기판 화학동도금 두께측정기 평가

Evaluation of Chemical plating thickness measurement machine

*#박진원[1], 유상용[1], 정재연[1], 김광명[1], 강전홍[2]

*#Jinwon Park(jinwonpa.park@samsung.com)[1], Sang-Yong Yu[1], JaeYoun Jeong[1], K. M. Kim[1], Jeon Hong Kang[2]

[1]삼성전기 생산기술센터, [2]한국표준과학연구원

Key words : Chemical Plating, thickness measurement, 4 probe measurement

1. 서론

PCB (Printed Circuit Board)는 반도체 칩과 수동부품간의 전기적 연결을 하기 위한 통로 역할을 하며, 반도체 패키징용 기판, 수동소자들을 연결시키는 Board 용 기판 등으로 분류할 수 있다. PCB 시장은 매년 성장하고 있으며, PCB 시장의 성장함에 따라 PCB 제작 기술도 매년 고도화 되고 있는데, 특히 경박단소(經薄短小)의 경향이 두드러진다. 예를들면, FCCSP 제품인 경우 PCB 전체 두께가 0.1 mm ~ 0.5 mm 수준이다.

기판 두께가 얇아짐에 따라 적용되는 공법 또한 새롭게 개발되고 있다. 특히 기판의 전기적 연결을 해주는 동판 도금 두께가 특수한 경우 1 um 이하로 제작되기도 한다. 이렇게 얇은 두께의 도금을 할 경우에는 화학적 도금 방식을 사용하는데, 두께가 얇기 때문에 도금두께 조절이 매우 어렵다. 이러한 도금두께를 적절하게 조절하기 위하여 도금 두께를 측정하여야 하나 현재 측정 기술로서는 1 um 이하의 도금두께를 정밀하게 측정할 수 있는 방법이 없는 실정이다.

기존의 도금두께 측정방법으로는 XRF(X-Ray fluorescence) 방식과 Eddy current 방식, 전기저항방식, 초음파방식 등이 있다. XRF, Eddy current 방식은 PCB 기판 동박이 기판의 양면에 부착되어 있어 기판 양쪽면의 동박이 동시에 측정되므로 적용이 불가능하고, 전기저항식이나 초음파 방식은 측정 분해능이 낮아 적용이 어려운 상황이다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 한국표준과학연구원과 공동으로 기존의 전기저항 측정법을 modify 하여 분해능을 향상시킨 측정 장비를 개발하였다. 개발된 측정장비는 4 probe 전기저항 방식으로서, 실리콘 wafer 등의 면저항을 측정할 수 있는 방법을 두께로 변환할 수 있는 방식이다. 본 연구에서는 새롭게 개발된 측정장치의 성능을 평가하여 생산현장에 적용가능 여부를 판단하기 위하여 측정 장치 calibration, 측정 반복도 등을 측정하였다.

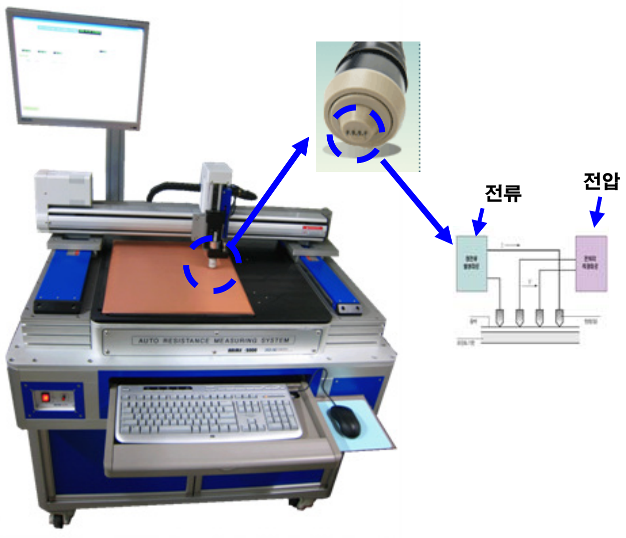

그림 1. 동도금두께 측정장치 (다솔이엔지 제공)

2. 측정장치 개요

동도금 두께 측정장치는 그림 1 과 같이 자동으로 측정할 수 있는 4 probe 전기저항 방식이다. 이 측정 장치의 특징은 면저항 측정의 정밀도와 정확도를 향상시키기 위하여 dual configuration method 와, 측정 헤드의 접촉 저항을 최소화하기 위하여 무게 균형을 (Weight balance) 잡는 기술이 적용되었다.

