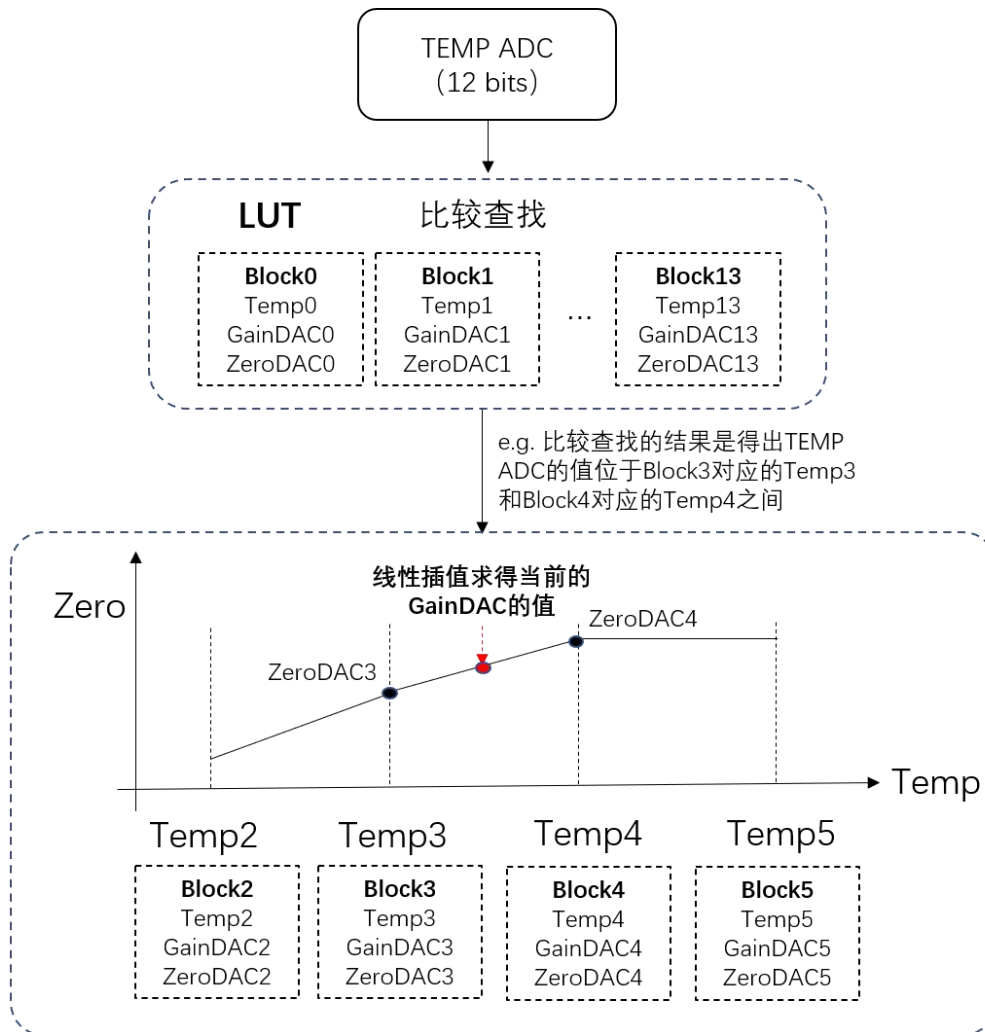


图4.4 ZeroDAC的线性插值

ZeroDAC 的输出直流电压事实上还要经过 GainDAC 和输出放大器 Go 的进一步放大才产生最终在输出级上看到的直流偏置电压。

* Note: 举例说明 ZeroDAC 的输出分辨率的计算: $V_{EXC} = 2.5V$, $G_o = 2.4x$, GainDAC 约为 $0.6x$, 这样的配置下 ZeroDAC 的每 LSB 的分辨率约为 $2.5V * 2.4 * 0.6 / 16383 = 0.23mV$

* Note: 由于轨到轨限制的原因, 事实上 NSA5312 的输出电压的幅度为 $100mV \sim V_{DD} - 0.1V$ 。ZeroDAC 假如设定的特别小 (比如设定使得零点电压的值小于 $100mV$) , 可能事实上出不来那个电压。

4.5. 信号链传递函数

最终的总信号链传递函数为:

$$V_{out} = ((V_{in} + V_{Coarse_off}) * G1 * G2 + V_{ZeroDAC}) * G_{GainDAC} * G_o$$

举例说明：

当一个传感器的大约灵敏度可以确定，可以先把整个信号链所需要的增益估计出来。

比如，假设总增益为 50x 左右：

可以把 G_1 ， G_2 和 G_o 的值先确定下来：取 $G_o = 2.4x$ ， $G_1 = 16x$ ， $G_2 = 2x$

那么这个时候 $G_{GainDAC}$ 就可以推导出来大约为 $50/2.4/16/2 = 0.651$ （GainDAC 的控制字取 7807）。

然后客户希望输出值的零点在 2.5V。那么可以推导出 ZeroDAC 的输出对应电压为 $2.5V/0.651/2.4 = 1.600V$ ，对应 ZeroDAC 的控制字为 10486。

