

目 次

表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
一、緒論.....	1
1-1 前言與研究動機.....	1
二、文獻回顧.....	3
2-1 附著力改善.....	3
2-2 附著力測試.....	5
2-2-1 刮痕試驗.....	5
2-2-2 正向拉力測試.....	8
2-2-3 接觸角、表面能與附著力之關係.....	8
三、實驗理論.....	9
3-1 電漿的基本原理.....	9
3-2 電漿對表面的效應.....	12
3-2-1 電漿對表面的物理效應.....	12
3-2-2 電漿對表面的化學效應.....	14
3-3 附著力的定義.....	15
3-4 薄膜的附著類型.....	15
3-4-1 簡單附著.....	15
3-4-2 擴散附著.....	16
3-4-3 通過中間層附著.....	16
3-4-4 通過宏觀效應附著.....	17
3-5 附著力的性質.....	17
3-6 影響附著力的因素.....	18
3-7 表面能分析.....	20

3-7-1 接觸角.....	20
3-7-2 界面處之方位.....	20
3-7-3 表面能之計算.....	22
3-8 田口法.....	24
3-8-1 田口方法之介紹.....	24
3-8-2 田口法應用之流程.....	25
3-8-3 直交表.....	26
3-8-4 S/N比及回應圖.....	26
四、實驗內容及程序.....	28
4-1 儀器設備.....	28
4-1-1 奈米壓痕試驗機.....	28
4-1-2 附著力測試儀.....	28
4-1-3 原子力顯微鏡.....	29
4-1-4 掃描式電子顯微鏡.....	30
4-1-5 接觸角量測系統分析儀.....	30
4-1-6 傅立葉紅外線光譜儀.....	31
4-1-7 集結式電漿輔助化學氣相沉積系統.....	31
4-1-8 電子槍蒸鍍系統.....	32
4-1-9 二次離子質譜儀.....	32
4-2 試片製作.....	33
4-2-1 電漿處理.....	33
4-2-1-1 製程一.....	33
4-2-1-2 製程二.....	33
4-2-1-3 製程三.....	34
4-2-2 沉積金膜.....	34

4-2-3 後置作業.....	35
4-3 附著力之量測.....	35
4-3-1 刮痕試驗.....	35
4-3-2 正向拉力試驗.....	36
4-4 接觸角之量測.....	36
4-5 傅立業紅外線光譜儀之量測	37
五、 結果與討論.....	38
5-1 不同電漿處理對附著力之影響.....	38
5-1-1 刮痕試驗.....	39
5-1-2 接觸角量測.....	40
5-2 田口式實驗計畫法對氫電漿做最佳化設計.....	40
5-2-1 刮痕試驗.....	40
5-2-2 正向拉力試驗.....	41
5-2-3 S/N 比及 S/N 反應折線圖.....	42
5-3 單一因子實驗計畫法.....	43
5-3-1 製程溫度之影響.....	43
5-3-1-1 刮痕試驗.....	43
5-3-2 射頻功率之影響.....	43
5-3-2-1 刮痕試驗.....	43
5-3-3 處理時間之影響.....	44
5-3-3-1 刮痕試驗.....	44
5-3-3-2 接觸角分析.....	44
5-3-3-3 傅立業紅外線光譜分析.....	45
5-3-3-4 二次直譜儀分析.....	45
5-3-3-5 表面形貌分析.....	46

5-3-3-6 原子力顯微鏡分析.....	46
5-3-3-7 總和.....	47
5-3-4 氣體流量之影響.....	47
5-3-4-1 刮痕試驗.....	47
5-3-4-2 接觸角分析.....	48
5-3-4-3 傅立葉紅外線光譜分析.....	48
5-3-4-4 二次直譜儀分析.....	49
5-3-4-5 表面形貌分析.....	49
5-3-4-6 原子力顯微鏡分析.....	49
5-3-4-7 總和.....	50
5-4 以鈦為附著力增加層之附著力測試.....	50
六、 結論.....	51
6-1 不同電漿處理.....	51
6-2 氬電漿參數最佳化設計.....	51
6-3 氬電漿單一因子效應.....	51
6-3-1 不同製程溫度.....	52
6-3-2 不同射頻功率.....	52
6-3-3 不同電漿處理時間.....	52
6-3-4 不同氬氣流量.....	53
6-4 鈦中間層之附著力.....	53
七、 參考文獻.....	54

