

웨이퍼 박막두께측정 시스템의 정밀도 개선을 위한 데이터 보정방법 비교에 관한 연구

김남우* · 허창우*

*목원대학교

The study of data correction method comparison on wafer coating thickness measurement systems improving.

Nam-woo Kim* · Chang-Wu Hur**

*MOKWON University

E-mail : gotree94@gmail.com

요 약

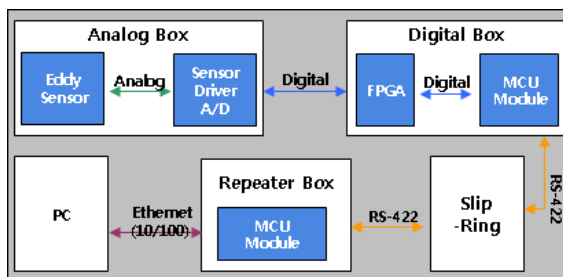
반도체소자의 제조 공정 기술 중 구리패턴을 얻기 위해서 사용하는 화학.기계적 연마(CMP)를 이용한 평탄화와 연마 공정에서 Wafer에 도포된 구리의 두께를 실시간으로 측정하여 정밀하게 제어할 필요가 있는데, 이때 획득되는 센서값을 실제 두께 값으로 환산하는 계산과정에서 오차가 발생할 수 있다. 실제 측정 값에 근사한 값을 얻도록 단순평균을 이용한 방법, 이동 평균, 필터 들을 사용하여 결과를 비교하여 옹고스트롬 단위의 두께를 실시간으로 측정하는 제어 시스템의 편차를 줄이도록 하는 방법의 구현에 대해 기술한다.

키워드

Eddy current, Sensor, Cu wafer, CMP.

I. 서론

박막두께 측정을 위한 와전류 센서 시스템은 와전류 센서, 센서에 신호를 드라이브 하고 수신 신호를 받아 처리하는 드라이버 보드, 아날로그 데이터를 디지털로 처리하는 신호처리부로 구성되어 있으며, 구성도는 그림1과 같다.

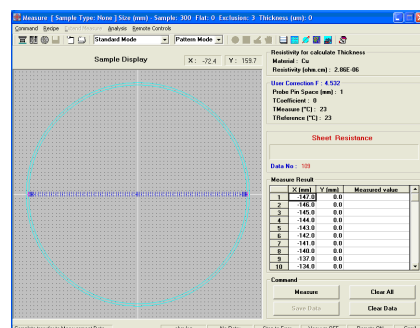


[그림1 와전류를 이용한 박막두께 측정 시스템 구성도]

와전류를 이용한 박막두께 측정능력을 확인하기

위해 CMT-SR5000라는 면저항측정기(4 point probe)를 사용하였다. 웨이퍼에 도포된 Cu의 두께를 측정하여 이를 와전류 박막두께 측정결과치와 비교할 기준지표로 삼았다.

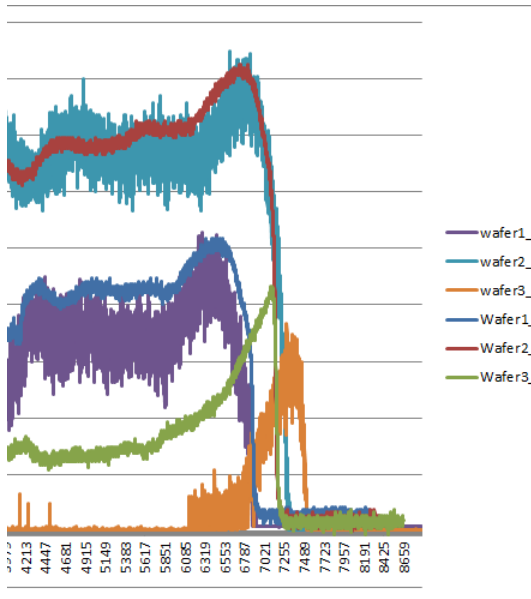
300mm 웨이퍼의 중앙부에서 -147mm ~ +147mm 까지의 범위를 109 포인트 샘플링을 하여 좌우 대칭으로 중앙을 기준으로 54개 위치의 값을 읽어 데이터를 준비하였다.