4.6. 输出参考电压 V_{bias}

零点电压的参考电平用来对 V_{out} 信号做后续的差分处理。这个时候 NSA5312 的 V_{BIAS} 管脚就可以用来提供这个参考零点电平。 V_{BIAS} 参考零点电平可以通过软件配置为 0.5V，1.65V 或者 2.5V 三种不同的电压，其精度可以达到 $\pm 20mV$ 以内。

4.7. 输出带宽和噪声控制

对传感器来说，由于其原始信号的幅值一般比较小，所以不得不在信号链中用一个比较大的放大增益。随之而来的是信号链的噪声也被相等同的放大。对于客户来讲，实际应用中可能希望平衡输出信号带宽（响应时间）和输出噪声的两个指标。NSA5312 提供了这样的选项。NSA5312 可以通过限制输出信号带宽的方式来限制输出噪声。

- 使用芯片内部可编程带宽限制。用户可以通过 0x41 寄存器（或者 MTP 模式下 0x43 寄存器）的 bit 3~4 来控制输出带宽到 50kHz，250kHz，500kHz 或者无限制（约为 600kHz）。
- 使用 FILT 引脚来做硬件带宽限制。FILT 引脚上可以外挂片外的电容来实现硬件的信号滤波，从而降低 NSA5312 的输出信号带宽。

4.8. OWI 编程接口

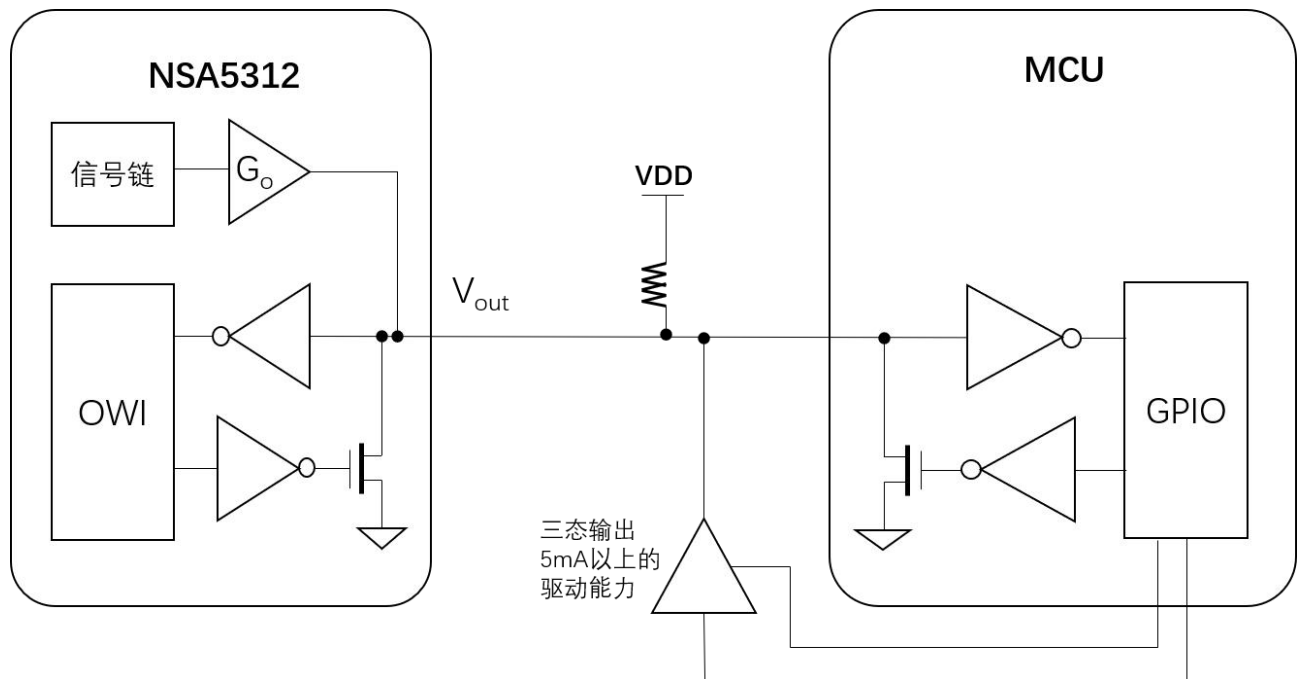


图4.5 OWI硬件接口示意图

- 上电进入 OWI 的窗口期

NSA5312 在内部 POR（Power On Reset）结束后的前 20/100ms 窗口期内，会对 V_{out} 管脚提供限流输出，并允许 OWI 编程接口被外部电路激活。在这个 20/100ms 内， G_O 限流电流为 1mA 并允许外部电路通过 Over Drive 的方式强驱（Note1）。如果在这个 20/100ms 窗口内 OWI 接口被外部电路强行驱动激活，那么 G_O 会停止输出并变为高阻状态，以便于外部电路进行方便而安全的进一步通信。如果 20/100ms 内 OWI 接口并未被激活，那么 G_O 在窗口过后将会进入无限流（45mA 最大驱动电流）的正常输出并且 OWI 接口在下一次上电前无法再次进入。

