



離子氮化表面硬化處理重型機械及卡車柴油引擎用球墨鑄鐵活塞之磨耗行為研究

李泰達、黃煜文、郭亮均、張寰宇 指導老師：林宏茂 副教授

本研究是利用沃斯回火熱處理(ADI)對FCD600-10固溶強化肥粒鐵基(SSF)球墨鑄鐵添加不同比例V(鈦)，分別添加1%V、2%V、3%V進行機械測試，鈦是碳化物之促進元素，可形成碳化鈦提高硬度、耐磨耗性並增加鑄鐵的淬透性，且將部分製進行沃斯回火球化處理(ADI)，來測試處理後的強度、韌性及消除沃斯田體的程度，再將部分ADI製進行離子氮化處理，可以讓ADI後的組織 Fe_3C (雪明碳鐵)變成氮化鐵進而獲得更高的硬度以及較好的耐磨性質而且同時兼耐磨性與耐腐蝕性，由實驗結果得知，經沃斯回火處理後的SSF球墨鑄鐵，由金相觀察發現除了含有碳化鈦之外還含有長板狀沃斯肥粒體，使材料硬度大幅提升，而離子氮化製程經沃斯回火之鑄鐵可以得知主要氮化層是含有合金的擴散層所組成的，而硬度量測觀察上表面及橫截面之硬度比較；藉由磨耗試驗求得磨耗係數與磨耗損失率，來比三種成分與不同製程耐磨耗性能，並利用極化反應進行測試，比較九種試片之處理表面耐腐蝕性，再由XRD來觀察其主要組成相。

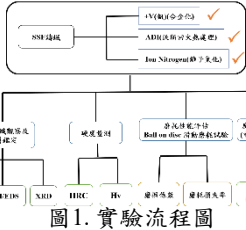


表2. 磨耗試驗條件

參數	條件
荷重	5 N · 6 N · 7 N
滑動速度	10.4 cm/s
轉速	300 rpm
行度直徑	5 mm
滑動距離	100 m
對耗材	Al_2O_3

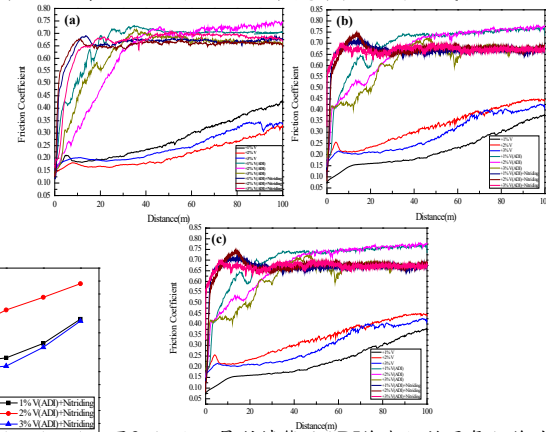


圖9. 鈦添加量對鑄態及ADI後與經離子氮化後球墨鑄鐵之磨耗曲線比較圖 (a)5N (b)6N (c)7N

表1. FCD600-10添加不同鈦含量之化學成分 (wt.%)

sample	C	Si	Ni	Mn	P	S	Fe
FCD600+1%V	2.81	4.26	0.297	0.260	0.017	0.001	Bal.
FCD600+2%V	2.95	4.40	0.313	0.252	0.018	0.002	Bal.
FCD600+3%V	2.88	4.13	0.283	0.252	0.021	0.005	Bal.

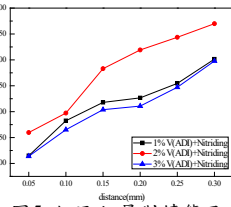
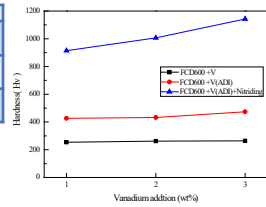


圖6. 經ADI後離子氮化球墨鑄鐵之氮化層硬度
圖5. 鈦添加量對鑄態及ADI後球墨鑄鐵之橫截面Hv微硬度比較

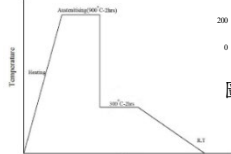
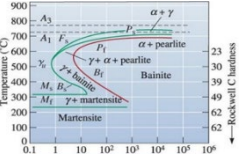


