

응집물질물리실험 결과보고서

실험주제 : Four point probe resistivity measurement

HuiJae-Lee^{1,*}

¹Physics Department, Inha University

(Dated: December 10, 2022)

4 point probe 방법을 통해 Al Foil에서의 비저항이 Si sample의 비저항보다 낮다는 사실과 온도가 높을 때 비저항이 더 높아진다는 사실을 확인할 수 있었다.

I. PROCESS

1. For matter

1. 4 point probe 장비와 Voltage meter, Current source를 연결선을 통해 연결한다.
2. 4 point probe 장비와 Oven을 연결한다.
3. 4 point probe의 샘플 스테이지에 시료를 놓는다. 이때, 4 point probe 장비에 적절한 압력을 주어 탐침과 시료가 닿도록 만들고, 나사를 조여 고정한다.
4. Oven의 스위치를 set으로 올려주고 다이얼을 돌려 25°C로 설정해준다.
5. Current source와 Voltage meter의 스케일을 적절히 설정하고, 영점을 맞춘다.
6. Current source의 다이얼을 돌려 4 point probe의 전류를 증가시키며, 이에 따른 전압을 Voltage meter로 측정한다.
7. 측정한 전압과 전류 사이의 관계식을 사용하여 시료의 종류에 따른 비저항과 면저항을 계산한다.

$$\rho = \frac{\pi TV}{\ln 2I} \approx 4.532 \frac{TV}{I}, \quad \rho_s = \frac{\rho}{T} \approx 4.532 \frac{V}{I} \quad (1)$$

2. For temperature

1. Oven의 스위치를 set으로 올려주고 다이얼을 돌려 원하는 값을 설정해준다.
2. 설정한 값이 일정하게 유지되고 있는 지를 Display를 통해 확인한다.
3. Current source의 다이얼을 조금씩 돌려가며 전류가 증가함에 따라 변화하는 전압을 Voltage meter로 측정한다.
4. Oven의 다이얼을 돌려 기존의 값과 다른 온도를 설정해준다.
5. 2, 3번 과정을 반복한다.
6. 전류와 전압 사이의 관계를 이용하여 온도에 따른 비저항을 구하고, 온도와 비저항이 어떤 관계를 가지는 지 분석한다.

II. RESULT

A. Al Foil, 0.018 mm, 25 C°

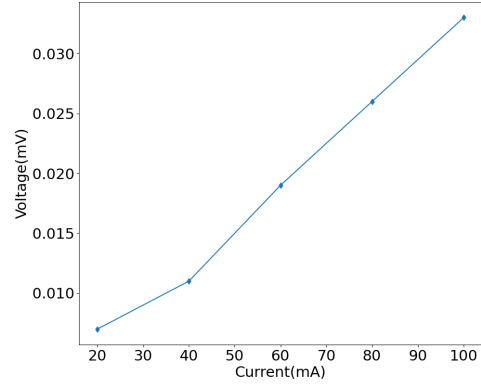


FIG. 1. 25 C° 조건에서 4 point probe 장비로 측정한 두께 0.018 mm Al Foil의 전류, 전압 관계

Current (mA)	ρ ($\Omega \cdot m$)	ρ_s (Ω)
20	2.9×10^{-8}	1.6×10^{-3}
40	2.2×10^{-8}	1.2×10^{-3}
60	2.6×10^{-8}	1.4×10^{-3}
80	2.7×10^{-8}	1.5×10^{-3}
100	2.7×10^{-8}	1.5×10^{-3}

TABLE I. 25 C° 조건에서 두께 0.018 mm Al Foil의 비저항과 면저항

B. Al Foil, 0.018 mm, 100 C°

Current (mA)	ρ ($\Omega \cdot m$)	ρ_s (Ω)
20	2.4×10^{-8}	1.4×10^{-3}
40	2.4×10^{-8}	1.4×10^{-3}
60	2.7×10^{-8}	1.5×10^{-3}
80	3.1×10^{-8}	1.7×10^{-3}
100	3.7×10^{-8}	2.0×10^{-3}