Dual configuration method는 시료의 표면에 4 probe를 접촉시키고, 바깥쪽 두 핀에 전류를 인가한 후, 안쪽 두 핀에서 전압을 측정하여 저항(R_a)을 구하는 것과, 4 탐침의 첫 번째 핀과 세 번째 핀에 전류를 인가한 후, 두 번째 핀과 네 번째 핀에서 전압을 측정하여 저항(R_b)을 구하여 면저항(R_s)을 계산하는 방식이다.[1-3] Weight balance는 probe가 제품 표면에 contact 될 때 발생되는 contact 저항을 최소화하기 위하여 측정헤드의 하중을 쉽게 조절 할 수 있는 구조가 적용되었다. 이는 측정헤드의 탐침(tip)이 측정시료의 표면을 누른 상태에서 전기적 방법을 이용하여 시료의 면저항을 측정하는 원리이다. 이러한 측정헤드의 하중을 측정시료에 따라서 쉽게 조절하여 측정할 수 있도록 고정 지지대에 도르래를 설치하여 측정헤드의 전체 무게와 평형을 이루도록 반대편에 같은 무게의 추를 연결하는 구조이다.[4]

3. 측정 및 분석

1) 시편준비

측정 장치의 성능을 평가하기 위하여 두 종류의 시편을 준비하였다. 한 종류는 명목두께가 1 um, 다른 한 종류는 0.3 um 두께의 시편이다. 그림 2 는 0.3 um 시편의 단면을 FIB 로 찍은 사진이다. 기판의 표면이 고르지 않아 시편에 의한 측정 오차가 포함될 우려가 있으나 실제 제품 조건을 고려하여 측정장치의 성능을 파악하기 위하여 진행하였다.

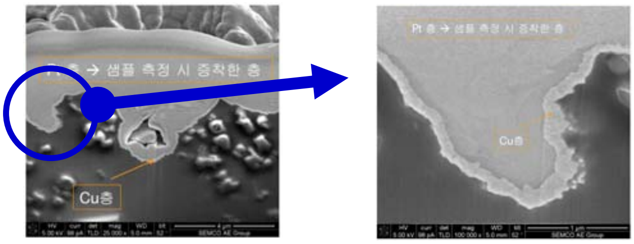

그림 2. 시편 단면 사진

시편은 화학동도금 방법으로 제작되었으며, 화학동 도금 방법은 무 전해 도금 법으로서 외부 전원을 사용하지 않고 도금액에 포함되어 있는 환원제로 피 도금체 표면만 선택적으로 금속을 환원 석출 시키는 방법이다. 도금액 중의 환원제가 산화되면서 방출되는 음 전하에 의해 도금액 중의 금속 이온이 환원 석출되어 도금이 이루어진다. 화학동 도금액의 일반적인 구성은 구리염, 포르말린, 구리착화제, 알칼리의 기본성분과 안정제로 이루어져있다.

2) 측정장치 Calibration

시편은 그림 2 에 보인 바와 같이 표면이 매끄럽지 않고 굴곡이 심해 단면을 잘라서 SEM 이나 FIB 로 두께를 측정하기에 적합하지 않으므로 길이 소급성을 얻기는 어려운 상태이다. 길이 소급성을 가지는 calibration 을 하기 위해서는 표면상태가 양호한 표준시편을 제작해야 하나 현장에서 사용하는 제품의 표면은 그림 2 와 같다. 생산 현장에 적용하기 위한 측정 장비를 고려하여 calibration 은 기존에 당사에서 사용하고 있는 측정 방법을 기준으로 삼고 새로운 측정 장비를 이에 맞추는 작업을 수행하였다. 향후에는 시편 상태가 양호한 시편을 제작하여 길이 표준 소급성을 가지는 방법으로 calibration 할 예정이다.

