



非揮發靜態隨機存取記憶體(NVSRAM)高速非揮發性記憶體

賽普拉斯記憶體與成像部門產品行銷工程師S. Vinayaka Babu

賽普拉斯記憶體與成像部門應用工程師Pramodh Prakash

介紹

記憶體是任何電子系統/應用的整合元件。記憶體可大致分成揮發性記憶體(關閉電源後資料就會流失)，以及非揮發性記憶體(關閉電源後資料仍能保存)。常見的揮發性記憶體包括SRAM(靜態隨機存取記憶體)、DRAM(動態隨機存取記憶體)等。常見的非揮發性記憶體包括EEPROM、快閃記憶體等。

結合SRAM功能與非揮發性儲存能力的記憶體，能在系統中發揮許多優點。現今許多應用需要快速且非揮發特性的記憶體元件。許多記憶體技術都提供這樣的解決方案。其中包括NVSRAM、BBSRAM、FRAM、以及MRAM。

本文簡單介紹NVSRAM的特性與工作原理，並比較NVSRAM與其他提供類似解決方案的記憶體。協助研發業者研判何種記憶體技術適合其設計專案。在詳細探討NVSRAM的技術與應用之前，我們先快速比較目前競爭市場主流地位的技術。

NVSRAM提供非揮發性的儲存能力，在電源關閉時將SRAM的內容移動至SRAM內部相對應的非揮發性儲存單元。BBSRAM(電池備份SRAM)則是在電源關閉時，切換至鋰電池來保存SRAM中的資料。FRAM(鐵電隨機存取記憶體)讓鐵電晶體中的電場維持相同的方向，藉以保存資料。MRAM(磁阻RAM)使用磁性極化技術來永久保存資料。以下表一是這些技術的重要參數比較：

參數	單位	NVSRAM	BBSRAM	FRAM	MRAM
效能	存取時間(奈秒)	15-25	70-100	100-150	35
可靠度	資料保存年限	20	10	10	10
電流/功耗	在100奈秒時的運作狀態(mA)	20	22	22	30
	一般待機狀態(uA)	750	200	20	9000
密度	現今最高密度(Mb)	4	16	1	4
封裝	機板需求	小	大	小	小
	支援KGD	支援	不支援	支援	
環保	RoHS	支援	不支持	支援	支援

表一

非揮發性靜態隨機存取記憶體(NVSRAM)是一種高速、高效能的非揮發性記憶體，結合高速SRAM與非揮發性單元的特性。資料儲存在每個SRAM單元中內建的非揮發性單元裡。

NVSRAM目前有16kbit與4Mbit等版本。這些NVSRAM具備業界最快的存取速度，達15ns至45ns，支援商業與工業溫度範圍。NVSRAM採用SSOP、SOIC、以及TSOP等小型化封裝。