表目錄

表 2.1 金膜與二氧化矽/矽基材之退火溫度時間與附著力關係圖.....	59
表 3.1 壓力與頻率對離子密度及能量的影響.....	59
表 4.1 氬電漿實驗參數及水準配置表.....	59
表 4.2 $L_9(3^4)$ 直交表.....	60
表 4.3 氬電漿實驗參數直交表.....	60
表 4.4 不同液體表面能參數.....	60
表 5.1 不同電漿處理刮痕試驗中之臨界載重值.....	61
表 5.2 不同電漿處理之接觸角.....	61
表 5.3 不同氬電漿參數刮痕試驗中之臨界載重值及 S/N 比.....	62
表 5.4 不同氬電漿參數正向拉力試驗中之附著力值.....	62
表 5.5 S/N 比反應表.....	62
表 5.6 氬電漿不同製程溫度刮痕試驗之結果.....	63
表 5.7 氬電漿不同射頻功率刮痕試驗之結果.....	63
表 5.8 氬電漿不同處理時間刮痕試驗之結果.....	63
表 5.9 氬電漿不同氣體流量刮痕試驗之結果.....	63
表 5.10 氬電漿不同處理時間接觸角量測之結果.....	64
表 5.11 氬電漿不同氣體流量接觸角量測之結果.....	65

圖目錄

圖 1.1 本論文的主要架構圖.....	66
圖 2.1 不同基材硬度及不同探頭半徑與臨界載重之關係.....	66
圖 2.2 碳化鈦(TiC)薄膜之厚度與臨界載重關係圖.....	67
圖 2.3 刮痕速度與臨界負載之關係圖.....	67
圖 2.4 負載施加速率與臨界載重之關係圖.....	68
圖 2.5 刮痕試驗中薄膜之破壞情形(cohesion)	68
圖 2.6 刮痕試驗中界面之破壞情形(adhesion)	69
圖 3.1 簡易的電漿產生器.....	69
圖 3.2 電漿產生器在不同容器壓力範圍下的電性操作情形.....	70
圖 3.3 帶電荷離子經電場加速而撞擊電版板面，所產生的幾種主要的 粒子的情形.....	70
圖 3.4 電漿產生器在不同容器壓力範圍下的電性操作情.....	71
圖 3.5 薄膜的附著類型.....	71
圖 3.6 Youngs equation 之示意圖.....	72
圖 3.7 黏著功形成的過程.....	72
圖 3.8 內聚功形成的過程.....	72
圖 4.1 奈米壓痕系統示意圖.....	73
圖 4.2 Berkovich 三角錐狀鑽石探頭之幾何形.....	73
圖 4.3 附著力測試儀之示意圖.....	74
圖 4.4 正向拉力試驗試片接合示意圖.....	74
圖 4.5 原子力顯微鏡示意圖.....	75
圖 4.6 本實驗之製程圖.....	75
圖 4.7 標準刮痕試驗之流程圖.....	76
圖 5.1 不同電漿處理刮痕試驗結果圖.....	76

圖 5.2 無電漿處理試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	77
圖 5.3 經氧電漿處理試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	78
圖 5.4 經氮電漿處理試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	78
圖 5.5 經氫電漿處理試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	79
圖 5.6 不同電漿刮痕試驗之探頭穿入深度對正向力負載曲線圖.....	79
圖 5.7 SiO_x 無電漿處理，三種液體滴定接觸角.....	80
圖 5.8 無電漿處理之接觸角量測結果圖.....	80
圖 5.9 SiO_x 經氮電漿處理，三種液體滴定接觸角.....	81
圖 5.10 氮電漿處理之接觸角量測結果圖.....	81
圖 5.11 SiO_x 經氧電漿處理，三種液體滴定接觸角.....	82
圖 5.12 氧電漿處理之接觸角量測結果圖.....	82
圖 5.13 二氧化矽矽基材經不同電漿處理之表面能.....	83
圖 5.14 田口法實驗參數編號 1 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	83
圖 5.15 田口法實驗參數編號 2 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	84
圖 5.16 田口法實驗參數編號 3 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	84
圖 5.17 田口法實驗參數編號 4 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	85
圖 5.18 田口法實驗參數編號 5 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	85
圖 5.19 田口法實驗參數編號 6 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	86
圖 5.20 田口法實驗參數編號 7 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	86
圖 5.21 田口法實驗參數編號 8 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	87
圖 5.22 田口法實驗參數編號 9 號試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖..	87
圖 5.23 田口法實驗參數刮痕試驗結果圖.....	88
圖 5.24 田口法實驗參數正向拉力試驗結果圖.....	88
圖 5.25 正向拉力試驗試片破壞圖.....	89
圖 5.26 S/N 比反應折線圖.....	89