* Note1: 在这过程中，建议客户用一个 5mA 以上输出能力的三态输出门来把 V_{out} 的信号强行驱动到‘0’或者‘1’的数字电平以使得 NSA5312 的 OWI 接口被激活。

● OWI 通信协议规范

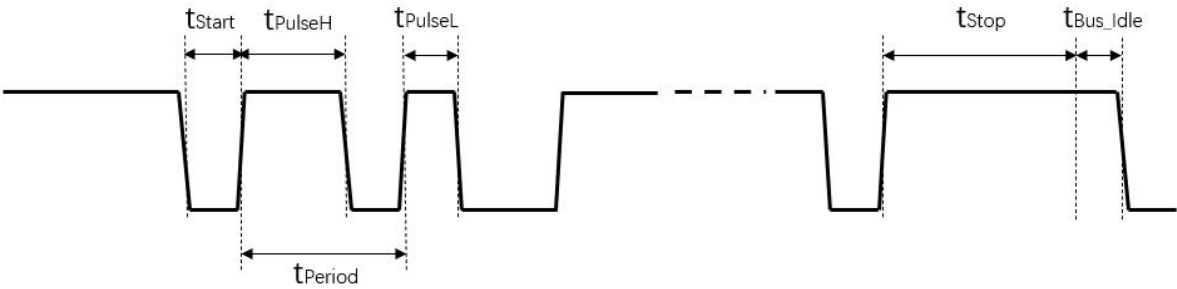


图4.6 OWI时序图

标示	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
t_{Period}	OWI 位周期		20		1000	us
t_{Period_DEV}	OWI 位周期偏差		0.75	1	1.25	t_{Period}
t_{PulseL}	表示‘0’的占空比		1/8	1/4	3/8	t_{Period}
t_{PulseH}	表示‘1’的占空比		5/8	3/4	7/8	t_{Period}
t_{Start}	开始条件低电平时间		10			us
t_{Stop}	结束条件时间	2 个 bit 周期或 4096us	2			t_{Period}
				4		ms
t_{Bus_Idle}	总线空闲时间	Stop 和 Start 之间的最小总线空闲时间	10			us

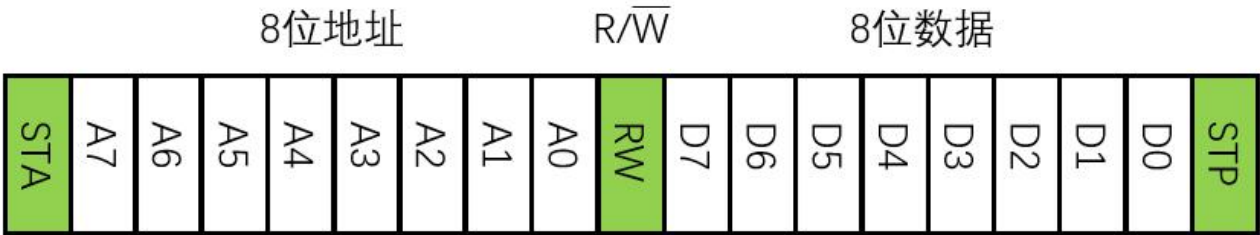


图4.7 OWI 协议说明

每一次 OWI 的读写操作需要主控先发一个 Start 标识，接着主控会提供 8 位地址，然后是一位读写位（读为高电平，写为低电平）。如果是写操作，主控需要接下去发 8 位的数据，如果是读操作，NSA5312 会提供一个 8 位的数据由主控读取。最后，主控收到数据后，发一个 Stop 标识表示一次 OWI 通信完成。

● OWI 通信激活条件

在 20/100ms 的窗口期内，当客户使用外部三态门来强行驱动 V_{out} 以进入 OWI 通讯模式的过程中：

1. 首先需要强驱 V_{out} 管脚并把管脚电平驱动为‘1’的高电平来模拟 OWI 总线进入总线 IDLE 的状态。这个高电平的维持时间至少需要 10us。
2. 然后主控需要在强驱动模式下继续对 0xFF 地址依次写入“B5A6C9”三个 Key Byte，使得 OWI 模式通信被激活。
 - a) 第一个 STA 条件满足的时间必须在上电后 20ms 内完成
 - b) 满足 20ms 内发出 STA 条件后三个 Key 输入时间为 100ms

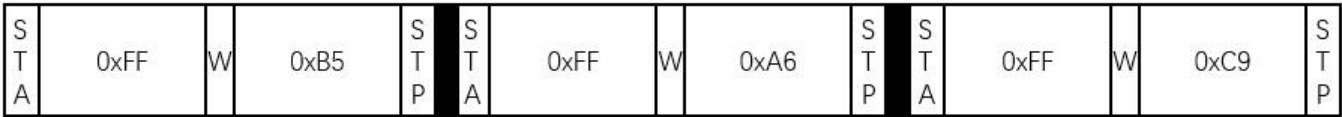


图4.8 OWI 进入密钥

3. 三个 Key 被识别后， G_o 的放大器输出被关闭并呈高阻的状态，同时 OWI 对内部寄存器和 NVM 的操作权限被打开，然后用户就可以进入正常的 OWI 通信模式中了。

