

高エントロピー合金 $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ の Ni 近傍 XAFS 局所構造解析 XAFS analysis of local structure near a Ni atom in $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ high entropy alloys

仁木惇平¹, 塩田諒介¹, 山本篤史郎^{1,*}

¹宇都宮大学, 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

Junpei NIKI¹, Ryosuke SHIODA¹ and Tokujiro YAMAMOTO^{1,*}

¹Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi 321-8585, Japan

1 はじめに

高エントロピー合金 (High Entropy Alloys, HEAs) は, 複数種類の金属元素で構成される固溶体で, 高強度を示すにもかかわらず圧延などの塑性加工が可能であるため, 優れた高強度構造用材料として現在盛んに研究されている. この HEAs の原子配列モデルには, 剛体球モデルに従う HEAs 中の原子配列は乱れているというモデルと, HEAs 中の原子は FCC や BCC の格子サイトを正確に占有しているという構造モデルが考えられている. こうした原子配列モデルは HEAs の高強度と密接に関係があると考えられる. そこで我々は, 粗大結晶を育成可能な FCC 型 HEAs である $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ について, Co, Ni 元素近傍の局所構造を蛍光 X 線ホログラフィー (X-ray Fluorescence Holography, XFH) で解析している. XFH 実験で記録したホログラム中に観察される定在波線は試料作製直後では明瞭であったのに対し, 18 ヶ月後の同一試料で記録したホログラムでは不明瞭であった. 本研究では, より簡便な局所構造解析法である X 線吸収端微細構造 (EXAFS) 解析により, HEAs の局所構造を調査し, ビッカース硬さ試験の結果と比較した.

2 実験

$\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ 多結晶インゴットを Ar アーク溶解炉で作製し測定用試料とした. インゴットの組成を電子プローブマイクロアナライザ (EPMA) で確認し, X 線回折実験 (XRD) により FCC 単相であることを確認した. インゴットをスライスして厚さ約 $15\mu\text{m}$ まで機械研磨し, EXAFS 実験用試料とした. EXAFS 測定を作製直後の試料と 18 ヶ月室温時効後の試料を用意し, Cr, Fe, Co, Ni の K 吸収端近傍で室温にて行った. また, 比較のため, 純金属の Cr, Fe, Co, Ni の薄膜の K 吸収端近傍の EXAFS 測定も行った. EXAFS 測定用試料と同様に, ビッカース硬さ試験も作製直後と 18 ヶ月室温で時効させた後の 2 種類の試料について行った.

3 結果および考察

試料に含まれる Cr, Fe, Co, Ni の元素の中で, EXAFS 解析が容易なのは, 原子番号が最も大きく, 吸収端構造が他の元素の影響を受けない Ni である.

そこで本研究では, まず, Ni-K 吸収端近傍について EXAFS 解析を行った.

まず, 試料作製直後と作製後 18 ヶ月間室温で時効した試料について, ビッカース硬度の変化を表 1 に示した. 作製直後の試料の方が室温時効した試料よりも硬度が高かった.

表 1 $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ 高エントロピー合金のビッカース硬度.

試料	ビッカース硬度 Hv
作製直後	163.8±3.5
18 ヶ月室温時効後	159.0±1.3

このような試料について Ni-K 吸収端の EXAFS 測定を行った結果を図 1 に示す. 測定結果には硬度の変化を示すような大きな差は見られなかった. また, 測定結果から動径分布関数 (図 2) も求めたが, 2 種類の試料だけでなく, 一般的な FCC 金属 (純 Ni) とほとんど差がなかった.

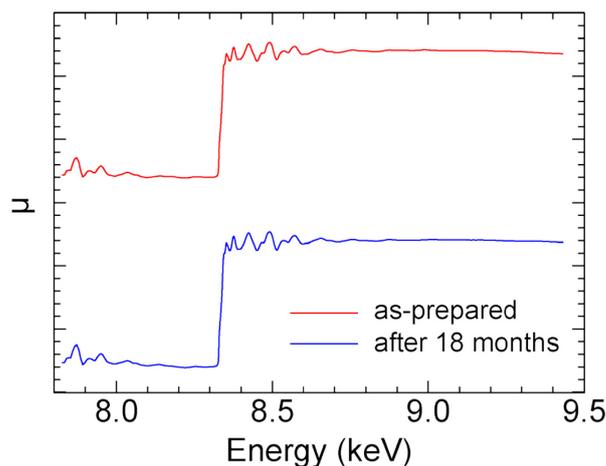


図 1 $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ 高エントロピー合金の EXAFS 測定結果.

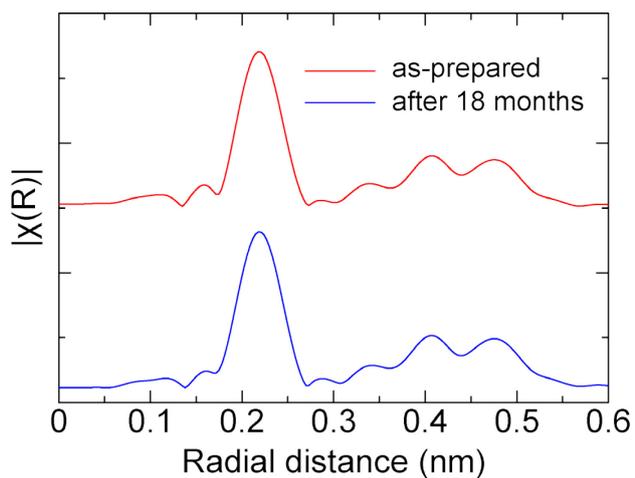


図2 $\text{Al}_{0.3}\text{CrFeCoNi}$ 高エントロピー合金のNi近傍動径分布関数.

ビッカース硬度に有意な差があり、また、蛍光 X 線ホログラム中の定在波線にも明瞭な差があるにもかかわらず、EXAFS 解析結果に差が生じないような局所構造変化モデルについて、XFH でホログラム中に観察される定在波線と同じ原理で生じる、走査電子顕微鏡に付属の装置で観察できる電子線後方散乱パターン (EBSP) の菊地線なども利用して今後検討する.

* toku@cc.utsunomiya-u.ac.jp