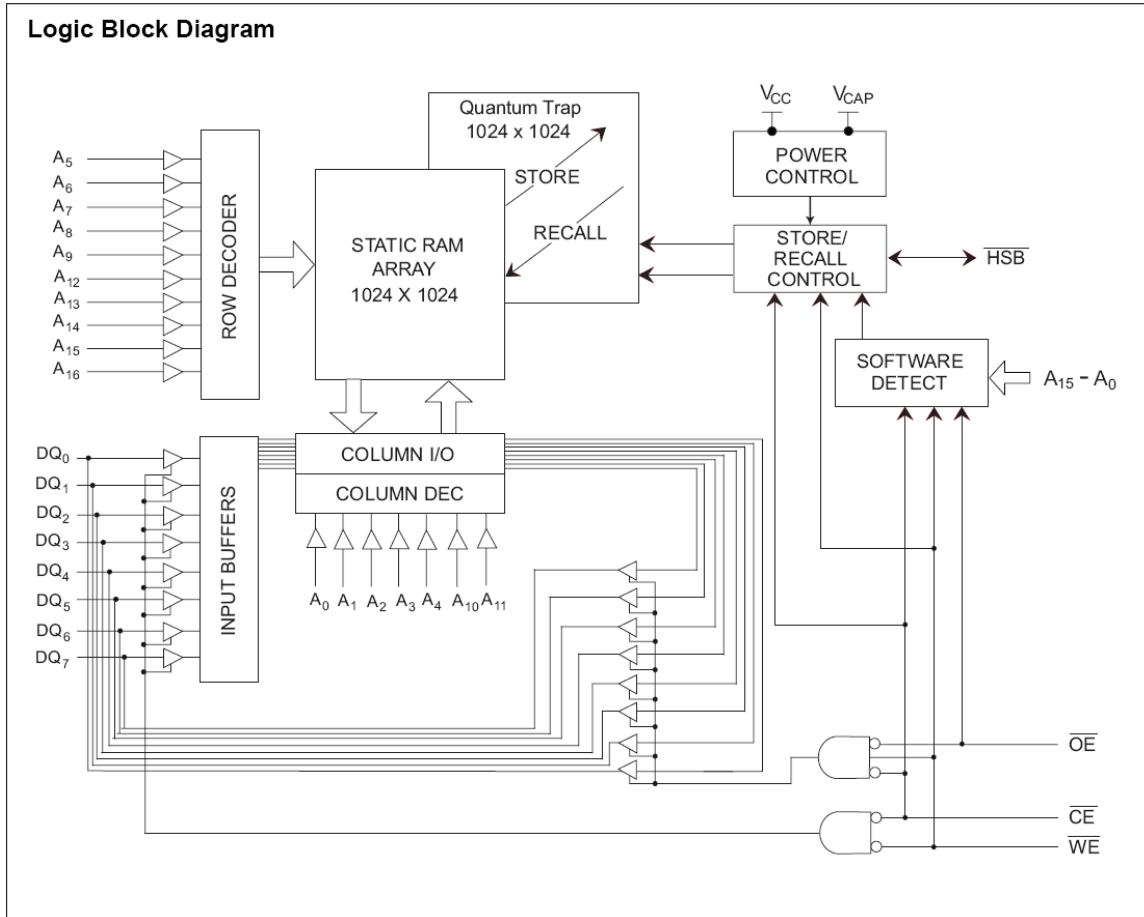


圖1 NVSRAM 模塊圖表

圖1 顯示一個1Mbit NVSRAM的模塊圖表。如圖中所示，位址線路 (A₀–A₁₆)、資料線路 (DQ₀–DQ₇)、以及控制線路 (\overline{OE} 、 \overline{CE} 與 \overline{WE}) 提供和高速SRAM完全相同的介面。在AutoStore™自動儲存作業時，Power Control電源直接模塊用來偵測電源V_{CC}的變化。STORE/RECALL Control 模塊用來支援硬體儲存作業，運用/HSB針腳支援RECALL作業。軟體偵測模塊用來支援軟體的STORE與RECALL作業。

NVSRAM運作時唯一需要的外部元件就是連結至V_{CAP}針腳的電容。這個電容在開機狀態時，由電源電壓來充電。這個充電程序提供AutoStore自動儲存所需的能源(在關閉電源時將SRAM的資料傳送到非揮發性元件)。

元件介面

NVSRAM的介面類似標準非同步SRAM，唯一的差別只有多出幾個專屬的針腳。在一般的讀寫作業方面，NVSRAM的存取方式和SRAM完全相同。三個控制訊號/ \overline{CE} (Chip Enable)、/ \overline{OE} (Output Enable)與/ \overline{WE} (Write Enable)和SRAM的使用方式完全相同，對元件進行讀出與寫入的作業。

