



數位複用表晶片新趨勢

Confidential

目錄

1. 前言	4
2. 可攜式電量儀表演進	5
3. 晶片新趨勢功能概述	6
3.1. 可程式化開關網路	6
3.2. 高解度 Σ - Δ 類比數位轉換器	8
3.3. 數位方均根電路	9
3.4. 運算放大器	10
3.5. 低通濾波器	11
3.6. 波峰檢測電路	12
3.7. 湧浪電流量測	13
3.8. 溫度感測器	14
3.9. 標準串列介面	15
3.10. 微控制器	15
3.11. 較寬溫度使用範圍	15
4. 參考資料	16
5. 修訂記錄	17

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.sis.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。

1. 前言

電子電機人員在檢修或做實驗時都會用到指針三用電表或數位複用表(Digital Multimeters, DMM)，以往的可攜式數位儀表產業多採用國外大廠生產的數位複用電表專用類比數位轉換器(Analog to Digital Converter, ADC)將輸入類比信號轉換為數位信號來處理。但可攜式數位儀表產業，特性為量少、樣多、產品生命週期長。故這些外國積體電路大廠，已不再設計新的數位複用電表專用 ADC，甚至已退出數位複用電表專用 ADC 的市場。數位複用表只需要一個晶片再外加電阻、電容、保護元件....等，就完成一個產品，所以門檻已不高，而這個產業大餅就那麼大，以致最後就是價格戰，且利潤不如消費性產品。對於數位複用表而言專用類比數位轉換器是核心，國內的可攜式儀表產業規模較小，不像美商福祿克(Fluke)可以自己開 DMM 專用晶片。

本文將介紹矽統科技 HY12P 系列混合信號處理器(Mixed-Signal Microcontroller)及 HY313x 系列類比前端(Analog Front End)等 DMM 專用晶片。

2. 可攜式電量儀表演進

可攜式電量儀表最早是指針三用電表，這一代儀表單價低，但是準確度低、解析度低、功能少、且不具有輸入保護。

自從積體電路開始發展後，晶片供應商設計出類比數位轉換器，因此有掌上型選單換檔式數位複用電表(Handheld Manual Range Digital Multimeters)，除了具有指針三用電表的電壓、電阻、電流等量測，更增加如電容、頻率、溫度，且 DMM 製造商加入輸入保護電路。但是幾乎所有的功能都要外加電路切換，使用時須靠手動的方式選擇檔位，比較不方便使用。

為了簡化操作，晶片供應商設計出 DMM 專用類比數位轉換器，因此有掌上型自動換檔式數位複用電表(Handheld Auto Range Digital Multimeters)，通常將 DMM 所有功能都設計在晶片內，只要外加電阻、電容，且在使用上不需手動方式選擇檔位。

但是使用者有新的需求是準確度高、解析度高、與電腦連線或特殊功能。因此晶片供應商將 DMM 專用類比前端設計出一個元件，或是將類比前端結合 MCU，晶片搭配 MCU 實現新的需求。但在早期這類產品的晶片，除了電壓、電阻、電流等量測，其他功能電路都需要外加，較為不理想。

為了實現以上新的需求，矽統科技推出新一代 DMM 專用晶片，如 HY12P 系列及 HY313x 系列晶片，解決這些問題。

3. 晶片新趨勢功能概述

可攜式數位儀表產業新趨勢，為了不再是價格戰，就必須有自己的產品功能規劃，如：智慧型電表，則必須仰賴更有彈性的 DMM 專用晶片。其晶片新趨勢依功能，可概分為以下幾項：

3.1. 可程式化開關網路

以往 DMM 專用晶片將每個功能及檔位開關網路都固定，優點是容易設計，但是彈性切換多功能網路，無法有自己的產品功能規劃。本文所介紹的 DMM 專用晶片，皆具有可程式化開關網路，使可攜式數位儀表，能在產品設計上有更多發揮空間。更詳細功能網路設定，可參考 HY313x 組態設定及 HY12P65 組態設定。

