



HY3106/HY3104/HY3102
Datasheet
24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

Table of Contents

| | |
|---|----|
| 1. 特點 | 4 |
| 2. 應用 | 4 |
| 3. 簡介 | 5 |
| 4. 引腳定義 | 6 |
| 4.1. SSOP16 引腳圖 | 6 |
| 4.2. I/O引腳定義 (SSOP16) | 7 |
| 5. 應用電路 | 8 |
| 5.1. 橋式感測器 | 8 |
| 6. 暫存器列表 | 9 |
| 6.1. 暫存器列表 | 9 |
| 6.2. 暫存器說明 | 11 |
| 7. 電器特性 | 14 |
| 7.1. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS | 14 |
| 7.2. ELECTRICAL CHARACTERISTICS | 14 |
| 8. $\Sigma\Delta$ ADC NOISE PERFORMANCE | 16 |
| 9. SPI | 19 |
| 10. OVERVIEW | 23 |
| 10.1. Input Channel Multiplex | 23 |
| 10.2. Low-Noise PGA | 23 |
| 10.3. 參考電壓輸入 | 23 |

| | | |
|------------|---------------------|-----------|
| 10.4. | COMB Filter | 24 |
| 10.5. | 系統頻率..... | 26 |
| 10.6. | 溫度感應器 | 27 |
| 10.7. | 數據格式..... | 28 |
| 11. | 訂貨資訊 | 29 |
| 12. | 封裝型式資訊 | 30 |
| 12.1. | SSOP16(E016) | 30 |
| 13. | 修訂記錄 | 31 |

注意：

- 1、本說明書中的內容，隨著產品的改進，有可能不經過預告而更改。請客戶及時到本公司網站下載更新 <http://www.hycontek.com>。
- 2、本規格書中的圖形、應用電路等，因第三方工業所有權引發的問題，本公司不承擔其責任。
- 3、本產品在單獨應用的情況下，本公司保證它的性能、典型應用和功能符合說明書中的條件。當使用在客戶的產品或設備中，以上條件我們不作保證，建議客戶做充分的評估和測試。
- 4、請注意輸入電壓、輸出電壓、負載電流的使用條件，使 IC 內的功耗不超過封裝的容許功耗。對於客戶在超出說明書中規定額定值使用產品，即使是瞬間的使用，由此所造成的損失，本公司不承擔任何責任。
- 5、本產品雖內置防靜電保護電路，但請不要施加超過保護電路性能的過大靜電。
- 6、本規格書中的產品，未經書面許可，不可使用在要求高可靠性的電路中。例如健康醫療器械、防災器械、車輛器械、車載器械及航空器械等對人體產生影響的器械或裝置，不得作為其部件使用。
- 7、本公司一直致力於提高產品的品質和可靠度，但所有的半導體產品都有一定的失效概率，這些失效概率可能會導致一些人身事故、火災事故等。當設計產品時，請充分留意冗餘設計並採用安全指標，這樣可以避免事故的發生。
- 8、本規格書中內容，未經本公司許可，嚴禁用於其他目的之轉載或複製。

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



1. 特點

- 橋氏傳感器的前置訊號處理設計
- 內建前置放大器(PGA)，可選擇增益 $\times 1, \times 2, \times 4, \times 8, \times 16, \times 32, \times 64, \times 128$ 。
- 外部晶體震盪器輸入或內部高精度 RC 震盪器工作時脈切換選擇
- 可選擇 10, 80, 640 或 2560 SPS 的數據輸出速率
- 內建溫度感應器
- 選擇 10SPS 輸出速率時可同時抑制 50 / 60 Hz 的訊號
- RMS Noise :
10 SPS 輸出速率時為 50nV (Gain= 128)
80 SPS 輸出速率時為 150nV (Gain= 128)
- 可選擇使用 Reference Input buffer
- SPI 數據傳輸介面
- SSOP16 封裝
- 內建 VDDA 穩壓器，可選擇電壓: Off, 2.4V 2.7V, 3.0V, 或 3.3V
- 電壓工作範圍: 2.4V to 3.6V
- -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$ 操作溫度範圍
- 內建直流偏壓設置，可選擇 $0, \pm 1/8, \pm 1/4, \pm 3/8, \pm 1/2, \pm 5/8, \pm 3/4, \pm 7/8$ 倍 VREF 的偏置電壓
- 低 Sleep 電流，約 0.65uA (ENADC = 0)
- 內建 4 種訊號輸入模式切換(正向輸入、下短路、上短路、交錯)
- Operation Current :
950uA@Gain=64,128;
300uA@Gain= 1,2,4

| Model No. | Architecture | Input Channels | EONB (Bits) | RMS Noise | System Clock | Sample Rate(Max) | Built-In Temp. Sensor | DC Offset Set | Interface | Package |
|-----------|--------------|----------------|-------------|--------------|------------------------------|------------------|-----------------------|---------------|-----------|---------|
| HY3102 | Sigma-Delta | 2 | 21 | 50nV (10SPS) | Int. 320kHz | 2560SPS | YES | 4 bits | SPI | SSOP 16 |
| HY3104 | Sigma-Delta | 2 | 21 | 50nV (10SPS) | Int. 320kHz Ext.4.9152MHz | 2560SPS | YES | 4 bits | SPI | SSOP 16 |
| HY3106 | Sigma-Delta | 4 | 21 | 50nV (10SPS) | Int. 320kHz Ext.4.9152MHz | 2560SPS | YES | 4 bits | SPI | SSOP 16 |

2. 應用

- Weight Scale
- Strain Gauge
- Pressure Scale
- Industrial Process Control

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

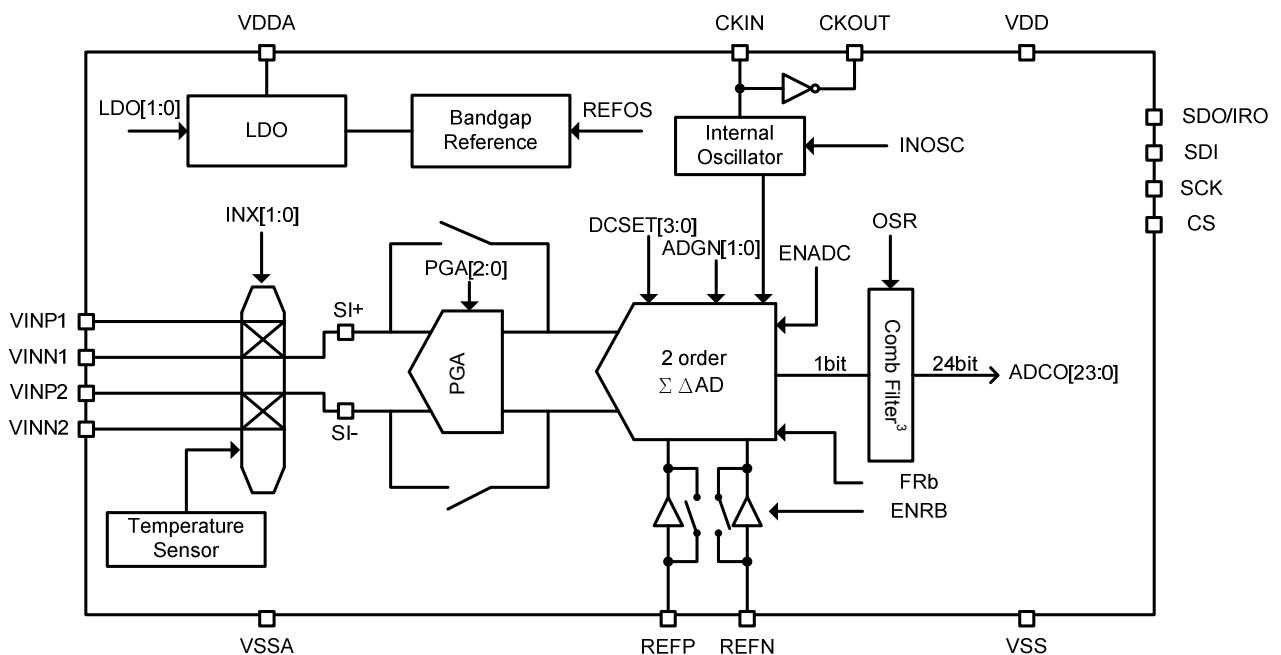
3. 簡介

HY310x (HY3106/HY3104/HY3102)是一個高精度低功率的 24-bit Analog-to-Digital 轉換器(ADC)，內建超低雜訊的可程編程前置放大器(PGA)，1 倍的放大倍率下有 21bit 的有效位數。在增益 128 倍時最小分變訊號為 50nV。晶片最低工作電壓為 2.4V，工作電流消耗為 950 μ A，休眠電流為 0.65 μ A。HY3106/HY3104 同時也可選擇外部時脈輸入或使用內建 RC 震盪時脈做為工作頻率；HY3106 具有兩組類比訊號輸入，晶片是完全做為橋式傳感器的前置訊號處理，其應用的範圍包括秤(Weight Scale)、應力變片(Strain Gauge)、壓力(Pressure Scale)與工業處理控制(Industrial Process Control)。

超低雜訊的可編程前置放大器(PGA)根據輸入訊號大小選擇 8，16 與 32 倍。搭配 ADC 裡的放大倍數 1，2 與 4 倍，最高放大倍率為 128 倍。對參考電壓(REFP-REFN)有乘 1 跟 1/2 的選擇。針對於全量程的輸入差動訊號 $\pm 1.28V$ ， $\pm 640mV$ ， $\pm 320mV$ ， $\pm 160mV$ ， $\pm 80mV$ ， $\pm 40m$ ， $\pm 20mV$ 與 $\pm 10mV$ 的處理。晶片可以選擇不同的輸出速率:10(可抑制 50/60 Hz 訊號干擾) 80, 640, 與 2560 SPS。另外有 4 種訊號輸入模式選擇(正向、下短路、上短路與交錯)做為 Offset 的扣除選擇，並有 8 種直流偏壓選擇(0、 $\pm 1/8$ 、 $\pm 1/4$ 、 $\pm 3/8$ 、 $\pm 1/2$ 、 $\pm 5/8$ 、 $\pm 3/4$ 與 $\pm 7/8$ 的 VREF)。其內建 VDDA 的穩壓器，可有 Off、2.4、2.7、3.0 or 3.3V 的選擇。另外還有溫度感應器，在一個溫度點下做校正誤差範圍小於 $\pm 2^{\circ}C$ 。

