

目次

中文摘要-----i	
英文摘要-----ii	
誌謝-----iii	
目錄-----iv	
表目錄-----ix	
圖目錄-----x	
第一章 緒論-----1	
第二章 原理-----3	
2.1 微波介電材料-----3	
2.1.1 介電常數-----4	
2.1.2 介電品質因數-----7	
2.1.3 共振頻率溫度係數-----10	
2.2 微波介電共振器理論-----11	
2.3 微波特性量測-----13	
2.3.1 介電常數量測-----13	
2.3.2 Qd 值量測-----16	
2.3.3 共振頻率溫度係數量測-----18	
2.4 燒結原理-----19	
2.4.1 再結晶和晶粒成長-----20	
2.4.2 燒結原理和液相燒結-----21	
第三章 文獻回顧-----26	
第四章 實驗步驟與分析-----29	
4.1 試片之製備-----29	
4.1.1 研究之材料-----29	
4.1.2 製程參數-----29	
4.1.3 燒結條件-----31	
4.2 特性量測與分析-----31	
4.2.1 XRD 分析-----31	
4.2.2 SEM 分析-----32	
4.2.3 密度之量測-----33	
4.2.4 微波特性量測-----34	
第五章 結果與討論-----35	
5.1 ZTN-----35	
5.1.1 ZTN 反應機制分析-----35	
5.1.2 XRD 分析-----36	

5.1.3	相對直徑收縮率百分比分析	36
5.1.4	密度分析	37
5.1.5	SEM 分析	38
5.1.6	介電常數分析	39
5.1.7	品質因數與共振頻率之乘積分析	40
5.1.8	共振頻率溫度係數分析	41
5.2	ZTN+0.5wt%CuO	41
5.2.1	XRD 分析	41
5.2.2	相對直徑收縮率百分比分析	42
5.2.3	密度分析	42
5.2.4	SEM 分析	43
5.2.5	介電常數分析	44
5.2.6	品質因數與共振頻率之乘積分析	44
5.2.7	共振頻率溫度係數分析	45
5.3	0.4ZnNb ₂ O ₆ -0.6TiO ₂	46
5.3.1	XRD 分析	47
5.3.2	相對直徑收縮率百分比分析	47
5.3.3	密度分析	48
5.3.4	SEM 分析	48
5.3.5	介電常數分析	49
5.3.6	品質因數與共振頻率之乘積分析	50
5.3.7	共振頻率溫度係數分析	51
5.4	NTN	52
5.4.1	NTN 反應機制分析	52
5.4.2	XRD 分析	53
5.4.3	相對直徑收縮率百分比分析	54
5.4.4	密度分析	55
5.4.5	SEM 分析	55
5.4.6	介電常數分析	57
5.4.7	品質因數與共振頻率之乘積分析	57
5.4.8	共振頻率溫度係數分析	58
5.5	NTN+0.5wt%CuO	59
5.5.1	XRD 分析	59
5.5.2	相對直徑收縮率百分比分析	59
5.5.3	密度分析	60
5.5.4	SEM 分析	60
5.5.5	介電常數分析	61
5.5.6	品質因數與共振頻率之乘積分析	62