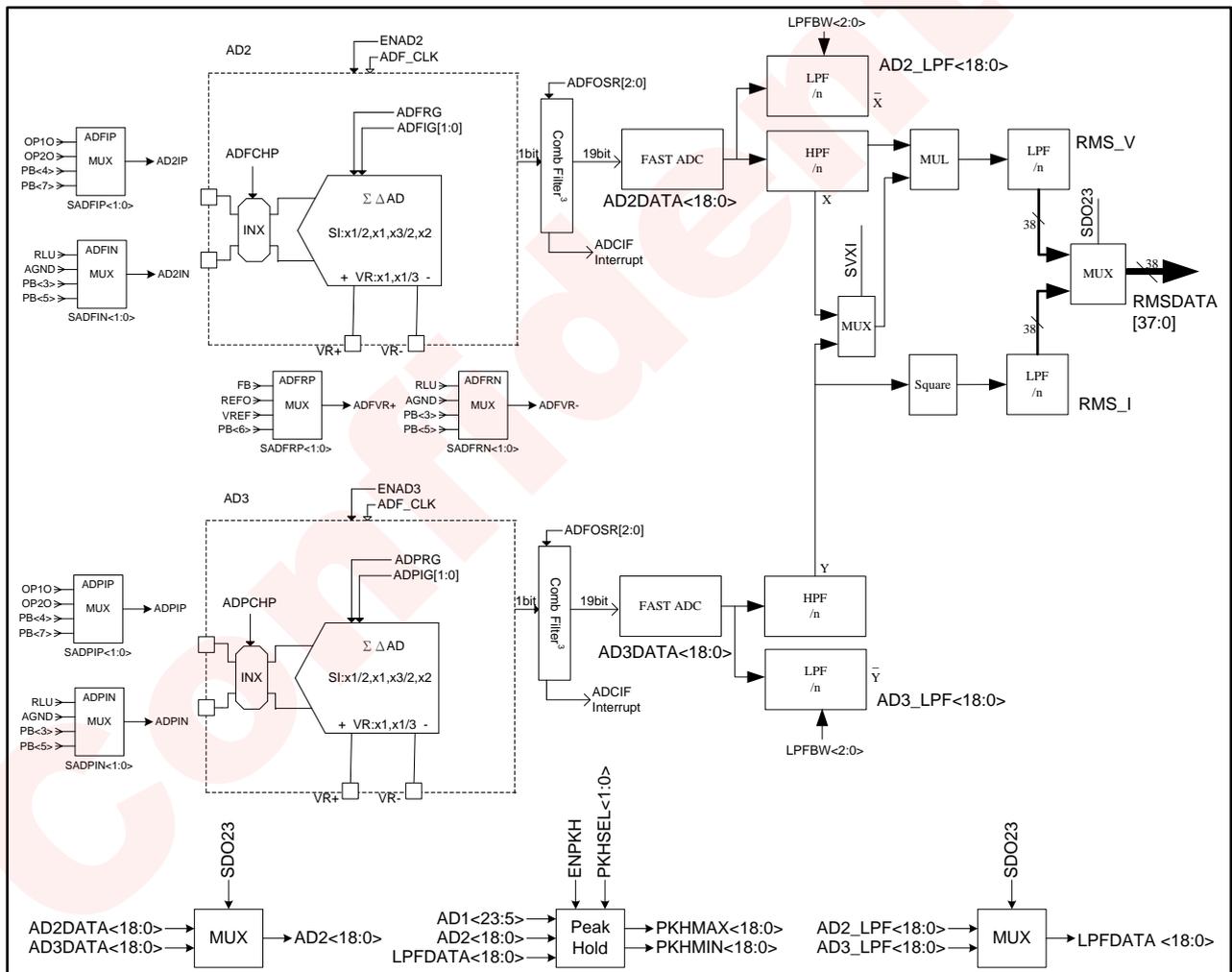
3.2. 高解度 Σ - Δ 類比數位轉換器

以往國外大廠生產的 DMM 專用晶片，ADC 皆採用雙斜率積分式為架構，此架構類比數位轉換器的轉換速度慢，而所採用的積分電容品質會影響整個轉換器的穩定度及誤差；通常積分電容需使用 MPE 或 MPP 等較高成本材料，且不易達較高的解析度。

