

Precision32 混合訊號 MCU 系列產品

首席分析師 **Linley Gwennap**

2012 年 2 月



The Linley Group

www.linleygroup.com

Precision32 混合訊號 MCU 系列產品

Linley Group 首席分析師 Linley Gwennap

本文介紹了 Silicon Labs 公司新型 Precision32™ 微控制器產品 - 該公司首次推出的 32 位元 MCU。除了具有相容 ARM 的 CPU 之外，晶片還整合 USB 和多種類比元件，以及常見的 Flash 快閃記憶體、SRAM，定時器和序列介面等。本文由 Silicon Labs 贊助，但所有意見和分析均來自於作者本人。

Silicon Labs 專精 MCU

大多數人熟知 Silicon Labs 公司是由於其類比與混合訊號技術。該公司具有整合高效能類比周邊與數位電路的 CMOS 專業設計經驗。這一專長展現在多種 IP 區塊中，例如類比-數位轉換器 (ADC) 和數位-類比轉換器 (DAC)、數位隔離器、數位鎖相迴路、USB、RF、感測器等。該公司透過整合這些區塊創建出針對特定應用的產品，包括 SLIC 和 DAA 元件 (用於 VoIP 設備)、AM/FM 無線接收器和發射器、矽晶電視調諧器、電容觸控感測器、USB 橋接器和可程式化時序產品。

較不為人知的是，Silicon Labs 公司在微控制器 (MCU) 市場耕耘多年。這方面的經驗可追溯到 1999 年，當時一家 Cygnal Integrated Products 公司開始推出一系列混合訊號 MCU 產品。Silicon Labs 公司於 2003 年收購 Cygnal 公司的時候，該公司已推出 50 多款 8 位元 MCU 產品。該公司開發的管線式結構相容 8051 的 CPU 最高可運行在 100MHz。除了高速 CPU 外，這些微控制器還包括 ADC、DAC、振盪器、穩壓器和其他類比功能。

自從完成收購，Silicon Labs 持續不斷的投入微控制器研發，擴展其產品線，整合多種類比產品技術到 MCU 之中，許多 MCU 版本包括 RF、USB 和其他通訊介面。公司還利用其在類比技術上的專長減少微控制器功耗，包括工作模式功耗，以及休眠模式功耗。

現在，Silicon Labs 提供多種混合訊號 8 位元微控制器，最小封裝為 2mm²。其系列產品廣泛應用於工業、嵌入式、消費和通訊領域，尤其是需要小封裝、類比特性和低功耗的應用領域。

基於 ARM 的 Precision32 MCU

為擴展其微控制器產品線，Silicon Labs 公司最近推出 32 位元 MCU 系列產品。新型 Precision32 產品內含一個 ARM CPU，充分運用 ARM 架構所擁有的軟體和工具優勢。ARM 是業界最受歡迎的指令系統，擁有大量供應商和可觀的年出貨量，雖然這一成功因素大部分來自手機市場，現在 ARM 也正迅速成為 32 位元 MCU 出貨量領導者。

Silicon Labs Precision32 系列產品採用 ARM Cortex-M3 CPU，運行速度最高可達 80MHz。雖然這個時脈速度並不比 Silicon Labs 8 位元 MCU 快，但是 ARM 32 位元架構更適合時下的編碼軟體和其他使用 16 位元或 32 位元資料代碼。Cortex-M3 支援 ARM Thumb2 模式，透過盡可能壓縮指令到 16 位元，減少代碼大小。因此，ARM CPU 代碼大小與 8051 或其他 8 位元指令系統的代碼比較之下，大小相當甚至更少。

Precision32 產品結合 Cortex-M3 CPU 和多種類比元件，其中許多元件同樣應用於該公司 8 位元微控制器產品。這些元件包括：兩個 12 位元 ADC、兩個 10 位元 DAC，一個振盪器、一個穩壓器、以及一個 16 通道觸控感測器。該產品還包括快閃記憶體、定時器、計數器和序列介面等，如圖 1 所示。

