

비구면 유리렌즈 성형기공기술 개발

<목 차>

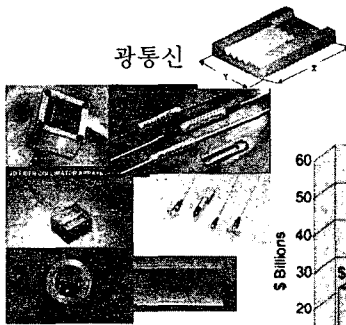
1. 비구면 유리렌즈 적용분야
2. Glass Lens Vs Plastic Lens
3. 광학렌즈 제조공정
4. Optical Design
5. 광학유리 소재
6. Glass Mold Pressing 요소기술
7. 초소형 유리렌즈 생산기술 문제점 및 해결방안
8. 결론

2003년 ㈜포엠 문 재 호

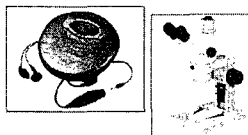
1. 비구면 유리렌즈 적용분야

2003.10 단조심포지움

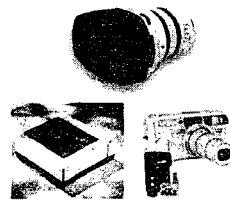
광통신



Optical Disk Drives



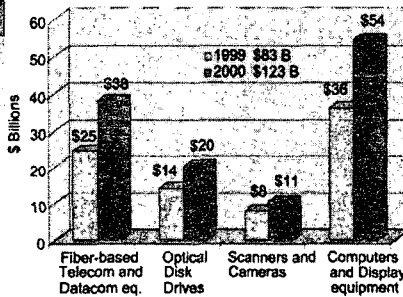
영상정보기기
(Scanner & Camera)