Σ - Δ 類比數位信號轉換器，近幾年愈來愈多工業控制及高級儀表使用，它的最大優點就是週邊電路少、轉換速度快、解析度及精確度高，且較不容易受到電力系統的 50/60 HZ 而所有影響，其周邊成本比雙斜率積分式類比數位轉換器低。

3.3. 數位方均根電路

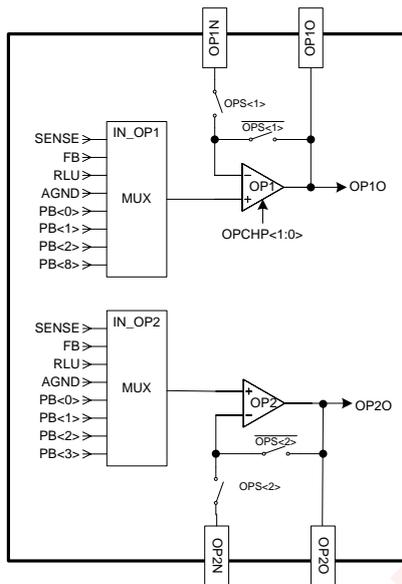
無論是電壓或電流都會有交流信號量測部分，而以往在量測交流信號電路可分成平均響應電路測量及方均根(所謂 True RMS) 轉換專用元件測量。不管何種轉換方式都需要外加元件。本文所介紹的 DMM 專用晶片，皆具有高精度快速 Σ - Δ 類比數位轉換器，轉換結果再經過內部硬體快速運算，可實現數位式 RMS 及 Inrush Current 量測功能，或搭配波峰檢測 (Peak Hold) 實現較高波峰因數信號量測。



▲ HY3131 之 RMS 量測架構方塊圖

3.4. 運算放大器

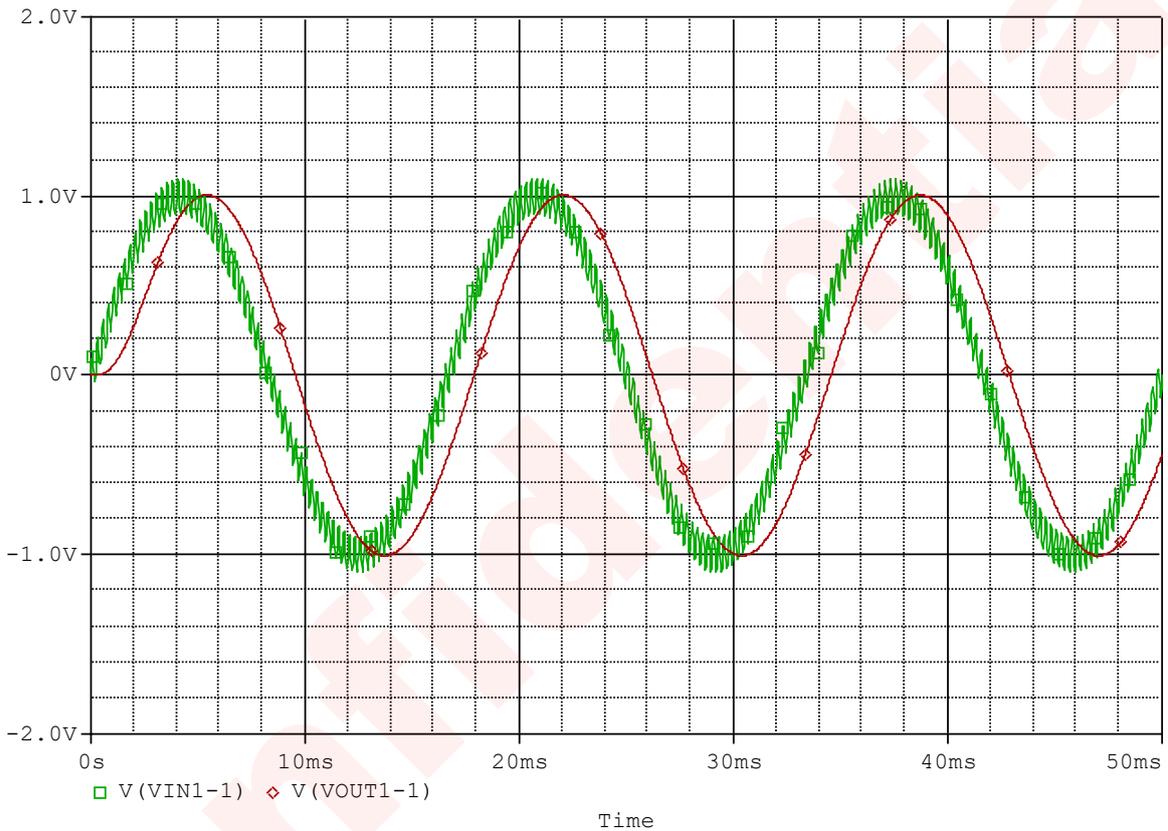
通常在較小電壓檔、電流檔及溫度量測功能，會將小信號放大到轉換器允許範圍，再進行信號量化轉換。本文所介紹的 DMM 專用晶片，搭配可規畫開關網路，可組合成信號緩衝器或非反相放大電路。