TABLE II. 100 C° 조건에서 두께 0.018 mm Al Foil의 비저항과 면저항

* hjlee6674@inha.edu

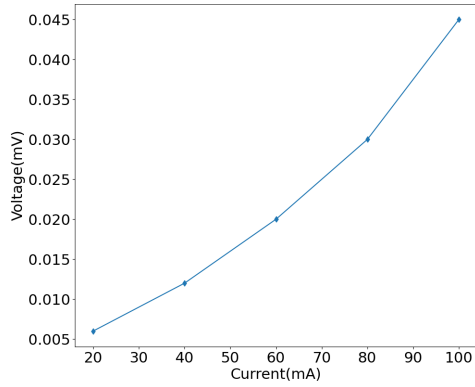


FIG. 2. 100 C° 조건에서 4 point probe 장비로 측정한 두께 0.018 mm Al Foil의 전류, 전압 관계

C. Si, 0.50mm, 25 C°

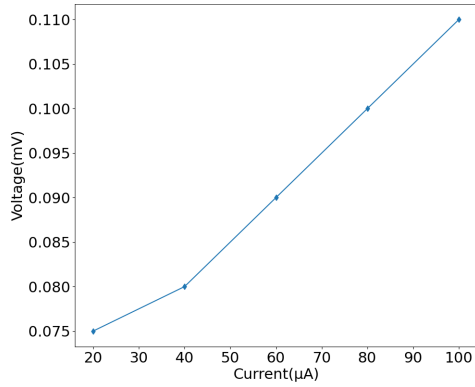


FIG. 3. Si, n, 1 10Ω cm, 0.50mm, 25 C° 조건에서 4 point probe 장비로 측정한 두께 0.50 mm n형 Si sample의 전류, 전압 관계

Current (mA)	ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	ρ_s (Ω)
20	8.5×10^{-3}	17
40	4.5×10^{-3}	9.1
60	3.4×10^{-3}	6.8
80	2.8×10^{-3}	5.7
100	2.5×10^{-3}	5.0

TABLE III. 25 C° 조건에서 두께 0.50 mm Si sample의 비저항과 면저항

III. ANALYSIS

1. For matter

Al Foil과 Si sample에 대해 4 point probe 방법으로 전류에 따른 전압을 측정한 결과, Si sample의 전압이 더 높게 관찰되었고 비저항과 면저항을 비교해보면 Si sample

의 비저항과 면저항이 더 높았음을 확인할 수 있었다. 그 래프 FIG. 4에서 Si sample은 μA 스케일에서 측정이 이루어졌다. 이는 Al과 Si가 각각 도체와 반도체의 성질을 가지고 있기 때문에 해석할 수 있다.

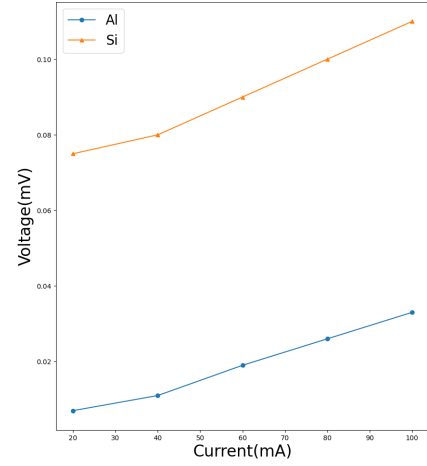


FIG. 4. 두께 0.018 mm Al Foil과 두께 0.50 mm n형 Si sample을 각각 25 C° 조건에서 측정한 그래프

2. For temperature

같은 Al Foil의 온도를 달리하여 4 point probe 방법으로 전류에 따른 전압을 측정한 결과, 온도가 높은 경우에 전압이 더 크게 측정되었고 계산한 비저항과 면저항 또한 높게 확인되었다. 이는 온도가 높아지면서 분자들의 진동운동이 커지고 전자의 흐름에 더 많은 영향을 주기 때문이다.

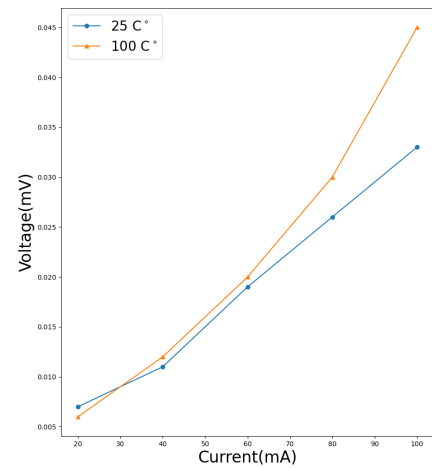


FIG. 5. 두께 0.018 mm Al Foil을 25 C°, 100 C° 조건에서 각각 측정한 그래프

IV. CONCLUSION

1. Al Foil과 Si sample의 비교를 통해 도체가 반도체보다 4 point probe 방법에 의한 비저항, 면저항 측정치가 더 낮음을 확인할 수 있었다.
2. 같은 Al Foil의 온도를 달리하여 측정한 실험의 비교를 통해 온도가 높을 때 비저항, 면저항 측정치가 더 높음을 확인할 수 있었다.