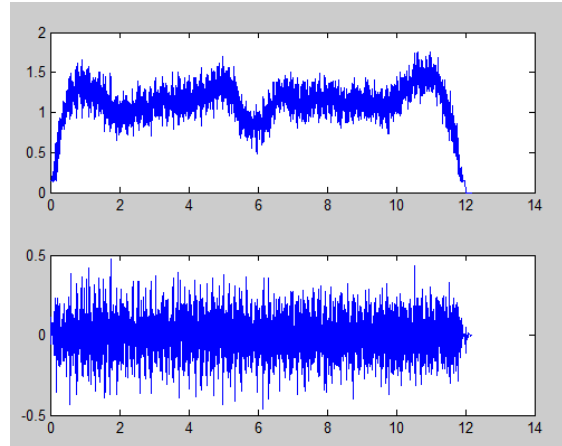
[그림2 CMT-SR5000 면저항측정 화면]

다양한 두께 및 형태로 cu를 증착시킨 300mm 웨이퍼 3종을 같은 주파수의 동일한 센서를 사용하여 측정하였을 때 측정 장비의 전압범위가 다를 경우 다음과 같은 시험결과가 나왔다.

데이터의 경향성은 유사하나 신호대비 잡음비가 높아지고, 이로 인해서 두께측정값의 오차 범위가 함께 넓어지는 것을 확인하였다. 이를 개선하기 위하여 데이터 보정을 통해서 데이터의 개선방법을 찾아 적용하고자 다양한 필터들을 적용하여 비교하였다.



```
Fn=Fs/2; % Nyquist frequency
ftype='high'
[b, a]=butter(n, Wn/Fn, ftype);
y=filter(b,a,X); % y가 filtering된 신호가 되는 것이다.
figure();
subplot(2,1,1);plot(t,X);
subplot(2,1,2);plot(t,y)
```



2.2 로우패스 필터를 이용한 데이터 보정

로우패스 필터의 경우 잡음성분이 작아지면서

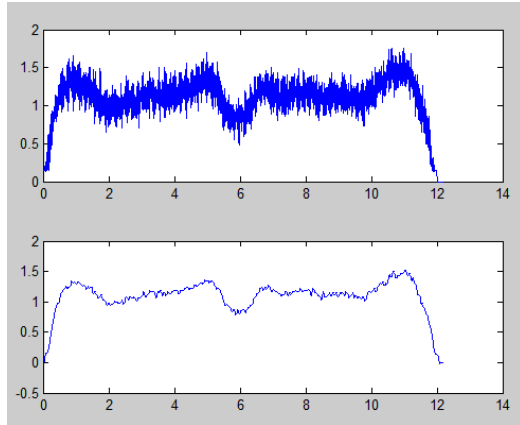
II. 본론

2.1 하이패스 필터를 이용한 데이터 보정

와전류신호들이 대부분 낮은 주파수 대역이어서 하이패스 필터의 경우 데이터를 걸러내는데 도움이 되지 않았다.