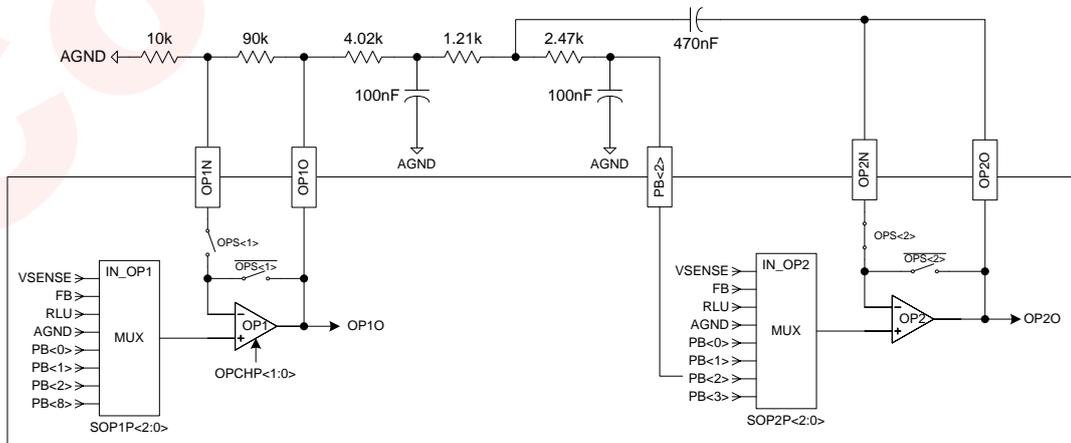
◀ HY3131 OPAMP Switch Network

3.5. 低通濾波器

在有些機電量測應用，可能會有突波或其他高頻信號夾帶在待測信號，則會用低通濾波器(Low Pass Filter)，將高頻信號濾除。而 HY313x 可應用晶片內部 OP，實現 3 階 LPF 功能。



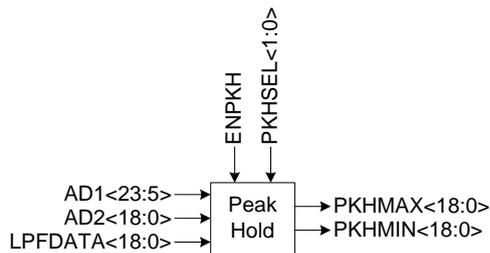
▲由上圖可知原波形為 1V/60Hz 加上 0.1V/4KHz，經過低通濾波器後只留下 1V/60Hz 波形。