컴퓨터 주변기기
및 기타



Selected OE-Enabled Products



비구면 유리렌즈 성형기공 ㈜포엠

2. Glass Lens Vs. Plastic Lens

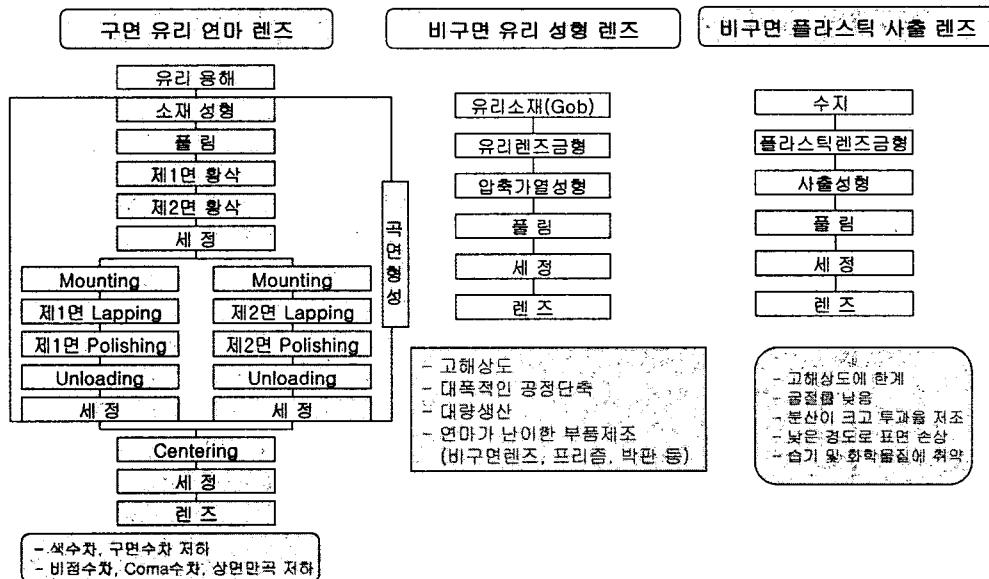
2003.10 단조심포지움

구분	Glass Lens	Plastic Lens
광학설계 (기술/성능)	- 굴절률이 높음($n=1.43-1.91$) - 넓은 파장대에 걸쳐 투과율이 좋음 (85-99%)	- 굴절률이 낮음 ($n=1.49-1.59$) (Low NA Optics에 적절) - 분산이 크고, 투과율 저조(파장대역 제한) (89-93%)
신뢰성 (Q/C)	- 열에 의한 특성변화 적음 (열팽창계수 약 $(5-17) \times 10^{-6} / ^\circ C$) - 습기 및 화학물질에 대한 내구성이 좋음 (흡수율 $\approx 0\%$) - 경도가 높음 (압축강도 $6000-12000 \text{ kg/cm}^2$) - 종류가 많으며, 광학적 특성이 안정적임	- 열적 특성변화가 큼 (열팽창계수 약 $(50-110) \times 10^{-6} / ^\circ C$) - 습기 및 화학물질에 대한 내성이 나쁨 (흡수율 $\approx 0.01-0.3\%$) - 경도가 낮아 표면 손상이 쉽게 일어남 (압축강도 $800-1600 \text{ kg/cm}^2$) - 종류가 적으며, 광학적 특성이 불안정
가 격	- 가격이 높다 → 최근 GMP공정에 의한 양산기술 개발	- 가격이 저렴함
제조성	- 복굴절이 거의 생성되지 않음 - 복잡한 형상의 성형이 어려움	- 복굴절이 쉽게 발생: 사출조건 설정 난이 - 복잡한 형상의 성형이 쉬움