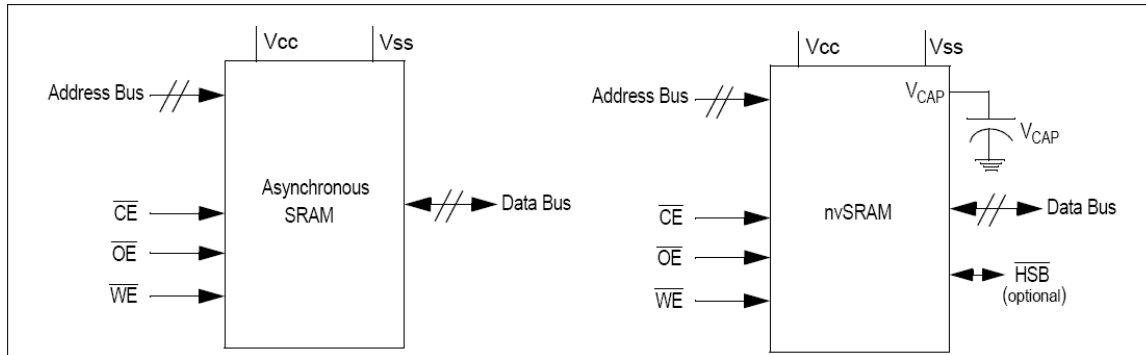


圖2 NVSRAM與SRAM介面的比較

圖2為NVSRAM與SRAM在介面上的相似處。如上圖所示，相較於非同步SRAM，唯一多出的針腳只有V_{CAP}與/HSB。

元件運作

NVSRAM 內含兩個功能元件，以成對的模式嵌入在同一個單元中。就是SRAM記憶體單元以及非揮發性單元。SRAM中的資料可傳送至非揮發性單元(STORE作業)，或從非揮發性單元傳送至SRAM(RECALL作業)。這項獨特架構讓所有單元能以同步模式進行儲存與讀取。在STORE與RECALL作業中，SRAM的讀取與寫入作業都被禁止執行。NVSRAM和典型的SRAM一樣，支援無上限的讀取與寫入作業。此外它還提供無限制的RECALL與50萬次STORE儲存作業。

SRAM讀取

每當/ \overline{CE} 與/ \overline{OE} 處在低電位，而/ \overline{WE} 與/HSB處在高電位時，NVSRAM就會執行READ作業。系統會根據位址針腳指定的位址，進行資料存取的動作。在存取時間，系統會持續配合位址的改變，輸出相對應的資料，控制輸入的針腳不必進行轉換，直到/ \overline{CE} 或/ \overline{OE} 切換至高電位，或/ \overline{WE} 與/HSB切換至低電位為止。

SRAM寫入

每當/ \overline{CE} 與/ \overline{WE} 處在低電位，且/HSB處在高電位時，就會執行WRITE寫入作業。輸入的位址必須保持穩定，系統才能進行WRITE寫入作業，直到週期結束/ \overline{CE} 或/ \overline{WE} 切換至高電位為止。

STORE作業

SRAM的資料可透過以下三種儲存作業，儲存至非揮發性元件。這些作業包括：

- 1) AutoStore自動儲存，在元件關閉電源時進行
- 2) 硬體儲存，由/HSB啟動
- 3) 軟體儲存，由定址程序啟動

自動儲存作業

AutoStore自動儲存作業是NVS RAM的一項獨特功能，元件在預設模式下就能執行這項功能。

在正常作業時，元件會從VCC擷取所需的電流，並對連結至VCAP針腳的電流進行充電。儲存的電荷會用來讓晶片執行一次STORE儲存作業。若VCC針腳的電壓下降到不足以讓元件進行作業時，元件就會自動切斷VCAP針腳與VCC的連結。此時VCAP電容提供的電源，會用來啟動STORE儲存作業。AutoStore作業會在12.5ms(最大值)內完成。

硬體儲存作業

NVS RAM讓/HSB針腳能控制與感測STORE儲存作業。/HSB針腳可用來要求硬體STORE儲存作業。當/HSB針腳處在低電位時，NVS RAM會啟動一個儲存程序。在最後一次STORE或RECALL程序之後，只有當WRITE寫入SRAM作業開始時，才會進行實際的儲存程序。/HSB針腳也扮演一個開放汲極趨動器，在進行儲存(由任何方式啟動)程序時，由低電位狀態從內部趨動。

在任何儲存作業時，不論如何啟動，NVS RAM會持續將/HSB針腳切換至低電位，只有在儲存作業完成後才會釋出。

軟體儲存作業

系統可透過軟體定址程序，把資料從SRAM傳送至非揮發性記憶體。NVS RAM的軟體儲存程序是由執行/CE控制的讀取作業來啟動，按次序從六個指定位址來執行。在儲存作業時，會先刪除前一個非揮發性記憶體內的資料，之後再從非揮發性元件執行一個程式。當啟動儲存作業時，會暫時中止輸入與輸出的作業，直到完成整個程序為止。

