

金奈米粒子和硒化鎘量子點於非揮發性記憶體元件電荷捕獲中心之研究

學生：陳宥任

指導教授：許鈺宗 教授

國立交通大學 奈米科技 學系（研究所）碩士班

摘 要

近幾年金屬奈米粒子作為記憶體的浮動閘極，已經受到許多研究團隊的研究。金屬奈米粒子作為浮動閘極材料選擇的主要優點是其具有較高的功函數、較多的電荷捕捉狀態(Charge trap state)。

在本篇論文中，我們使用電子束直寫(E-beam direct write)製造矽奈米線(Silicon nanowire)，並利用電力的方式自我組裝金奈米粒子(大約 15 奈米)和鎘化硒奈米粒子(大約五奈米)作為元件的浮動閘極(Floating gates)，本論文成功的研製出金屬奈米粒子(金奈米粒子)加上半導體奈米粒子(鎘化硒量子點)的非揮發浮動閘極記憶體(AuNPs/CdSeNPs Nonvolatile floating-gate memory)。

使用金奈米粒子加上鎘化硒奈米粒子作為非揮發浮動閘極，比單獨使用金和鎘化硒奈米粒子的記憶體，有更大的記憶窗(臨界電壓偏移)，而且在次臨界斜率(Subthreshold slope)、開關電流比(On/off current ratio)和記憶時間(Retention time)都有比較好的表現。另外，在金奈米粒子加上鎘化硒量子點(Au NPs+CdSe Qdots)、金奈米粒子(Au NPs)和鎘化硒量子點(CdSe Qdots)個別系統的電荷捕捉機制也利用能帶圖加以說明。

Study of Au Nanoparticles and CdSe Quantum Dots as Charge Trapping Centers in Nonvolatile Memory Device

student : Y. Z. Chen

Advisors : Dr. J. T. Sheu

Department (Institute) of Nanotechnology
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In recent years, metal nanoparticles (NPs) floating gate memory has already been attracted a lot of attention of research teams worldwide. The metal nanoparticle owns many properties like high work function and high charge trapping states as compared to semiconductor materials, which make it one of the best candidate materials as charge trapping centers in flash memory device applications.

In this thesis, we adopted the e-beam lithography to define silicon nanowire and combined with self-assembly technique of Au nanoparticle and CdSe quantum dots to fabricate nonvolatile floating-gate silicon nanowire memory devices. The nonvolatile memory devices when using Au/CdSe as charge trapping centers have largest memory windows(ΔV_{th}), better subthreshold slope (SS), longer retention time and largest on/off current ratio than those of the nonvolatile floating-gate memory devices with only Au nanoparticles or CdSe quantum dots as floating gates. The charge trapping mechanisms of these three different systems, Au nanoparticles, CdSe quantum dots and Au/CdSe, are also demonstrated using the energy band diagrams.

誌謝

首先感謝我的老師 許鈺宗博士給我機會可以完成碩士學位，也很感謝老師在碩士生涯中給我的諄諄教誨，沒有老師一路叮嚀和指導，碩士學位不可能拿得到。

感謝實驗室所有的學長。振嘉學長初次帶領我進入科學研究的生活，讓我可以對實驗產生興趣。當我遇到問題時給我的幫忙。

感謝實驗室所有的學長，振嘉、家豪、皓恆、泰瑞、洪銓、仁豪、宇書和威豪。這些日子裡我不是孤單作戰，而是有你們的陪伴。每當實驗有困難或是對碩士生活覺得煩悶時，你們總是會出現在我身邊幫助我、叮嚀我讓我不至懈怠而順利的度過層層的關卡。

感謝實驗室所有的同學漢學弟妹，玠澤、學宏、裕得、振庭、錫坡、奕貞、昶龍、子訓、欣霖。這些日子和你們相處，總是帶給我歡樂，讓我有源源不絕的動力可以進行我的實驗。

最後要感謝我的父母親和兄長，你們在我身後給我的支持，雖然是最不起眼，但也是最重要，沒有你們我也無法達到今天的成就，你們無止盡的付出是我今天能拿到學位的力量泉源，謝謝你們。