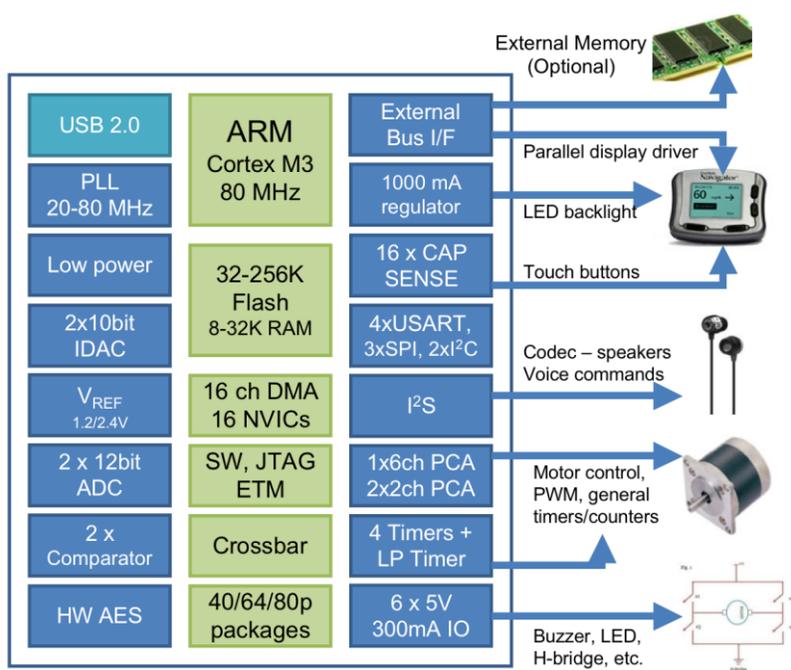


圖 1. Precision32 微控制器架構圖。新型 Silicon Labs MCU 結合 Cortex-M3 CPU、快閃記憶體、多種類比介面。

最先發佈的 Precision32 產品有兩種基本類型：USB 和非 USB。前者支援 USB 2.0 全速（12Mbps），不支援高速。每種類型產品快閃記憶體容量範圍為 32-256KB。提供帶接腳和不帶接腳的封裝選擇，支援 QFN-40 封裝（最小尺寸 6mm）、QFN-64 封裝、QFP-64 封裝、TQFP-80 封裝和 LGA-92 封裝（最大 I/O 接腳配置）。值得注意的是即使最小尺寸 6mm 版本的元件也支援最大 256KB 快閃記憶體容量。總之，此次 Silicon Labs 公司推出具有不同類型選項的 32 位元系列產品，所有產品現可提供樣品，並預計在 2012 年第 2 季大量生產。

降低系統成本

透過減少數個周邊元件，Precision32 MCU 高類比整合度降低系統成本。例如大多數 MCU 需使用外部振盪器，以便在較快速度下（例如 8MHz）運行。這類晶體成本大約 10 分美元。Precision32 MCU 僅需要使用其內部振盪器和 PLL 即可讓 USB 運行，而無需外部晶體。內部振盪器採用時脈恢復技術，在 PVT（製程、電壓、溫度）範圍內可提供 1.5% 精準度，而這在 USB 規格允許的公差範圍內。第二個內部振盪器產生 80MHz CPU 時脈（也具有 1.5% PVT），他利用 USB 時脈（無需外部晶體）或便宜的 32kHz 晶體生成。

同樣，採用元件內建的電壓調節器即無需使用外部調節器，外部調節器成本大約為 15 分美元。整合於元件內的電壓調節器可直接在 5V 電源運行，如果需要，甚至能夠透過 USB 直接供電。元件內的電壓調節器也能夠對外驅動輸出供電，且電壓可程式化，這使得 MCU 可為外部 IC 提供電源，無需外部電壓調節器。另外，輸出電源也可以作為恒流源驅動 LED 顯示器上的背光，一個獨立 LED 背光控制器成本約為 30 分美元。