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠

3. 광학렌즈 제조공정

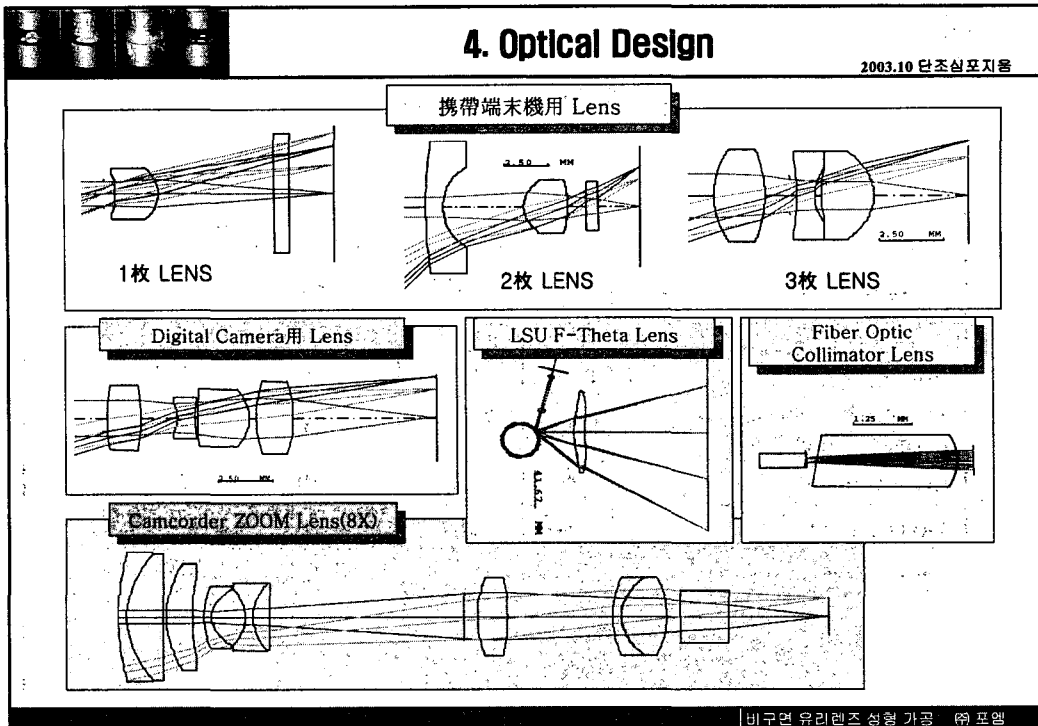
2003.10 단조심포지움



비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠

4. Optical Design

2003.10 단조심포지움



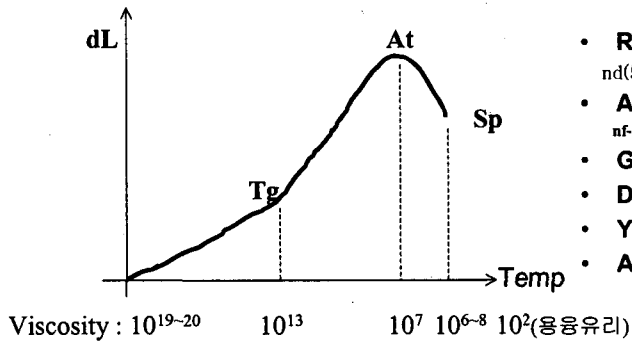
비구면 유리렌즈 성형 가공 ㈜포엠

5.1 성형용 광학유리 요구특성

2003.10 단조심포지움

- 저온 연화점 Glass : 화학적 내구성 취약, 열팽창 계수가 커짐.
- 저가의 Preform 제작 가능.
- 환경 오염물질(PbO, As₂O₃) 포함하지 않을 것.

광학 특성 결정인자



- **Refractive Index** ; $n_c(656.3nm)$, $n_d(587.6nm)$, $n_e(546.1nm)$, $n_f(486.1nm)$
- **Abbe 수** ; $Ud(nd-1/nf-nc)$, $Ue(ne-1/nf-nc)$
 $nf-nc$ 는 평균 분산, Abbe 수는 분산 크기 역수 대응
- **Glass Transition Point**
- **Density**
- **Young's Modulus**
- **Absorption Coefficient** 등

비구면 유리렌즈 성형 가공 ㈜포엠

5.2 광학유리 소재 비교 분석

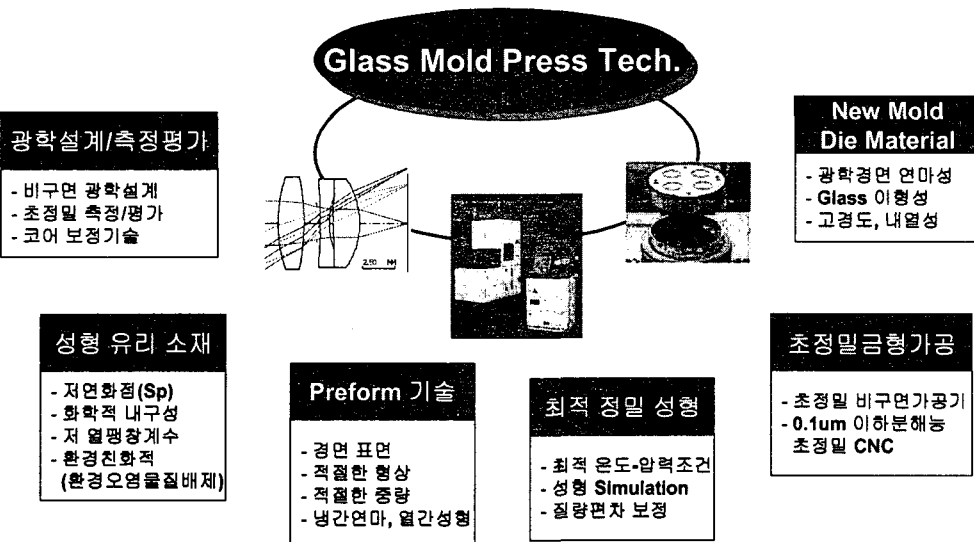
2003.10 단조심포지움

Description	Unit	Sumita	Hoya	Ohara
Product Name	-	K-VC89	M-NbFD 130	L-LAH 53
Refractive Index 587.6 nm n_d	-	1.810	1.806	1.806
Abbe Value $(n_d - 1)/(n_d - n_e)$	-	41.0	40.7	40.9
Density	g/cm ³	4.75	4.56	4.49
Thermal Expansion Coefficient (100~300℃)	10 ⁻⁶ /℃	8.3	5.4	7.2
Glass Transition Point	℃	528	560	574
Yielding Point	℃	559	600	607
Color-Degree	-	40/34	39/34	40/34