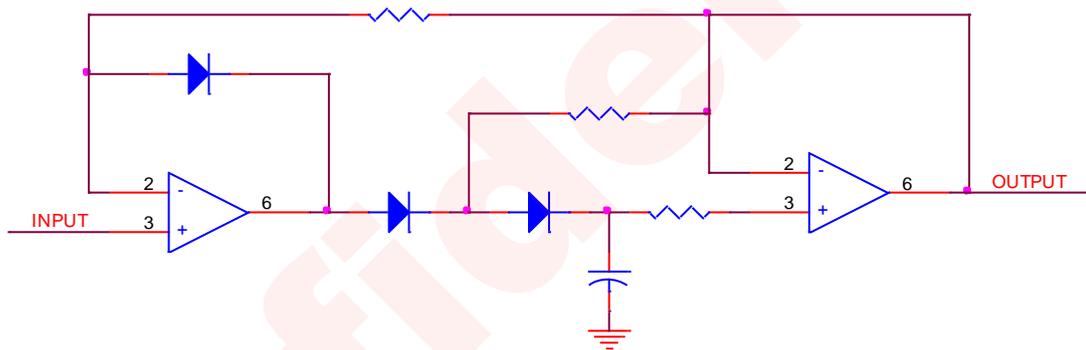
▲以 HY3131 實現 3 階 LPF 功能設計

3.6. 波峰檢測電路

在有些機電應用中需要量測波峰值，則需用波峰檢測電路(Peak Hold)將電壓鎖住，類比數位轉換器在進行電壓轉換，但是這種電路中鎖住電壓的電容容易受外在環境而有所變化。本文所介紹的 DMM 專用晶片，皆具有數位式波峰檢測，將類比數位轉換結果進行比較，使數值較為正確。