MCU 還提供了 6 個高驅動輸出接腳，每個能夠輸出 300mA 或輸入 150mA - 足夠直接驅動功率 MOSFET、高功率 LED、蜂鳴器和類似元件。由於一個高驅動外部電晶體大約增加 4 分美元的系統成本，因此這些輸出總計最多可節省 24 分美元。此外，該元件可以直接連接高達 16 個電容觸控感測器。這種類型的感測器越來越多應用到消費性電子和其他設備中，以替代機械按鍵，機械按鍵通常更加昂貴，並且可能導致失效。如果使用外部觸控控制器則需額外花費約高達 50 分美元的成本。

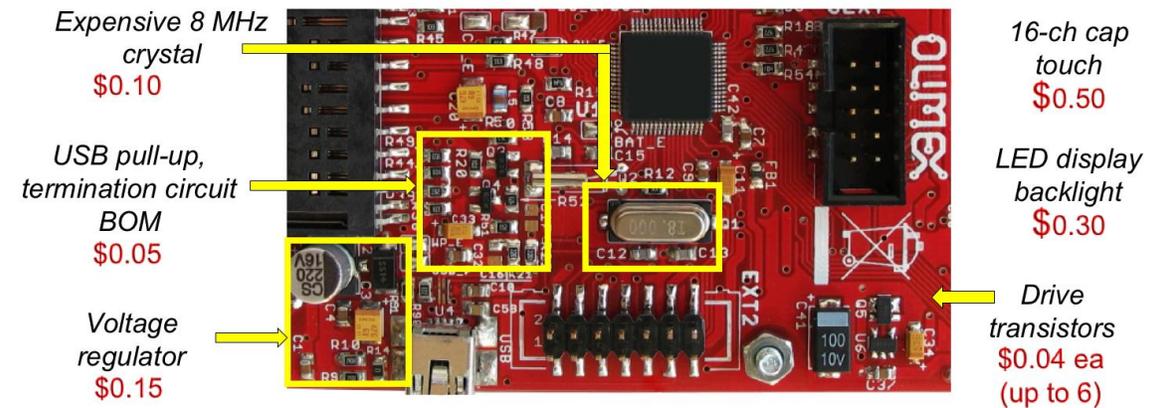


圖 2. 整合類比元件可節省成本。這張圖片說明高整合度 Precision32 晶片可替代典型基於 MCU 設計中的數種周邊元件。

對於 USB 系統來說，元件完全整合了 USB PHY 和類比前端，可直接連接到 USB 連接器。其他大多數微控制器需要一個外部 USB 提昇電阻和終端電路，所添加的小元件總成本約為 5 分美元。使用 Precision32 MCU 所節省下的元件總成本可高達 1.34 元美元。當然，許多系統不需要 LED 背光或觸控控制器，這降低了所節省的

成本，但大多數設計將能夠節省至少 30 分美元。如圖 2 所示，省略了這些外部電路，也減少了電路板面積。

降低功耗

Silicon Labs 公司注重 Precision32 MCU 在工作和休眠模式下低功耗設計，特別是針對 Cortex-M3 CPU。在工作模式下，整個晶片僅消耗 22mA（80MHz 運行速度），或者 0.28mA/MHz。雖然 Freescale 公司某些最新的 Kinetis MCU 也能運行在 0.25mA/MHz（最大 72MHz 運行速度），Silicon Labs 的低功耗水準仍超過其他大多數同類型 MCU 產品。Precision32 MCU 的休眠模式電流更加令人讚嘆：啓動 RTC 時電流僅僅 0.35 μ A，爲業界最低功耗。

該公司同時還專注於降低系統功耗，因爲許多 MCU 應用是由電池或透過 USB 規範的受限等級供電。對於開發人員而言，整合上文提到的類比元件，例如振盪器和 USB 終端，可以縮短訊號路徑長度和整合周邊元件，進而減低整體系統功耗。

此外，元件內整合的振盪器使 CPU 可以運行在任意頻率；而如果採用 8MHz 外部晶體，MCU 運行頻率必須是 8MHz 的倍數。出於同樣的原因，Silicon Labs 允許 CPU 和 USB 頻率獨立配置，而不是固定比例。這種靈活性使系統設計人員能夠任意微調 CPU 頻率，提供所需的效能，同時保持最低速度和功耗。