● OWI 通信的暂时退出

在客户进行电流传感器的模块级校准过程中，客户可以对 0x20 寄存器写任意值来暂时退出 OWI 接口的通信并恢复 G_o 的限流输出（限流到 1mA）。过一段等待时间（等待时间的长短，由 0x21 和 0x22 这两个寄存器的值决定）以后，NSA5312 会自动重新进入 OWI 通信模式并关闭 G_o 的输出。

* Note: 如果 0x21 和 0x22 的值为 0x00，任意对 0x20 寄存器的写操作会完全退出 OWI 通信，必须重新上电以后才可以可以在上电的 100ms OWI 进入窗口期内重新建立 OWI 通信。

● OWI 通信的永久关闭

在绝大多数的应用场景下，客户做完工厂的校准后并烧写 NVM 后，再也不希望这个芯片可以进入 OWI 模式。如果有这样的需求，客户可以烧写将 NVM 的地址为 0x30 的寄存器的值的 bit0 置为 1，这样下一次上电后就不会再有 20/100ms 的 OWI 进入窗口期，OWI 的编程接口被永久性关闭。OWI 通信永久关闭后，NSA5312 在上电 POR 后 1ms 直接正常输出模拟信号量。

4.9. 寄存器说明和 NVM 的使用

● 寄存器和 NVM 的功能区分

NSA5312 的内部寄存器分为五个区域：调试和校准寄存器区域（断电数据丢失），NVM 全局控制变量区，NVM 客户校准参数区（这块区域支持 MTP 模式），LUT 纠错码保存区和 LUT 校准参数保存区。

● 调试和校准寄存器区域

NSA5312 的寄存器区域主要用来给客户做系统校准，调试以及控制烧写 NVM 的时候使用。寄存器区域的数据断电后不会被保存。寄存器区域的地址空间从 0x00~0x22。

地址	读写	名称	功能	默认值
0x00	W	Soft Reset	对该寄存器写入 0x24，软件复位芯片	0x00
0x01 ~ 0x05	NA	NA	NA	NA
0x06	R	TADC_H	12 位 TADC 当前转换值数据高 4 位 (Bit7~4 为全 0)	0x00
0x07	R	TADC_L	12 位 TADC 当前转换值数据低 8 位	0x00
0x08	RW	ZeroDAC_H	14 位零点偏置细调寄存器高 6 位 未启用校准模式，只读，值为当前 ZeroDAC 的控制字的值 启用校准模式时（参见 0x10 寄存器），写这个寄存器会立刻改变 ZeroDAC 的控制字并作用于输出	0x00
0x09	RW	ZeroDAC_L	14 位零点偏置细调寄存器低 8 位 未启用校准模式，只读，值为当前 ZeroDAC 的控制字的值 启用校准模式时（参见 0x10 寄存器），写这个寄存器会立刻改变 ZeroDAC 的控制字并作用于输出	0x00
0x0A	RW	GainDAC_H	14 位增益细调寄存器高 6 位 未启用校准模式时，只读，值为当前 GainDAC 的控制字的值 启用校准模式时（参见 0x10 寄存器），写这个寄存器会立刻改变 GainDAC 的控制字并作用于输出	0x00
0x0B	RW	GainDAC_L	14 位增益细调寄存器低 8 位 未启用校准模式时，只读，值为当前 GainDAC 的控制字的值 启用校准模式时（参见 0x10 寄存器），写这个寄存器会立刻改变 GainDAC 的控制字并作用于输出	0x00
0x0C ~ 0x0F	NA	NA	NA	NA
0x10	RW	Calib_Mode	Bit 0: 校准模式启用 置 0 - 不使用校准模式，0x08~0B 寄存器的数值为 LUT 基于当前温度值做线性插值计算后得出的 GainDAC 和 ZeroDAC 的控制字的值 置 1 - 启动校准模式，允许 0x08~0B 寄存器被写	0x00
0x12	W	Blow_Start	Bit 1: Blow_Start 置 1 - 启动烧写 NVM	0x00
0x20	W	Quit OWI	任意写操作生效	NA
0x21	W	VoutEnableCount_L	暂时中断 OWI 通讯并输出电压，时间配置寄存器低 8 位	0x00
0x22	W	VoutEnableCount_H	暂时中断 OWI 通讯并输出电压，时间配置寄存器高 8 位	0x00

