

# 先進節能熱軋汽車鋼板之開發

國立台灣大學 材料科學與工程學系

顏鴻威 (博士班四年級) 指導教授: 楊哲人

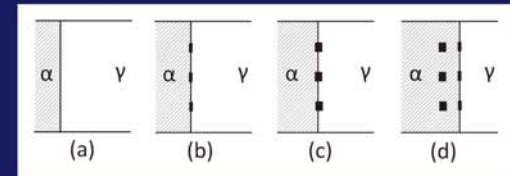


## 研究摘要

為了降低汽油消耗同時減少二氧化碳排放, 汽車輕量化成為當代汽車工業之重要課題, 加以考量乘客之安全性, 開發超強度汽車鋼板成為世界各大鋼廠共同之目標。藉由界面析出機制產生奈米尺寸的合金析出物可大幅提昇肥粒鐵基之降伏強度, 此一相變態控制技術已經用於開發抗拉強度780MPa等級之熱軋鋼板。碳化物界面析出必須同時控制肥粒鐵相變態以及奈米尺寸碳化物的析出, 本研究將透過合金設計以及熱處理參數為製程變, 同時以動態熱膨脹儀進行不同相變溫度的恆溫熱處理並繪製相變曲線, 以穿透式電子顯微鏡觀察界面析出物的結構與分佈, 目標提出界面析出之相變態機制並加以控制, 最後開發以奈米析出物強化機制為主的先進節能汽車鋼板。

## 研究成果

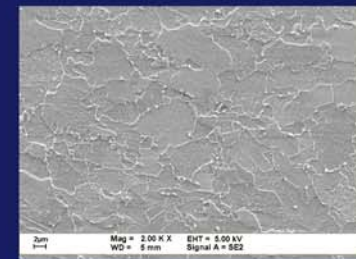
何謂界面析出?



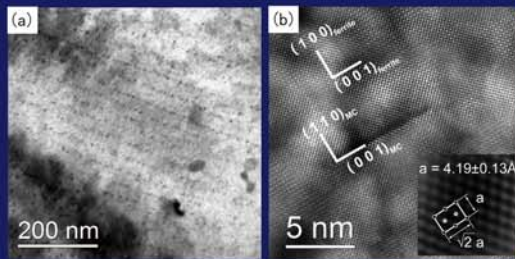
鋼鐵由沃斯田鐵相( $\gamma$ )轉變成肥粒鐵相( $\alpha$ )時會在沃斯田鐵側的界面形成碳原子堆疊(Carbon Pile up), 鋼材中若含少量碳化物合金元素, 如: Ti、Nb、V、Mo以及Cr等元素, 這些元素與碳原子作用力強, 將在兩相界面形成碳化物。碳化物將隨界面的遷移重複在兩相界面形成, 反應最後將得到整齊緻密的碳化物散佈於肥粒鐵相之中。

圖一、界面析出機制之示意圖

界面析出碳化物在穿透式電子顯微鏡下之結構



圖二、鋼材於SEM下之肥粒鐵晶粒顯微結構



圖三、界面析出碳化物於(a)TEM以及(b)HRTEM下之顯微結構

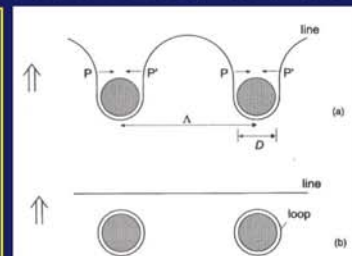
鋼鐵中的奈米碳化物其尺寸極小, 一般無法透過光學顯微鏡(OM)或者掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察到, 如圖二。因此, 穿透式電子顯微鏡(TEM)成為本研究中重要的研究設備, 利用TEM可以觀察到析出物整齊的排列, 如圖三(a), 而碳化物之晶體結構與成長方位關係則必須進一步利用高解析穿透式電子顯微鏡(HRTEM)來分析, HRTEM可以獲得以相位對比形成之晶格像(Lattice Image), 能夠直接判讀奈米碳化物之晶體結構與方位關係。

