저 배율 렌즈를 이용한 Wafer 검사용 백색광 주사간섭계의 대면적 광학계 구성과 알고리즘 연구

*조수용[1], 고국원[2], 고경철[3], 김민영[4]
[1] 선문대학교 제어계측공학과, [2]선문대학교 제어계측공학과, [3]선문대학교 제어계측공학과, [4]고영테크놀로지

A Study of White Light Interferometry Algorithm and consist of large area Optical System for Wafer Inspection

*S. Y. Cho[1], K. W. Koh[2], K. C. Koh[3], M. Y. Kim[4]
[1] Dept. of Mech. Eng., Sunmoon Univ., [2]Dept. of Mech. Eng., Sunmoon Univ,
[3]Dept. of Mech. Eng., Sunmoon Univ, [4]Koh Young Technology Inc
Key words : White light Interferometry, Large Area Optical system

1. 서론

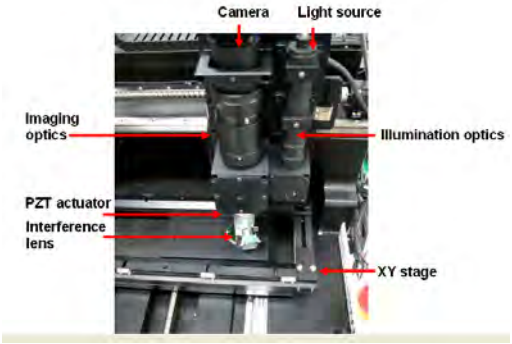
반도체의 직접화는 반도체 생산 부품들을 점점 더 소형화 시키고 정밀해 지고 있는 추세이다. 이러한 가운데 Wafer의 bump 의 높이 측정에 관한 방법은 날로 정밀해 져야 하는 추세이며 나노단위의 측정기술은 점점 더 부각 되어 지고 그 중요성이 커지고 있다. 이러한 가운데 광 위상을 이용한 초미세 형상 측정 기술 중 백색광을 이용한 WSI(White light Scanning Interferometry) 측정 방법이 각광을 받고 있다 백색광을 이용한 3 차원 형상 측정은 Balasubaramanian 에 의하여 처음 문서화 되었으며. 이후 1987년 Dvasion에 의해 “Coherence Probe Microscope" 라는 이름으로 처음 상용화 되었다. 그후 1990년에 Danielson, Lee, Kino에 의해 각각 다른 측정 영역의 백색광 주사 간섭계가 발표 되었다. 이러한 WSI는 비 접촉식이라 대상물체에 손상을 주지 않으며 접촉식 보다는 빠른 측정 속도를 가지고 있다 특히 같은 광 위상을 이용한 3차원 측정 기술 중 기존의 광 위상 간섭법이 가지고 있는 2π-모호성을 가지지 않는 다는 장점과 이론상으로 나노미터(nm)에서 부터 미리 미터(mm) 단위에 까지 폭넓은 측정 범위를 가지고 있다. 본 논문에서는 기존의 백색광 주사 간섭계를 이용한 3차원 높이 측정에 관한 내용 중 저 배율 렌즈를 이용한 대 면적 측정에 관한 내용을 기술하려고 한다. 아직 까지는 WSI의 측정 방법상 Inline 장비에 적용하기에는 오래 걸린다는 단점이 있다. 또한 Pixel 단위의 연산을 하기 때문에 High Resolution Camera에 적용 시 그 연산속도가 현저히 떨어진다 현재 백색광 주사간섭계에 대한 연구 중 가장 큰 관심을 기지고 있는 분야가 간섭무늬의 최고 정점을 어떻게 하면 가장 빠르고 정확하게 찾을 수 있을 것인지에 대한 문제다. 기존의 정점 검출 알고리즘 중 Fourier Transform Analsys 를 이용한 가시도 함수 획득 방법은 대단히 많은 양의 연산을 수행해야 한다. 이에 본 연구에서는 기존의Fourier Transform Analysis를 이용한 알고리즘에 비교하여 검사 장비에 적용 가능한 신뢰도가 높은 고속화 알고리즘 개발에 그 목적이 있다. .