縮短設計程序

憑藉其在 8 位元 MCU 中的設計經驗，Silicon Labs 在 Precision32 設計中內建靈活的 I/O 系統。如圖 3 所示，晶片中包括兩個 crossbar，可以連接任意 I/O 功能到不同接腳。在 TQFP-80 封裝範例中，Crossbar1 連接接腳 9-40，其中不包括接腳 28 和 29，他們是電源和接地線。Crossbar1 支援 14 種不同內部功能，包括多種序列介面、定時器和比較器等；這些功能能夠連接到 crossbar 支援的任何外部接腳。這些接腳中的一部分也能反應到 ADC 輸入或者 5V 相容輸出。

極大的靈活性爲系統設計人員提供多種好處。設計人員可以配置晶片接腳以簡化電路板設計，例如配置輸出接腳與連接的晶片相鄰。在某些情況下，這種方法甚至可以允許使用更少 PCB 佈線層，進而節省成本。此外，接腳再配置還可輕鬆應對最終電路板變動難題。

當選擇哪些功能連接到接腳，哪些懸空時，這種方法能提供更大的靈活性。特別是在使用帶有少量 I/O 接腳的小型封裝時，靈活性顯得尤爲重要。其他大多數 MCU 也提供一些配置，但是可能在每個接腳上僅支援一種或兩種功能，限制了選項數量，可能導致潛在的接腳衝突。

種類繁多的配置選項可能帶來混亂，因此 Silicon Labs 爲設計人員提供一個軟體工具，以簡化配置。應用程式建構器（AppBuilder）工具提供圖形介面，允許設計人

員使用拖拽功能配置接腳。一旦配置完成，工具能夠產生載入配置到 MCU 的範例代碼。該工具可以與商業 IDE 協同工作，包括 Keil 和 IAR 以及普及的 Eclipse，Silicon Labs 已經加以調整以支援 Precision32 產品。

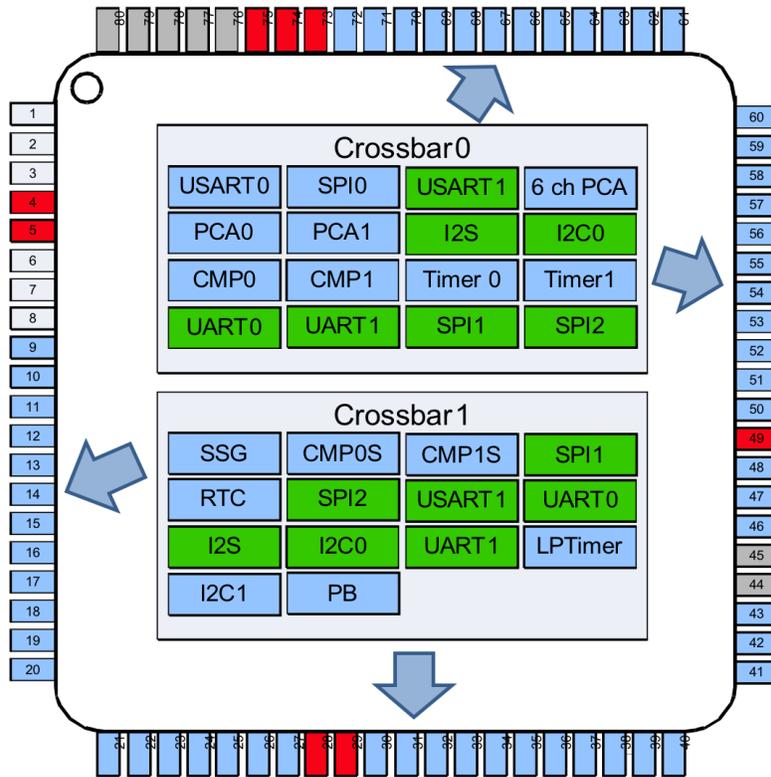


圖 3. Precision32 I/O crossbar。Silicon Labs MCU 包括兩個內部 crossbar，能夠讓任意 I/O 功能連接到不同接腳。

