

# 誌謝

回想起這二年的求學生涯中，發現自己真是幸福，雖然在這二年中我的家庭發生了一些令人擔心的事，但很感謝同學和老師對我的包容和照顧，在功課上和實驗方面在恩師王老師辛苦的指導下，以而耐心和包容心的指導下，都能按步就班的——完成，是我首先要特別感謝的人，謝謝你！王老師。

在論文的完成中特別感謝和我同一個實驗室的同学豐欽哥，由於實驗室的大小事情多是由他一個人一手包辦，真是辛苦了你了~欽哥還有丸子、家智...等學弟們謝謝你們，在你們的幫助下我才能完成我的論文，對於要感謝的人太多了，有系上的助教的幫忙，和各位物理系各位老師的指導，謝謝各位謝助我的老師和同學。

最後，感謝的是我親愛的母親由於她，才可以使我不去擔心家中所發生的事，和對我的愛護和教誨，在此我將這本論文獻給妳，謝謝妳對我的付出和家裡的照顧，也謝謝妳對我的關心和付出。

除了感恩，還是感謝，誠心的感謝上天所有的安排及照顧。

# 摘要

本文旨在探討利用放電技術對高熔點的金屬製作奈米微粒，並探究製作成奈米微粒時的物理性質。我們知道當材料製成奈米大小時其物理性質有明顯的變化，本實驗首先是以製作金 (Au) 的奈米微粒，有二個原因：一是在利用放電加工的方法，在參數的控制之下，找出奈米微粒的粒徑分佈；二是為了控制樣品的成份（在製作奈米微粒時成份控制不易）。而在我們不斷的嘗試中，我們知道我們以金 (Au) 為主時，在一定的控制下所得到的粒徑約在 5~20nm。

接下來則用放電技術製作銻 (Re) 與鉬 (Mo) 的奈米微粒。銻 (Re) 與鉬 (Mo) 在放電的製作中是極易氧化的物質，所以我們選擇在酒精 (99.5%) 下來放電，希望得到的樣品能降低氧化的反應產生，得到奈米微粒後，測量其物理性質，我們知道銻 (Re) 作成奈米微粒時超導溫度 ( $T_c$ ) 會上升，而鉬 (Mo) 的超導是比較近似第一類的超導。而由比熱的量測我們也發現樣品製作成奈米微粒時比熱大於塊材，德拜溫度下降，進而探討對銻 (Re) 和鉬 (Mo) 的超導溫度 ( $T_c$ ) 上升和比熱變化的原因。

# Abstract

The aim of this thesis is to study metal nanofluids by electrical discharging and its physical property. This study considers that making Au nanofluids. There are two reasons: One is the nanofluid with a diameter ; Second is compositions of the sample (it is difficult when we developed nanofluid). In our constant try, we make an appointment in 50nm with au.

And then make the nanofluids with rhenium (Re ) and molybdenum (Mo ). The rhenium (Re ) and molybdenum (Mo ) are the material extremely apt to oxidize in the making discharging, so we choose to come down to discharge in the alcohol (99.5% ) to reduce the oxidized response. When measuring its physical property, we know the rhenium ' s (Re ) TC rised, and the superconduction of the molybdenum (Mo ) is more approximate first kinds of superconduction. When we examined specific heat ,we studied the reason of the specific heat and Tc of the rhenium (Re ) and molybdenum (Mo ).

# 目錄

摘要(中)	i
摘要(英)	ii
致謝	iii
目錄	iv
圖目錄	vi
表目錄	viii
<b>第一章 緒論</b>	
1-1 研究的動機與背景	1
1-2 放電加工基本原理	2
1-3 奈米微粒的特性	5
1-4 超導相關原理	11
1-5 Re , Mo 材料特性	17
<b>第二章 放電加工(EDM)製作奈米微粒技術原理</b>	19
2-1 放電加工(EDM)功用	19
2-2 放電加工(EDM)製作原理	21
2-2.1 放電加工(EDM)的過程	21
2-2.2 放電加工(EDM)五大重要參數	24
2-2.3 放電加工的特性及優缺點	26

