
ナノスケール組織を有する軽量材料の開発とその構造解析に関する研究

研究代表者 工学部 池野 進

本プロジェクトでは、以下の2つのプロジェクトを同時進行させ、高い信頼性を持つ軽量材料の開発とその性能評価法を目指した。

プロジェクト1

ナノスケール組織を有する軽量材料のナノ構造解析に対する組織制御と力学的性質解析手法の確立

本プロジェクトでは、第一に新たな高信頼性アルミニウム合金の開発のため、合金開発を行った。本プロジェクト遂行のために招聘したアシュウト大学の Mahmoud Abdel-Fattah Gaber 教授との検討の末、新しい自動車用合金として注目されている、Al-Mg-Si 合金に再結晶温度を変化させ、粒界を安定させる元素を添加した合金を作製、安全性を保障する均一伸びの改善に成功した。これら添加元素を含む合金は、添加元素を含まない合金に比較して強度と伸び、とくに均一伸びが大幅に改善された。これらの合金を引張り試験によって破断させてその破断面を SEM 観察すると、いずれの合金も粒界破壊の様相を示していた。添加元素を含まない合金では破断面近傍でのみ変形の程度が大きい様子が観察されたのに対して、添加元素を含む合金では、試験片全面で変形の程度が大きいことがわかった。添加元素を含まない合金では、結晶粒内に粗いすべり帯がまばらに観察される程度であったのに対して、添加元素を含む合金では、間隔の狭いすべり帯が多くの結晶粒に観察されるとともに、結晶粒そのものの起伏が激しいことが明らかとなった。このことは、これまでに我々が報告している傾向、すなわち粒界近傍の変形が抑制されて粒内の変形が助長され、そして伸びが改善されるという傾向と一致した。

以上のように、添加元素を含む合金は伸びあるいは強度が改善される傾向があり、とくに Cu 添加は均一伸びを改善することに成功した。均一伸びの改善は破断までの材料の信頼性を改善したことを意味しており、実用化が期待される。

プロジェクト2

ナノスケール組織を有する軽量材料のナノ構造解析に対する走査型電子顕微鏡法による解析手法の確立

本プロジェクトでは、プロジェクト1で開発した合金中の微細な金属間化合物の検出を行う装置の開発を目指した。Ludek Frank 教授との共同研究により図1に示す検出器を開発、作製した。本装置は既設の電子顕微鏡に取り付けることができるように設計され、また、図2に示したようにナノメートルサイズの異物の存在によってわずかに変化する電子線の散乱を検出できる構造になっている。さらに試料電圧を変化させることで、特定の構造を持つ領域からの2次電子を優先的に検出できる。平成14年度は、装置の設計、作製と予備試験で終了した。15年度にFrank 教授と Müllerová 教授を招聘して、得られる画像の精度とその発生原因に関する理論計算を実施する予定である。なお、本装置は国内の電子機器メーカーから販売を希望されている。

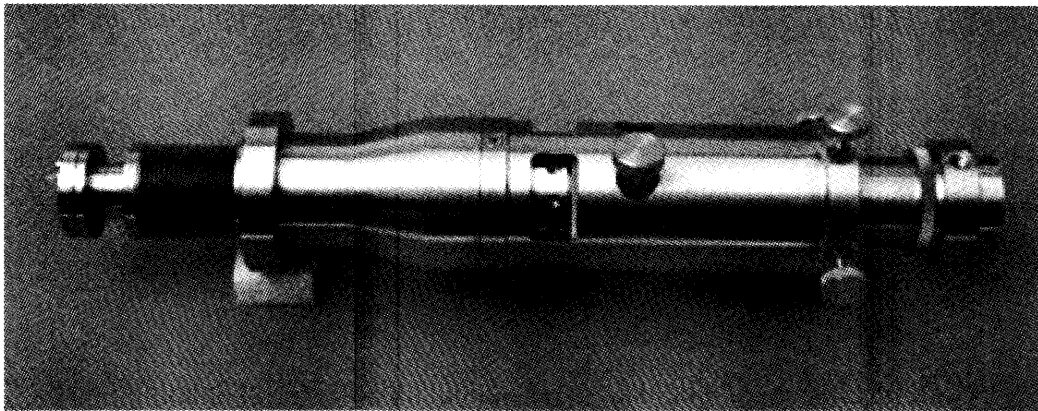


図1 今回開発した装置の外観

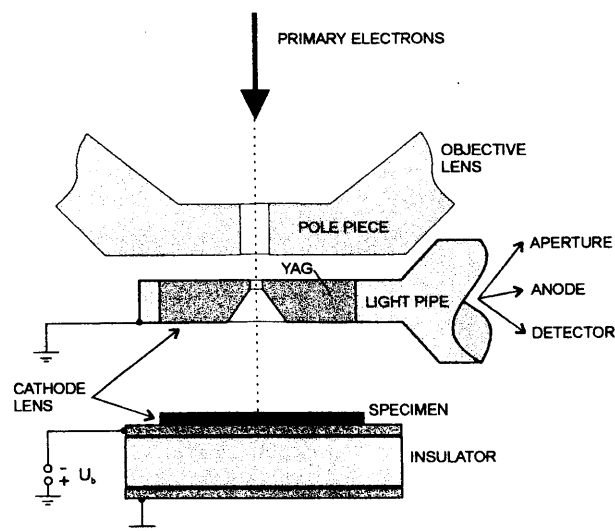


図2 対物レンズと YAG 結晶および試料ステージ周辺の構成