Table. 1 3차원 형상 측정법의 비교

	Resolution (nm)	Accuracy (nm)	Range (nm)
Stylus	10	100	10^6~)^7
CSM	500	1000	10^6~)^7
WSI	0.1	5	10^6~)^7
PSI	0.1	1	10^3~)^4
SPM	0.01	0.1	10^3~)^4

2. 대 면적 검사의 필요성

대부분의 국내에서의 WSI 에 대한 개발은 고 배율 렌즈와 Low resolution camera를 이용하여 고속의 측정 방법을 채 택하고 있다. 하지만 앞으로는 저 배율의 High resolution camera를 이용한 대 면적 측정 방법이 오히려 검사장비로서 빠른 측정 시간과 정확한 높이 측정에 많은 기여를 할 것이라고 생각한다. 하지만 아직 까지는 High resolution camera 를 이용하여 고속으로 측정하기에는 단가가 너무 높아진다는 단점이 있다. 본 실험에서는 4 Mega Pixel의 19 frame 정도의 속도를 가지고 있는 카메라를 사용하였으며 2.5배의 FOV 1m x1m 의 간섭 렌즈를 가지고 실험을 하였다.



.Fig. 1 3D measurement system for large area

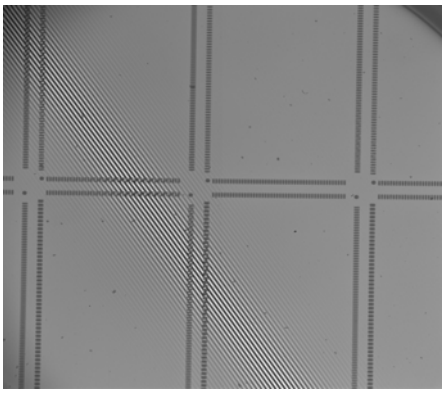


Fig. 2 Interference fringe

2.1 개요

본 논문에서 제안된 알고리즘은 그림 5와 같이 이미지 스캔 잡음제거 간섭무늬의 정점 검출 3D 데이터 획득 크게 네 가지로 나누어져 있다. 잡음 제거란 대상물체의 성질에 따라 빛의 반사가 다르게 일어나게 되어 Intensity 의 변화량이 다르게 나타나게 될 수 있다 이에 대하여 빛의 반사에 대하여 영향을 받지 않도록

프로그램 적으로 Intensity 의 변화량을 고르게 펴 주도록 하였으며 잡음 제거 후 Pattern maching을 이용하여 고속으로 정점을 검출하도록 하였다.

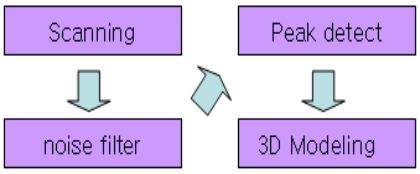
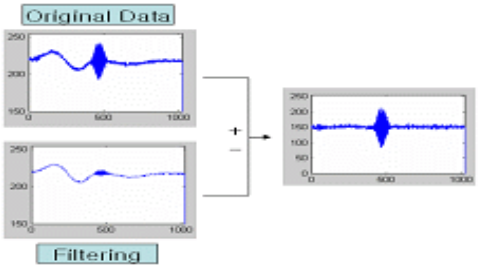


