

6. Nb₃Ge の結晶成長パターンと超伝導特性との相関

渡 辺 邦 彦

高温高磁場超伝導体として知られる Nb₃Ge の遷移温度の最高記録は 23.6 K, 上部臨界磁場の最高値は $H_{c2}(0) \sim 37$ T であり, 基礎, 応用両面で注目をあびている。しかしながら, A15 型 Nb₃Ge の結晶構造は準安定状態であり, マグネット線材等への実用化に至っていない。また逆にこの相不安定性こそが低い T_c の原因だとも指摘されている。

結晶の準安定性が大きく現れる結晶成長パターンと, 超伝導特性との相関を調べるために, 化学気相蒸着 (CVD) 法により Nb₃Ge 薄膜を作製した。結晶成長の抑制の効果を調べるため, 従来の連続的 CVD 法と間欠的 CVD 法の結果を比較検討した。

その結果は, 試料は数種類の結晶成長パターンに分類できることがわかった。大きく結晶が成長し, 成長方向もそろっていて, 他の共存相も少なく単結晶に近いと考えられる試料では, 予想に反して T_{con} は比較的 low, 一方, 結晶成長が不完全のように思えるネットワーク状結晶で, Nb₃Ge を多量に含む試料の方が, T_{con} は概して高いという, 従来の結晶成長のイメージとは逆の結果が得られた。このことは Nb₃Ge での高い T_c を支配しているのは, グレイン単位の結晶成長パターンではなく, もっと微視的な要因 (例えば, 原子位置の微小変位, 原子の非調和振動等) であること, 結晶成長パターンは, その微視的不安定性を示すパラメーターであることを示唆している。

T_c と残留抵抗比との関係についても, 詳細な実験を行ない, 結晶成長状態と関連させて議論を行なった。

7. Nb₃Ge 結晶の準平衡・非平衡下成長 と X 線回折パターン

赤 崎 達 志

A-15 型結晶構造の Nb₃Ge は, 現在, 最高の超伝導遷移温度 $T_c \leq 23.6$ K をもっている。この Nb₃Ge の高い T_c はこの結晶が準安定状態にあることに起因していると考えられている。

が、明確な実験的証拠は示されていない。このことを明らかにする目的で、まず連続テープ方式化学気相蒸着法 (CVD) により高い T_c をもつ Nb_3Ge の作製を試みた。その結果、 $T_c \geq 22.5\text{ K}$ の良質の試料が得られるようになった。これらの高い T_c の試料を X 線, scanning electron microscope (SEM) 等で解析した結果、結晶成長状態はネットワーク型, 粒子型, 小型結晶子型, 結晶子型の 4 つの type に分類されることがわかった。またこの中でもネット型は第 2 相として Nb_5Ge_3 を多く含んでいる事もわかった。この Nb_5Ge_3 が不安定な Nb_3Ge 結晶をささえていると考えられ、この事が高い T_c の存在と密接な関連があるものと思われる。

このことを確かめるために X 線回折パターンより, Debye-Waller factor を求め、原子の振動振幅の大きさ, 非調和振動の有無を導出した。その結果, Nb_3Ge の結晶不安定性は Nb 原子の非調和振動によることがわかった。Nb, Ge の原子半径, 格子定数の大きさ等から判断すると、この振動は Nb 振動の鎖方向に垂直な振動振幅をもつ TO-phonon modes Γ'_{15} , Γ_{25} 等, に起因すると推測され、これが低温でさらに softening を起こし、電子と強く結合することにより、高い T_c をもたらしめているものと考えられる。

8. TMA・TCNQ・I における電気特性と構造との相関について

中山 都司男

今回、一次元的金属性を有する TCNQ 錯体である TMA・TCNQ・I と呼ばれる有機分子錯体の高温・低温各温度領域における電気的特性とその結晶構造との相関について研究を行なったので報告する。

1) TMA, TCNQ, I の意味

TMA とは Trimethylamine の化学略号であり、その化学式は $(CH_3)_3N$ で示される。

又、TCNQ とは 7, 7, 8, 8, -Tetracyanoquinodimethane を表す化学略号であるが、その分子構造を第一図に示す。これは、ベンゼン環のパラ (P) の位置に酸素原子が 2 個結合して作られる quinon という物質の誘導体である quinodimethane の 4 つの水素原子が更に 4 つのシアニ基 (CN) で置換されたもので、7, 7, 8, 8, とはそのシアニ基が結合している炭素の位置の番号を示している。又、この TCNQ 分子は π 電子による π 結合によって、平板状分子を形づくっている事が知られている。