業界領先的低功耗

目前有多家供應商提供基於 ARM 的 32 位元微控制器，Silicon Labs 需要具備一些特殊功能使其脫穎而出。如表 1 所示，競爭對手包括飛思卡爾半導體（Freescale）的新品 Kinetis，STMicroelectronics（意法半導體）的 STM32 系列，以及德州儀器（Texas Instruments）的 Stellaris。其他廠商，例如愛特梅爾半導體（Atmel）、EnergyMicro 和恩智浦（NXP）也參與市場競爭，但我們更關注市場領先者。為了方便與其他廠商廣泛的產品線比較，我們將儘量選擇相似 CPU 速度和記憶體容量的型號，也包括 USB 埠。

飛思卡爾半導體的 Kinetis 產品具有極強競爭力。其 Cortex-M4 CPU 與 M3 類似，但是包含 DSP 和可選 FPU。在 K20 版本中，CPU 可以達到 100MHz，雖然新型低功耗版本限制在 72MHz。在這種低功耗模式下，新型 Kinetis K20 有與 Precision32 MCU 相當的工作電流，同時運行速度僅比 Silicon Labs 產品稍慢。然而，在休眠模式下，Kinetis 消耗 4.0µA - 是 Precision32 MCU 電流消耗的 10 倍以上。

Kinetic 產品中多數類比效能與 Precision32 MCU 相當，甚至提供更高解析度的 ADC 和 DAC。然而 Precision32 某些方面優於 Kinetic，包括針對低端市場的更小封裝。人們更擔憂的是 Kinetic 產品研發進度落後，目前低功耗版本尚未提供樣品（計畫於 2012 年第 1 季季末提供樣品）。此外，Freescale 的額外功能，例如 DSP 和 FPU，將增大晶片尺寸，提高晶片價格。

| | Silicon Labs Precision32 | Freescale Kinetis K20DX | ST STM32F10x | TI Stellaris 3000 |
|--------------|---|----------------------------|--------------------|--------------------------|
| CPU 類型 | Cortex-M3 | Cortex-M4 | Cortex-M3 | Cortex-M3 |
| CPU 速度（最大） | 80MHz | 72MHz* | 72MHz | 50MHz |
| 內部 Flash（最大） | 256KB | 256KB | 1MB | 256KB |
| 內部 RAM（最大） | 32KB | 64KB | 96KB | 64KB |
| 接腳數量 | 40, 64, 80 | 64 to 144 | 36, 64, 100, 144 | 64, 100 |
| 封裝尺寸（最小） | 6mm | 9mm | 10mm† | 10mm |
| 工作電流（/MHz） | 0.28mA | 0.25mA | 0.39mA | 1.00mA |
| 休眠電流 | 0.35 μ A | 4.0 μ A | 1.90 μ A‡ | 18 μ A |
| ADC 解析度 | 2 \times 12 bits | 2 \times 16 bits | 2 \times 12 bits | 1 \times 10 bits |
| DAC 解析度 | 1 \times 10 bits | 1 \times 12 bits | 2 \times 12 bits | None |
| USB 速度 | Full speed | Full speed | Full speed | Full speed |
| 電容觸控感應 | 16 channels | 16 channels | None | None |
| 其他類比功能 | Oscillator, regulator high- drive I/O | Oscillator, regulator | Oscillator | Oscillator, regulator |
| 供貨 | Samples 4Q11 | Samples due 1Q12 | Production | Production |

表 1. Precision32 MCU 和競爭對手的比較。 *提供更高功率的 100MHz 運行速率；†提供 128KB 快閃記憶體、20KB SRAM、無 DAC 的 6mm QFP-36 封裝；‡僅使用電池供電，V_{DD} 供電時，電流 4.0 μ A。（來源：各廠商）

ST 提供多種基於 ARM 的 MCU，而 STM32F10x 是最匹配的產品，具有 72MHz、Cortex-M3 CPU 和全速 USB 介面。ST 是 Precision32 系列產品中 6mm 小尺寸封裝的唯一對手。然而，ST 6mm 封裝限制了快閃記憶體和 SRAM 的容量大小，僅大約是 Silicon Labs 同外形尺寸產品的一半；最小封裝也禁止使用 DAC。而全功能版本則需要 10mm 封裝。

