銀 蒸 着 膜 の 熱 電 能

山 口 稔*

(昭和55年4月21日受理)

Thermoelectric Power of the Vacuum-Evaporated Silver Films
Minoru YAMAGUCHI(Department of Applied Physics, Okayama University of Science,
Ridai-cho, Okayama 700, Japan)
(Received April 21, 1980)

銀蒸着膜の熱電能の実験結果を報告する。今まで、研究者によって異なった結果が報告されている¹⁻³⁾。Mayadas と Shtzkes は、伝導電子の膜面散乱と粒界散乱を考えねばならないことを指摘している⁴⁾。Thompson は、粒界と膜面の散乱をうける薄膜の熱電能と粒界散乱のみをうける十分厚い膜 ($1/d = 0$) の熱電能の差 ΔS^0 が次式で表わされることを示した⁵⁾。

$$\Delta S^0 = \frac{\pi^2 k^2 T}{8eE_F} \cdot l_0(1-P) \frac{1}{d} \cdot U \left(\frac{d}{l_0} > 1 \right) \quad (1)$$

$$\text{但し, } U = \left(\frac{d \ln l}{d \ln E} \right)_{E=E_F}$$

ここで、 k : ボルツマン定数、 T : 絶対温度、 e : 電子の電荷の絶対値、 E_F : フェルミ・エネルギー、 l_0, l : 金属バルク及び薄膜それぞれの電子の平均自由行程、 P : 膜面の電子散乱係数、 d : 膜厚である。

また、薄膜の熱電能は、低い温度で、フォノン・ドラッグの寄与が大きくなる。熱電能のフォノン・ドラッグに依存する項は次式で与えられる⁶⁾。

$$-\frac{\Delta S^D}{S_0^D} = \frac{1}{\frac{8d}{3\lambda_0} + 1} \quad (2)$$

$$\text{但し, } \Delta S^D = S^D - S_0^D$$

ここで、 λ_0 : 金属バルクのフォノンの平均自由行程、 S^D , S_0^D : 薄膜およびバルクの熱電能のフォノン・ドラッグ成分である。

銀蒸着膜と銀線の熱電能の差 ΔS の温度依存を図1に示す。 ΔS の $1/d$ 依存を図2に示す。図2の3直線は、いずれも残留値 $0.09 \mu\text{V/K}$ を持つから、 $\Delta S - 0.09 = \Delta S^0$ ($\mu\text{V/K}$) とみなすことができる。その結果、 $U = 1.0$

($T = 273\text{K}$) が得られる。但し、電気抵抗率および、その温度係数の膜厚依存の実験結果⁷⁾ から得た値 $l_0 = 590\text{\AA}$ および $P = 0.1$, と共に $E_F = 5.51\text{eV}$ を用いた。

図3は、 $T = 40\text{K}$ における S^D の $1/d$ 依存を示す。この曲線に式(2)を適合させると、フォノンの平均自由行程 $\lambda_0 = 520\text{\AA}$ ($T = 40\text{K}$) が求まる。

まとめ：同一条件で作製された試料について、バラッキの少ない実験結果が得られた。そして、構造敏感な量 l_0 および P を独立に求め、かつ、粒界散乱を考慮に入れることにより、従来よりも正確な U の値を求めえた。また、 λ_0 を新しく求めた。

図1 銀蒸着膜と銀線の熱電能の差 ΔS の温度依存。

* 岡山理科大学応用物理学科 (岡山市理大町1-1)

●: 273K, ▲: 200K, ×: 150K
 図2 銀蒸着膜と銀線の熱電能の差 ΔS の $1/d$ 依存.

〔文 献〕

- 1) R. K. Angus and I. D. Dalgliesh: Phys. Letters **31A** (1970) 280.
- 2) H. Y. Yu and W. F. Leonard: J. Appl. Phys. **44** (1973) 5324.
- 3) R. F. Moreland and R. R. Bourassa: Phys. Rev.

図3 $T = 40K$ における, 銀蒸着膜の熱電能のフォノン・ドラッグ成分 S^d の $1/d$ 依存.

B12 (1975) 3991.

- 4) A. F. Mayadas and M. Shatzkes: Phys. Rev. **B1** (1970) 1382.
- 5) J. B. Thompson: Thin Solid Films **48** (1978) L25.
- 6) R. P. Heubener: Phys. Letters **15** (1965) 105.
- 7) 山口稔: 岡山理科大学紀要 **15** (1979) 15.