

대면적 전도성 박막의 면저항 정밀측정

강전홍*, 유광민*, 이상화*
한국표준과학연구원*

Principle Measurement for Sheet Resistance of Large Size Conductive Thin Films

Jeon Hong Kang*, Kwang Min Yu*, Sang Hwa Lee*
Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS)*

Abstract - Touch panel 및 Touch screen 등의 투명전극으로 많이 사용되고 있는 ITO(Indium Tin Oxide)나 CNT(Carbon Nano Tube) 등 전도성 박막의 면저항을 쉽고 빠르게 측정하기 위하여 van der Pauw method를 이용한 면저항 측정기를 개발하였다. 이 면저항 측정기는 대면적 시료의 면저항을 측정 할 수 있어 매우 편리하다. 면저항 측정은 주로 Four Point Probe method 로 측정하는 것이 일반적이거나 본 연구에서는 van der Pauw method를 이용한 측정값과 Four Point Probe method로 측정한 결과를 비교한 결과 1 % 이내에서 일치하였다. 개발된 측정기의 측정 정확도는 지지값의 1.0 % 이하이고, 측정범위는 2 Ω/□ ~ 5 kΩ/□ 이다.

두께(m), $f(r) = \frac{R_A}{R_B}$ 이며, R_A 와 R_B 의 비가 1 %이하의 범위이면 $f(r)$ 은 1이다.

식 (1)에서의 비저항은 시료의 두께(d)를 알아야만 구할 수 있으므로 ITO 박막 시료의 두께를 알 수 없기 때문에 이러한 경우에는 다음의 식 (2)로서 면저항(R_s)을 구하게 된다.

$$R_s = \frac{\pi R}{\ln(2)} \tag{2}$$

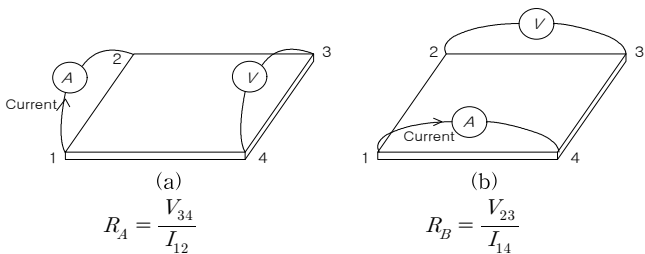
1. 서 론

스마트폰, 네비게이션, 스마트 TV 등 디스플레이 산업이 급속도로 발전하면서 touch panel 및 touch screen의 투명전극으로 널리 사용되는 ITO(Indium Tin Oxide)와 CNT(Carbon Nano Tube)박막의 면저항은 제품공정에서 매우 중요한 요소이다. 면저항 측정은 주로 FPP(Four-Point Probe) method[1,2]에 의한 측정기를 사용한다. 이 측정 방법은 정밀 정확도가 뛰어나 대부분 FPP method[1,2]의 측정기를 사용하고 있다. 그러나 시료의 크기와 측정위치에 따라 측정의 번거로움이 수반되기 때문에 본 연구는 보다 쉽게 대면적 시료의 면저항을 쉽게 측정할 수 있는 방법으로 van der Pauw method[3]를 적용한 면저항 측정기를 개발하였다. 이 측정기의 장점으로는 대면적의 박막 시료의 면저항을 단한 번의 측정으로 알 수 있기 때문에 측정시간을 크게 단축시킬 수 있다. 개발된 면저항 측정기의 성능을 확인하기 위하여 FPP method에 의한 측정결과와 van der Pauw method를 사용하여 측정한 결과를 비교 하였다.

2. 본 론

2.1 van der Pauw Method

van der Pauw method는 그림 1의 (a)(b)로부터 저항 R_A , R_B 를 구하고 식 (1)(2)에 의해 비저항을 계산하는 원리이다. 즉 그림 1의 (a)와 같이 시료의 1, 2전극에 전류를 공급하고, 마주보는 3, 4 전극의 위치에서 전위차를 측정하여 R_A 를 구한다. 또한 그림 1의 (b)와 같이 시료의 1, 4 전극에 전류를 공급하고, 마주보는 2, 3 전극의 위치에서 전위차를 측정하여 R_B 를 구한다[3].



<그림 1> van der Pauw 방법

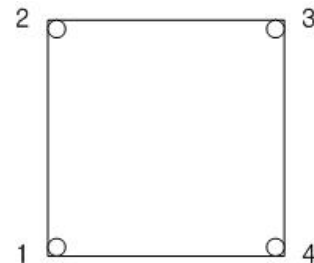
van der Pauw method에 의한 전기 비저항은 식 (1)로부터 구해진다.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{\pi d}{\ln 2} \frac{R_A + R_B}{2} f(r) \tag{1}$$

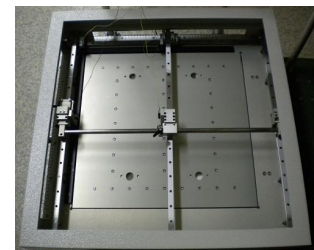
여기서, ρ : 전기 비저항($\mu\Omega \cdot m$), σ : 전기 전도도(S/m), d : 시료의

2.2 측정방법

준비된 ITO 박막 시료(300 mm × 400 mm)의 면저항을 측정하기 위해서 그림 1에서와 같이 저항(R_A, R_B)을 구하여 평균하면 박막의 저항(R)을 구할 수 있다. van der Pauw method에 의한 시료의 전극위치는 그림 2의 1, 2, 3, 4와 같으며 측정전극은 그림 3의 전극 구성장치(500 mm × 500 mm)에 설치하고 그림 4의 측정기를 사용하여 면저항을 측정하였다. 또 다른 방법으로 박막시료의 저항 측정은 전류원(Fluke 5720A)과 전압계(Fluke 8508A)를 사용하여 그림 1의 (a)(b)와 같은 방법으로 저항(R_A, R_B)을 구하고 식 (2)로 면저항을 계산하였다.



<그림 2> ITO 박막 시료의 전극 위치



<그림 3> 시료의 전극 구성장치



<그림 4> van der Pauw 면저항 측정기

2.3 측정결과 비교

ITO 박막 시료(300 mm × 400 mm)에 대하여 FPP method에 의한 면저항 측정기로 측정된 평균값과 van der Pauw 면저항 측정기로 측정된 측정결과를 표 1에 나타냈다. 측정 오차는 약 0.65 %의 오차율로서 비교적 정확한 측정을 할 수 있다.

<표 1> 면저항 측정결과

sample size (가로×세로) mm	FPP method (Ω /sq.)	van der Pauw method (Ω /sq.)	error(%)
(300×400)	530.5	527.1	0.65

3. 결 론

박막의 면저항 측정방법은 FPP method이 주로 사용되고 있으나 국부적인 측정을 통하여 측정값을 얻을 수 있는 반면에 van der Pauw method에 의한 면저항 측정방법은 시료의 크기에 따른 대면적의 면저항을 한 번의 측정으로 정밀하게 측정할 수 있음을 확인하였다. 또한 FPP method와 van der Pauw method에 의한 측정결과를 비교한 결과 측정오차는 0.65 %의 오차율로 나타났다.

[참 고 문 헌]

- [1] ASTM F84, "Test Method for Measuring Resistivity of Silicon Wafers with In-Line Four-Point Probe"
- [2] ASTM F1529-97, "Standard Test Method for Sheet Resistance Uniformity Evaluation by In-Line Four-Point Probe with the Dual-Configuration Procedure", 1997.
- [3] van der Pauw, "A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape", *Philips Res. Rep.*, vol. 13, pp.1-9, 1958