HY310x 的數據傳輸是由內建的 SPI 模組控制，內部有一個 8 bit 可讀寫的系統控制和 16 bit 可讀寫的 ADC 控制暫存器。藉由一個 24 bits 的 COMB Filter Buffer 輸出 ADC 數據；可透過寫入 Register bit (ENADC)來控制啟動或休眠整個晶片。

HY310x 是 SSOP-16 的封裝，操作的溫度範圍在 $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 。

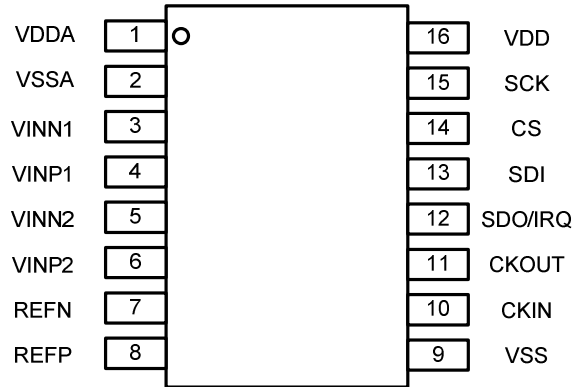


HY3106/HY3104/HY3102

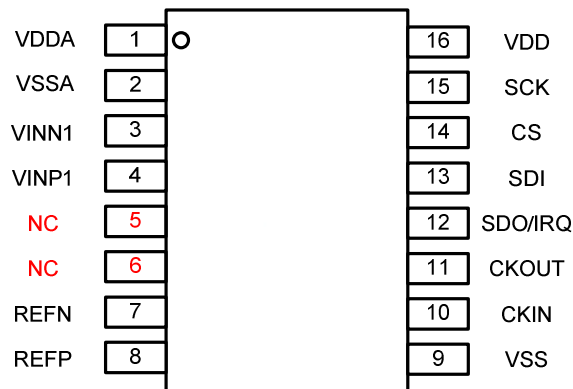
24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

4. 引腳定義

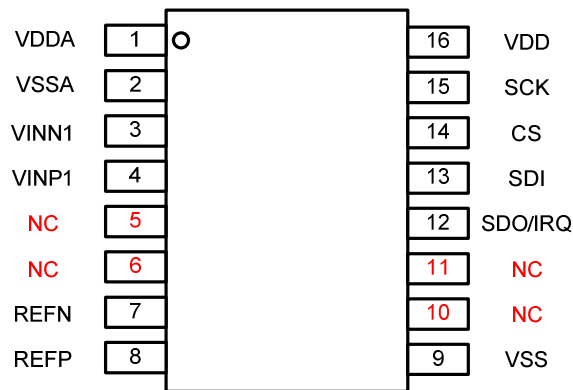
4.1. SSOP16 引腳圖



圖表 1 HY3106 SSOP16 引腳圖



圖表 2 HY3104 SSOP16 引腳圖



圖表 3 HY3102 SSOP16 引腳圖

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

4.2. I/O 引腳定義 (SSOP16)

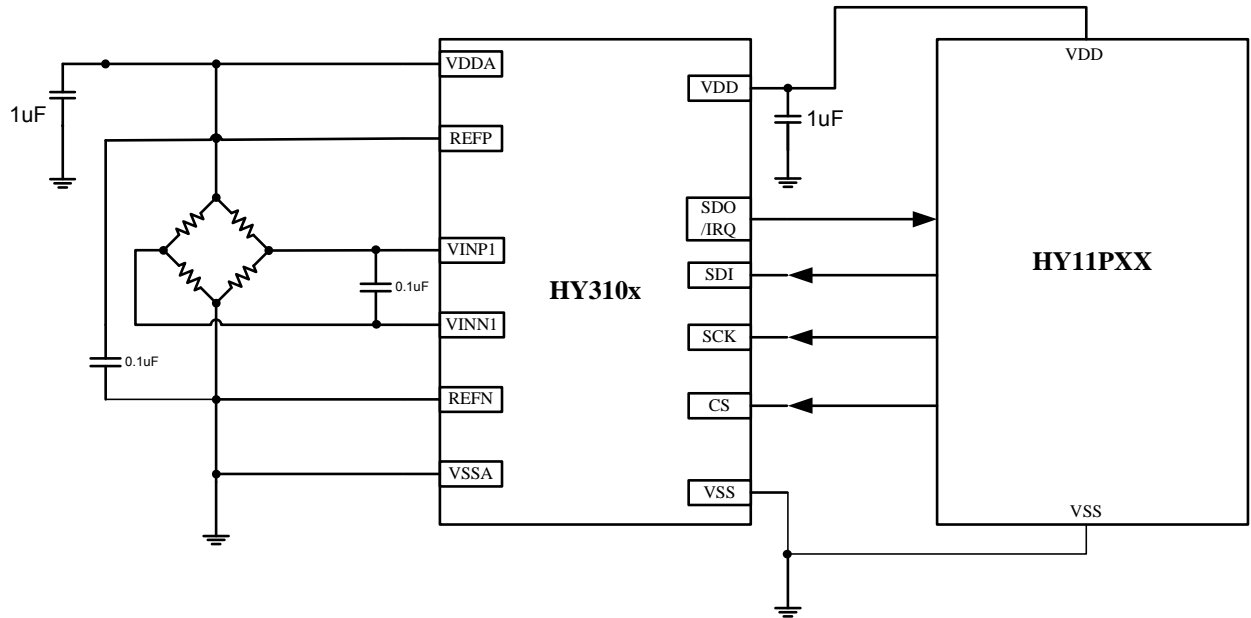
“I”輸入,“O”輸出,“S”史密斯觸發,“P”電壓源,“A”類比通道

| 編號 | 引腳名稱 | 引腳特性 | | 功能說明 |
|----|---------|------|----|--------------------------------|
| | | 格式 | 緩衝 | |
| 1 | VDDA | P | P | Analog Power Supply: 2.4~3.6V |
| 2 | VSSA | P | P | Analog Ground |
| 3 | VINN1 | I | A | Analog Input1 (Negative) |
| 4 | VINP1 | I | A | Analog Input1 (Positive) |
| 5 | VINN2 | I | A | Analog Input2 (Negative) |
| 6 | VINP2 | I | A | Analog Input2 (Positive) |
| 7 | REFN | I | A | Reference Input (Negative) |
| 8 | REFP | I | A | Reference Input (Positive) |
| 9 | VSS | P | P | Digital Ground |
| 10 | CKIN | I | A | External oscillator input |
| 11 | CKOUT | O | A | External oscillator output |
| 12 | SDO/IRQ | O | S | SPI Data Output |
| 13 | SDI | I | S | SPI Data Input |
| 14 | CS | I | A | SPI Chip select Input |
| 15 | SCK | I | A | SPI Clock Input |
| 16 | VDD | P | P | Digital Power Supply: 2.4~3.6V |

表格 1 引腳定義與功能說明

5. 應用電路

5.1. 橋式感測器



圖表 4 橋式感測器應用電路

6. 暫存器列表

6.1. 暫存器列表

| Register | | | | | | | | |
|------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|------|-----|-----|
| | SYS[7:0] | | | | | | | |
| 說明 | System Configuration | | | | | | | |
| Address | 000 | | | | | | | |
| Name | INOSC | LDO[1] | LDO[0] | ENLDO | REFOS | SDOH | CH | TS |
| Read/Write | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| 初始狀態 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| Register | | | | | | | | |
|------------|-----------|----------|----------|----------|--------|--------|---------|---------|
| | ADC[15:8] | | | | | | | |
| 說明 | ADC 控制暫存器 | | | | | | | |
| Address | 001 | | | | | | | |
| Name | DCSET[3] | DCSET[2] | DCSET[1] | DCSET[0] | INX[1] | INX[0] | ADGN[1] | ADGN[0] |
| Read/Write | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| 初始狀態 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Register | | | | | | | | |
|------------|-----------|--------|--------|-----|--------|--------|------|-------|
| | ADC[7:0] | | | | | | | |
| 說明 | ADC 控制暫存器 | | | | | | | |
| Address | 001 | | | | | | | |
| Name | PGA[2] | PGA[1] | PGA[0] | FRb | OSR[1] | OSR[0] | ENRB | ADCEN |
| Read/Write | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| 初始狀態 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Register | |
|------------|-----------------------------|
| | ADO0[23:0] |
| 說明 | ADC channel 1 measured date |
| Address | 010 |
| 初始狀態 | X |
| Read/Write | R |

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



| Register | |
|------------|-----------------------------|
| | ADO1[23:0] |
| 説明 | ADC channel 2 measured data |
| Address | 100 |
| 初Ⓐ状態 | X |
| Read/Write | R |

| Register | |
|------------|----------------------------------|
| | TSO[15:0] |
| 説明 | Temperature sensor measured data |
| Address | 110 |
| 初Ⓐ状態 | X |
| Read/Write | R |





6.2. 暫存器說明

| | | |
|---------------------|---|--|
| SYS Register | : | System configuration control register (8bit) |
| INOSC | : | Oscillator source select |
| 0 | : | External oscillator |
| 1 | : | Internal oscillator |
| LDO[1:0] | : | LDO output voltage selection |
| 00 | : | 3.3V |
| 01 | : | 3.0V |
| 10 | : | 2.7V |
| 11 | : | 2.4V |
| ENLDO | : | Enable LDO control |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |
| REFOS | : | Reference voltage selection |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |
| SDOH | : | Enable SDO Pull High |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |
| CH | : | ADC channel input select |
| 0 | : | Measure $V_{in1} - V_{in1}$ |
| 1 | : | Measure $V_{in2} - V_{in2}$ |
| TS | : | Measure temperature sensor |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