5.5.7 共振頻率溫度係數分析-----	62
5.6 NiNb ₂ O ₆ +8~10 mol%TiO ₂ -----	63
5.6.1 XRD 分析-----	63
5.6.2 相對直徑收縮率百分比分析-----	64
5.6.3 密度分析-----	65
5.6.4 SEM 分析-----	65
5.6.5 介電常數分析-----	66
5.6.6 品質因數與共振頻率之乘積分析-----	67
5.6.7 共振頻率溫度係數分析-----	68
第六章 結論-----	69
參考文獻-----	72
表 4.1 ZTN 燒結條件-----	77
表 4.2 ZTN+0.5wt% CuO 燒結條件-----	77
表 4.3 0.4ZnNb ₂ O ₆ -0.6TiO ₂ 燒結條件-----	78
表 4.4 NTN 燒結條件-----	78
表 4.5 NTN+0.5wt% CuO 燒結條件-----	79
表 4.6 NiNb ₂ O ₆ +8~10 mol%TiO ₂ 燒結條件-----	79
表 5.1 ZTN 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	80
表 5.2 ZTN+0.5wt% CuO 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	80
表 5.3 0.4ZnNb ₂ O ₆ -0.6TiO ₂ 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	80
表 5.4 NTN 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	81
表 5.5 NTN+0.5wt% CuO 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	81
表 5.6 NiNb ₂ O ₆ +8~10 mol%TiO ₂ 在不同燒結溫度和持溫時間的平均晶粒大小(單位： μ m)-	81
圖 2.1 四種極化機構-----	82
圖 2.2 頻率對極化機構的影響-----	83
圖 2.3 共振波峰的頻譜示意圖-----	83
圖 2.4 (A)TE ₀₁ δ Mode 電場及磁場示意圖；(B)TM ₀₁ δ Mode 電場及磁場示意圖；(C)HEM ₀₁ δ 電場與磁場示意圖-----	84
圖 2.5 DR 量測夾具-----	85
圖 2.6 DR 量測夾具實體圖-----	85
圖 2.7 介電係數測量之量測系統-----	86
圖 2.8 在 TE 模式下 DR 電場之分佈區域-----	86
圖 4.1 實驗流程-----	87
圖 5.1 ZTN 加熱至各溫度不持溫之 XRD 分析圖---	88

- 圖 5.2 ZTN 加熱至 (a)700°C ; (b)800°C ; (c)900°C ; (d)1000°C ; (e)1100°C 溫度下不持溫之 SEM 圖---89
- 圖 5.3 ZTN DSC-TGA 分析圖-----90
- 圖 5.4 ZTN 在 1200°C 及 1250°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖-90
- 圖 5.5 ZTN 在各溫度燒結之收縮率曲線圖-----91
- 圖 5.6 ZTN 在各溫度燒結之密度及相對密度曲線圖--91
- 圖 5.7 ZTN 在 (a)1050°C ; (b)1100°C ; (c)1150°C ; (d)1200°C ; (e)1250°C 持溫 2 小時的 SEM 圖-----92
- 圖 5.8 ZTN 在 (a)1050°C ; (b)1100°C ; (c)1150°C ; (d)1200°C ; (e)1250°C 持溫 4 小時的 SEM 圖-----93
- 圖 5.9 ZTN 在各溫度燒結之介電常數曲線圖-----94
- 圖 5.10 ZTN 在各溫度燒結之 $Q \times f$ 曲線圖-----94
- 圖 5.11 ZTN 在各溫度燒結之 τf 曲線圖-----95
- 圖 5.12 ZTN+0.5wt% CuO 在 1050°C 及 1100°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖-----96
- 圖 5.13 ZTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之收縮率曲線圖-----97
- 圖 5.14 ZTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之密度相對密度曲線圖-----97
- 圖 5.15 ZTN+0.5wt% CuO 在 (a)1000°C ; (b)1030°C ; (c)1050°C ; (d)1070°C ; (e)1100°C 持溫 2 小時的 SEM 圖-----98
- 圖 5.16 ZTN+0.5wt% CuO 在 (a)1000°C ; (b)1030°C ; (c)1050°C ; (d)1070°C ; (e)1100°C 持溫 4 小時的 SEM 圖---99
- 圖 5.17 ZTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之介電常數曲線圖---100
- 圖 5.18 ZTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之 $Q \times f$ 曲線圖---100
- 圖 5.19 ZTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之 τf 曲線圖--101
- 圖 5.20 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在 1200°C 及 1250°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖-----102
- 圖 5.21 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在各溫度燒結之收縮率曲線圖----103
- 圖 5.22 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在各溫度燒結之密度相對密度曲線圖-103
- 圖 5.23 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在 (a)1050°C ; (b)1100°C ; (c)1150°C ; (d)1200°C ; (e)1250°C ; (f)1300°C 持溫 2 小時的 SEM 圖-----104
- 圖 5.24 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在(a)1050°C ; (b)1100°C ; (c)1150°C ; (d)1200°C ; (e)1250°C ; (f)1300°C 持溫 4 小時的 SEM 圖-----105
- 圖 5.25 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在各溫度燒結之介電常數曲線圖-----106
- 圖 5.26 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在各溫度燒結之 $Q \times f$ 曲線圖-----106
- 圖 5.27 0.4ZnNb₂O₆-0.6TiO₂ 在各溫度燒結之 τf 曲線圖-----107
- 圖 5.28 NTN 加熱至各溫度不持溫之 XRD 分析圖-----108
- 圖 5.29 NTN 加熱至 (a)700°C ; (b)800°C ; (c)900°C ; (d)1000°C ; (e)1100°C 溫度下不持溫之 SEM 圖-----109
- 圖 5.30 NTN DSC-TGA 分析圖-----110