● NVM 全局控制变量区域

NSA5312 的全局控制变量区域主要用于控制客户和系统校准不相关的选项。一般这个区域保存的设置没有二次编程的需求。

地址	读写	名称	功能	注释
0x30	RW Blow	Sys_Config	Bit 7: MTP_EN 置 0: NVM 客户校准参数区使用 OTP 模式 (使用 OTP 模式时, Bank1 的数据和对应 Bank2 的数据做或逻辑后作为实际配置值使用) 置 1: NVM 客户校准参数区使用 MTP 模式 (使用 MTP 模式时, 客户通过 0x30 寄存器的 Bit6 来选择 Bank1 的数据或者 Bank2 的数据其中的一组作为实际配置值使用) Bit 6: CONFIG_MTP_SEL (仅在 MTP 模式下起作用) 置 0: 采用 Config Bank1 的数据, 置 1: 采用 Config Bank2 的数据 Bit 5: LUT_TABLE_USE_SEL 置 0: 使用 LUT 温度线性插值 置 1: 不使用 LUT 线性插值 (使用固定的一组 Bank) Bit 4~1: LUT_TABLE_BANK_SEL<3:0> 0001b: 使用 LUT Bank0 的数据作为 GainDAC 和 ZeroDAC 的上电默认值以及固定输出的 Block 0010b: 使用 LUT Bank1 的数据作为 GainDAC 和 ZeroDAC 的上电默认值以及固定输出的 Block 1110b: 使用 LUT Bank13 的数据作为 GainDAC 和 ZeroDAC 的上电默认值以及固定输出的 Block Bit 0: OWI_Disable 置 0: OWI 接口不关闭 置 1: 永久关闭 OWI 接口, 再次启动后不再有 20/100ms 窗口期	
0x31	RW Blow	EXC Config & Input Option	Bit 7~4: Reserved Bit 3: VEXC_SEL 置 0: 4.096V 置 1: 2.5V Bit 2: INPUT_SWAP 置 0: 输入正负极不做交换 置 1: 输入正负极交换 Bit 1: 必须置 0	

			Bit 0: Chop Disable 置 0: Chop Enable 置 1: Chop Disable	
0x32	RW Blow	CSTCTrim1	Bit 7: GBW_BT	
0x33	NA	NA	NA	
0x34	RW Blow	Customer_ID	Customer Define	
0x35	RW Blow	Customer_ID	Customer Define	
0x36	RW Blow	Customer_ID	Customer Define	
0x37	RW Blow	Reserved	Reserved	

● NVM 客户校准参数区域

NSA5312 的 NVM 客户校准参数区域分为 Block1 和 Block2 两块数据。

1. 在 OTP 模式下，两块数据互为备份，最终的输出值为 Block1 和 Block2 对应数据“或”计算的结果。
2. 在 MTP 模式下，客户可以选择 Block1 的数据或者时 Block2 的数据之一作为输出的最终结果。Block1 的数据从地址 0x40 开始到 0x41，Block2 的数据从地址 0x42~0x43。

地址	读写	名称	功能	注释
0x40	RW Blow	GAIN_Setting	Bit7~6: Go 增益配置 00b: 2.4x 01b: 2.8x 10b: 3.2x 11b: 3.6x Bit 5~3: G2 增益配置 000b: 1.182x 001b: 1.4x 010b: 1.667x 011b: 2x 100b: 2.429x 101b: 3x 110b: 3.5x 111b: 4x Bit 2~0: G1 增益配置 000b: 1x 001b: 2x 010b: 4x 011b: 8x 100b: 16x	MTP Bank1

			101b: 32x 110b: 64x 111b: 128x	
0x41	RW Blow	Output Config & Coarse Offset Config	Bit 0 输出模式 置 0: 固定输出 (该位被配置成 0 时 Vbias 电压取决于 Bit2 和 Bit1 的值) 置 1: Reserved Bit 2~1: Vbias control (在输出为固定输出时配置生效) 00b: Vbias 输出为 2.5V 01b: Vbias 输出 1.65V 10b: Vbias 输出 0.5V 11b: Vbias 输出 1/2 VCC Bit 4~3: Output bandwidth control 00b: None limit (大约为 600kHz 的) 01b: 500kHz 10b: 250kHz 11b: 50kHz Bit 7~5: Coarse_Offset: 零点粗调选择(以下的电压等价到输入侧) 000b/100b: 0V 001b: +VEXC/(8*G1) 010b/011b: +VEXC/(4*G1) 100b: 0V 101b: -VEXC/(8*G1) 110b/111b: -VEXC/(4*G1)	MTP Bank1
0x42	RW Blow	GAIN_Setting	Bit7~6: G0 增益配置 00b: 2.4x 01b: 2.8x 10b: 3.2x 11b: 3.6x Bit 5~3: G2 增益配置 000b: 1.182x 001b: 1.4x 010b: 1.667x 011b: 2x 100b: 2.429x 101b: 3x 110b: 3.5x 111b: 4x Bit 2~0: G1 增益配置 000b: 1x 001b: 2x 010b: 4x 011b: 8x 100b: 16x 101b: 32x 110b: 64x 111b: 128x	MTP Bank2
0x43	RW Blow	Output Config & Coarse Offset Config	Bit 0 输出模式 置 0: 固定输出 (该位被配置成 0 时 Vbias 电压取决于	MTP Bank2