- ADC Register** : ADC configuration control register (16bit)
- DCSET[3:0]** : DC offset input voltage selection (VREF = REFP-REFN)
- 0000 : 0 VREF
 - 0001 : +1/8 VREF
 - 0010 : +1/4 VREF
 - 0011 : +3/8 VREF
 - 0100 : +1/2 VREF
 - 0101 : +5/8 VREF
 - 0110 : +3/4 VREF
 - 0111 : +7/8 VREF
 - 1000 : 0 VREF
 - 1001 : -1/8 VREF
 - 1010 : -1/4 VREF
 - 1011 : -3/8 VREF
 - 1100 : -1/2 VREF
 - 1101 : -5/8 VREF
 - 1110 : -3/4 VREF
 - 1111 : -7/8 VREF
- INX[1:0]** : Input voltage multiplexer
- 00 : Input no change
 - 01 : Both of ADC input connect to VINN
 - 10 : Both of ADC input connect to VINP
 - 11 : input switch connection

| INX[1:0] | 00 | 01 | 10 | 11 |
|------------|---|---|--|---|
| Connection |  |  |  |  |

- ADGN[1:0]** : Input signal gain for modulator
- 00 : Gain = 1
 - 01 : Gain = 2
 - 10 : **Gain = 3**
 - 11 : Gain = 4

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

| | | |
|----------|---|---------------------------------|
| PGA[2:0] | : | Input signal gain for modulator |
| 000 | : | PGA Disable |
| 001 | : | PGA Gain = 8 |
| 010 | : | Reserved |
| 011 | : | PGA Gain = 16 |
| 100 | : | Reserved |
| 101 | : | PGA Gain = 24 |
| 110 | : | Reserved |
| 111 | : | PGA Gain = 32 |
| FRb | : | Full reference range select |
| 0 | : | Full reference range input |
| 1 | : | 1/2 reference range input |
| OSR[1:0] | : | ADC output rate select |
| 00 | : | 10sps |
| 01 | : | 80sps |
| 10 | : | 640sps |
| 11 | : | 2560sps |
| ENRB | : | Enable reference buffer |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |
| ADCEN | : | ADC control |
| 0 | : | Disable |
| 1 | : | Enable |

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



7. 電器特性

7.1. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Description | HY310x | UNIT |
|------------------------------|--------------------|------|
| VDDA to VSSA | -0.3 to +3.6 | V |
| VDD to VSS | -0.3 to +3.6 | V |
| VSSA to VSS | -0.3 to +0.3 | V |
| Input Current | 100, Momentary | mA |
| | 10, Continuous | mA |
| Analog Input Voltage to VSSA | -0.3 to VDDA + 0.3 | V |
| Digital Input Voltage to VSS | -0.3 to VDD + 0.3 | V |
| Maximum Junction Temperature | +150 | °C |
| Operating Temperature Range | -40 to +85 | °C |
| Storage Temperature Range | -60 to +150 | °C |

7.2. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

All specifications at $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$, $V_{DDA} = V_{DD} = \text{REFP} = +3\text{V}$, $\text{REFN} = \text{VSSA}$, and $\text{PGA} \times \text{Gain} = 128$, unless otherwise noted.

| PARAMETER | CONDITIONS | HY310x | | | UNIT |
|--|---|---|-----|------------------|--------------------------------|
| | | MIN | TYP | MAX | |
| Analog Inputs | | | | | |
| Full-Scale Input Voltage ($V_{\text{INP}} - V_{\text{INN}}$) | $V_{\text{REF}} = V_{\text{DDA}}$, | $\pm 0.5 \times V_{\text{REF}} / (\text{PGA} \times \text{Gain})$ | | | V |
| Full-Scale Input Voltage ($V_{\text{INP}} - V_{\text{INN}}$) | $V_{\text{DDA}} = 3.3\text{V}$, $V_{\text{REF}} = 1\text{V}$, | $\pm 0.9 \times V_{\text{REF}} / (\text{PGA} \times \text{Gain})$ | | | V |
| Negative Signal Input (V_{INN}) | | $V_{\text{SSA}} - 0.1$ | | V_{DDA} | V |
| Positive Signal Input (V_{INP}) | | $V_{\text{SSA}} - 0.1$ | | V_{DDA} | V |
| Common-Mode Input Range | | $V_{\text{SSA}} - 0.1$ | | V_{DDA} | V |
| System Performance | | | | | |
| Resolution | No Missing Codes | 24 | | | Bits |
| Data Rate | Internal Oscillator, SPEED = High | 80 | | | SPS |
| | Internal Oscillator, SPEED = Low | 10 | | | SPS |
| | External Oscillator, SPEED = High | $f_{\text{CLK}} / 61440$ | | | SPS |
| | External Oscillator, SPEED = Low | $f_{\text{CLK}} / 491520$ | | | SPS |
| Digital Filter Settling Time | Full Settling | 4 | | | Conversions |
| Integral Nonlinearity (INL) | Differential Input, End-Point Fit, $G = 1$, $V_{\text{IN}} = 0.9 \times V_{\text{R}}$, $\Delta V_{\text{R}} \sim 1.24\text{V}$ | 10 | | | ppm |
| Input Offset Error | Gain=1, | ± 50 | | | ppm of FS |
| | Gain=128, | ± 3 | | | ppm of FS |
| Input Offset Drift | Gain=1 | 1 | | | $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ |
| | Gain=128, | 10 | | | $\text{nV}/^{\circ}\text{C}$ |
| Gain Drift | Reference Buffer off, Input common voltage= $V_{\text{DDA}}/2$ | 5 | | | $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ |
| Normal-Mode Rejection | $f_{\text{IN}} = 50\text{Hz}$ or 60Hz $\pm 1\text{Hz}$, $f_{\text{DATA}} = 10\text{SPS}$ | External Oscillator ⁽¹⁾ | 90 | | dB |
| Common-Mode Rejection | at DC, Voltage= $V_{\text{DDA}}/2 \pm 0.1\text{V}$ | 80 | | | dB |
| Input-Referred Noise | $f_{\text{DATA}} = 10\text{SPS}$, Gain=128, | 50 | | | nV , rms |
| | $f_{\text{DATA}} = 80\text{SPS}$, Gain=128, | 150 | | | nV , rms |
| Power-Supply Rejection | at DC, $V_{\text{DDA}} = 3\text{V} \pm 0.1\text{V}$, Gain=1 | 80 | | | dB |

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



| | | at DC, VDDA=3V±0.1V, Gain=128 | 120 | dB | |
|---|-----|---------------------------------|-----------|-----------|---|
| Voltage Reference Input | | | | | |
| Voltage Reference Input (VREF) | | VREF = REFP – REFN | VDDA | V | |
| Negative Reference Input (REFN) | | | VSS-0.1 | VDDA/2 | V |
| Positive Reference Input (REFP) | | | VDDA/2 | VDDA+0.1 | V |
| Voltage Reference Input Current (Input buffer on) | | | 10 | nA | |
| Digital | | | | | |
| Logic Levels | VIH | All digital inputs except CLKIN | 0.7 VDD | VDD + 0.1 | V |
| | | CLKIN | 0.7 VDD | 3.7 | V |
| | VIL | | VSS | 0.2 VSS | V |
| | VOH | IOH = 1mA | VDD – 0.4 | | V |
| | VOL | IOL = 1mA | | 0.2 VDD | V |
| Input Leakage | | 0 < VIN < VDD | 0.1 | nA | |
| External Clock Input Frequency (fCLKIN) | | | 4.9152 | MHz | |
| Serial Clock Input Frequency (fSCLK) | | | 5 | MHz | |
| (1). HY3102不支援外部震盪器功能. | | | | | |

| All specifications at VDD=VDDA, Internal Oscillator enable, unless otherwise noted. | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------|------|-----|------|
| PARAMETER | CONDITIONS | HY310x | | | UNIT |
| | | MIN | TYP | MAX | |
| Power Supply | | | | | |
| Power-Supply Voltage (VDDA, VDD) | | 2.4 | | 3.6 | V |
| Analog Supply Current | Normal Mode, VDDA=2.4V, Gain=1 | | 185 | | μA |
| | Normal Mode, VDDA=2.4V, Gain=128 | | 730 | | μA |
| | Normal Mode, VDDA=3.0V, Gain=1 | | 195 | | μA |
| | Normal Mode, VDDA=3.0V, Gain=128 | | 770 | | μA |
| | Normal Mode, VDDA=3.6V, Gain=1 | | 200 | | μA |
| | Normal Mode, VDDA=3.6V, Gain=128 | | 800 | | μA |
| | Power-Down, VDDA=2.4V | | 10 | | μA |
| | Power-Down, VDDA=3.6V | | 15 | | μA |
| | Internal LDO (ENLDO=1) | | 45 | | μA |
| Reference input buffer (ENRB=1) | | 45 | | μA | |
| Digital Supply Current | Normal Mode, VDD = 2.4V | | 90 | | μA |
| | Normal mode, VDD = 3.6V | | 130 | | μA |
| | Power-Down, SCLK = High, VDD = 2.4V | | 0.6 | | μA |
| | Power-Down, SCLK = High, VDD = 3.6V | | 0.75 | | μA |