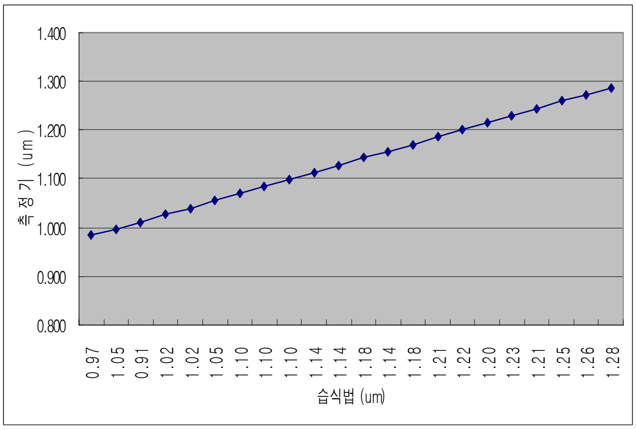

그림 3. 기존의 측정 방법과 비교한 calibration

그림 3 은 기존의 측정 방법인 습식법과 신규 전기저항식 측정 방법을 비교한 결과이다. 습식법과 전기저항식으로 측정한 도금두께가 일정한 선형성을 가지고 있어 이를 기반으로 calibration 가능함을 알 수 있다. Linear fitting 하여 얻은 결과를 바탕으로 새로운 비례식을 도출하고 이 식을 이용하여 신규 장비에 적용하였다.

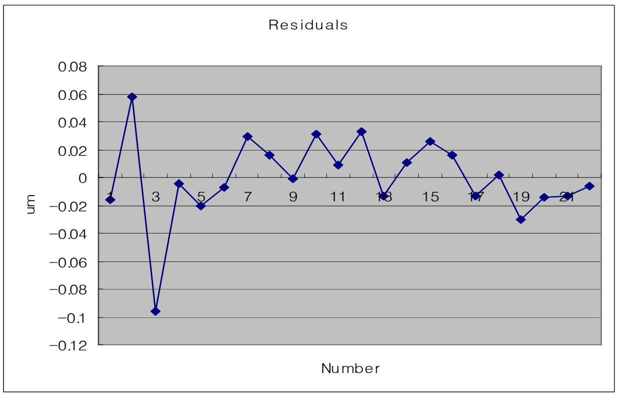

그림 4. 습식법과 신규측정 장치와의 차이 Residuals

그림 4 는 신규장비를 calibration 한 후 측정한 결과를 기존의 습식법과 비교한 차이 값의 Residuals 이다. 차이 값들의 표준편차는 0.03 um 수준으로 양호한 결과를 보였다. 이는 절대적인 정확도 평가는 아니지만 상대적인 비교법으로서 calibration 여부를 보여준다. 측정 반복도를 평가하기 위하여 1 um, 0.3 um 시편을 10 회씩 반복하여 측정하였으며, 0.01 um (3sigma)의 정밀도를 얻었다. 이 측정 정밀도는 현재 생산에 적용되는 0.5 ~ 1 um 수준의 동두께를 측정하기에 적합할 것으로 판단된다.

4. 결론

4 probe 전기저항 방식의 두께 측정 장치를 제작하고 성능을 평가하였다. 기존의 전기저항 방식의 면저항 측정 장치를 보완하여 두께를 측정 할 수 있는 장치로 전환시켰다. 측정 범위는 0.1 ~ 100 um 이며 측정 반복도는 0.01 um 수준이었다. 절대적인 측정 값을 알기 위해서는 상태가 양호하고, 길이 소급된 측정 장비로 calibration 된 표준시편을 사용하여 신규측정 장비를 calibration 되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 강전홍 외 “4 탐침 측정기술이 비저항측정 정밀정확도에 미치는 영향” 한국전기전자재료학회 학술대회 (2003 년)
2. K. M. Yu etc., Key Engineering Materials, v.321 p.1470
3. 강전홍 외 “듀얼 형상 방법을 적용한 휴대용 4 탐침 면저항 측정 장치” 국내특허 출원번호 2007-0084261
4. 유광민 외 “측정헤드 탐침의 누름하중 조절 및 계측용 측정 시스템” 국내특허 출원번호 2004-0085182
5. Elecfin 사 전기저항식 코팅두께측정기 카타로그 (RST-231)