過剰ドープ銅酸化物高温超伝導体の高圧合成と高圧下輸送特性

High-pressure synthesis and transport property under high pressure of over-doped high-T_c superconducting copper-oxides

芝浦大工[1]，産総研[2]　吉田 雄一[1]，山本 文子[1○]，竹下 直[2]，伊豫 彰[2]

Shibaura Inst. Tech.[1], AIST[2]　Yu-ichi Yoshida[1], ○Ayako Yamamoto[1], Nao Takeshita[2], Akira Iyo[2]

E-mail: ayako@shibaura-it.ac.jp

液体窒素温度越える高い超伝導臨界温度（T_c）を有する銅酸化物超伝導体は新奇な超伝導機構を知る上で重要な物質群である。その圧力効果は従来型超伝導体と異なり、同一の金属組成でもキャリア濃度に応じて圧力印加に対して T_c が上昇したり下降したりする。これは銅酸化物特有の複雑な電子状態を裏付けている。しかしながら、より多くの銅酸化物超伝導体の圧力効果を系統的に理解すれば、超伝導機構を解明するヒントとなる可能性もある。

今まで、我々は多くの超伝導銅酸化物の電気抵抗率の圧力効果を調べてきたが、過剰ドープに関してはその事例が少ない。今回、高圧法を用いて従来法では合成しにくい Hg1212、Tl2212 および(Cu,C)1223 を合成し、これらの電気抵抗率を圧力下で測定をしたので報告する。

試料はいずれもキュービックアンビル型高温高圧装置を用いて合成した。原料には高純度の金属酸化物粉末(HgO, Tl_2O_3,CaO, BaO_2,CuO 他)および金属粉末(Cu)を用いて仕込み酸素数の調整を行った。金セルに充填した原料混合物を 2–4 GPa, 800–900 ˚C, 20–60m の条件で焼成し、高温から急冷した。この多結晶試料は XRD 等で評価した後、低温物性測定用のキュービックアンビル型高圧装置に導入され、 4 端子法により電気抵抗率を 1–12 GPa の圧力下で測定した。T_c はゼロ抵抗、あるいは転移過程での微分係数が最も高い所で決定した。

常圧で T_c =85K の過剰ドープ Hg1212 の場合、5 GPa までは T_c ほぼ横ばいであったが、それ以上では降転移幅が急速にひろがり、T_c も低下した。(Cu,C)1223 では印加とともに、T_c は低圧から急速に低下した。

一方、常圧で T_c =88K の過剰ドープ Tl 2212 の場合、6 GPa までは T_c が 94 K まで上昇したが、その後 12 GPa で 90 K まで低下した。その際、転移幅の増大は見られなかった。(Fig.1 参照)

これらの結果から、過剰ドープといっても単純ではなく電荷供給層の種類によりその効果に違いがあることが明らかとなった。結晶構造や電子構造からその理由を考察したい。

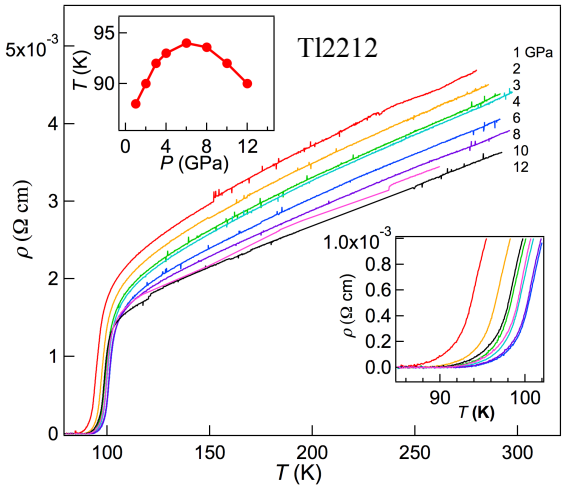

Fig. 1　Temperature dependence of resistivity at high pressure

© 2019年 応用物理学会