			Bit2 和 Bit1 的值) 置 1: Reserved Bit 2~1: Vbias control (在输出为固定输出时配置生效) 00b: Vbias 输出为 2.5V 01b: Vbias 输出 1.65V 10b: Vbias 输出 0.5V 11b: Vbias 输出 1/2 VCC Bit 4~3: Output bandwidth control 00b: None limit (大约为 600kHz 的) 01b: 500kHz, 10b: 250kHz 11b: 50kHz Bit 7~5: Coarse_Offset: 零点粗调选择(以下的电压等价到输入侧) 000b/100b: 0V 001b: +VEXC/(8*G1) 010b/011b: +VEXC/(4*G1) 100b: 0V 101b: -VEXC/(8*G1) 110b/111b: -VEXC/(4*G1)	
--	--	--	--	--

● LUT 校准参数保存区

地址	读写	内容	排列方式	注释
0x60 ~ 0x64	RW Blow	查找表的第 0 个温度点的: 12bit 温度值, 14bit ZeroDAC 控制字 14bit GainDAC 控制字	bit7 bit0 0x60 TADC <11:4> 0x61 TADC <3:0> ZeroDAC <13:10> 0x62 ZeroDAC <9:2> 0x63 ZeroDAC <1:0> GainDAC <13:8> 0x64 GainDAC <7:0>	LUT – BANK0
0x65 ~ 0x69	RW Blow	查找表的第 1 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK1
0x6A ~ 0x6E	RW Blow	查找表的第 2 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK2
0x6F ~ 0x73	RW Blow	查找表的第 3 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK3
0x74 ~ 0x78	RW Blow	查找表的第 4 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK4
0x79 ~ 0x7D	RW Blow	查找表的第 5 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK5
0x7E ~ 0x82	RW Blow	查找表的第 6 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK6
0x83 ~ 0x87	RW Blow	查找表的第 7 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK7
0x88 ~ 0x8C	RW Blow	查找表的第 8 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK8
0x8D ~ 0x91	RW Blow	查找表的第 9 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK9
0x92 ~ 0x96	RW Blow	查找表的第 10 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK10
0x97 ~	RW Blow	查找表的第 11 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK11

0x9B				
0x9C ~ 0xA0	RW Blow	查找表的第 12 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK12
0xA1 ~ 0xA5	RW Blow	查找表的第 13 个温度点的	数据排列方式同上	LUT – BANK13

* Note: 这 14 个温度点，必须遵循 TADC 的值从小变大的排列顺序，才能有效的使用线性插值计算。否则 LUT 的查询过程会失效。

● LUT 纠错码保存区

从地址 0xA6 起的 NVM 区域存放的是可以对 LUT 的数据进行纠错的纠错码。由于实际使用的情况中，可能会发生 LUT 这样的大面积的数据烧写的时候发生的烧写失败，使用下面这个纠错码机制可以大大减少由于芯片烧写失败引起的量产不良率。

当用户烧写完这个 LUT 子表（14 个 Bank 的数据）的数据结构以后，会回读所有的数据以确认烧写是否成功。这个时候，如果有数据发生了错误，那么我们只需要知道这个数据的位置（出错数据对应在哪个 Bank，Bank 中的哪一个 Byte），就可以对这个错误的数据进行纠错。在这个 LUT 纠错码保存区中，所保存的就是这个出错数据对应的 Index 信息。（只能对一个 Bank 进行纠错，如果大于一个 Bank 出错，那么应该当废品进行处理）

地址	读写	内容	说明	注释
0xA6	RW Blow	LUT_CC_Index	Bit 7~4: Byte_Index: 写入 1~5 来选择 Byte Bit 3~0: Bank_Index: 写入 1~14 来选择 Bank	
0xA7	RW Blow	LUT_CC_Data	Bit 7~0: 写入纠错后的正确数据	