RECALL讀回作業

備份在非揮發性元件中的資料，可利用兩種RECALL作業，傳送到SRAM記憶體：

- 1) Auto RECALL自動讀回，在啟動電源時執行
- 2) Software RECALL軟體讀回，由一個定址程序來啟動

自動讀回(啟動電源時的讀回)作業

在啟動電源時，或在任何低電位狀態，會啟動內部讀回要求。當VCC再次超過最低運作電壓時，系統就會自動啟動一個讀回程序。

軟體讀回程序

系統可透過一個軟體定址程序，把資料從非揮發性記憶體傳送到SRAM。軟體讀回程序是透過一個讀取作業來啟動，其模式類似軟體儲存啟動作業。

過程(連結至非揮發性元件的儲存程序次數)

NVS RAM的SRAM元件提供無上限的讀取與寫入週期。NVS RAM並能保證非揮發性元件最少能執行50萬次的儲存程序。

資料保存

NVS RAM的非揮發性元件能保存資料20年以上。

鎖定的應用

1. 磁碟陣列控制器
2. 行動資料終端裝置
3. 端點銷售系統
4. 印表機/影印機
5. 電表/水電能源儀表
6. 工業自動化(遠端終端設備)
7. 儀表板/組合式儀表
8. 單機板電腦
9. 路由器
10. WAN介面卡

以下舉一個應用例子，介紹NVSRAM提供的效能優勢：

工業自動化 (RTUs)

發電廠、水資源管理站、煉油廠、與其他工業廠房，都含有大量的機具，遍佈在大面積的廠區。

遠端終端設備(下圖3)，或RTU(下圖4)，會遍置於廠區各處，建構出SCADA監控與資料擷取系統。RTU的目的是量測像是壓力、流量、電壓、或電流等數據。例如，若應用在水資源管理站，RTU模組可量測水槽的水量，根據水量決定要注水或排水。也可設定警訊值，在超出警戒值時向主站台送出警訊。



圖3 遠端終端設備

RTU是採用CPU基礎的模組，需要快閃與SRAM記憶體來進行一般的處理作業。這些模組也使用內建的即時時脈與監控元件來追蹤即時事件。例如，當水槽必須儲存超出設定值的水量連續三小時，監控計時器可用來向管理人員發出提醒的警訊。

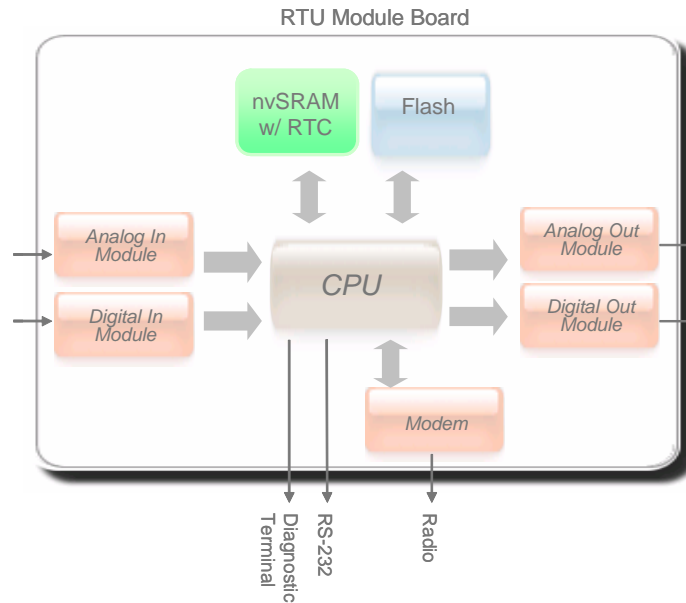


圖4 RTU模組

在標準SRAM中運用 Cypress nvSRAM 解決方案，搭配即時時脈與監控計時器。這樣的設計就不需要額外的元件，系統不僅能節省電路板空間，還能降低材料清單成本。此外，這些模組可應用在各種極嚴苛的環境。Cypress的nvSRAM 具備優異的抗ESD(靜電放電)能力，能在攝氏零下40度至攝氏85度的環境中使用。



Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
Phone: 408-943-2600
Fax: 408-943-4730
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.