圖2. 沃斯回火熱處理製程

圖3. 沃斯回火熱處理製程

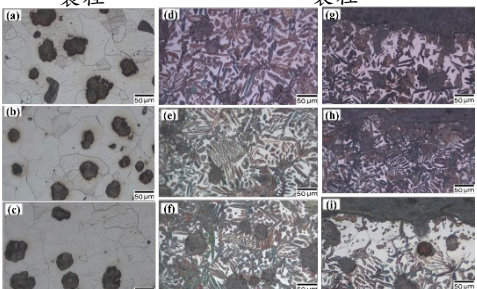


圖4. 鈦添加量對鑄態及ADI後與經ADI後離子氮化之球墨鑄鐵金相組織

(a)1%V (b)2%V (c)3%V (d)1%V(ADI) (e)2%V(ADI) (f)3%V(ADI) (g)1%V(ADI)+N (h)2%V(ADI)+N (i)3%V(ADI)+N

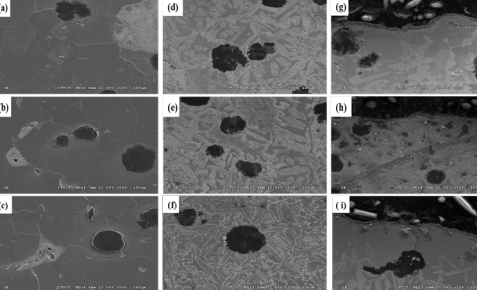


圖8. 鈦添加量對鑄態及ADI後與經ADI後離子氮化之球墨鑄鐵SEM組織

(a)1%V (b)2%V (c)3%V (d)1%V(ADI) (e)2%V(ADI) (f)3%V(ADI) (g)1%V(ADI)+N (h)2%V(ADI)+N (i)3%V(ADI)+N

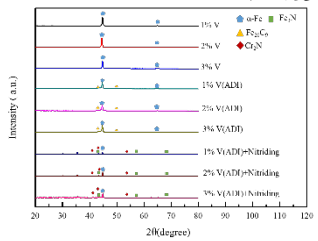
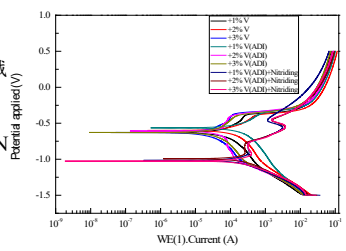


圖7. 鑄態及ADI後與經離子氮化後球墨鑄鐵試片之X-光繞射比較圖



	$I_{corr}(A/cm^2) \times 10^4$	$E_{corr}(V_{SCE})$
1% V	6.578	-0.6288
2% V	5.832	-0.5992
3% V	2.594	-0.6278
1% V(ADI)	9.066	-0.674
2% V(ADI)	6.292	-0.565
3% V(ADI)	3.243	-0.6268
1% V(ADI)+Nitriding	2.594	-1.0143
2% V(ADI)+Nitriding	2.573	-0.9936
3% V(ADI)+Nitriding	1.814	-1.0257

圖8. 鈦添加量對鑄態及ADI後與經離子氮化後球墨鑄鐵之極化曲線比較圖

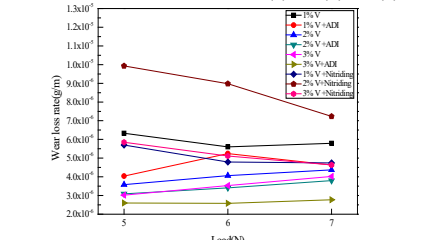


圖10. 鑄態及ADI後與經離子氮化後球墨鑄鐵之磨耗損失率比較圖

結論

- 將FCD600-10添加不同比例鈦及ADI製程前後硬度和體積發現經ADI後的試片硬度值較高，其硬度值大小為3%V+ADI > 2%V+ADI > 1%V+ADI > 3%V > 2%V > 1%V。
- 由磨耗曲線結果可知，經沃斯回火製程後試片之磨耗曲線較未經沃斯回火製程的試片曲線較快進入平台區，相對穩定。
- 由不同鈦添加量及荷重變化的磨耗損失率比較圖發現，隨著鈦元素的添加量增加，相同荷重中磨耗損失率較少，可知提高鈦的添加量可以提升球墨鑄鐵之硬度及耐磨耗性。另一方面，經沃斯回火熱處理後球墨鑄鐵之磨耗損失率均較鑄態磨耗損失率低。
- 由此可知鈦元素添加及沃斯回火熱處理對SSF球墨鑄鐵之硬度及耐磨耗性有所提升。
- 經離子氮化後鑄鐵 > ADI後鑄鐵 > 鑄態， I_{corr} 值越小腐蝕能力越好；經離子氮化後鑄鐵 > ADI後鑄鐵 > 鑄態， E_{corr} 越大耐腐蝕時間越長。
- 由XRD比較圖發現ADI後鑄鐵含有 $Fe_{20}C_9$ 相，經離子氮化後之鑄鐵含有 Fe_3N 、 Cr_2N 。