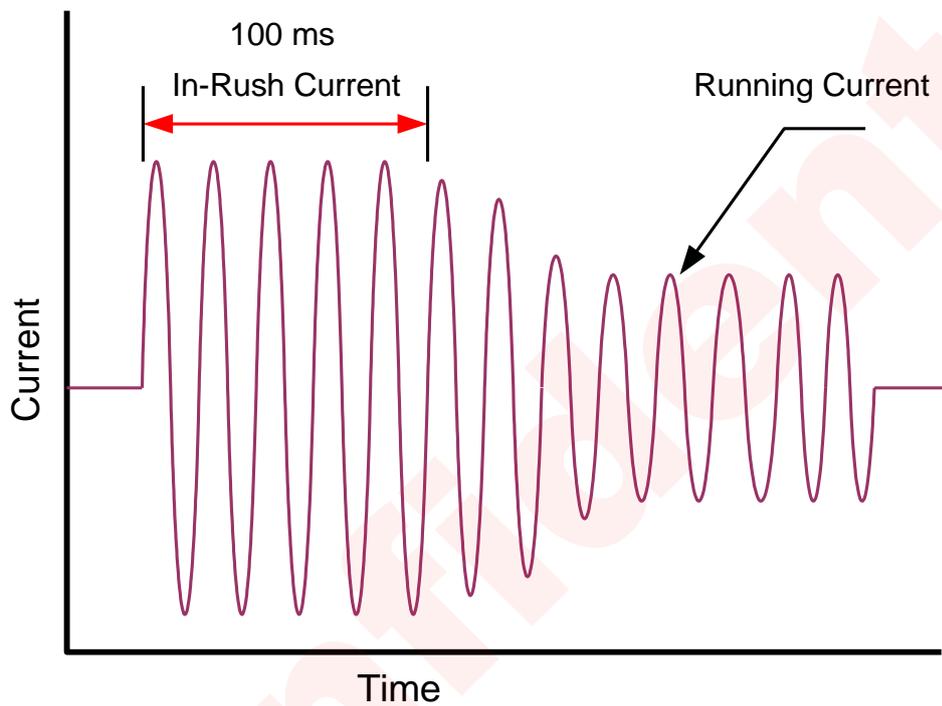
◀ HY3131 Peak Hold Block Diagram



▲ Low Drift Peak Detector

3.7. 湧浪電流量測

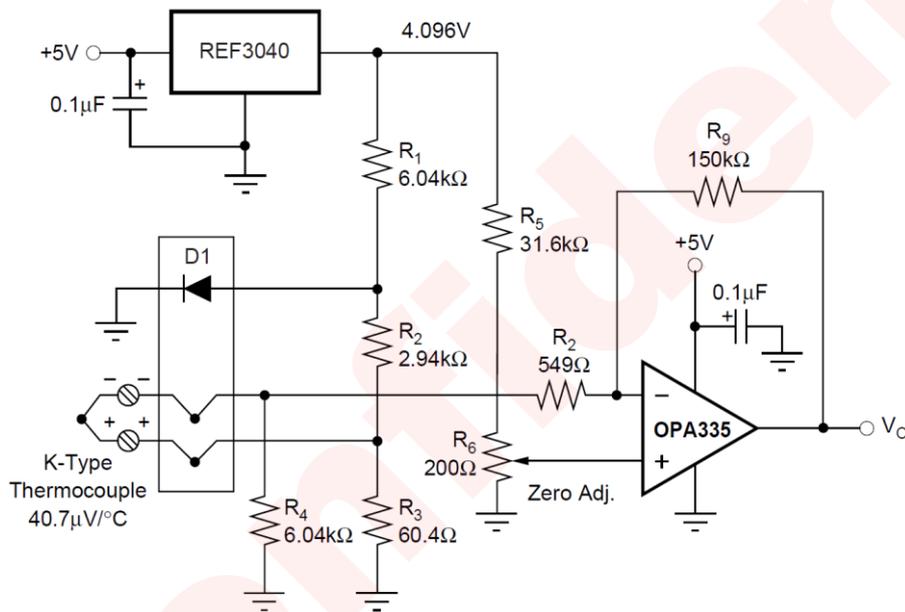
近幾年有些鉗式電流表廠商提出湧浪電流(In-Rush Current)量測，指"在一個三相電機，浪湧電流一般持續 75~150mS 之間具有 500%和 1200%之間的電流尖峰。雖然短暫，激增會帶來一些問題。"本文所介紹的 DMM 專用晶片，皆具有快速交流信號轉換，可抓取湧浪電流。



▲ In-Rush Current

3.8. 溫度感測器

可攜式電量測量設備，有時除在電能及元件測量外，增加溫度量測。最常見的溫度感測器有四種：熱電偶(Thermocouple)、電阻式溫度感測器(Resistance Temperature Detectors; RTD)、熱敏電阻(Thermistor)及積體電路式。而在可攜式電量測量設備多採用熱電偶量測結構，其原理是兩金屬相接會產生席貝克效應(Seebeck effect)的電壓，但在待測溫度與環境溫度相同時電壓為零，所以必須做環境溫度冷接點補償(Cold-Junction Compensation)。本文所介紹的 DMM 專用晶片，皆具有溫度感測器。



▲ Temperature Measurement Circuit. (摘自 Texas Instruments OPAX235 Datasheet)

3.9. 標準串列介面

HY12P 系列具有 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)介面，新一代可攜式數位儀表，大多具有 UART 介面與電腦通訊功能，可達成自動測試及產品的自動校正，減少人工作業成本。具有 UART 介面更可以顛覆傳統使用習慣，如搭配藍芽或 Wifi 等無線通訊模組與手機或平板電腦通訊功能，進行量測與顯示分離、數據統計分析。

HY313x 系列具有 SPI 介面，此元件為 DMM 類比前端專用晶片，可搭配微處理控制晶片，實現非正常顯示畫面的產品，如以下幾類產品。而 SPI 是最常在微電腦系統內部的標準串列傳輸介面，且能有較快傳輸速度。

3.10. 微控制器

HY12P 系列除了具有 DMM 專用類比前端線路，且整合 8 位元精簡指令集(RISC)的微控制器，適合中低階數位儀表，節省產品電路佈局空間，使產品體積可以做到更小。

3.11. 較寬溫度使用範圍

以往國外大廠生產的 DMM 專用晶片，其操作溫度約為 0°C~50°C。但有些使用者需要更寬使用範圍，因此矽統科技全系列皆為-40°C~85°C。

4. 參考資料

- HY3131(50,000 counts DMM Analog Front End) Datasheet
- HY12P65(DMM Specialized IC Embedded Digital T-RMS) Datasheet
- HY12P(Digital Multimeter) Family User's Guide
- HY313x 組態設定
- HY12P65 組態設定

Confidential

5. 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。

文件版次	頁次	日期	摘要
V01	All	2016/08/20	初版發行

Confidential