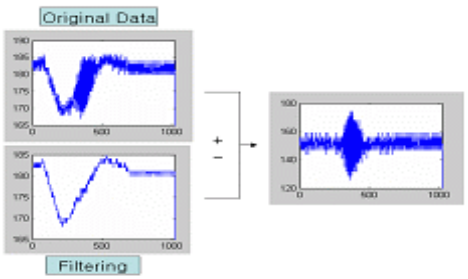
Fig. 3 Flow chart

2.2 빛 반사에 의한 왜곡 제거

Wafer의 경우 경면에 가까울 정도로 빛의 반사가 많이 일어나는 대상 물체이다 이에 따라서는 data 획득 과정에서 심한 왜곡을 보일 수 있다. 이에 대해서 간단한 filtering 을 통하여 왜곡된 데이터를 바르게 펴주는 방법에 대해서 간단히 언급 하겠다. 먼저 왜곡된 data에서 filtering 을 통하여 DC성분만을 추출한 후 원 데이터에서 추출한 DC 성문을 빼주면 왜곡 되지 않은 데이터를 획득 할 수 있다 이를 그림 4 의 (a), (b) 에서 도식화 하였다.



(a)



(b)

Fig. 4 (a) (b) filtering

3. 실험 및 결과

위의 간단한 filtering 을 통하여 획득된 간섭무늬 data 를 이용하여 Pattern matching .
그림 3은 (a) 는 대 면적 광학계 시스템 에서의 간섭무늬를 보여주며 (b)는 측정 결과이다. 측정 결과 bump의 높이는 17 ~ 18um의 높이차를 보였으며 기존의 Fourier Analsys 를 이용한 가시도 함수 획득 방법에 비교하여 Table 2에서 보듯이 약 10배의 빠른 속도를 보이고 있다.

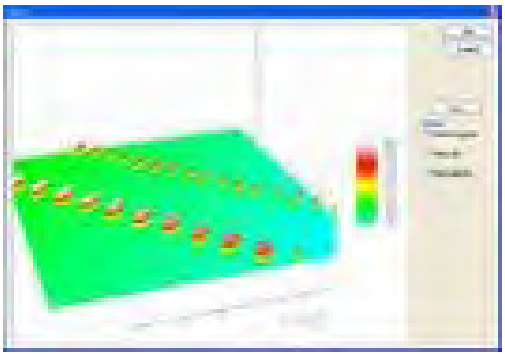


Fig. 5 Result measurement

Table 2 Compare FFT with Pattern matching

N step/Z step(um)	512/0.05	256/0.1	128/0.2
Pattern matching (sec)	1.7545	0.7793	0.3591
FFT (sec)	17.42	8.4248	4.0502

4. 결론

검사장비에 있어서 측정 속도의 고속화는 필수적이다. 그런 이유에서 앞으로는 저 배율 렌즈를 이용한 WSI 대 면적 검사에 대한 연구가 활발히 진행 되어 질것이라고 본 필자는 생각한다

후기

본 연구는 선문 대학교 RRC 연구비 지원으로. 이루어졌으며, 이에 감사 합니다

참고문헌

1. 김호열, "광간섭을 이용한 3차원 형상측정", 선문대학교 석사학위논문(2005).
2. P. Sandoz, "Wavelet transform as a processing tool in white-light interferometry", Optics Letter, 22(14), 1065-1067(1997).
3. K. Creath, "Sampling requirements for white-light interferometry", Proc. Fringe'97, Academic Verlag, 52-59(1997) .
4. 김기홍, "백색광 주사 간섭법을 이용한 박막의 두께 형상 측정", 한국과학기술원 박사학위논문(2000).
5. 박민철, "백색광 주사간섭계의 측정정밀도 개선에 대한 연구", 한국과학기술원 박사학위논문(2000).
6. 강민구, "백색광 주사 간섭계를 이용한 표면 형상 측정 알고리즘에 관한 연구", 박사학위 논문, 한국과학기술원(1999).
7. Takuma Doi, Kouji Toyoda, and Yoshihisa Tanimura, "Effects of phase changes on relfection and their wavelength dependence in optical profilometry," Appl. Opt., 36(28), pp 7157-7161(Oct. 1997)
8. J. Campos, J. Fontecha, A. Pons, P. Corredera, and A Corrons, "Measurement of standard aluminium mirrors, reflectance verus light poliarization," Meas. Sci. Technol., 9 pp. 256-260(1998)