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% high-pass filter
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Fs=500; % sampling frequency 500Hz
Ts=1/Fs;
t=0:Ts:12.198; % Ts 간격의 5초 시간 생성
%X=3*sin(2*pi*3*t)+2*cos(2*pi*40*t); % 예제 신호 생성
X=miz21_wafer1;
n=5; % 차수를 정해주면 된다.
Wn=10; % cut off frequency가 10Hz가 되는 것이다.
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% low-pass filter
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Fs=500; % sampling frequency 200Hz
Ts=1/Fs;
t=0:Ts:12.198; % Ts 간격의 5초 시간 생성
%X=3*sin(2*pi*3*t)+2*cos(2*pi*40*t); % 예제 신호 생성
X=miz21_wafer1;
n=5; % 차수를 정해주면 된다.
Wn=10; % cut off frequency가 10Hz가 되는 것이다.
Fn=Fs/2; % Nyquist frequency
ftype='low'
[b, a]=butter(n, Wn/Fn, ftype);
y=filter(b,a,X); % y가 filtering된 신호가 되는 것이다.
figure;
subplot(2,1,1);plot(t,X);
subplot(2,1,2);plot(t,y)
```

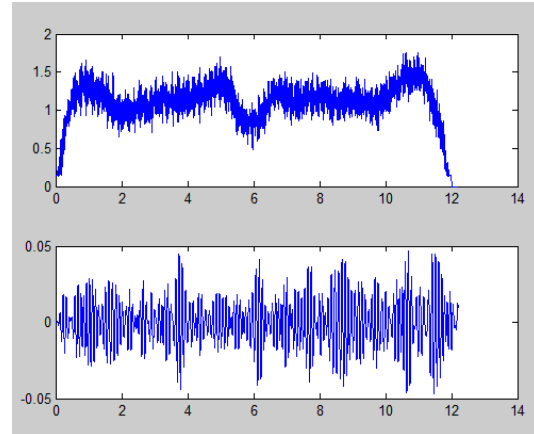


2.3 밴드패스 필터를 이용한 데이터 보정

밴드패스 필터를 통한 보정 결과 특정 대역의 신호만 통과하도록 하여도 전체적으로 깔려있는 노이즈 성분이 제거되지 않았다.

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% band-pass filter
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Fs=500; % sampling frequency 200Hz
Ts=1/Fs;
t=0:Ts:12.198; % Ts 간격의 5초 시간 생성
%X=3*sin(2*pi*3*t)+1*cos(2*pi*10*t)+2*cos(2*pi*40*t); % 예제 신호 생성
X=miz21_wafer1;
n=5; % 차수를 정해주면 된다.
Wn=[8 12]; % 8 ~ 12Hz 신호가 남게 된다.
Fn=Fs/2; % Nyquist frequency
ftype='bandpass'
[b, a]=butter(n, Wn/Fn, ftype);
y=filter(b,a,X); % y가 filtering된 신호가 되는 것이다.
figure;
subplot(2,1,1);plot(t,X);
subplot(2,1,2);plot(t,y)
    
```

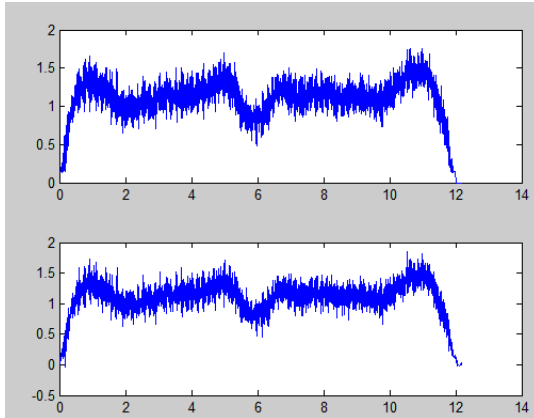


2.4 노치필터를 이용한 데이터 보정

노치 필터를 통한 보정 결과 특정 대역의 신호가 제거되어도 전체적으로 깔려있는 노이즈 성분이 제거되지 않았다.

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% notch filter
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Fs=500; % sampling frequency 200Hz
Ts=1/Fs;
t=0:Ts:12.198; % Ts 간격의 5초 시간 생성
%X=3*sin(2*pi*3*t)+1*cos(2*pi*10*t)+2*cos(2*pi*40*t); % 예제 신호 생성
X=miz21_wafer1;
n=5; % 차수를 정해주면 된다.
Wn=[10 250]; % 8 ~ 12Hz 신호가 제거 되게 된다.
Fn=Fs/2; % Nyquist frequency
ftype='stop'
[b, a]=butter(n, Wn/Fn, ftype);
y=filter(b,a,X); % y가 filtering된 신호가 되는 것이다.
figure;
subplot(2,1,1);plot(t,X);
subplot(2,1,2);plot(t,y)
    
```



III. 결론

본 논문에서는 와전류센서를 이용한 실시간 웨이퍼 박막두께측정 시스템 구현에 있어서 동일한 주파수에 동일한 센서를 사용하더라도 신호를 처리하여 두께값을 전압값으로 변환해주는 회로의 출력범위에 따라서 정확성을 저해하는 노이즈 성분이 더 높아짐을 확인하였고, 이 노이즈들이 실제 두께값으로 환상하는 과정 중에 상수값에 의해서 곱해지면서 실질적으로 데이터로 사용하기 어렵다는 것을 알게 되었다. 이는 옹고스트롬 단위를 측정해야 하는 성능에 치면적인 영향을 주기 때문에 데이터 보정 필터를 사용하여 성능을 개선하고자 하였다. 제작된 와전류 장비의 특성상 낮은 주파수 대역을 사용하고 있고, 신호보다 높은 대역의 주파수에 분포되어 있어서 로우패스 필터를 사용하는 것이 효과적인 것으로 확인되었다.