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠티

6.1 Glass Mold Pressing 주변 요소기술

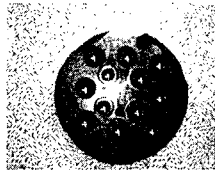
2003.10 단조심포지움



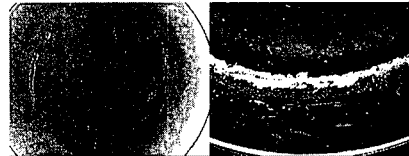
비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠티

1) 금형 재료 조건

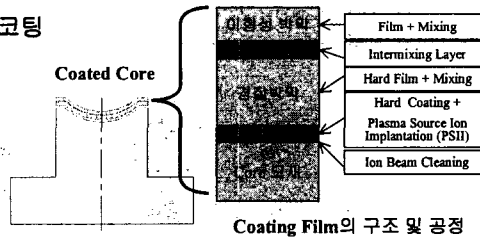
- 기공이 없고 경면 가공가능
- 고온에서 내산화성 높고 구조, 표면품질 유지
- Glass의 응착, 반응, 이형성 우수할 것
- 고온에서의 경도, 강도 유지
- (특수 초경합금, WC/SiC) + 경질 박막 코팅



2) Core 금형 코팅



렌즈 성형 후 Core 표면에서의 Coating Film 불량 사진



6.3 유리렌즈 성형용 금형코어 제조공정

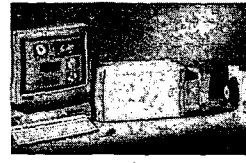
Process	Rough Grinding	Fine Grinding & Polishing	Die Coating
코어소재	Binder less 초경, Ceramics + 이형성 코팅		
형상오차	약 1um	0.1um이하	0.1um이하
장비 및 성능	<ul style="list-style-type: none"> - JIG Grinder (Precision Grinding Machine) - Moore Precision Technology 1200 CPW 	<ul style="list-style-type: none"> - Ultra-Precision Machine - Toshiba ULG-100, Precitech Nanoform Series - Nachi Fujikosi - Moore 	<ul style="list-style-type: none"> - Hybrid Deposition + Plasma Source Ion - TiN, CrN + Pt-Ir