5. 典型应用

5.1. 典型应用线路图

NSA5312 的最典型应用是用于 TMR 电流传感器信号调理。

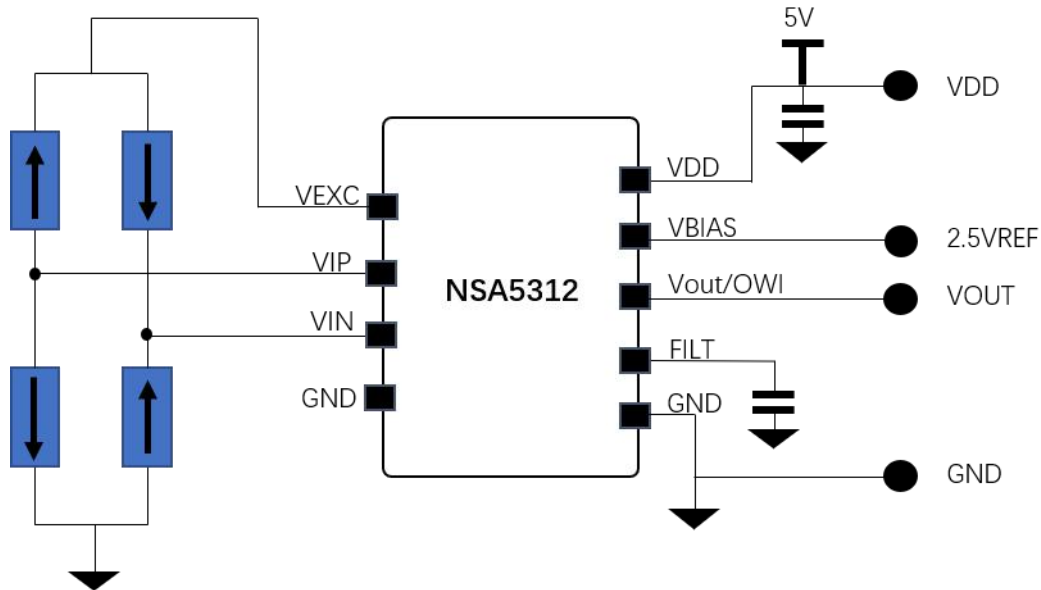


图5.1 NSA5312应用于TMR电流传感器

5.2. 传感器校准

1. 确定传感器大致的增益要求，配置 $G1$ ， $G2$ ， G_0 的参数，配置传感器基本设置（输出方式，Bias 电平...）。
2. 从低温到高温，记录下每个温度点（比如每 10°C 或 20°C 一个温度点），电流传感器来进行灵敏度和零点的在各个温度点下的校准值标定并记录，把所有的温度点按照从低到高的顺序写入 Block0~Block13（如使用 8 个温度点，则记录 Block0~Block7 即可）。
3. 然后配置 0x30 寄存器选择上电初始 GainDAC 和 ZeroDAC 的值。
4. 进行配置烧写并回读，计算出 LUT 纠错码。
5. 烧写纠错码到纠错码保存区。
6. 关闭 OWI 接口并重新上电后确认功能和精度。

