유니 O_2 렌즈 개발

박태석(한국과학기술연구원 박사)

연구개발의 필요성

1.국내 현행 기술수준

* 산소투과능(DK 값, 맨눈: 약 1000)
  Soft Lens : 3.6 - 7.2
  Hard Lens : 0.15
* GP Lens (Gas Permeable Lens)
  개발 미착수

2. 국내시장 현황

* 수요자 급증
  60 만명 (1989 년 기준)
* 외국사의 국내시장 잠식
  Bauch & Lomb 사 (미국), Richdome 사 (영국)

3. 기대효과

* 의료용 소재기술에 대한 파급효과
  생체적합재료 : 인공각막, 치아, 신체조직등
  분리막재료
* 국내시장 보호 및 수출시장 개척

콘택트 렌즈 개발의 역사

1887	Glass Lens	A. E. Fick
1950	PMMA Lens	F. Strain
1960	Hydrogel Lens	O. Wichterle
1971	Soft Contact Lens	Bausch & Lomb

1980 년대 고함수 렌즈, GP 렌즈
실리콘 계, 불소계

미국에서 생산되고 있는 콘택트 렌즈의 상품명과 주성분

Material Name	Material Type	Dk
The Boston Lens IV	Silicon acrylate	28
Optacryl K	Silicon acrylate	31
Paraperm EW	Silicon acrylate	56
Optacryl EXT	Silicon acrylate	59
Optacryl Z	Silicon acrylate	84
The Boston Equalens	Fluorosilicon acrylate	71
Fluoroperm	Fluorosilicon acrylate	97
Quantum 1	Fluorosilicon acrylate	92

콘택트 렌즈의 용도

1)시력을 교정하는 목적

2)의료용(서방성 의약의 전달)

3)미용, 분장등

의학적 요구 조건

1) 각막의 신진대사 작용이 원활히 이루어
질 수 있도록 산소 및 노폐물 의 이동이
신속히 이루어 져야 한다.

2) 각막과 렌즈가 직접 장시간 동안
접촉하고 있으므로 이에 수반하는 화학적
반응이나 재료의 질적 변화가 없어야 하고
독성이 없어야 한다

렌즈재질로서의 조건

1) 무색, 투명, 무취

2) 광학적 균일성

3) 우수한 표면 친수성

4) 적당한 탄성도, 완전한 탄성체

5) 기계적 가공성이 양호

6)쉽게 취급할 수 있을 정도의 기계적인 안정성(강도)이 있어야 한다.

기업화를 위한 조건

1) 렌즈 재료 가격이 적정

2) 대량 생산이 가능

3) 균일한 품질의 재료를 생산

4) 가격 대비 적당한 life cycle

- 가공성

함수렌즈에 비해 비함수렌즈가 가공성이 좋으며 재질의 유리전이 온도가 높을수록 machinability 가 우수하고 고함수 렌즈로 될수록 치수 정확도를 불량이 되기 쉽다.

- 친수성

실리콘 또는 실리옥산, 불소계 에서 친수성을 부여하기 어렵다.

- 노폐물 부착성

통상 하이드로겔 렌즈가 우수하며 재질이 소수성인 경우 표면 특성이 중요

- 미생물 의 영향

소수성 재질이 우수

- 산소 투과능

함수재질에서는 함수율이 투과율 결정
비 함수재질에서는 디자인과 재질특성

콘택트렌즈의 분류

- 외관 촉감

  하드렌즈, 소프트 렌즈

- 함수량

  함수 렌즈(하이드로젤 렌즈)
  비 함수 렌즈

- 산소 투과능

- 재질

  HEMA (하이드록시 아크릴레이트 계)
  MMA (아크릴 계, CAB blend 등)
  Silicon (실리옥산을 함유하는 아크릴 계)
  NVP
  Fluoro (불소계의 알킬기를 함유하는
  아크릴 계)
  기타

