レーザー補助 3DAP による金属ガラスの解析

物質・材料研究機構磁性材料センター 大久保忠勝 長濱大輔 I. Martin 宝野和博

Fig. 1 ナノ結晶を有する Ti 基金属ガラスの (a) 3D 原子マップ, (b) 組成プロファイル (c) ラダー図.

フェムト秒レーザーパルスで原子の電界蒸発をアシストするレーザー補助 3D アトムプローブ (3DAP) では、イオン化時のエネルギー欠損がないためにエネルギー補償を行わない直線型であっても良好な質量分解能が得られる。このために飛行距離を短縮した高開口角設計が可能である。また、従来のアトムプローブでは、電圧パルスにより繰り返し応力が試料に負荷され、脆弱な試料のアトムプローブ分析が極めて困難であった。レーザー補助 3D アトムプローブでは、電界イオン化のための電界応力を軽減できることにより、これまで試料破壊によってアトムプローブ分析が困難であった種々の材料の解析が可能であること、電圧パルスを用いないので、高抵抗材料の解析も可能になる等の優れた特徴がある。金属ガラスも、従来のアトムプローブで解析が困難であった材料の一つであり、レーザー補助 3DAP によって、日常的に 3DAP 解析が可能になってきた。Ti 基金属ガラスは、従来の電圧パルスを用いた 3DAP では全くデータが得られなかったが、Fig. 1 に示すようにレーザー補助 3DAP によりアトムプローブ分析が可能となった⁽¹⁾。TEM では

Fig. 2 異なる融体温度から铸造された Ti 基金属ガラスの HRTEM 像 (a) (b) とマススペクトル (c) (d)。

解析不可能な Be の分布が明瞭に観察され、組成プロファイル、ラダー図より、ナノ結晶領域から Be の排出が確認され、その組成も定量的に求められる。また、Fig. 2 には異なる融体温度から铸造された Ti 基金属ガラスの HRTEM 像とマススペクトルを示す。急冷中にナノ結晶が生成した試料では、レーザーアトムプローブの特徴である高い質量分解能が得られているが、アモルファス単相試料では質量分解能が著しく低減している。この一因として、アモルファス固体で結晶に比べて熱伝導率が低いことが考えられているが、レーザー補助アトムプローブの研究は緒に着いたばかりであり、今後レーザー補助による電界蒸発のメカニズムの詳細な検討が待たれている。今後、レーザー補助 3DAP の利点を生かして、金属ガラスで代表される金属系難分析試料の解析や、半導体材料や絶縁体を含むナノコンポジット材料、デバイス解析等への応用が期待できる。

文 献

- (1) T. Ohkubo, D. Nagahama, T. Mukai and K. Hono: J. Mater. Res., **22**(2007), 1406-1413.

(2007年 8 月 2 日受理)

Laser Assisted 3DAP Analysis of Bulk Metallic Glass; T. Ohkubo*, D. Nagahama, Isabelle Martin, K. Hono* (National Institute for Materials Science, Tsukuba and *CREST, JST)

Method: 3DAP, characteristics: The field evaporation was assisted by diodepumped femtosecond laser, condition: The wave length, the pulse width, the energy density, and the pulse frequency of the laser applied on tips were 1030 nm, 200 femtosecond, 80 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$, and 1200 Hz, respectively