各類合金元素對奈米析出碳化物的影響

以穿透式電子顯微鏡(TEM)研究鋼中各類合金元素對界面析出碳化物密度的影響, 成果敘述如下:

1. Carbon: 碳元素可以減緩肥粒鐵之相變態, 但是於界面上形成的碳化物密度得以提升, 整體而言能夠提升碳化物密度。
2. Ti、V and Mo: 碳化物合金元素可以大幅提昇界面上形成的碳化物密度, 其中以鈦元素效果最佳, 釩與鉬元素則具有輔助作用。
3. Si and Mn: 錳元素的添加將降低碳化物密度, 相反地, 矽元素的添加將提高碳化物密度。

奈米碳化物強化型先進節能汽車鋼板之機械性質與應用

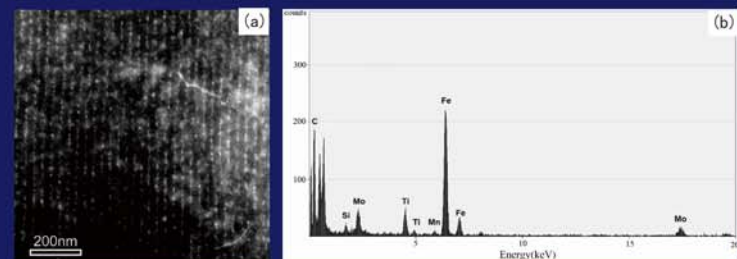


圖四、Orowan理論之強化機制示意圖

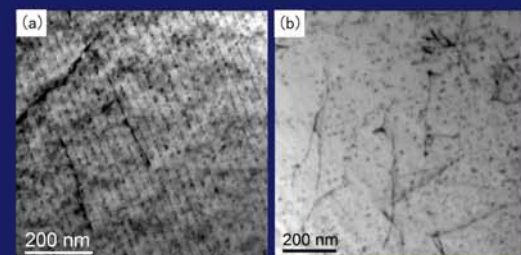
以Orowan理論評估界面碳化物之強化效果, 本研究已經可以控制其貢獻強度於100MPa-400MPa之間, 由中鋼公司實際產線產出已經可以商業化抗拉強度620、690以提780 MPa之先進節能汽車鋼板。

此類鋼板已經開始在台灣汽車工業界廣泛應用, 包含大型車輛底座、ABS裝殼以及座椅調節器等。

更多界面析出碳化物剪影...



圖五、界面析出碳化物於(a)高角度環場暗視野像(HAADF)下之顯微結構與(b)其EDX成分分析能譜



圖六、(a) planar 界面析出碳化物與(b) curved 界面析出碳化物

研究心得與校園生活

由於研究過程中必須照顧我的好伙伴-穿透式電子顯微鏡, 所以我經常住在研究室裡, 這麼一過就是三年, 沮喪的時候就會想起博士班生涯失去的種種, 但是成功時的喜悅往往可以把這些陰霾一掃而空, 我還能肯定的說我是喜歡研究的。此外, 魔術社的社團生活相對成為我研究生活的另一角, 在那裡我學到了不同的領域以及結識了許多伙伴, 經驗難得。

先進節能鋼板終於開發完成, 我的博士班生涯也可以畫下一個完美的句點, 我感謝我的指導教授楊哲人教授, 他不僅傳授知識於我, 同時成為我做人處事的典範。另外, 特別感謝中鋼公司研發部的前輩, 你們給與我熱切的指導與協助, 不勝感激。最後, 感謝社會大眾的協助, 由於家境清寒, 我的學費大多依靠獎學金支出, 一直受惠於社會, 當然也包含中技社。

我還是將以「鋼鐵人」的目標邁進, 這不是一個成就自己的目標, 而是透過專業堅強來貢獻社會的期許, 雖然不能肯定我需要花多少時間完成, 但是我始終會往那裡去。我期待自己可以開發更多鋼鐵產品來協助台灣社會與科技的發展, 除了節能減碳以外, 還有強化防災以及土木建築等重要議題都需要鋼鐵科學與技術的參與, 我希望在這個位置上替台灣服務。