

## 『첨단 마이크로 · 나노 광학계』 연수를 다녀와서...



글/박성천(주)이오시스템 생산기술팀 차장)

지난 8월 18일(월)부터 21일(목)에 걸쳐 일본 서남부 후쿠오카시에 있는 큐슈대학(더 정확하게는 큐슈대학 대학원 공학연구원 공학부) 이토 캠퍼스에서 개최된 『첨단 마이크로 · 나노 광학계』 기술연수에 다녀왔다.

한국광학기기협회에서 매년 심혈을 기울여 주관하고 있는 『한 · 일 광학산업 기술협력사업』의 일환으로 실시하고 있는 본 연수는 한국산업기술대 조연정 교수의 일본쪽 대학과의 개인적인 인맥을 통한 섭외의 결과로 큐슈대학에서 추진된 것이기도 하다.

한국측에서는 JMC 글래스의 김경선 차장 외 15개 업체에서 총 16명이 참가했다. 총 4일 동안 이루어진 본 연수는 3일간 CMP 및 MEMS의 이론강의와 연마실습을 실시하고, 1일은 외부 CMP 관련 공장 견학 등의 일정으로 진행됐다.

본 연수를 진행해 주신 대표강사는 도이 도시로(土肥 俊郎) 정교수(공학박사)로 전에 동경 북부의 국립 사이타마대에 재직하셨던 분인데 작년 4월부터 이 대학에 부임했다. 참고로 이 분은 NTT(일본전신전화회사)에 재직했었고 일본 CMP학회의 권위자이신 카사이 도시오 원로교수의 후배이기도 하다.

다음은 4일 동안에 일본에서 받은 연수 내용을 간략하게 요약한 것이다.

### 1일 차 연수: 화학기계적 평탄화가공 (Chemical Mechanical Planarization)

① 정밀가공학연구실의 인원 및 설비에 대한 소개 (강사 : 쿠로가와 조교수)

구주대학공학부는 1911년(메이지 44년)에 공과대학과 의과대학이 통합 · 설립된 구주제국대학탄생으로 곧 100주년을 맞이하는 역사와 전통을 과시한다.

1999년에 대학원중점화정책에 따라 현 체제로 정비되어 현재의 가공프로세스 강좌 중에 정밀가공학연구실이 탄생했다. 가공프로세스 강좌는 기계시스템, 기계요소, 부품 · 디바이스 등을 제조하기 위한 연구를 진행하고 있다.

본 연구실은 대학원공학연구원 기계공학부문의 한 곳이며, 2005년 후기부터 공학계의 학부 · 대학원 이전에 따라 현재의 후쿠오카 · 이토(福岡 · 伊都)캠퍼스에

소재하게 됐다.

2007년 4월에 도이교수가 부임하여 연구대상의 시야를 넓혀 세계의 산업계의 요청에 부응함과 동시에, 큐슈·실리콘 아일랜드로서의 지리적 이점을 살려나가야만 하는 반도체재료를 중심으로 하는 고성능 오토메카트로닉스·디바이스와 그 제작 공정에 관한 연구를 전개하고 있다.

정밀가공학연구실의 기본이념은 독자성과 수용력을 갖고 「모노즈쿠리 혁명과 그 지속가능성」을 목표로 한다.

② CMP(화학기계적 평탄화가공)의 기초 강의 (강사 : 도이 교수)

- 연마/CMP기술 - 현상과 장래동향
- 연마(폴리싱)기초와 실리콘(Si)웨이퍼의 CMP/응용
- 초정밀연마/CMP를 필요로 하는 광·전자부품재료와 적용부품
- 베어 실리콘웨이퍼의 폴리싱(CMP)조건/표준적세정공정, 패드의 설계구조와 방침
- 반도체디바이스와 그 평탄화CMP기술의 동향, Cu-CMP, 낮은 k/Cu 내부결선시의 CMP문제
- 평탄화CMP기술과 그 현상: CMP장치와 그 요소 기술(슬러리, 패드 등)
- 균일성향상을 위한 존-콘트롤기능탑재의 폴리싱헤드의 예
- 고성능 CMP슬러리설계의 기본, '06년도 CMP슬러리의 세계시장(9,240억원 (770억 엔))
- 옛지폴리싱의 필요성; 다래(외주부가 곡물지는 현상)를 방지하기 위함.

③ CMP 연구실 견학



▶ 필자(사진 왼쪽)의 통역으로 CMP 가공 기술에 대해 도이 교수(Toshiro Doi)로부터 강연을 듣고 있는 연수생들.

- CMP 시제 가공실(랩마스터 수정륜식 평면 연마 장비 3대 외 보유) 및 측정실(올림푸스 SEM(스캐닝 전자현미경) 등) 측정장비에 대한 견학을 했다.