2-3	加工液對放電加工(EDM)的影響	28
	第三章 樣品製作與實驗裝置	31
3-1	實驗設備	31
3-1.1	放電加工機	31
3-1.2	超音波振動清洗機	32
3-1.3	電子天平	33
3-1.4	SEM 電子顯微鏡	33
3-1.5	TEM 電子顯微鏡	34
3-1.6	X-ray	37
3-1.7	電弧爐	39
3-2	放電加工實驗步驟	40
3-3	Au 的奈米微粒製作(EDM)	42
3-4	Re , Mo 的奈米微粒製作(EDM)	43
	第四章 實驗量測結果與討論	45
4-1	Au 樣品 X-ray 份成分析及 TEM 觀查微粒分佈大小和分析	45
4-2	Mo 樣品 X-ray 份成分析	53
4-3	Re 樣品 X-ray 份成分析及 SEM 觀查微粒大小及超導量測	55
	第五章 結論	65
	參考文獻	66

# 圖目錄

圖 1.2.1 單發放電狀況.....	4
圖 1.2.2 電壓、電流的關係	4
圖 1-3.4 奈米半導體微粒能隙值與粒徑大小的關係.....	9
圖 1-4.1 Kamerlingh Onnes 發現汞金屬在低溫時的零電阻現象...	13
圖 1-4.2 超導態臨界電流.....	13
圖 1-4.3 超導體放入磁場中，會將其內部的磁場完全排除，其內部 磁通量保持為零.....	14
圖 1-4.4 第一類超導體、第二類超導體.....	16
圖 2.2.1 放電加工過程示意圖	.23
圖 2-3.1 不同的加工液的導電率和電阻比	29
圖 2-3.2 不同比例加工液對溫度的變化	29
圖 2-3.3 不同加工液導電率值比較	30
圖 2-3.4 放電時不同加工液隨溫度變化情形	30
圖 3-2.1 本實驗所使用的放電裝置圖	41
圖 4-1.1 金的奈微粒放電加工 TEM 圖	46
圖 4-1.2 金的奈粒放電加工 TEM 圖	47
圖 4-1.3 放電加工金的 TEM 圖	48

圖 4-1.4 放電加工金的 TEM 圖	48
圖 4-1.5 放電加工金的 TEM 圖	50
圖 4-1.6 放電加工生的 TEM 圖	50
圖 4-1.7 放電加工金的 TEM 圖	51
圖 4-1.8 放電加工金的 TEM 圖	51
圖 4-2.1 樣品 Mo X-ray 繞射圖	54
圖 4-3.1 樣品 Re X-ray 量測的成份分析圖	56
圖 4-3.2 樣品 Re 在 HRTEM 所觀查的情形,顯示微粒大小分布並不均勻	56
圖 4-3.3 nano-Re 在 HRTEM 可觀察到晶格線,顯示其唯一單晶	57
圖 4-3.4 nano-Re 在 HRTEM 下顯示其大小為一分佈	57
圖 4-3.5 塊材 Re 的磁化率	60
圖 4-3.6 塊材 Re 的磁化對外加磁場關係圖	61
圖 4-3.7 Re 奈米微粒在 50G 的磁化率對溫度關係	61
圖 4-3.8 Re 奈米微粒在不同磁場下的磁化率對溫度關係	62
圖 4-3.9 Re 奈米微粒在不同溫度下的磁化對外加磁場的關係	63
圖 4-3.10 Re 奈米微粒在不同溫度下的磁化在較低外磁場下的行為	63
圖 4-3.11 Re 奈米微粒臨界磁場的溫度關係圖	64

## 表目錄

表 4-1.2 樣品金微粒的成份分析圖	46
表 4-1.2 樣品金微粒的成份分析圖	47
表 4-1.3 的粒子數百分比圖	50
表 4-1.4 重量百分比圖	50
表 4-1.5 粒子數百分比圖	51
表 4-1.6 粒子數百分比圖	51
表 4-2.1 樣品 Mo X-ray 的成份分析圖	54