

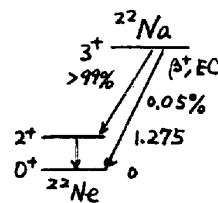
(237) 陽電子寿命測定 of 鉄鋼の遅れ破壊研究への応用

東大工 堂山昌男, 藤田純一, 七尾進, 谷川庄一郎, 栗林一彦

1. 緒言: 陽電子は電子の反粒子であり, 質量 m , 電荷 $+e$ をもち, 電子と合体して対消滅し, 陽電子と電子はエネルギー (γ 線) に変る。ほとんどの場合2本の γ になる。この2本の γ 線は約0.51 MeVのエネルギーをもち, ほとんど正反対方向に放出される。消滅の前後にはエネルギーと運動量が保存される。また陽電子の寿命は電子の密度に比例する。

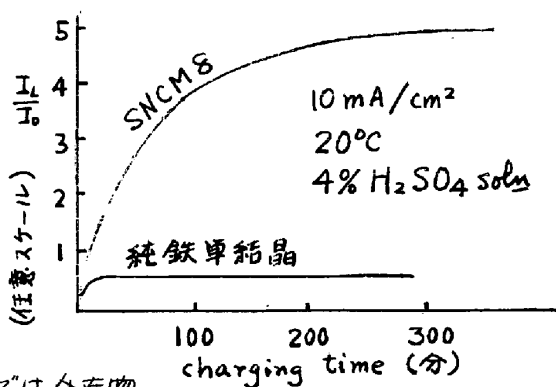
陽電子は普通核崩壊により放出されるものを利用することが多いので, そのエネルギーははじめは約1 MeVの程度である。これが金属中に入ると, 非常に短い時間 (約 10^{-12} 秒) の間に減速され長下の程度になる。陽電子は正, 金属中のイオンも正に帯電しているのて, フーロン斥力のためイオンから遠いところ, すなわち格子間位置をつたつて陽電子は動きまわる。陽電子は格子間位置近傍で電子と消滅するものもあるが, 原子空孔やクラックなどがあると, この部分で消滅する。原子空孔が 10^4 もあると, ほとんどの陽電子は原子空孔に捕獲され, 原子空孔近傍で消滅する。原子空孔やクラックでは伝導電子の密度も低く, イオンもないので陽電子の寿命はこれらに捕獲されると長くなる。遅れ破壊中に初期のクラックが發生すると, 先に陽電子が捕獲され寿命が長くなると思われる。

2. 陽電子寿命測定: 本実験では ^{22}Na より放出される陽電子を利用した。 ^{22}Na は99%以上の確率で陽電子を出し (β^+ 崩壊) $^{22}\text{Ne}^*$ になる。 $^{22}\text{Ne}^*$ は励起核で寿命は 3×10^{-12} 秒で1.28 MeVの γ 線を放出し, ^{22}Ne の安定核となる。この1.28 MeVの γ 線が出たとき陽電子が放出されたとし, 一つの γ 線検出器で検出し, 陽電子が消滅したときに出る0.51 MeVの γ 線をもう一つの γ 線検出器で検出し, その間の時間を delayed coincidence法を用いて測定した。機器はNAIG (日本原子力事業) 製で, 分解能約248 psecを用いた。



3. 試料および実験結果: 試料は純鉄単結晶およびSNCM8多結晶を用いた。SNCM8は850°Cで30分間熱した後, 油焼き入れし, 200°C, 1時間焼戻しを2回行なった。両試料とも表面を電解研磨し4% H_2SO_4 soln, 20°Cで水素電解charge (Pt電極 $20\text{mm}^2 \times 100\text{mm}^2 \times 0.1\text{mm}$) した。陽電子源 ^{22}Na はマイラーに封入し, 二枚の試料間にはさみ周囲をビニール系接着材で防水シールした。長寿命成分と charging time との関係と右図に示す。

	τ_1 (短寿命成分)	τ_2 (長寿命成分)
純鉄単結晶	168 psec	661 psec
SNCM8多結晶	221	757



純鉄単結晶の長寿命成分はSNCM8に比べすぐ飽和し, 飽和値もSNCM8に比べ低い。SNCM8のような高張力鋼では水素物, 転位, 不純物, 合金元素などの引張応力部に水素が捕獲され, 小さなクラックが密度多くできている。クラックの数は純鉄に比べて桁ちがいに多い。これらのクラックは原子空孔に比べてかなり大きい。

陽電子消滅法は遅れ破壊研究の新しい有力な手段であり, 非破壊検査法としても将来有望である。