

26. サブミリ波照射されたジョセフソン接合の I-V 特性と
その動的な考察

吉 木 政 行

1. Fe-Mg 人工超格子における構造的乱れ
の X 線回折による研究

石 原 知 幸

2 種類の原子を交互に積み重ねて作った、人工超周期を持つ層状膜を人工格子と呼ぶ。最近では、真空蒸着、分子線エピタキシー、スパッタリング法等の技術的進歩により、各層の膜厚を数 Å (1~2 原子層) で制御できる。金属の人工格子 (人工格子合金) は、半導体の人工格子に比べ歴史は浅いが、表面、界面磁性、超伝導、あるいは X 線用光学素子への応用等、多くの注目を集めている。

本研究では超高真空蒸着法で作った非固溶系金属の組み合わせである Fe-Mg 人工格子合金について、その構造及び熱的安定性を X 線回折を用いて調べる一方、モデルによる計算と比較し、定量的に評価した。このモデルは、各層の厚さが異なる層状不整を考慮した新しいものである。それによると、 $\text{Fe}(110)_{\text{bcc}}/\text{Mg}(00\cdot1)_{\text{hcp}}$ の積層方位を示す $[\text{Fe}(15\text{\AA})|\text{Mg}(30\text{\AA})]_{60}$ 人工格子では、Fe, Mg 各層の厚さは一定しておらず、前者では Fe 8 原子層 (16.4 Å) と 9 原子層 (18.4 Å) が 8:2 の割合で、後者では Mg 12 原子層 (31.3 Å) と 13 原子層 (33.9 Å) が 1:9 の割合でランダムに分布して積層していることが明らかになった。さらに各層の厚さは、上記の値のまわりに $\Delta d \simeq 1.5\text{\AA}$ の半値幅を持ってガウス分布していることもわかった。このような膜厚のゆらぎと分布は、主として人工格子合金作製時の膜厚制御の技術的境界及び Fe と Mg の構造の相違に起因する界面での原子配置の乱れによると思われる。

熱的安定性は、上記の人工格子及び $[\text{Fe}(12\text{\AA})|\text{Mg}(24\text{\AA})]_{100}$ の二種類を 155 °C においてアニールし、構造の時間変化を追跡した。(以前の我々の研究により、250 °C に加熱すれば、人工周期構造は急速に破壊されるが、150 °C ~ 180 °C では積層配向が良くなることが知られている。) 前者ではアニール時間の増加に従って積層方向の X 線に対する可干渉長が 52 時間では約 2 倍 (~1200 Å) に達し、各層の厚さの分布は、 $\Delta d = 1.5\text{\AA}$ から 1.2 Å となり、構造の乱れは減少する。しかしさらにアニール時間が増加すると (194 時間) 人工周期構

造が破壊され始める。一方後者の人工格子では、最初はっきりとした texture を持っておらず、アモルファル的であった Fe, Mg 層が約5時間のアニールによって結晶化し、 $\text{Fe}(110)_{\text{bcc}}/\text{Mg}(00.2)_{\text{hcp}}$ 面が積層方向に配向することが明らかになった。しかしさらにアニールすると人工周期構造は破壊され、Fe 及び Mg は析出し始める。

2. 安定中性ラジカル等の低次元格子磁性体の加圧効果

井 上 満

低次元格子磁性体において、磁氣的相互作用の弱いところは、結晶構造的にみても弱い物が多い。これまで、この性質をうまく利用して低次元磁性化合物に圧力を加えることによって、磁氣相互作用の次元性や、スピンの対称性などを連続的に制御することが試みられてきた。しかし Be-Cu 合金で発生できる圧力はせいぜい 6 kbar 程度であり、十分であるとはいえず、また高温で、圧力セルの比熱が大きくなることや圧力媒体の比熱が圧力変化するために、測定した比熱から試料のみによる比熱を導出することが困難であり、次元性について論じることができなかった。

そこで我々は、圧力効果が低圧でも顕著にあらわれやすいと思われる一次元有機中性安定ラジカル、P-Cl-BDPA, TANOL を試料に選び、圧力セルの比熱だけでなく、圧力媒体（アビエゾン J）の比熱の圧力変化を詳細に測定し、試料のみによる比熱を計算し、圧力による磁氣的相互作用の次元性の変化を見積ることを試みた。また、P-Cl-BDPA, TANOL の chain 内相互作用は、直接交換相互作用であると考えられているが、その距離依存性についても考察を行った。

また、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は、加圧によって磁氣的に対称的に縮み、H-T 相図において、spin flopping field が、三重点で規格化すると、圧力によらない（対応状態の法則）ことが、A. A. Gulkina らによって示されたので、我々は圧力下磁場下での比熱測定装置を作製し、flopping-Para 転移、antiferro-Para 転移でも、このようなことが起こっているのかを比熱測定によって確かめ、このことが、比熱の形にどのように反映するのかを考え、また、安定中性ラジカルの場合と比較して、超交換相互作用の距離依存性についても考察した。