5.3. 响应时间（主要用于电流互感器过流保护）

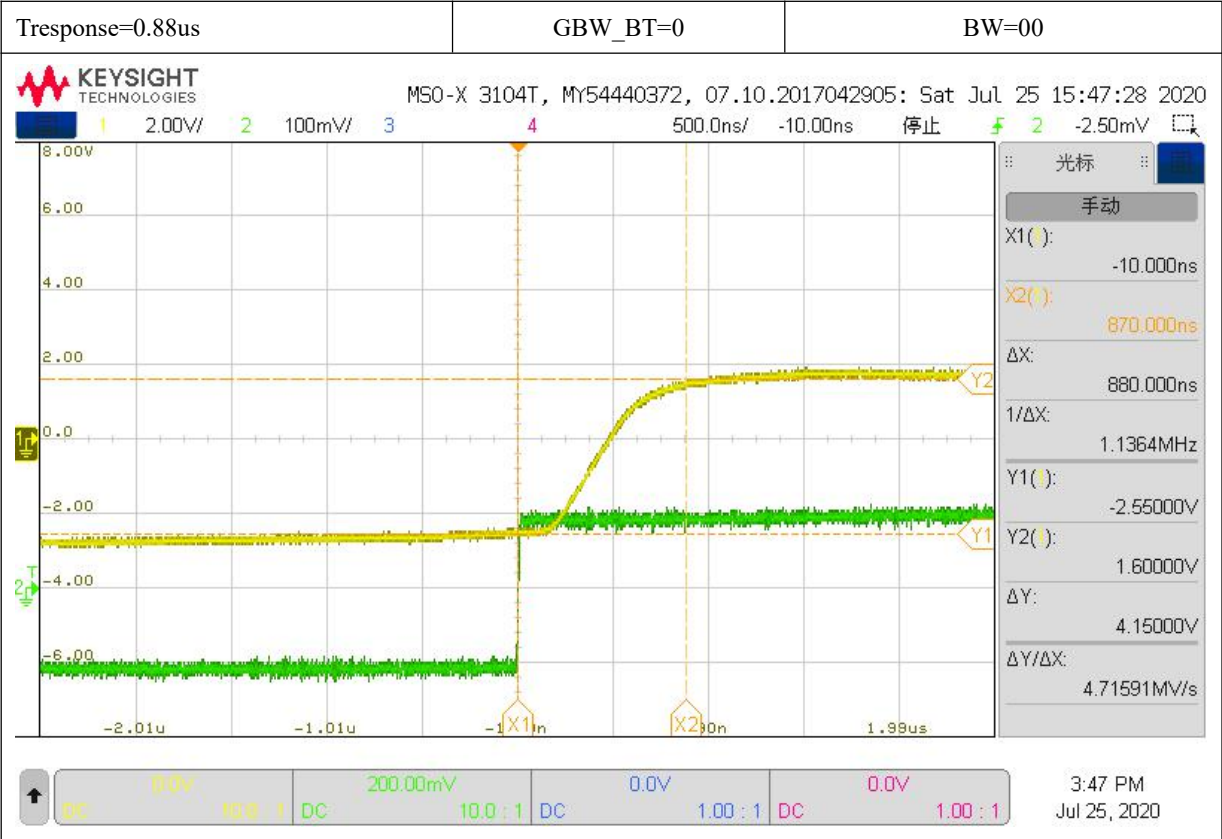
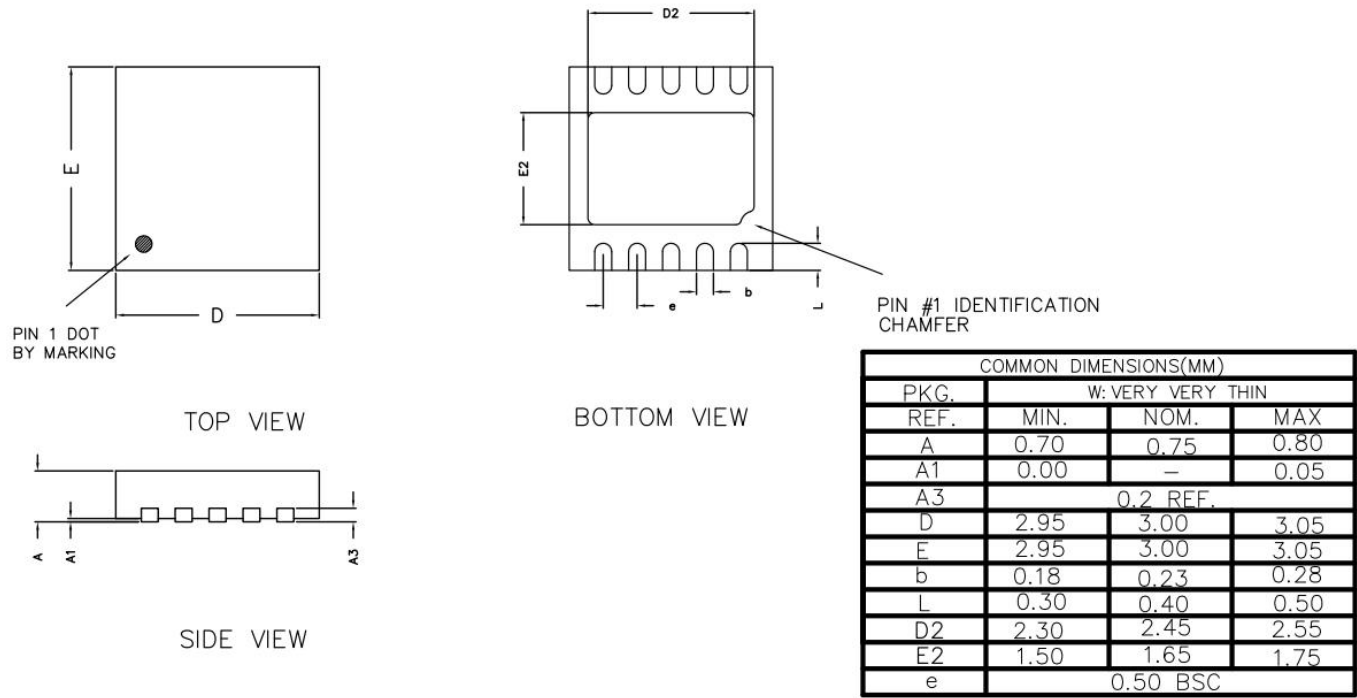


图5.2 NSA5312 的阶跃响应（图中绿色信号为输入，黄色为NSA5312的输出信号）

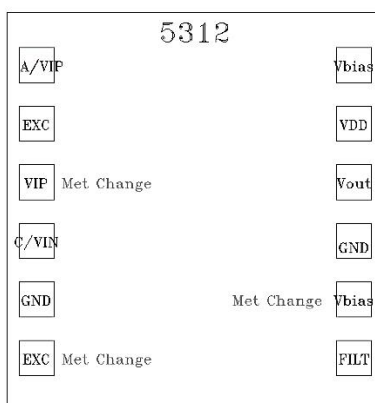
6. 管脚和封装信息

6.1. DFN10 封装



6.2. 晶粒 Pad 定位信息

- 晶粒尺寸为 1406um X 1600um
- PAD 详细坐标（以芯片正中心为 XY 坐标参考零点，下表中 XY 方向距离单位为 um）



Num	X coordinate	Y coordinate	Pad Name
1	-553	160	VIP_pad
2	-553	10	Vexc_pad
3	-553	-165	VIP2_pad
4	-553	-415	VIN_pad
5	-546	-590	GND
6	-553	-680	Vexc2_pad
7	553	-35	Vbias_pad
8	546	-150	VDD
9	553	-240	vout_pad
10	553	-335	GND
11	553	-435	Vbias_pad
12	553	-590	Filt_pad

7. 订货信息

Order Number	Description
NSA5312-W	晶圆
NSA5312-DDNR	DFN10

8. 修订历史

Revision	Description	Date
0.0	Draft Version	2020/8/18
1.0	Release Version 1.0	2020/12/26