

17. 電気抵抗および陽電子消滅による Cu-Sn 合金の時効過程の研究

峰 村 広 幸

銅基形状記憶合金は TiNi 合金と同様に良好な形状記憶効果を示すことが、知られている。然しながら、その実用化には機械的強度の向上、時効効果に起因する特性劣化の改善等、多くの解決すべき問題が残されている。このうち時効効果は、使用温度域での原子の拡散によるものであり、母相 β 相の規則度の変化や析出を誘起し、その結果、変態特性温度の変化や、靱性の劣化をもたらす。本研究では、低温での時効効果の顕著な Cu-Sn 合金の時効過程を、電気抵抗測定、メスbauer分光、電子顕微鏡法、陽電子寿命測定により調べた。試料は、液体急冷法、及び通常の方法で作製した。液体急冷試料では、室温時効により、 M_S は急激に降下し電子顕微鏡観察では微細な S-phase (W-phase) 及び L-phase の析出が確認されたのに対し、273 K 時効試料では M_S が同程度に降下しているにもかかわらず、析出相は S-phase だけであった。この結果から、液体急冷試料の時効は、通常の方法で作製した試料より急であり、また L-phase の析出が M_S の降下の直接の原因ではないことがわかった。また時効試料を低温で焼鈍しながら電気抵抗を測定すると、電気抵抗は、数分間減少し、極小値を示した後増加した。時効時間、温度を変えた結果、この現象は L-phase の析出と関係することがわかった。L-phase が析出している試料では、抵抗極小に至るまでの時間が長く、その後の抵抗増加は緩慢であるが、析出していない試料では、短時間で極小に達した後、急激に増加する。この現象の見かけの活性化エネルギーは 0.86 eV であった。また ^{119m}Sn メスbauer測定では、母相以外に明瞭な 2 成分が存在し、母相とは異なる Sn 原子の環境を有する析出物の存在を示している。この 2 成分の強度は Sn 濃度が高く、また時効温度が高いほど大きい。

以上のような時効現象は、一般に原子の拡散によるが、そのためには vacancy が必要となる。規則合金には、thermal vacancy 及び structural vacancy が非常に多く存在するとされている。そこで本系の vacancy の挙動を調べるため、陽電子の寿命が、vacancy の電子状態に敏感であるという性質に注目し、 ^{22}Na 陽電子寿命測定を行った。然しながら、急冷試料及び十分に時効を行なった試料の間には、有意な寿命の差異は観測されなかった。さらに $e/a = 1.5$ という条件を満たし structural vacancy が、最も少ないことが期待される Cu-16.7 at % Sn 試料について、同様の実験を行なったが、変化は見られなかった。これらの結果は、長時間時効後

においても、多量の vacancy が残留することを示唆していると考えられる。

18. 人工宝石を用いた圧力発生

古 野 克 尚

近年、物性測定用高圧装置として、ダイヤモンドアンビルセルの普及が著しい。アンビルには天然のブリルアンカットされたダイヤモンドが利用されていて、その形状に関する議論は比較的少ない。

そこで、ダイヤモンドには劣るがアンビル材料としては、十分な硬度を人工サファイア (α - Al_2O_3 単結晶) を用いて形状と圧力発生の関係を調べた。このことは、同じ脆性材料であるダイヤモンドの形上を議論する上で貴重な知見を与える可能性をもつ。また、サファイアはダイヤモンドより光学的に優れている点が多々あり、サファイアをアンビルとして使用することにより、光学測定可能な領域が広がる。

本研究では、先端部テーパ角度、加圧軸の異なる7種類の対向アンビルについて調べた。銅のガスケットを使用し、試料としてグラファイトを室温で加圧した。結果、テーパ角度 18° の際に最高到達圧力が最も高かった。加圧軸の影響は少なかった。最高到達圧力は 14.2 GPa で、これはサファイアアンビルを用いた実験での従来の記録 10.0 GPa (at 4.2 k) を大幅に更新するものである。

上記の結果を拠り所として、ダイヤモンドアンビルについても人工のものを用いる実験をはじめて試みた。現時点では獲得できる結晶の大きさに制限され、テーパ角 18° のものではなく、また、不純物として窒素を含有するため、黄色に着色していて圧力測定は簡単ではないが 68.3 GPa の圧力を記録することができた。

以上述べた圧力発生の実験以外に、サファイアアンビルを用いた電気抵抗、光学吸収測定実験、サファイアアンビル及びダイヤモンドアンビルとレーザー照射とを組み合わせた高温高圧下の合成実験をおこなった。