



原子層沉積技術於 電阻式記憶體元件之應用

Applications of Atomic Layer Deposition
in Resistance Random Access Memory

陳邦旭

明新科技大學
化學與材料科技系
副教授

王慶鈞

工研院機械所
先進機械技術組

關鍵詞(Keywords)

- 原子層沉積技術 atomic layer deposition(ALD)
- 電阻式記憶體 resistance random access memory (RRAM)
- 三維結構 three dimension structure

摘要(Abstract)

近年來，在新型非揮發性記憶體的研究中，電阻式記憶體被視為極具潛力的候選元件。電阻式記憶體的架構為一電極/絕緣層/電極所組成。電極與絕緣層材料之選用與製備方式為此一記憶體成功的關鍵。其中，適當材料性質的絕緣層提供一個良好的電阻變換的區域。而原子層沉積技

術，為製作奈米薄膜重要技術之一，因此也廣泛的應用在製作電阻式記憶體的製程中。在本文中，將介紹目前電阻式記憶體的發展，其電阻式記憶體操作模式與機制，目前使用原子層沉積法來製備適合絕緣薄膜的材料系統，以原子層沉積技術應用於三維電阻式記憶體絕緣層，與未來應用原子層沉積技術製作電阻式記憶體元件的展望，做深入的介紹。

Recently, resistance random access memory (RRAM) is one of the promising candidates for emergency novel nonvolatile memory. RRAM is consisted of metal electrode-insulator-metal electrode. The preparation and selection of electrode category and insulators play important roles in robust and high performance RRAM. Especially, a dielectric film with appropriate materials properties



severs a location for the resistance transition during operation. Among the fabrication of nano thin films, atomic layer deposition (ALD) gets attraction due to its excellent performance in conformity, uniformity, and precisely thickness controlled ability. The ALD method is also used to grow the insulator and electrode for the applications of RRAM. In this paper, the status of RRAM are introduced, the operation and plausible mechanism of RRAM are proposed, the ALD method is used to prepare the insulator and electrode in RRAM, meanwhile, the ALD process is also adopted to deposit the nanolayer in three dimensional RRAM technology, and finally, the future of applications in RRAM or other potential memory are discussed.

1. 簡介

在資料儲存與超越摩爾定律元件需求下，新式的電阻式記憶體擁有較低製作成本，元件架構簡單，低功率損耗，高速寫入/抹除特性，低壓讀取能力，非揮發性記憶特性，如果能改善其元件製程均勻性，增加記憶能力持久力與驗證元件微縮化能力，未來有機會成為下世代新型記憶體或嵌入型記憶體；而電阻式記憶體的架構為一電極/絕緣層/電極的三明治結構所組成。其中電極製作方式大多使用物理氣相法或化學氣相法來製作，而電阻式記憶體絕緣層製作則以濺鍍法，反應濺鍍法，蒸鍍法，脈衝雷射蒸鍍法，凝膠法，與原子層沉積法來製備。原子層沉積法已廣泛使用在

先進積體電路元件，光電元件與感測器中[1]。本文就原子層沉積法在電阻式記憶體應用作系統性介紹。

2. 電阻式記憶體原理簡介

非揮發性記憶體(NVM)的記憶內容可以在電源關閉之後仍能繼續保存(在電源關閉的狀態下資料仍能維持 10 年以上)，此特色可應用於數位相機記憶卡、隨身碟、甚至手機中的資料儲存，在行動通訊的現今社會有其重要地位。目前此類記憶體的主流為快閃記憶體(flash)，flash 主要缺點為由於操作電壓過大、操作速度慢、耐久力不夠好；及由於元件縮小化下，過薄的穿透閘極氧化層將導致記憶持久時間不夠長等缺點。所以目前已有許多種材料系統和元件試圖用來取代快閃記憶體，其中數種研發中的記憶體都採用電阻值的改變來作為記憶的方式。包括磁記憶體(MRAM)、相變化記憶體(OUM)、高分子電阻式記憶體與電阻式隨機存取記憶體(resistance random access memory, RRAM)，但是其電阻改變的原因跟機制皆不相同，所以在元件特性及操作方式上也都不相同。由於 RRAM 具有寫入操作電壓低、寫入抹除時間短、非破壞性讀取、元件承受溫度高、操作速度快，多元記憶能力、結構簡單、元件所需面積小、與現行 CMOS 製程相容與結構簡單等優點[2]。

目前，文獻上有關單極性 RRAM(URRAM)的電阻轉換行為，大多以低阻態電阻絲(filaments)的斷裂與生成來解釋其重複的電阻變換，元件在

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】363期・102年6月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw