微機電螺旋電感整合鎳鐵-陽極氧化鋁奈米複合物之製成以及特性

學生：陳冠名　　指導教授：鄭裕庭 教授

國立交通大學電子工程學系暨電子研究所碩士班

摘　　要

在這篇研究當中提出了一個具有懸浮狀微機電式結構的單晶片螺旋電桿整合鎳鐵(鎳占 83%,鐵占 17%)-陽極氧化鋁奈米複合物之製造過程以及其特性，其中我們已經可以成功的在矽基板上將直徑 60~70 奈米的鎳鐵奈米柱經由電鍍的方式將其置入在陽極氧化鋁模板內，對一個三圈半的電感而言，利用鎳鐵磁性柱來提升感值已達到約 16%的增強並持續增強到 1GHz,但卻伴隨著品質因子下降約 55%以及電感自身的共振頻率移向低頻這兩個問題，產生的原因在於用來當種晶層的鈦所產生的大寄生電容效應，為了要降低這層鈦所帶來的效應以及提升品質因子，一道利用氟化氙氣體的後製程在此被引入來等向性移除電桿下方的矽基板使的鈦層可以露出來，接著再利用濕蝕刻的方式來把這層暴露出來的鈦移除掉，從實驗結果來看，利用這個方法可以成功的將品質因子增強到幾乎快跟不加磁性材料時的電感一樣好，並且可以觀察到共振頻率有往後增加了將近 8GHz。

Fabrication and Characterization of the Micromachined Inductor with NiFe-AAO Nanocomposite Core

Student：Kuan-Ming Chen　　Advisor：Dr. Yu-Ting Cheng

Department of Electronics Engineering & Institute of Electronics
National Chiao Tung University

Abstract

This study presents the fabrication and characterization of spiral inductors which is a suspended MEMS structure with NiFe(83 at% Ni and 16 at% Fe)-AAO nanocomposite core. The NiFe nanorods with 60~70nm diameter are electorplated and isolated in AAO(Anodic Aluminum Oxide) template on a silicon substrate. For a spiral inductor with a NiFe-AAO nanocomposite core, about 14% inductance improvement can be observed up to 1 GHz for a 3.5 turn NiFe-AAO inductor, but also accompanied with ~55% Q factor reduction and the resonance frequency shifts toward a low frequency regime due to the prasitic capacitance caused by Ti seed-layer. In order to reduce the effect of Ti layer and improve the Q factor, a post-process using XeF_2 is employed to remove the silicon substrate underneath the inductor isotropically and then to remove the Ti layer by wet etching process. The experimental results show that maximum Q factor can successfully be improved as good as the one with the air-core spiral inductors, and about 8 GHz increasment in self-resonane frequency can also been observed.

誌　　謝

漫長的碩士生涯終於要畫上句點了,剛來到這個環境時相當不習慣,包刮天氣跟實驗室的生態,經過這段時間在這邊留下的回憶,讓我很捨不得離開這個地方,首先要謝謝我的家人對我的耐心願意支持我這個沒出息的兒子任何決定,還常常要大老遠從嘉義開車上來探望我,這份感動一直在我背後支持我,再碰到挫折時讓我咬牙撐下去的動力。

此外,我要特別的感謝我的指導老師鄭裕庭教授,感謝你在這段期間對我的指導,不論是研究上或是做人處事的道理,還記得在碩一時,我遇到了難過且委屈的事,你告訴我『豈能盡如人意，但求無愧於心』,這句話讓我之後遇到很多困境,都能夠正面且坦然的去面對它。

當然還要感謝這兩年朝夕相處的 MIL 實驗室的夥伴們,實驗室兩大把交椅:阿昌跟子元,你們兩個真的很強很優秀,老師如果少了你們兩個的話應該沒有多少 paper 可以發也不能出國參加 conference,阿昌學長好像我在這邊的家人,無止境地把這裏所有的八卦都報給我之外還把它做實驗的精隨都傳授給我,子元學長在實驗與研究上總是給我很多的幫忙,沒有你我不可能做完這一切。同屆的光頭跟奎樞,總是一起熬夜趕實驗,每次實驗失敗後，感謝都有你們陪我去吃吃喝喝打打嘴砲暫時忘卻了失落感,然後讓我有力氣的面對再一次的挑戰,已經畢業的學長阿富跟小家瑋,謝謝你們在我被老師定的時候安慰我,也謝謝你們在打籃球的時候都會餵球給我哈哈,我很感激,希望可以早一點喝到你們的喜酒阿,學弟睏保跟洋蔥在我最後要離開這邊時給了我最完美的句點,你們在我放炮時過我水的大恩大德我永遠都不會忘記。

最後我要感謝我交往快三年的女朋友雅婷,對不起以前總是沒太多時間陪妳,有很多還想給妳不過現在的我還沒能力,謝謝妳包容我的一切,聽我發牢騷永遠都跟我同一陣線,現在我要畢業了換我變成支持妳到妳畢業,加油喔!!我就算在國防部也會一直支持妳喔,在此我將要告別交大了，最後感謝交大認識的每一個人，填滿了我這兩年的時光，豐富了我的人生。

Contents

Figure Captions

Chapter 1

Chapter 2

Chapter 3

Table Captions

Chapter 2

Chapter 3