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



8. $\Sigma\Delta$ ADC Noise Performance

HY310x針對 $\Sigma\Delta$ ADC提供了重要的輸入雜訊規格。圖表 5 列出典型的雜訊規格表與Gain, Output rate, 及單端最大輸入電壓等關係。測試條件設定在外部輸入訊號短路，參考電壓為 1.2V，取樣 1024 筆資料。

| $\Sigma\Delta$ ADC Noise Performance with Output rate/GAIN at $V_{DDA}=2.4V$, $V_{REF}=1.2V$ | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------|----|-----|---|-------|----------------|----------------|------------------|-------------------------|
| Output rate (sps) | Max. Vin(mV) =0.9*VREF (1) | Gain | = | PGA | x | ADGN | ENOB (RMS Bit) | RMS Noise (uV) | Noise Free (Bit) | PEAK-TO-PEAK Noise (uV) |
| 10 | ±1080 | 1 | = | 1 | x | 1 | 20.69 | 1.466 | 18.19 | 8.222 |
| | ±540 | 2 | = | 1 | x | 2 | 20.70 | 0.703 | 18.09 | 4.324 |
| | ±270 | 3 | = | 1 | x | 3 | 20.53 | 0.527 | 17.96 | 3.136 |
| | ±135 | 4 | = | 1 | x | 4 | 20.43 | 0.423 | 17.91 | 2.436 |
| | ±68 | 8 | = | 8 | x | 1 | 20.54 | 0.196 | 17.91 | 1.224 |
| | ±34 | 16 | = | 16 | x | 1 | 20.92 | 0.087 | 18.38 | 0.496 |
| | ±17 | 24 | = | 24 | x | 1 | 20.20 | 0.083 | 17.63 | 0.493 |
| | ±540 | 32 | = | 32 | x | 1 | 20.08 | 0.068 | 17.55 | 0.389 |
| | ±270 | 48 | = | 24 | x | 2 | 19.61 | 0.063 | 16.98 | 0.387 |
| | ±135 | 64 | = | 32 | x | 2 | 19.44 | 0.053 | 16.72 | 0.346 |
| | ±68 | 72 | = | 24 | x | 3 | 19.15 | 0.057 | 16.52 | 0.357 |
| ±34 | 96 | = | 32 | x | 3 | 18.89 | 0.051 | 16.26 | 0.318 | |
| ±8 | 128 | = | 32 | x | 4 | 18.52 | 0.050 | 15.97 | 0.291 | |
| 80 | ±1080 | 1 | = | 1 | x | 1 | 19.14 | 4.165 | 16.47 | 26.477 |
| | ±540 | 2 | = | 1 | x | 2 | 19.14 | 2.067 | 16.41 | 13.881 |
| | ±270 | 3 | = | 1 | x | 3 | 18.98 | 1.544 | 16.37 | 9.475 |
| | ±135 | 4 | = | 1 | x | 4 | 18.86 | 1.262 | 16.25 | 7.722 |
| | ±68 | 8 | = | 8 | x | 1 | 19.02 | 0.562 | 16.36 | 3.559 |
| | ±34 | 16 | = | 16 | x | 1 | 18.84 | 0.320 | 16.30 | 1.851 |
| | ±17 | 24 | = | 24 | x | 1 | 18.73 | 0.229 | 16.13 | 1.396 |
| | ±540 | 32 | = | 32 | x | 1 | 18.60 | 0.189 | 15.98 | 1.161 |
| | ±270 | 48 | = | 24 | x | 2 | 18.09 | 0.179 | 15.50 | 1.076 |
| | ±135 | 64 | = | 32 | x | 2 | 17.88 | 0.155 | 15.43 | 0.850 |
| | ±68 | 72 | = | 24 | x | 3 | 17.60 | 0.167 | 14.98 | 1.028 |
| ±34 | 96 | = | 32 | x | 3 | 17.40 | 0.144 | 14.73 | 0.921 | |
| ±8 | 128 | = | 32 | x | 4 | 17.06 | 0.137 | 14.43 | 0.850 | |
| 640 | ±1080 | 1 | = | 1 | x | 1 | 17.70 | 11.220 | 15.06 | 70.065 |
| | ±540 | 2 | = | 1 | x | 2 | 17.58 | 6.118 | 14.99 | 36.811 |
| | ±270 | 3 | = | 1 | x | 3 | 17.51 | 4.275 | 14.97 | 25.001 |
| | ±135 | 4 | = | 1 | x | 4 | 17.31 | 3.677 | 14.65 | 23.311 |
| | ±68 | 8 | = | 8 | x | 1 | 17.46 | 1.655 | 14.79 | 10.623 |
| | ±34 | 16 | = | 16 | x | 1 | 17.27 | 0.951 | 14.58 | 6.122 |
| | ±17 | 24 | = | 24 | x | 1 | 17.25 | 0.639 | 14.65 | 3.876 |
| | ±540 | 32 | = | 32 | x | 1 | 17.05 | 0.552 | 14.47 | 3.300 |
| | ±270 | 48 | = | 24 | x | 2 | 16.55 | 0.519 | 13.95 | 3.157 |
| | ±135 | 64 | = | 32 | x | 2 | 16.41 | 0.428 | 13.87 | 2.499 |
| | ±68 | 72 | = | 24 | x | 3 | 16.16 | 0.455 | 13.62 | 2.646 |
| ±34 | 96 | = | 32 | x | 3 | 15.93 | 0.401 | 13.30 | 2.480 | |
| ±8 | 128 | = | 32 | x | 4 | 15.52 | 0.398 | 12.79 | 2.651 | |
| 2560 | ±1080 | 1 | = | 1 | x | 1 | 16.21 | 31.686 | 13.48 | 212.248 |
| | ±540 | 2 | = | 1 | x | 2 | 16.05 | 17.600 | 13.26 | 122.420 |
| | ±270 | 3 | = | 1 | x | 3 | 16.07 | 11.640 | 13.46 | 70.846 |
| | ±135 | 4 | = | 1 | x | 4 | 15.95 | 9.444 | 13.27 | 60.938 |
| | ±68 | 8 | = | 8 | x | 1 | 16.03 | 4.482 | 13.38 | 27.995 |
| | ±34 | 16 | = | 16 | x | 1 | 15.93 | 2.395 | 13.29 | 15.017 |
| | ±17 | 24 | = | 24 | x | 1 | 15.82 | 1.729 | 13.04 | 11.896 |
| | ±540 | 32 | = | 32 | x | 1 | 15.85 | 1.266 | 13.27 | 7.617 |
| | ±270 | 48 | = | 24 | x | 2 | 15.44 | 1.119 | 12.65 | 7.796 |
| | ±135 | 64 | = | 32 | x | 2 | 15.27 | 0.944 | 12.64 | 5.864 |
| | ±68 | 72 | = | 24 | x | 3 | 15.04 | 0.989 | 12.49 | 5.808 |
| ±34 | 96 | = | 32 | x | 3 | 14.83 | 0.852 | 12.31 | 4.903 | |
| ±8 | 128 | = | 32 | x | 4 | 14.46 | 0.826 | 11.92 | 4.810 | |

(1) Max.Vin (mV) is the max. input voltage of single end to analog ground (AVSS).

圖表 5 $\Sigma\Delta$ ADC Noise Performance Table

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



RMS Noise 與 Peak-to-Peak Noise 是指輸入端晶片本身所產生的 Noise，RMS Noise 是指晶片 ADC 的輸入 Noise，而本規格所使用的 Peak-to-Peak Noise 是在 1024 筆內(±3.3 個標準差)的最大與最小 Noise 的差值。

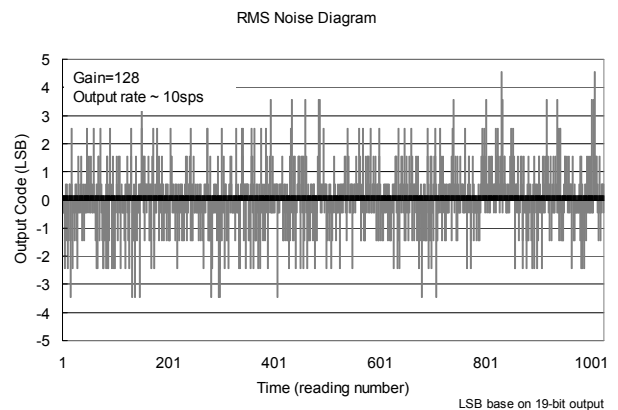
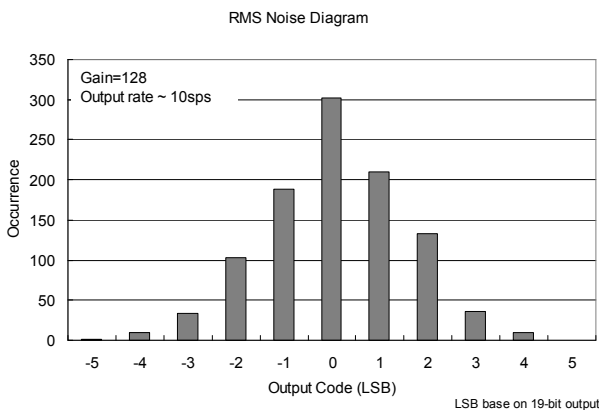
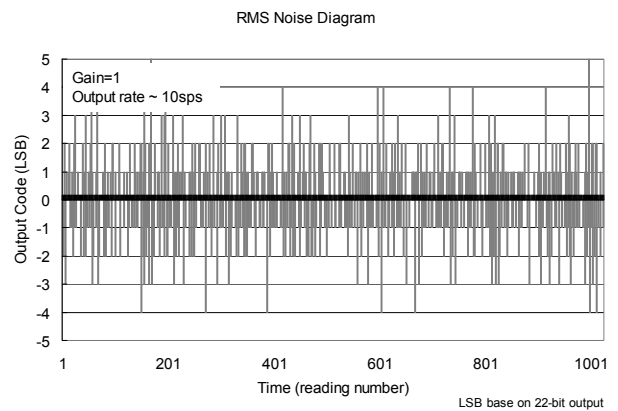
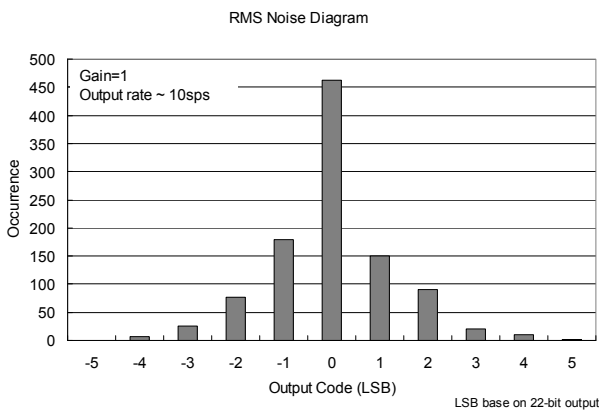
The Effective Number of Bits (ENOB(RMS)) is defined as:

$$ENOB(RMS) = \frac{\ln\left(\frac{FSR}{RMS\ Noise}\right)}{\ln(2)}$$

$$RMS\ Noise = \frac{\left(2 \times VREF \times \sqrt{\sum_{k=1}^{1024} (ADO[k] - Average)^2}\right)}{2^{24}}$$

