

# 陽電子消滅法 PAS

## Positron Annihilation Spectroscopy

測定原理：陽電子消滅は、結晶中の空孔型点欠陥を非破壊で感度良く検出できる手法です。ポーラス材料のnmオーダーの空隙も評価できるため、種々の材料の空隙を検出する手法として使用されています。その特徴は、i) 高感度 ( $\geq 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ) かつ非破壊、ii) 試料の温度、伝導性等の制限が無い、iii) 試料表面から $\mu\text{m}$ 程度までの欠陥深さ分布検出が可能、等があげられます。陽電子が消滅する際に放出される $\gamma$ 線は電子の運動量分布を反映したドップラー拡がりを示します(図1(a))。空隙中では電子運動量分布が変化するため $\gamma$ 線のエネルギー分布も変化、また電子密度が低く陽電子寿命が長くなるため、 $\gamma$ 線のエネルギー分布や陽電子寿命を測定することによって空孔型欠陥を検出します(図2(b))。

ポーラス材料では、陽電子は電子とポジトロニウム (Ps) と呼ばれる水素様束縛状態を形成します。空隙内でPsが形成されると $\gamma$ 線のエネルギー分布が変化しますが(図1(c))、陽電子はポア内壁で消滅するためポアサイズに依存してその寿命が変化します。

応用例：図2にFイオン ( $8 \text{ keV}, 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ) を注入したSiの点欠陥を検出した例を示します。陽電子の打ち込みエネルギーに対するS値を測定することにより損傷領域が表面から約50 nmに存在することがわかりました。損傷領域の欠陥種は、焼鈍前の欠陥が $\text{V}_4\text{F}_2$ 、焼鈍後 ( $1050^\circ\text{C}, 5 \text{ s}$ ) には $\text{V}_3\text{F}_2$ に変化しました。検出された欠陥は負に荷電しているため、MOSFETの閾値電圧に影響を与える事がわかりました。