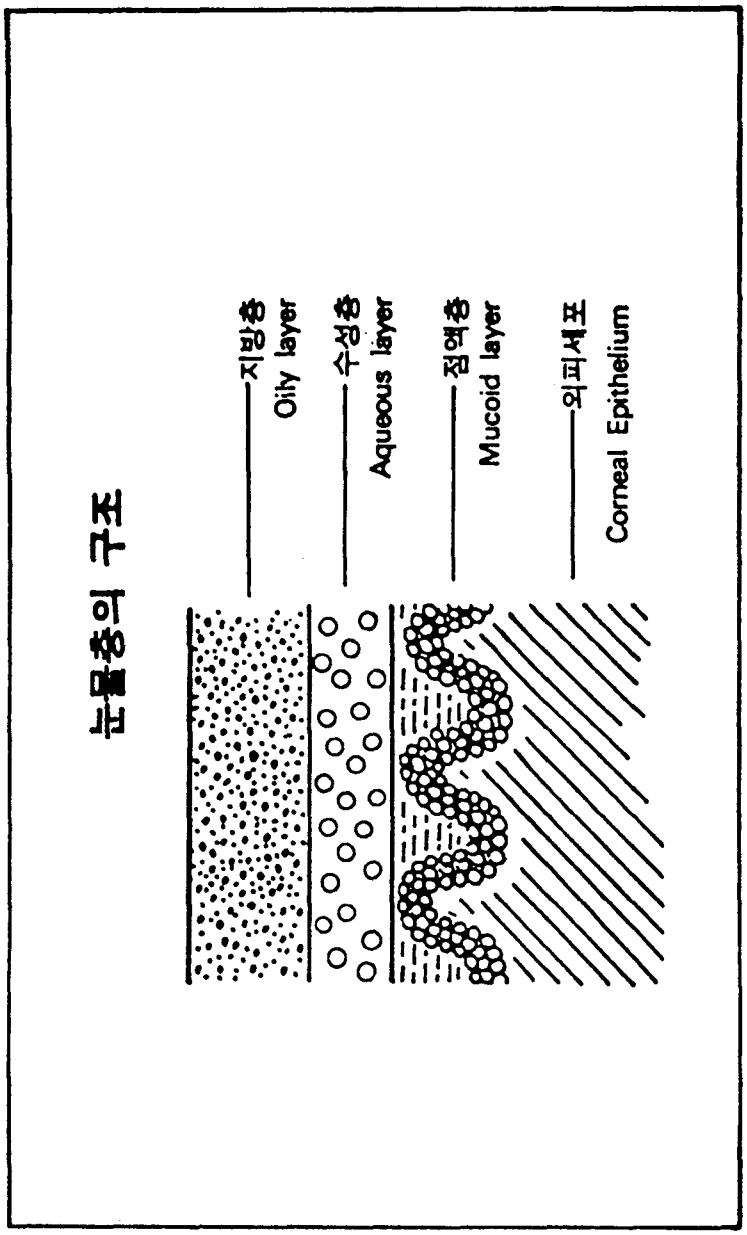
눈의 신진 대사 작용

- 산소의 공급능 또는 노폐물의 배출

- 눈물의 순환(tear pumping action)
- 콘택트 렌즈의 가장자리 들림(edge lift)