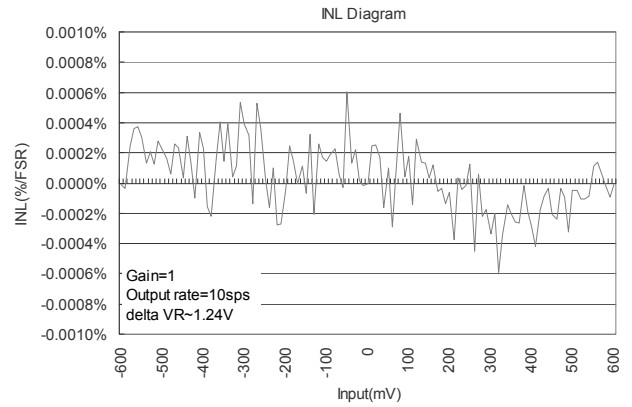
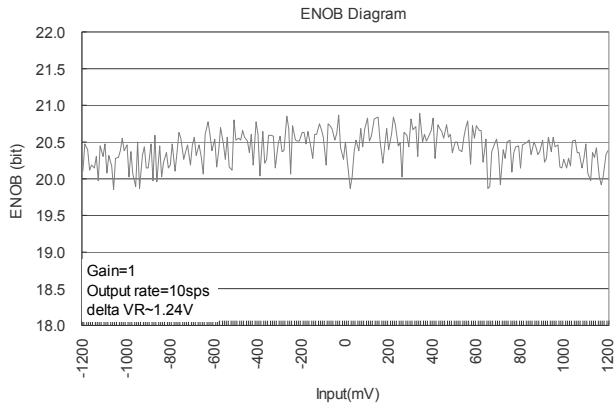
Where FSR (Full - Scale Range) = $2 \times VREF / Gain$.

$$Average = \frac{\sum_{k=1}^{1024} (ADO[k])}{1024}$$



HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



9. SPI

HY310x的通訊介面是使用SPI的通訊協定。一共有 4 隻腳位：CS、SDI、SDO和SCK。當CS = Low時，SDO會被拉到High，此時SPI開始可以工作。SDI為Data input的通道，SDI的資料在SCK正緣時HY310x收資料。SPI的一個Frame為 8bit，第一個Frame是Command。Command的格式如 圖表 6 Command Format所示；第一個bit設訂Read或是Write Register，接下來 3 個bit是Register的地址，第 5 個bit為設定no command read，當這個bit為high時，只要ADC有interrupt 送出，可以不用下command就可以讀data register；當CS=High時，此設定才會被重置。Command的第 6-8 個bit都要設low，當command結束後，下一個frame是Data，Data的長度可以是 1 到 3 個frame。SDO接收的資料為SCK的正緣觸發，SDI則為在SCK的負緣輸出。圖表 7 Write register and read register為SPI的Write Register跟Read Register的時脈圖，而讀取資料時，需在SDO=LOW時，資料讀回才有效。圖表 8 Continuous read mode為使用Continuous Reading mode的時脈圖，當ADC轉換資料時SDO都會從High拉到Low，這可以用來通知Master資料已經更新。當Data傳完後SDO會被拉高直到ADC資料更新。最後CS如果等於High，SDO則會變成高阻抗。如果SDO有浮接的問題可以靠SYS 裡的SDOH register把SDO拉至High。

當控制暫存器 SYS[7:0]、ADC[15:0]設定完成後，須等待第一個 ADC 中斷訊號(IRQ)，為 4 倍 OSR 的時間後，SDO 都會從 High 拉到 Low，之後再下 Read Command，當 Read Command 完成，等待 IRQ 產生後，即可送出 SCK 開始接收 ADC 輸出資料。

| SPI Command | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Name | Re/Wr | Add[2] | Add[1] | Add[0] | NCR | - | - | - |
| | Read =1 Write =0 | Address bit2 | Address bit1 | Address bit0 | No Command for Read | Reserved be 0 | Reserved be 0 | Reserved be 0 |
| 說明 | | | | | | | | |
| 可以狀態 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 1/0 | 0 | 0 | 0 |

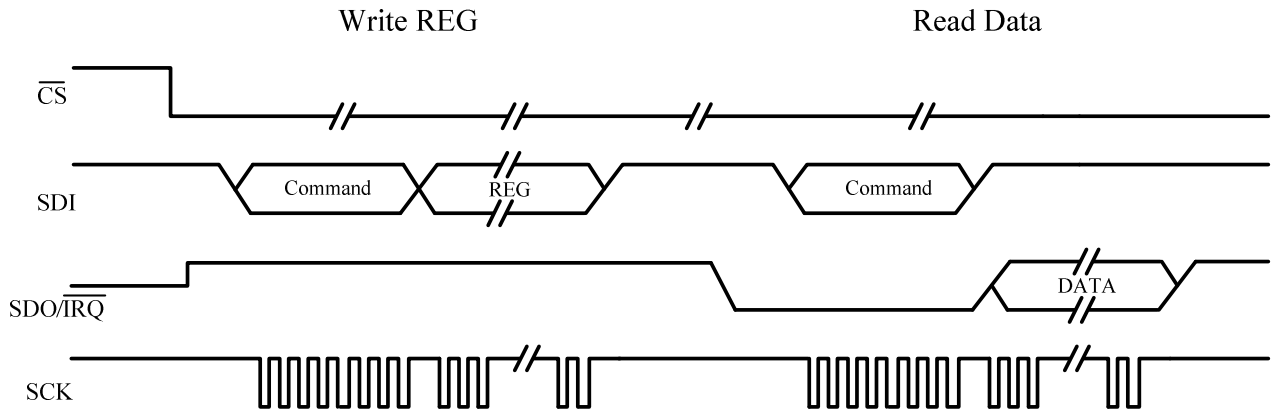
圖表 6 Command Format

- Re/Wr : Read or Write
- 1 : Read
- 0 : Write
- Add[2:0] : Register Address
- 000 : SYS (8 bit long)
- 001 : ADC (16 bit long)
- 010 : ADO0 (24 bit long)
- 011 : Reserved
- 100 : ADO1 (24 bit long)
- 101 : Reserved
- 110 : TS (16 bit long)
- 111 : Reserved

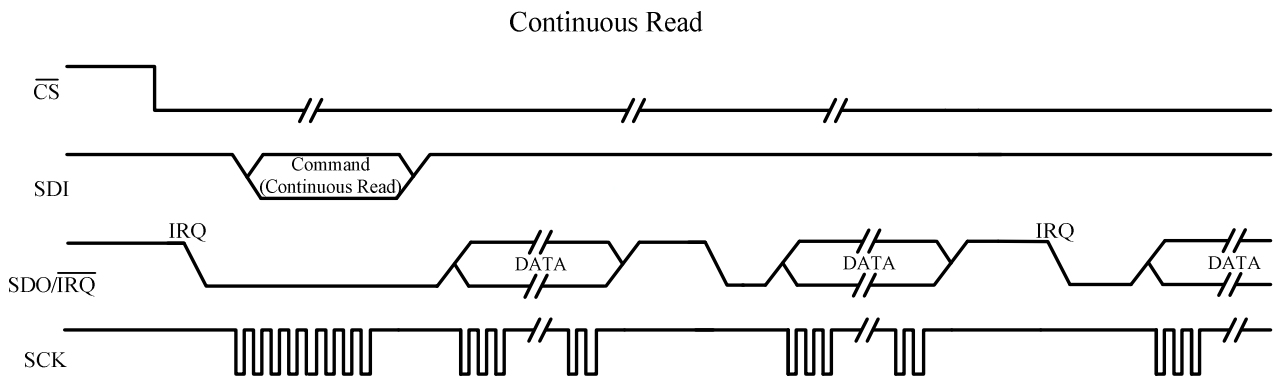
HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

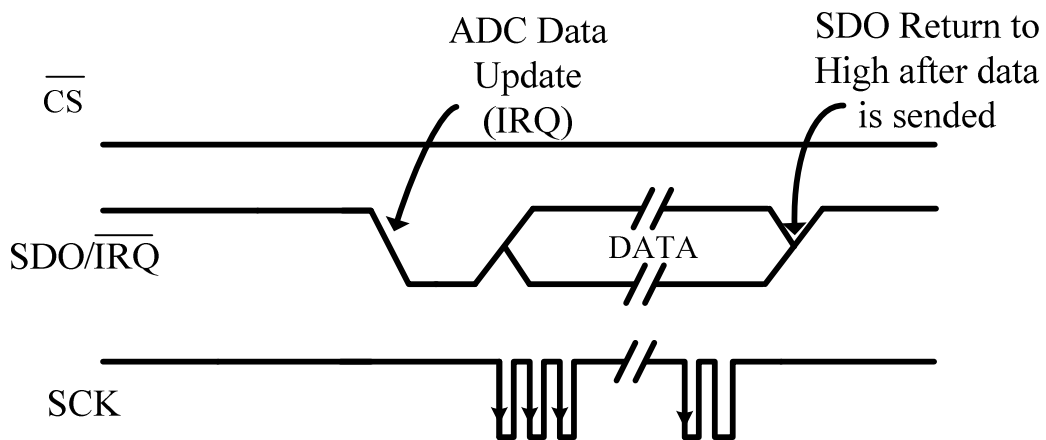
- NCR : No command for read
- 0 : disable
- 1 : enable (reset by CS = high)