④ CMP기술의 응용과 장래(강사 : 도이 교수)

- 3차원 실장/SiP(System in Package), MEMS프로세스 등
- 포스트·실리콘디바이스를 지향하는 SiC기판의 가공프로세스: 가공환경제어형 벨자식 CMP장치 SiC의 이용이 기대되는 분야
- 강의 교재 수록 논문: 연마의 가공 메커니즘과 연마제(슬러리) - 초자, 반도체, CMP - 외 5편(총 6편)

⑤ 측정의 기초(강사 : 쿠로가와 조교수)

- 미터의 정의, 공초점 레이저 스캔 현미경(LSM), TEM(터널링 전자현미경), SEM, SPM(스캐닝 프로브 현미경), AFM의 원리

⑥ CMP측정의 응용

- CMP에서의 END점 감지: 공정간 측정, 토크전류 측정, 광학반사치 측정 등
- CMP의 결함 감지: 마이크로스크래치 감지, 경사함수의 SEM 이미지 등
- 강의 교재 수록 논문: 1편-기어의 전송오차의 고정밀도 측정

⑦ 연구실 견학

- (안내 : 우메자키 조교수 및 마쯔카와 기술사무관)
- CMP 연마실 및 측정실 견학
- HOBIN기(기어깎는 기계) 및 그 시험장치 견학



▶ 기술연수 첫째날 <CMP 공정의 이해 및 반도체 웨이퍼 생산기술> 교육을 마친 후 도이 교수 등과 연수단이 기념촬영을 했다.

**2일차 연수: 화학기계적 평탄화 가공  
(Chemical Mechanical Planarization)**

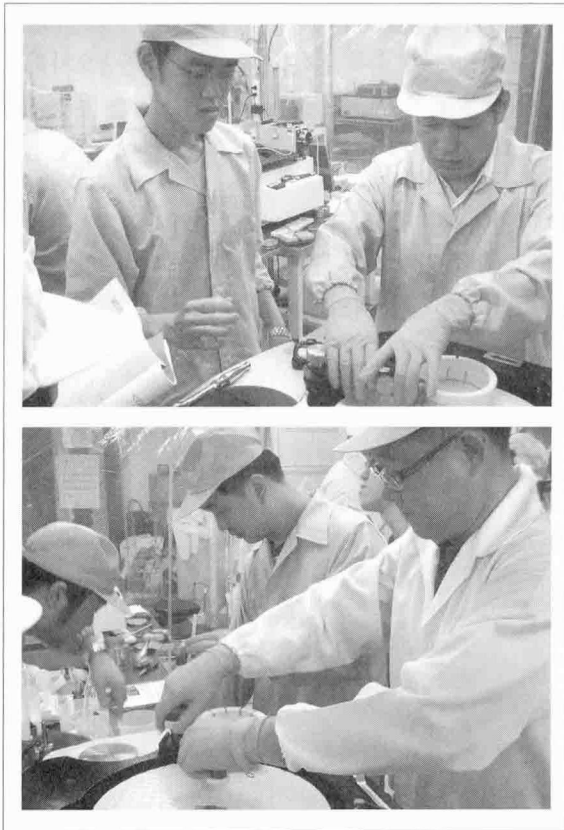
① 특강-CMP공정의 여러 분야에의 응용

(강사: 코시야마 이사무 박사/정밀가공실 교수,  
코시야마 과학기술재단 이사장)

- 처음 편집된 CMP공정 논문: '62년 9월(학술지명 미상)
- 연마 메커니즘 규명
- 금속의 CMP공정은 주로 산화 기전을 통한 것이다.
- 플라스틱 연마의 경우, 가수분해 반작용에 의한 것이다.
- 반도체 재료는 에칭 반작용이 연마 공정을 촉진한다.
- 강의 교재 수록 논문: 1편-반도체실리콘단결정의 연마슬러리 개발 경위와 전망

② CMP 측정 및 실험 개요 설명

- 실험 목적: 공정 조건을 변화시킴으로써 CMP의 기본 공정 특성을 조사한다.



▶ 기술연수 둘째 날에는 연수생이 4개 조로 나뉘어져 CMP의 공정 조건에 따른 기초 공정 실습을 실시했다.

- 실험 내용: 콜로이달 실리카 슬러리를 사용하여 Si 기판에 SiO<sub>2</sub>코팅된 웨이퍼를 연마하며, CMP특성과 프레스톤의 방정식(재료 절삭율=aPv) 이해.
- 공정 변수: 슬러리 연마제 농도, 정반 회전속도, 연마압력, 슬러리 종류
- CMP 연수 참여 그룹 및 학생 편성 소개 (강사: 우메자키 조교수)

③ CMP 실험과 측정의 준비

- (담당: 우메자키 조교수, 마쯔카와씨, 코노씨)
- 램마스터 장비로 CMP 연마실험을 하였고, AFM 장비로 측정했다.