圖 5.27 氬電漿製程溫度 100°C 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..90
圖 5.28 氬電漿製程溫度 150°C 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..90
圖 5.29 氬電漿製程溫度 200°C 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..91
圖 5.30 氬電漿製程溫度 300°C 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..91
圖 5.31 氬電漿不同製程溫度刮痕試驗之結果	.....92
圖 5.32 氬電漿射頻功率 50W 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..92
圖 5.33 氬電漿射頻功率 150W 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..93
圖 5.34 氬電漿射頻功率 200W 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..93
圖 5.35 氬電漿射頻功率 250W 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..94
圖 5.36 氬電漿不同射頻功率刮痕試驗之結果	.....94
圖 5.37 氬電漿處理時間 2min 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..95
圖 5.38 氬電漿處理時間 6min 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..95
圖 5.39 氬電漿處理時間 8min 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..96
圖 5.40 氬電漿處理時間 20min 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..96
圖 5.41 氬電漿處理時間 60min 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖	..97
圖 5.42 氬電漿不同處理時間刮痕試驗之結果	.....97
圖 5.43 SiO _x 經 2min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....98
圖 5.44 SiO _x 經 6min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....98
圖 5.45 SiO _x 經 8min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....99
圖 5.46 SiO _x 經 20min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....99
圖 5.47 SiO _x 經 30min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....100
圖 5.48 SiO _x 經 60min 氬電漿處理，三種液體滴定接觸角	.....100
圖 5.49 SiO _x 經不同氬電漿處理時間之表面能	.....101
圖 5.50 SiO _x 經不同氬電漿處理時間之FTIR圖	.....101
圖 5.51 SiO _x 經不同氬電漿處理時間之SIMS圖	.....102

圖 5.52 SiO_x 無氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	102
圖 5.53 SiO_x 經 2min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	103
圖 5.54 SiO_x 經 6min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	103
圖 5.55 SiO_x 經 8min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	104
圖 5.56 SiO_x 經 20min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	104
圖 5.57 SiO_x 經 30min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	105
圖 5.58 SiO_x 經 60min 氬電漿處理之FEGSEM形貌圖.....	105
圖 5.59 SiO_x 經 20min 氬電漿處理之AFM二維及三維圖.....	106
圖 5.60 SiO_x 經 30min 氬電漿處理之AFM二維及三維圖.....	106
圖 5.61 SiO_x 經 60min 氬電漿處理之AFM二維及三維圖.....	106
圖 5.62 SiO_x 經不同氬電漿時間處理之平均粗糙度值.....	107
圖 5.63 氬氣流量 400sccm 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	107
圖 5.64 氬氣流量 500sccm 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	108
圖 5.65 氬氣流量 600sccm 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	108
圖 5.66 氬氣流量 700sccm 之試片經刮痕試驗後，刮痕 SEM 圖.....	109
圖 5.67 不同氬氣流量刮痕試驗之臨界載重.....	109
圖 5.68 SiO_x 經氣體流量 400sccm 氬電漿處理，三種液體滴定接觸 角.....	110
圖 5.69 SiO_x 經氣體流量 500sccm 氬電漿處理，三種液體滴定接觸 角.....	110
圖 5.70 SiO_x 經氣體流量 600sccm 氬電漿處理，三種液體滴定接觸 角.....	111
圖 5.71 SiO_x 經氣體流量 700sccm 氬電漿處理，三種液體滴定接觸 角.....	111
圖 5.72 SiO_x 經氣體流量 800sccm 氬電漿處理，三種液體滴定接觸	

角.....	112
圖 5.73 SiO _x 經不同氣體流量氬電漿處理之表面能.....	112
圖 5.74 SiO _x 經不同氣體流量氬電漿處理之FTIR圖.....	113
圖 5.75 SiO _x 經不同氬氣流量氬電漿處理之SIMS圖.....	113
圖 5.76 SiO _x 經氣體流量 400sccm氬電漿處理之FEGSEM形貌圖....	114
圖 5.77 SiO _x 經氣體流量 500sccm氬電漿處理之FEGSEM形貌圖....	114
圖 5.78 SiO _x 經氣體流量 600sccm氬電漿處理之FEGSEM形貌圖....	115
圖 5.79 SiO _x 經氣體流量 700sccm氬電漿處理之FEGSEM形貌圖....	115
圖 5.80 SiO _x 經氣體流量 800sccm氬電漿處理之FEGSEM形貌圖....	116
圖 5.81 SiO _x 經氬氣流量 400sccm氬電漿處理之AFM二維及三維 圖.....	116
圖 5.82 SiO _x 經氬氣流量 500sccm氬電漿處理之AFM二維及三維 圖.....	117
圖 5.83 SiO _x 經氬氣流量 600sccm氬電漿處理之AFM二維及三維 圖.....	117
圖 5.84 SiO _x 經氬氣流量 700sccm氬電漿處理之AFM二維及三維 圖.....	117
圖 5.85 SiO _x 經不同氬氣體流量處理之平均粗糙度值.....	118
圖 5.86 以鈦為中間層之試片經刮痕試驗後，刮痕之SEM圖.....	118