圖表 7 Write register and read register



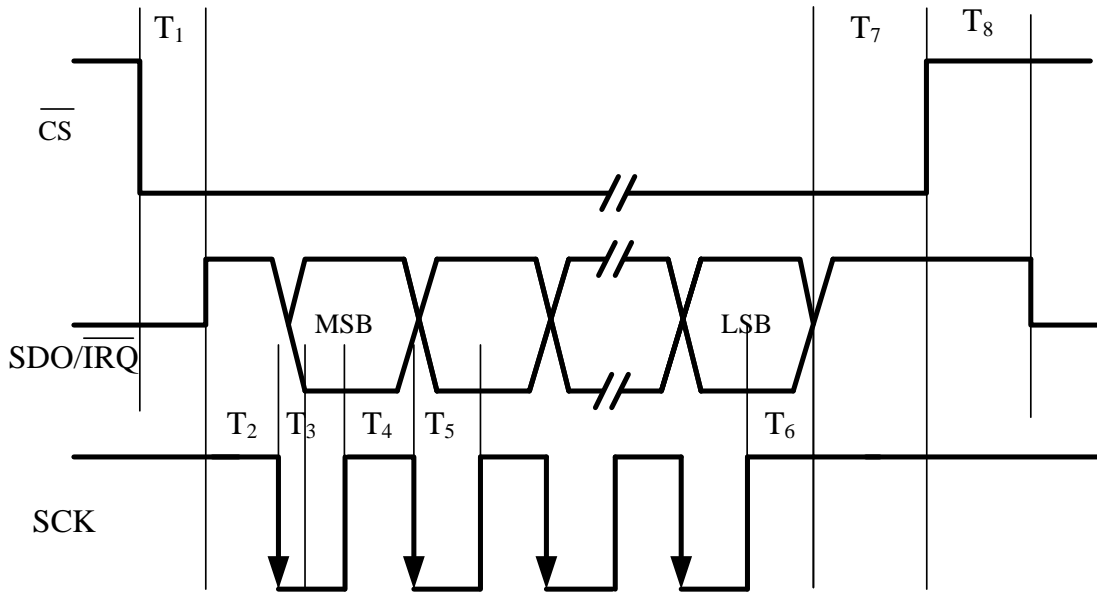
圖表 8 Continuous read mode



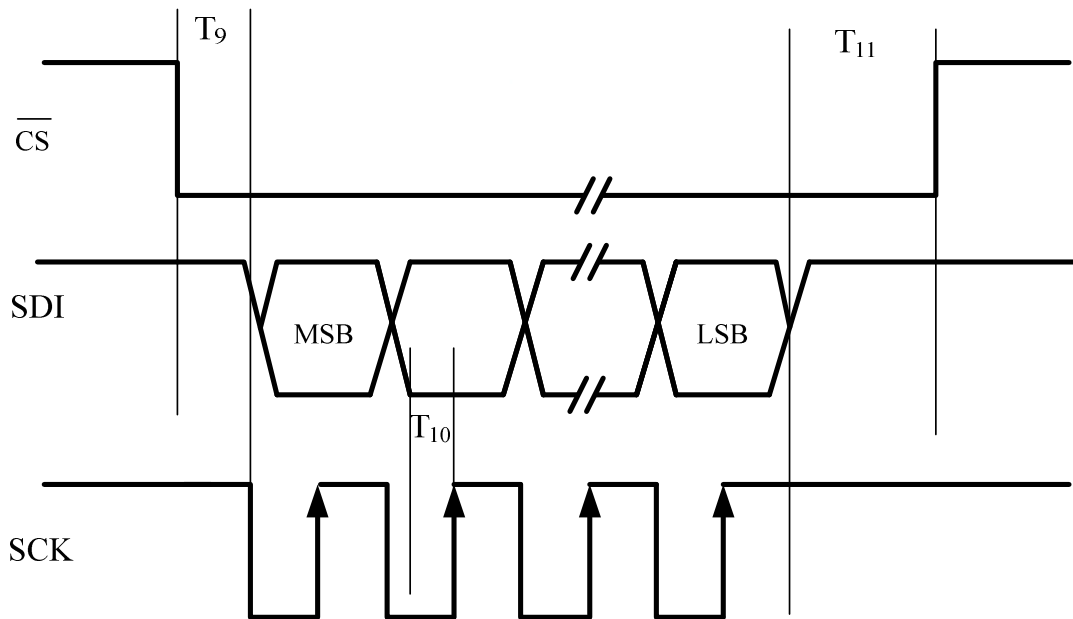
圖表 9 SPI IRQ signal.

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



圖表 10 SDO timing



圖表 11 SDI timing

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC



| Parameter | Limit at TMIN to TMAX | Units | Conditions/Comments |
|----------------|-----------------------|--------|-----------------------|
| T ₄ | 100 | ns MIN | SCLK High Pulse width |
| T ₅ | 100 | ns MIN | SCLK Low Pulse width |

表格 2

10. Overview

10.1. Input Channel Multiplex

HY3106 有兩組類比輸入提供選擇，兩組類比輸入經過轉換後存在不同的記憶體中。當切換輸入後等到 ADC 穩定後才會把更新過後的資料寫入記憶體，並且送出 IRQ 訊號。這兩組輸入都可以選擇，正網路輸入、負輸入短路、正輸入短路及負網路輸入。切換過 Channel Multiplex 都需要時間 ADC 才會穩定。在 ADC 穩定後才會把更新過後的資料寫入記憶體。

10.2. Low-Noise PGA

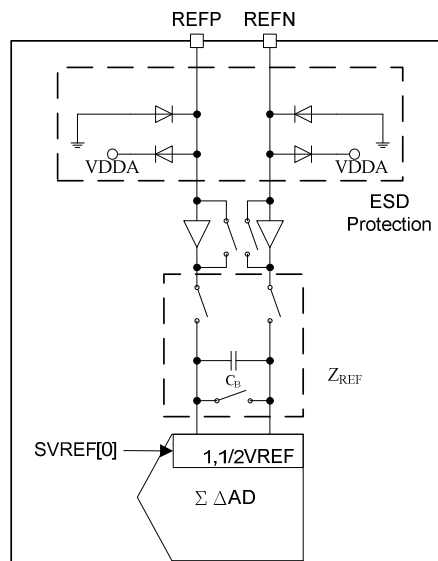
HY310x內建一組低飄移(Low-Drift)，低噪聲(Low-Noise) 可編程放大器(PGA)，可完全提供僑式傳感器前置預放大。可參考簡單的方塊 表格 3 (傳感器最大輸出電阻)。它最小的分變訊號為 50nV，是由PGA Module選擇放大 8、16、32 倍率輸入到ADC。不同的放大倍率有不同的輸入阻抗，在傳感器的選擇必須考慮的電阻匹配才能得到最穩定的值。

| Gain | Sensor Output Impedance (Ohm) |
|------|-------------------------------|
| 8 | 4000 |
| 16 | 2000 |
| 32 | 1000 |

表格 3 (傳感器最大輸出電阻)

10.3. 參考電壓輸入

參考電壓由 REFP 與 REFN 兩端輸入到內部參考電壓模組， $VREF = REFP - REFN$ 。透過 SVREF 可選擇 1 或 1/2 倍的 VREF；如果考慮到輸入阻抗 HY310x 可選擇使用 Buffer，使用 Buffer 必須考慮 REFP 跟 REFN 的值。REFP 不得小於 1.2V，而 REFN 不得大於 $VDDA - 1.2V$ 。如果不使用內部的 Buffer 須考慮到輸入阻抗，才能達到 ADC 的性能。參考電壓的輸入阻抗為 500K。

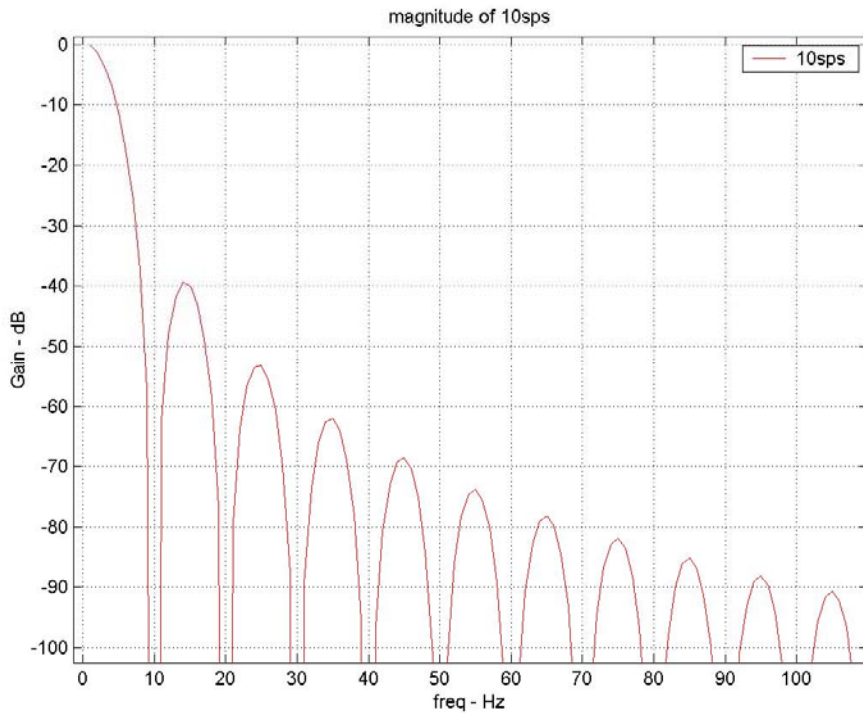


由於輸入端有 ESD 的保護二極體，所以須確定 REFP 或 REFN 的輸入電壓不可小於 -100mV，也不可超過 VDDA 100mV 以上，如下所式

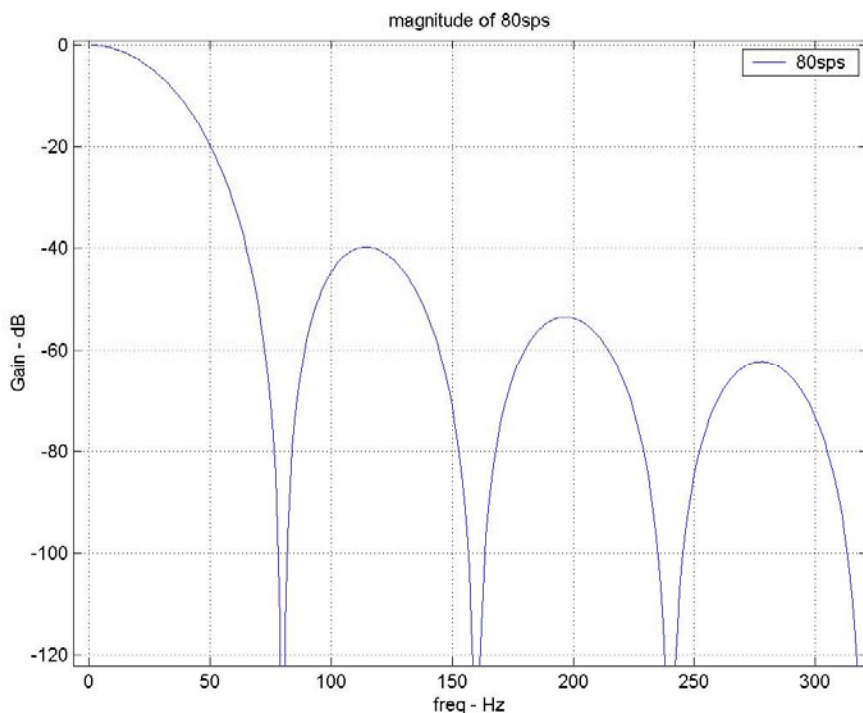
$$VSS - 100mV < REFP \text{ or } REFN < VDDA + 100mV$$