6.4 광부품 측정기 1

2003.10 단조심포지움



Rank Taylor Hopson(영) AFM
Form Taly Surf



Zygo(미)
피조간섭계



면형 측정기



두께 측정기

Veeco(미)
PSI / WSI



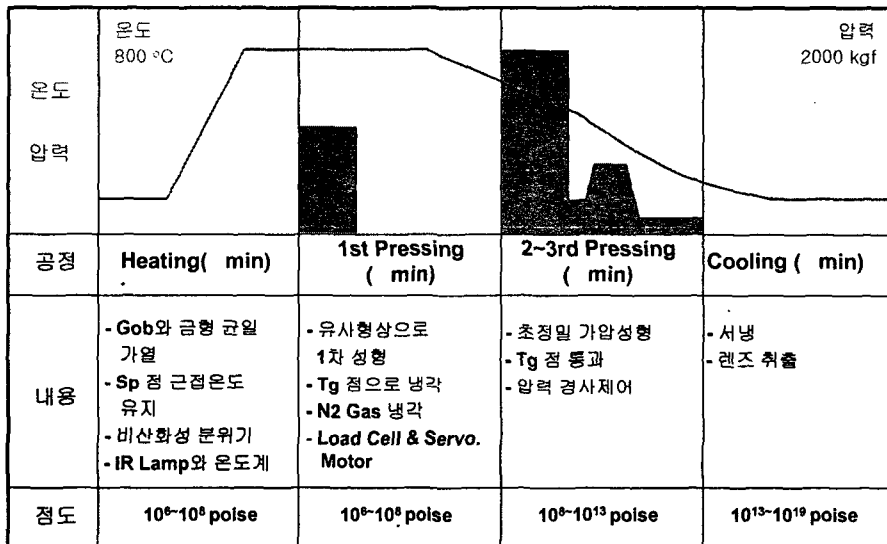
FUJINON(일)
층밀리기 간섭계



비구면 유리렌즈 성형 가공 (株) 포엠펜

6.5.1 Glass Mold Pressing Process

2003.10 단조심포지움



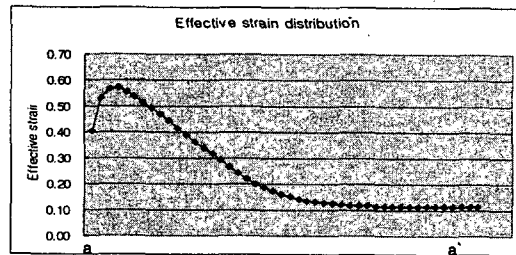
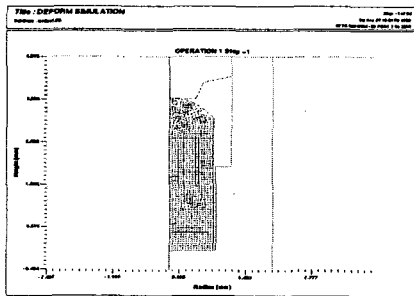
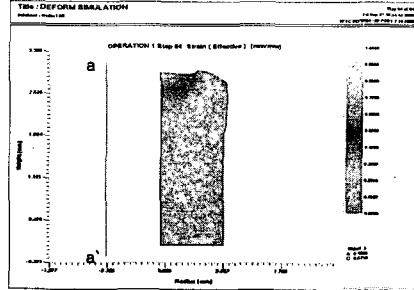
비구면 유리렌즈 성형 가공 (株) 포엠펜



6.5.2 GMP성형 시뮬레이션 해석

2003.10 단조심포지움

- 구면 연마 프리폼
 - 렌즈부 반경 : 0.3
 - 측면 다이 높이 : 2



비구면 유리렌즈성형 가공 (9) 포함



6.5.3 Glass Mold Pressing Process

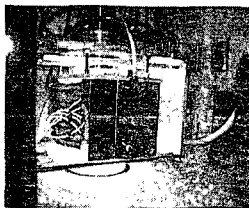
2003.10 단조심포지움

Batch-Type

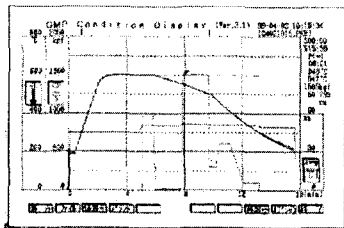
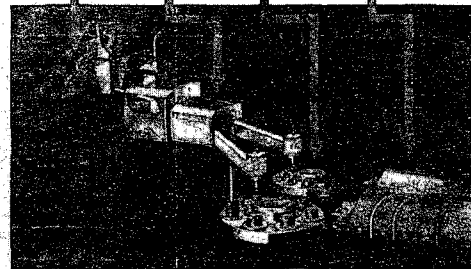
GMP Machine