在相同時脈速率下，STM32F10x 功耗大約比 Precision32 MCU 多 50%，在休眠模式下，差異更超過 5 倍。ST 提供「超低功率」處理器，休眠電流為 0.23mA/MHz 和 0.27 μ A；這些特性稍稍高於 Silicon Labs 產品，但 ST 的超低功率元件限制 CPU 運行速度在 32MHz、128KB 快閃記憶體、16KB SRAM，以便保持其超低功耗特性。

對於 TI 的 Stellaris 系列產品，我們選擇 3000 系列以進行對照比較。在這些產品中，TI 限制 Cortex-M3 CPU 在 50MHz，與 Precision32 CPU 速度相比較慢。為了達到 80MHz CPU，必須選擇使用更昂貴的 5000 系列，其針對汽車應用市場。

Stellaris 3000 使用比 Precision32 MCU 更大的封裝，消耗更多能量，ADC 解析度有限，且沒有 DAC。

Precision32 系列產品提供一些獨特功能，有別於所有這些競爭對手。晶片 I/O crossbar 所提供的設計靈活性是其他 MCU 無法媲美的。高驅動輸出和 LED 背光控制能力很獨特，並且能夠顯著節省成本。而目前其他領先的 MCU 無法提供電容式觸控介面，或許 Kinetis 提供樣品時會具備這種能力。

脫穎而出

雖然 Silicon Labs 公司還未提供廣泛的 32 位元 MCU 產品組合，但最先發佈的 Precision32 晶片能夠滿足多種終端應用。對於工業用途，例如馬達控制和監測，晶片所具備的 5V 相容輸入和高驅動輸出格外有用。基於電池供電的設備，例如血糖監測器、GPS 定位系統、感測器控制器和自動調溫器都能夠受益於 MCU 的低功耗特性；條碼掃描機、讀卡機和其他周邊元件需要高整合度 USB 介面；6mm 封裝將有助於滿足 10Gbps 光收發器對外形尺寸的需求。

晶片獨特而靈活的接腳配置對所有設計而都是一個重要優勢。他可以縮短設計階段，允許最終設計變動，並加速產品上市時間。這種方法還允許設計人員使用更小封裝和更少接腳的 MCU 產品，因為這些接腳可以被分配去支援大部份所有周邊組合。

Silicon Labs 將其特有的類比設計經驗應用到新型 32 位元 MCU 產品，使該產品具有豐富特性，例如精密振盪器、電壓調節器、高驅動輸出、電容式觸控介面等。雖然一些競爭對手也有類似特性，但是沒有任何一家廠商能夠涵蓋所有特性。即使在競爭對手也能提供的功能中，例如類比-數位轉換器，Silicon Labs 公司產品在精準度和電壓範圍上往往更為出色。

與競爭產品相比，Silicon Labs 設計的新型 MCU 產品是目前休眠功耗最低的：電流僅 0.35 μ A，功耗不到最接近競爭產品的 1/3。其工作功耗 (mA/MHz) 也是業界同類 MCU 產品中最低的。處理器提供多種功率模式和時脈選項，以協助設計人員大幅度降低功耗。

憑藉其最新 32 位元微控制器產品系列，Silicon Labs 正在從 8 位元產品領域擴展到競爭激烈的相容 ARM MCU 領域。為了脫穎而出，新型 Precision32 產品提供低功耗、靈活的 I/O 和類比整合。這些特點皆非常適用於廣泛的工業、醫療、通訊和消費性電子應用。經常使用大型供應商 MCU 產品的開發人員應當密切注意此 32 位元 MCU 市場的新成員。

Precision32 混合訊號 MCU 系列產品

Linley Gwennap 是 Linley Group 創始人和首席分析師，也是 Microprocessor Report 主編。Linley Group 提供微處理器產業最全面的分析。我們不僅分析商業策略，也包括發佈產品中所具有的技術。我們的深度報導主題涵蓋嵌入式處理器、行動處理器、網路處理器和乙太網晶片。更多相關資訊，請瀏覽網站：www.linleygroup.com

Precision32、Silicon Laboratories 和 Silicon Labs 均為 Silicon Laboratories 公司商標。文中提及的所有其他產品名稱可能是各自所有者的商標。