圖 5.31 NTN 在 1200°C 及 1250°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖-----	110
圖 5.32 NTN 在各溫度燒結之收縮率曲線圖----	111
圖 5.33 NTN 在各溫度燒結之密度相對密度曲線圖----	111
圖 5.34 NTN 在 (a)1200°C ; (b)1230°C ; (c)1250°C ; (d)1270°C ; (e)1300°C 持溫 2 小時的 SEM 圖---	112
圖 5.35 NTN 在 (a)1200°C ; (b)1230°C ; (c)1250°C ; (d)1270°C ; (e)1300°C 持溫 4 小時的 SEM 圖----	113
圖 5.36 NTN 在 (a)1130°C ; (b)1150°C ; (c)1170°C ; (d)1200°C ; (e)1230°C 持溫 6 小時的 SEM 圖----	114
圖 5.37 NTN 在各溫度燒結之介電常數曲線圖---	115
圖 5.38 NTN 在各溫度燒結之 Qxf 曲線圖----	115
圖 5.39 NTN 在各溫度燒結之 τf 曲線圖----	116
圖 5.40 NTN+0.5wt% CuO 在 1070°C 及 1100°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖----	117
圖 5.41 NTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之收縮率曲線圖-----	118
圖 5.42 NTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之密度相對密度曲線圖---	118
圖 5.43 NTN+0.5wt% CuO 在 (a)1070°C ; (b)1100°C ; (c)1130°C ; (d)1150°C ; (e)1170°C 持溫 2 小時的 SEM 圖--	119
圖 5.44 NTN+0.5wt% CuO 在 (a)1070°C ; (b)1100°C ; (c)1130°C ; (d)1150°C ; (e)1170°C 持溫 4 小時的 SEM 圖--	120
圖 5.45 NTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之介電常數曲線圖-----	121
圖 5.46 NTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之 Qxf 曲線圖--	121
圖 5.47 NTN+0.5wt% CuO 在各溫度燒結之 τf 曲線圖	122
圖 5.48 NNT8 在 1200°C 及 1250°C 及 1270°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖----	123
圖 5.49 NNT9 在 1200°C 及 1250°C 及 1270°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖---	124
圖 5.50 NNT10 在 1200°C 及 1250°C 及 1270°C 和 1300°C 燒結 2 小時之 XRD 分析圖---	125
圖 5.51 NNT8 及 NNT9 和 NNT10 在各溫度燒結 2 小時之收縮率曲線圖-----	126
圖 5.52 NNT8 及 NNT9 和 NNT10 在各溫度燒結 2 小時之密度曲線圖-----	126
圖 5.53 NNT8 在 (a)1170°C ; (b)1200°C ; (c)1230°C ; (d)1250°C ; (e)1270°C ; (f)1300°C 持溫 2 小時的 SEM 圖-----	127
圖 5.54 NNT9 在 (a)1170°C ; (b)1200°C ; (c)1230°C ; (d)1250°C ; (e)1270°C ; (f)1300°C 持溫 2 小時的 SEM 圖----	128
圖 5.55 NNT10 在 (a)1170°C ; (b)1200°C ; (c)1230°C ; (d)1250°C ; (e)1270°C ; (f)1300°C 持溫 2 小時的 SEM 圖-----	129
圖 5.56 NNT8 及 NNT9 和 NNT10 在各溫度燒結 2 小時之介電常數曲線圖-----	130
圖 5.57 NNT8 及 NNT9 和 NNT10 在各溫度燒結 2 小時之 Qxf 曲線圖-----	130

圖 5.58 NNT8 及 NNT9 和 NNT10 在各溫度燒結 2 小時之 τf 曲線圖-----131