Lamp Unit



Progressive-Type



MOLD

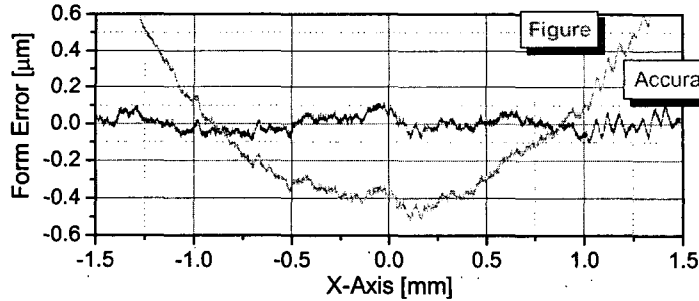


GMP Process

비구면 유리렌즈성형 가공 (9) 포함

6.5.4 비구면 렌즈 형상 표시법

2003.10 단조심포지움



오차근사 비구면 계수 산출법

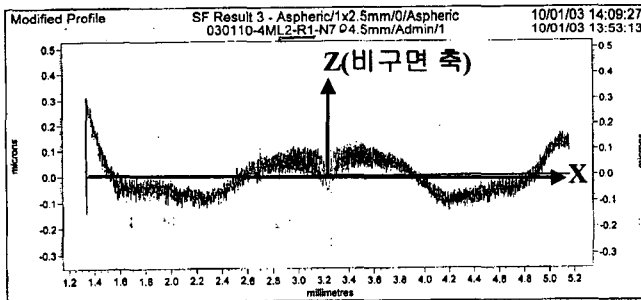
: 형상측정 데이터로부터 Least Square Error를 최소로 하는 비구면 계수식 산출, Nonlinear Curve Fitting

$$\text{MIN} \left(\sum (z_{\text{mea}}(y) - z'(y))^2 \right) \Rightarrow C', K', A', B', C', D', E', \dots$$

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠티

6.5.5 비구면 렌즈 측정 예

2003.10 단조심포지움



점촉식 형상측정기
Form Talysurf

Rt	0.4532 μm	Xp	-1.8948 mm	Smx	5.9699 °
Ra	0.0600 μm	Xv	-0.9550 mm	Smn	1.4887 °
Fig	-0.0547 μm	Xt	1.8978 mm	Tilt	0.0038 °

Fig. : 비구면축상에서의 높이

Ra : 산술평균 표면거칠기

Smx : 최대 표면경사오차

Tilt : 측정형상 데이터의 최적 비구면 수평축과 측정기 기준 Datum과의 상대각도

Xp : 최고점과 비구면 축과의 거리

Xt : 데이터 시작점과 비구면 축과의 거리

Rt(P-V) : Peak to Valley 표면거칠기

Smn : 표면평균경사오차

Xv : 최저점과 비구면 축과의 거리

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)포엠티

7. 초소형 유리렌즈 가공기술 문제 해결

2003.10 단조심포지움

생산요소 기술	사양	현 국내 보유 수준	문제점 분석 → 대책
비구면 유리렌즈 금형 core coating	10,000 shots 이상	5,000 shots	- 업체 know-how로 선진 기업의 기술이전 기피(국내는 이형성 코팅기술 한계) → 일본의 연구기관을 통한 업체 접촉.. - 유리성형공정의 도입설비 위주 운영 → 본 과제를 통한 GMP양산공정의 개발 & 주변 기술의 원천기술 연구기반 구축
초소형 렌즈 core 가공 문제	-형상가공 size 0.25R이내 :형상오차 PV 100nm이내.	형상가공 size 0.35R :형상오차 PV 150nm 수준	-국내는 초정밀 grinding에 의한 비구면 유리 Lens 금형 core 가공기술의 경험 부족. → 본 과제를 통한 초정밀가공기술의 원천기술 연구기반 구축. -Lens 금형 core 소재 공급 불가능 → 일본 후지다이스사 binderless 초경재질 수입

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)모형

8. 결론

2003.10 단조심포지움

1. 비구면 유리렌즈의 수요는 디지털 미디어 산업의 발달과 함께 급팽창 하고 있다.
2. 국제 경쟁력 제고를 위하여 초소형 렌즈 코어 가공기술, 코어 코팅기술, 유리 정밀성형기술의 확보가 시급하다.
3. 비구면 유리렌즈 성형의 각종 파라메타에 대한 데이터 베이스 구축, 유리 성형기, 초정밀 가공기의 국산화 개발이 요구되고 있다.

비구면 유리렌즈 성형 가공 (주)모형