10.4. COMB Filter

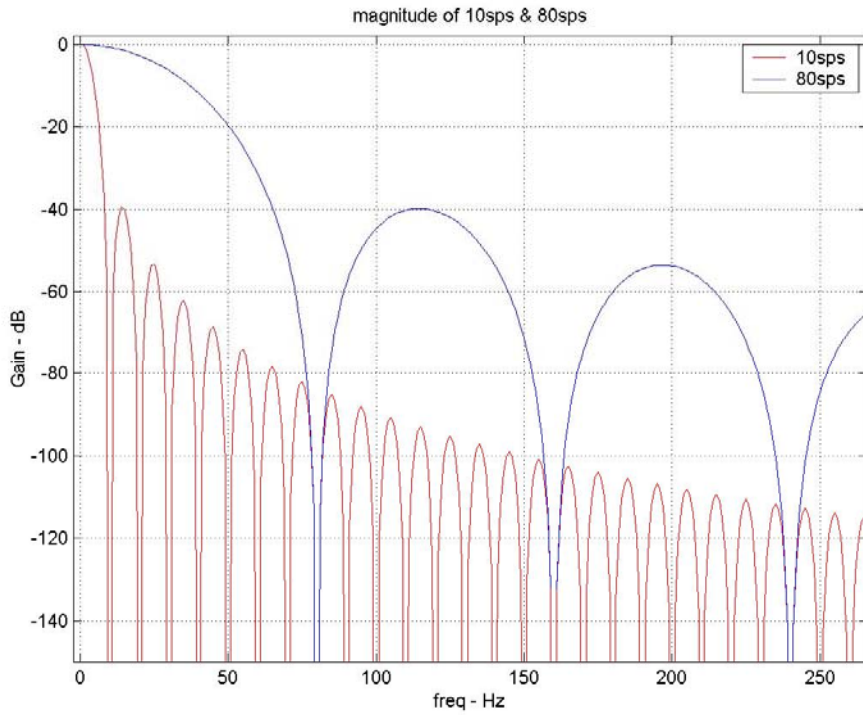
HY310x採用 3 階的數位濾波器輸出，有不同的輸出頻率可以選擇，如果使用 4.9152MHz 的震盪器則有 2560, 640, 80 和 10Hz 的輸出頻率。圖表 12 的頻率響應輸出到 100Hz，當 Data Rate = 10SPS，注意輸出訊號 10Hz 是被抑制掉的。因此同時可抑制掉 50Hz 與 60Hz 的頻率訊號。



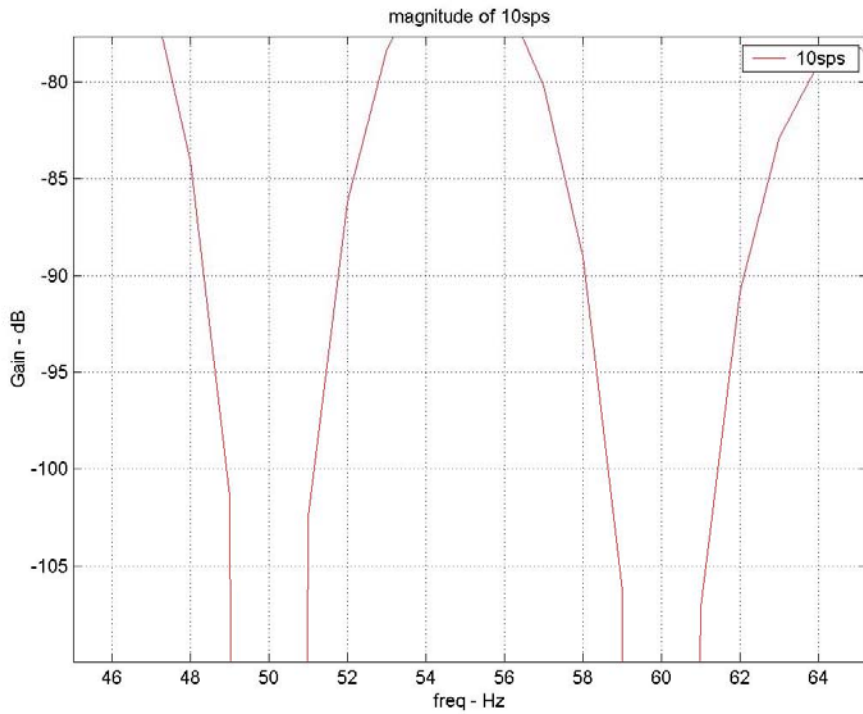
圖表 12



圖表 13



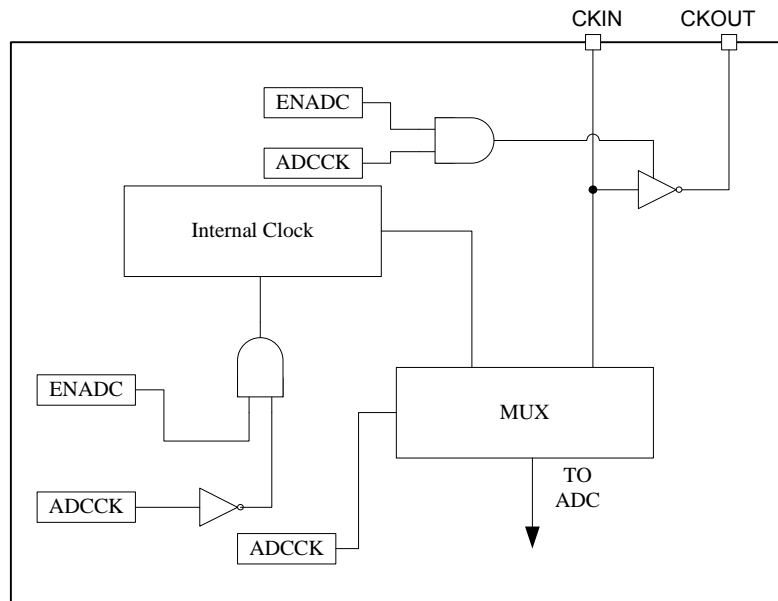
圖表 14



圖表 15

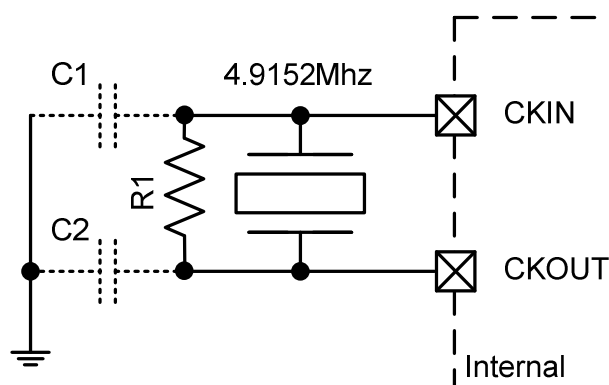
10.5. 系統頻率

當 ENADC = 0 時，同時關閉 External 與 Internal 的 Clock，此時系統的耗電流小於 1uA。
 當 ENADC = 1 且 ADCCK = 0 ，選擇內部 RC 震盪頻率輸出，但有 5%的誤差，如果需要抑制 50Hz/60Hz 的干擾，建議不要使用內部 RC 震盪頻率。使用 Crystal 的誤差較小
 ENADC = 1 且 ADCCK = 1 ，選擇外部 Clock 輸入或是接 Crystal，如果需要抑制 50Hz/60Hz 的干擾，需選擇 4.9152Mhz 的 Clock 或 Crystal。



圖表 16

如下圖所示，當外接晶體震盪器時，R1 零件須隨外接不同頻率的晶體震盪器或諧振器而改變，震盪器線路才能正常啓動。因此當外掛震盪器 4.9152Mhz 時，則建議 R1 阻值為 1M Ω 。相同的震盪器又會因電路板佈局不同而導致電容值有些微差異。在無特別考慮情況下，C1 與 C2 電容是可以省略。而外掛震盪器 4.9152Mhz，R1=1M Ω 設定下，震盪器理想起振時間為 30 毫秒時間。



圖表 17 外部震盪器方塊圖

10.6. 溫度感應器

當 ENADC = 1 時，可以使用內部的溫度感應器來量測溫度。只要把 TS register 設為 1 後，在大約 3.2ms (使用 4.9512Mhz Crystal 或內部 RC OSC)後，晶片會送出一個 IRQ。此時溫度的值會儲存於 TSO Register，然後會 ADC 的量測會變回原來的設定。切回原本的設定後，然後 TS register 會自動設成 0。當 ADC 的穩定後才會繼續更新 ADOx Register。此溫度感應器做單點溫度的校正後溫度的誤差在 +/- 2C。

在溫度 TA 下測得 TPS 相對應的電壓值 $V_{TPS@TA}$ ，TPS 的輸出電壓 V_{TPS} 對溫度變化為一線性曲線，故可推導出其增益值 G_{TPS} (或稱斜率)如下：

$$\begin{aligned} G_{TPS} &= \frac{V_{TPS@TA} - V_{TPS@0^{\circ}K}}{(273.15 + T_{offset} + T_A) - (0)} \\ &= \frac{V_{TPS@TA}}{275 + T_A} \end{aligned}$$

