

16. 金属中を流れる電子の状態と 電子照射損傷の関係

末 広 正 芳

金属結晶に高エネルギー粒子を照射すると格子点にある原子がはじき出されて格子間原子と原子空孔が形成される。これらの点欠陥が拡散移動集合して形成する点欠陥集合体の種類や地域分布は、はじき出し損傷の特徴を反映する。本研究においては、超高压電子顕微鏡を用いて、結晶方位および電子回折条件の厳格な制御のもとで、電子照射によって発生する点欠陥集合体を観察計測することから、方位と回折条件で大きく変化する原子位置を流れる電子流密度と損傷との関係を明らかにした。

銅、ニッケルおよび金の薄膜試料を電子照射すると格子間原子の集合体である転位ループおよび原子空孔の集合体である積層欠陥四面体が形成されるが、この積層欠陥四面体の形成には原子空孔が格子間原子より過剰に存在するという条件が必要であることをまず明らかにした。ついで積層欠陥四面体形成の局所地域分布から原子空孔過剰領域を検知することにより、電子流と損傷の関係について次の結論を得た。

まず積層欠陥四面体が電子入射面近傍に局在して発生することを見出し、これは原子空孔の発生位置より格子間原子の発生位置が大きく後方にずれておこる変位列損傷の結果であることを結論した。この現象は電子が低次の結晶面と平行に入射する時に非常に起こりやすくわずかな結晶方位のずれ($< 0.1^\circ$)により起こりにくくなる。これは変位列損傷が原子列を流れる電子流密度の入射面近傍での上昇により促進されることを示している。

金ではブラッグ反射を満足する条件で照射すると、積層欠陥四面体が試料裏面近くに形成され、その形成は試料厚さの変化とともに回折消衰距離を周期として振動することが見出された。これは原子列を流れる電子流密度が入射面からの深さとともに振動し、試料裏面近くでこの電子流密度が上昇する場合、表面近くでの原子のはじき出しエネルギーの低下と協調して、損傷を促進し、原子空孔過剰領域が形成されたことを示している。