④ CMP 연마 실습

- 개인이 적극 참여하는 실제 CMP 측정과 실험
- 실험 결과 보고서 요약 및 평가

**3일차 연수: 光 MEMS (미세전자기계체계,  
Micro Electro Mechanical System)**

① 광학 MEMS 개론(강사: 사와다 렌시 교수 외)

- 아날로그 마이크로 미러 응용 디바이스는 디지털 구동 마이크로 미러 응용 제품에 뒤진 것으로, 패키지 등의 개선을 도모하여 불안정성 등의 과제를 해결하여 제품화에 성공했다.
- 광MEMS센서에 관해서도 패키징까지 고려한 초소형, 저코스트화가 가능
- 광MEMS의 기본개념, 응용예 및 패키징 관점에서 본 광MEMS의 과제
- MEMS소프트웨어의 실연, 마이크로 미러 / 회절격자의 측정실험, 마이크로 엔코더, 마이크로 변위센서, 혈류센서 등 시제작한 실물 견학과 실연 실시
- 마이크로 미러의 광학설계 순서
  - (1) 가동판 사이즈, 두께 결정, (2) 관성모멘트 계산, (3) 힌지강성 계산, (4) 힌지형상 결정(FEA), (5) 필요토크 계산(Q값 추정), (6) 자기회로 설계, (7) 구동 / 검출코일 사양 결정

② 광학 MEMS의 응용

- 마이크로 스캐닝 현미경(초소형 공초점 현미경)
- 광학식 혈당치 모니터링, 회절격자이용 마이크로 스펙트럼 미터
- 분광기용 마이크로 에탈론
- 광파이버 혈압 센서 / 마이크로 미러

- 마이크로 레이저 혈압 센서
- MEMS 패키징(SiP; System in Package)

③ 사와다 연구실의 연구 내용 소개

- MEMS기술과 bluetooth기술을 접목하여 사람의 심리 상태와 맥박과의 관계를 연구

④ 연구실 견학 및 실습(혈류계 측정)

- coventor 프로그램: 가격 30억 원 - MEMS 설계 전용, 파장 400NM부터
- 유전자 액침 현미경, VCSEL
- 인체에의 혈류계 측정 및 마이크로 미러와 외팔보의 주파수/전류 실습
- 강의 교재 수록 논문: 7편-광스위치 외

**4 일 차 연 수 : 미쯔비시 화학(주) 쿠로사키 플랜트 / (주) 신료(新菱) 견학**

① 미쯔비시 화학 쿠로사키 공장 소개

- (강사 : 마쓰오카 다케시 반도체재료연구소장, 니시무라 후미오 12인치 제조과장)
- 1935년부터 가동(올해 73년째), 40개 제품 그룹에 약 1,600여 종의 서로 다른 제품을 생산중이다.
  - 전자공업용 약품(EL약품)사업부가 따로 있으며 고기능세정제 MC/MCX/AM시리즈를 생산중이다.

② 주식회사 신료(新菱) 소개

- 8", 12" 반도체 Si웨이퍼의 재생 연마사업을 실시 중이다.
- 연마기 소재(2차 연마 작업실) 청정도는 class 100이며, 2차 연마실의 clean booth는 1-10이다.
- 더미 웨이퍼는 코팅을 하지 않는다.
- 생산량 대략 6만 장/월
- Si 웨이퍼는 산화되어 자연산화막이 생기며 7-8ph값을 갖는다.

**연 수 를 마 치 고**

도이 교수의 CMP 연마쪽은 전부터 들어 왔던 내용이 라 그다지 새로울 것은 없었다. 그러나 연수기간중 강의 나 배포된 교재의 내용 중 각종 표, 그래프 등은 현업에 도움이 되는 유용한 자료였다고 생각한다. 예를 들면 내용중 베어실리콘웨이퍼의 폴리싱(CMP)조건은 특정재질의 연마공정 설계나 개선·개량시 도움이 되며, 이 웨이퍼에 적용된 표준적 세정공정도 당사 광학부품의 세정공정에 본 표준공정을 적용 할 수가 있을 것으로 예상된다.

끝으로 금번 연수가 유익한 시간이 될 수 있도록 애써 주신 도이 교수님 이하 큐슈대학의 여러 교수님들과 관계자 여러분께 지면을 통해서나마 감사의 마음을 전달 하고 싶다. 또한 항상 기술연수를 준비해주신 한국광학기기협회 관계자와 산업기술대학교 조연정 교수, 그리고 함께 수고하신 연수생 여러분께도 다시한번 감사의 인사를 보낸다.



▶ 미쯔비시 공장 앞에서 연수생들이 기념촬영을 했다.