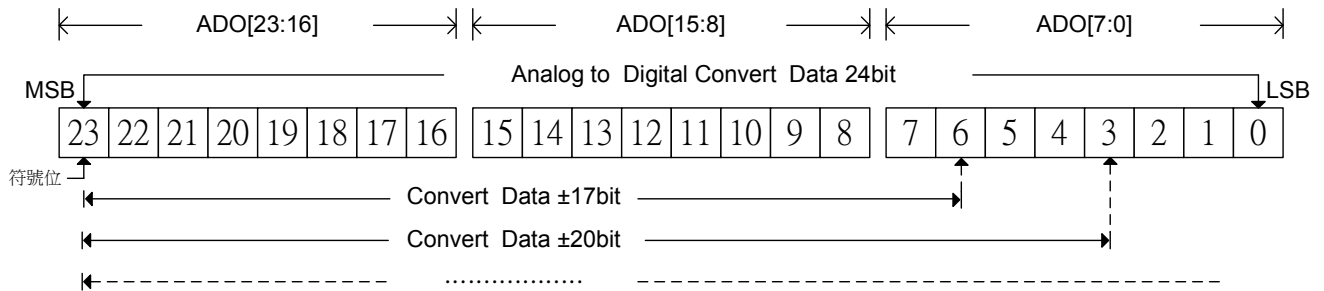
10.7. 數據格式

ADO0, ADO1 分別為輸入通道 1 與輸入通道 2 的類比數位轉換資料暫存器，共包含 Bit[23:0]數據資料組成，其用於存放 Comb Filter 輸出的 24-bit 資料。Comb Filter 的數據格式組成如下所示。

+FSR/-FSR：正相與負相最大量測範圍

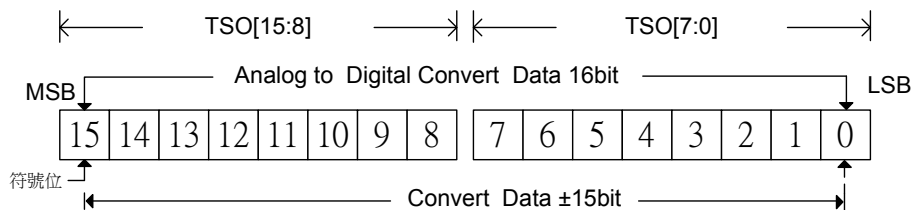
| | 等效待測訊號 | ADO[23:0] | |
|----------------|---|-----------|-------------------------------|
| | | 十六進制 | 二進制 |
| 兩極性輸出 二補數格式 | ΔVR_I | 7FFFFFF | 0111-1111-1111-1111-1111 |
| | $\Delta VR_I \times \frac{1}{2^{23}}$ | 000001 | 0000-0000-0000-0000-0001 |
| | 0 | 000000 | 0000-0000 0000-0000 0000-0000 |
| | $-\Delta VR_I \times \frac{1}{2^{23}}$ | FFFFFFF | 1111-1111-1111-1111-1111 |
| | $-\Delta VR_I$ | 800000 | 1000-0000 0000-0000 0000-0000 |

圖表 18 ADO[23:0]與輸入信號關係表



圖表 19 ADO[23:0]解析度示意圖

TSO 為晶片內部溫度感應器的數據轉換資料暫存器，共包含 Bit[15:0]數據資料組成，其用於存放 Comb Filter 輸出的 16-bit 資料。Comb Filter 的數據格式組成如下所示。



圖表 20 TSO[15:0]解析度示意圖

11. 訂貨資訊

| 下單品名 ¹ | 封裝型式 | 引腳數 | 封裝型式 描述方式 | | 出貨包裝 形式 | 個裝 數量 | 材料 組成 | MSL ² |
|-------------------|------|-----|--------------|----|-------------|----------|--------------------|------------------|
| HY3106-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tube | 100 | Green ³ | MSL-3 |
| HY3106-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tape & Reel | 2500 | Green ³ | MSL-3 |
| HY3104-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tube | 100 | Green ³ | MSL-3 |
| HY3104-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tape & Reel | 2500 | Green ³ | MSL-3 |
| HY3102-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tube | 100 | Green ³ | MSL-3 |
| HY3102-E016 | SSOP | 16 | E | 16 | Tape & Reel | 2500 | Green ³ | MSL-3 |

¹ 產品名稱 - 封裝型式描述方式 (標準品)

例如：您的需求是 HY3106 封裝片 SSOP16 出貨，則下單品名為 HY3106-E016，且需以 Tube 出貨，則除下單品名外，請特別註明出貨包裝形式為 Tube

例如：您的需求是 HY3102 封裝片 SSOP16 出貨，則下單品名為 HY3102-E016，且需以 Tape & Reel 出貨，則除下單品名外，請特別註明出貨包裝形式為 Tape & Reel

² MSL:

濕度敏感性等級係依據 IPC/JEDEC J-STD-020 的規範加以試驗分級，並參考 IPC/JEDEC J-STD-033 的標準處理、包裝、運輸與使用。

³ Green (RoHS & no Cl/Br):

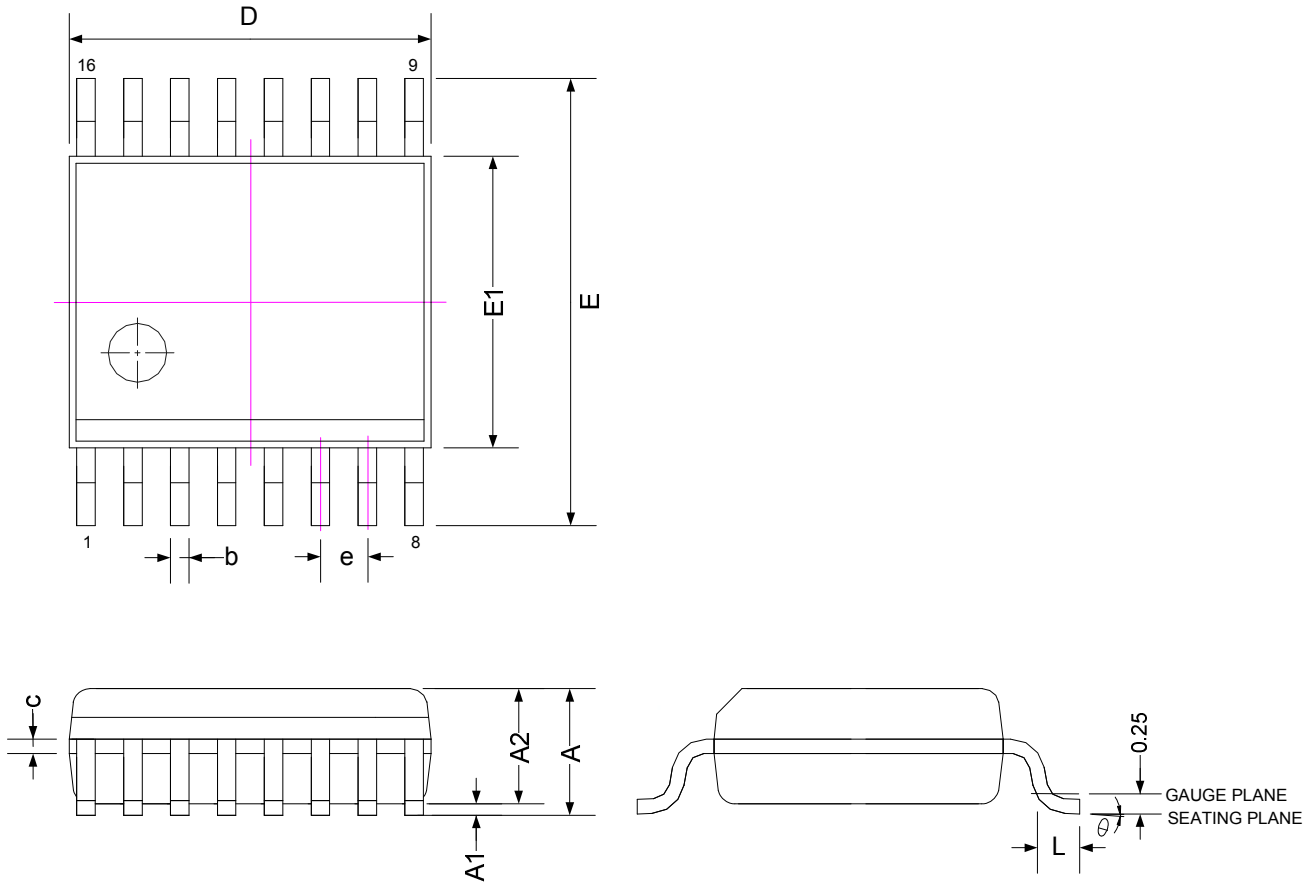
HYCON 產品皆為 Green Product，符合 RoHS 指令以及無鹵素規定(Br/Cl<0.1%)

HY3106/HY3104/HY3102

24-Bit Analog-to-Digital Convert
High Resolution $\Sigma\Delta$ ADC

12. 封裝型式資訊

12.1. SSOP16(E016)



| SYMBOLS | MIN | NOM | MAX |
|----------------|-------------|------|------|
| A | - | - | 1.75 |
| A1 | 0.10 | 0.15 | 0.25 |
| A2 | - | - | 1.50 |
| b | 0.20 | - | 0.30 |
| c | 0.18 | - | 0.25 |
| D | 4.80 | 4.90 | 5.00 |
| E1 | 3.81 | 3.91 | 3.99 |
| E | 5.79 | 5.99 | 6.20 |
| L | 0.41 | - | 1.27 |
| e | 0.635 BASIC | | |
| θ° | 0 | - | 8 |

Note:

1. All dimensions refer to JEDEC OUTLINE MO-137.
2. Do not include Mold Flash or Protrusions.
3. Unit : mm

13. 修訂記錄

以下描述本文件差異較大的地方，而標點符號與字形的改變不在此描述範圍。

| 版本 | 頁次 | 變更摘要 |
|-----|-------|---|
| V01 | All | 初版發行 |
| V02 | 4 | 修改特點內容 |
| | 5 | 修改簡介內容 |
| | 14~15 | 修改 7.2. ELECTRICAL CHARACTERISTICS |
| | 16 | 修改圖表 5 $\Sigma\Delta$ ADC Noise Performance Table |
| | 17~18 | 修改 RMS Noise Diagram |
| | 19 | 增加 SPI 內容 |
| | 22 | 修改 10.2. Low-Noise PGA |
| | 26 | 修改 10.6. 溫度感應器 |
| | 28 | 增加 10.7 數據格式內容 |
| | 29 | 修改訂貨資訊 |
| V03 | 30 | 修改封裝型式資訊 |
| | 4 | 增加產品比較說明 |
| | 19 | 增加 SPI 說明 |
| V04 | 29 | 增加訂貨資訊 |
| | 26 | 增加系統頻率說明 |
| V05 | 30 | 更新封裝型式資訊 |