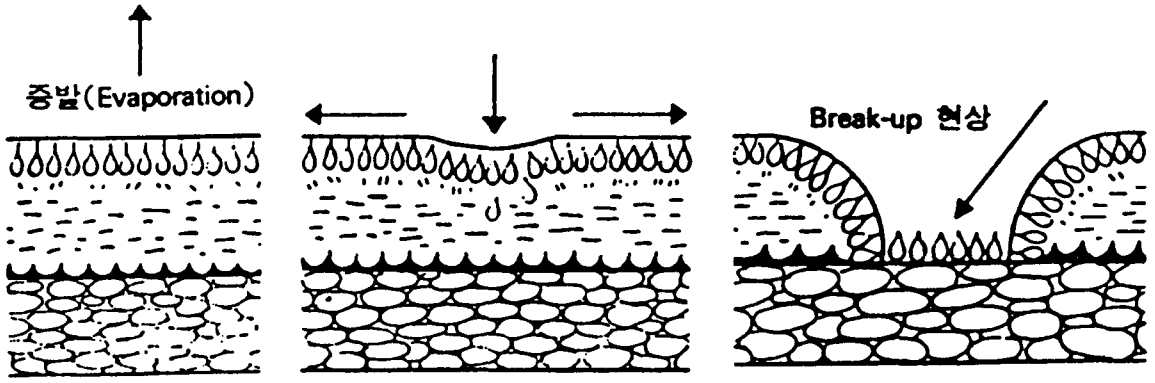
- 콘택트 렌즈와 각막간의 간격

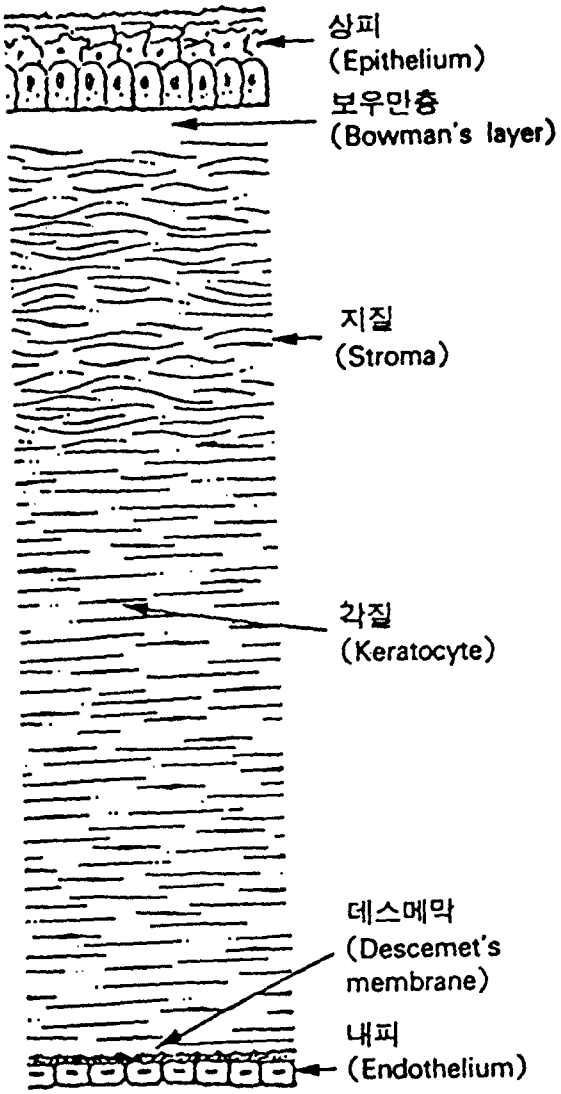
렌즈가 눈 속에서 너무 이동하기 쉬워 렌즈
광학 부분(optical zone) 이 흔들리기 용이


눈물층의 구조
지방층
Oily layer
수성층
Aqueous layer
점액층
Mucoid layer
외피세포
Corneal Epithelium

눈물층의 Break-up 현상

정상적인 눈이라도 눈을 깜박이지 않으면 15－30초 동안 각막위에 눈물의 건조부분(Dry Spot)이 생기는데 이것을 Break-up 현상이라 한다. 눈물이 증발하기 쉬운 눈이나 점액층이 불충분한 눈은 수초내에 Break-up 되어 버린다.

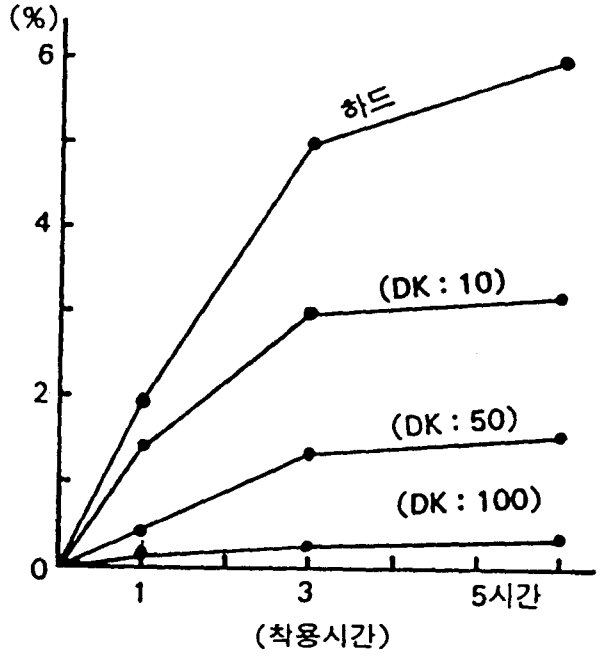



상피
(Epithelium)
보우만층
(Bowman's layer)
지질
(Stroma)
각질
(Keratocyte)
데스메막
(Descemet's
membrane)
내피
(Endothelium)

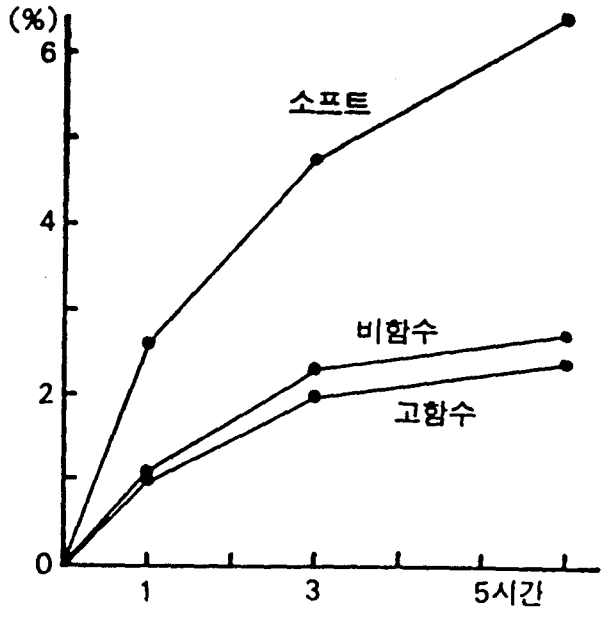
각막의 구조

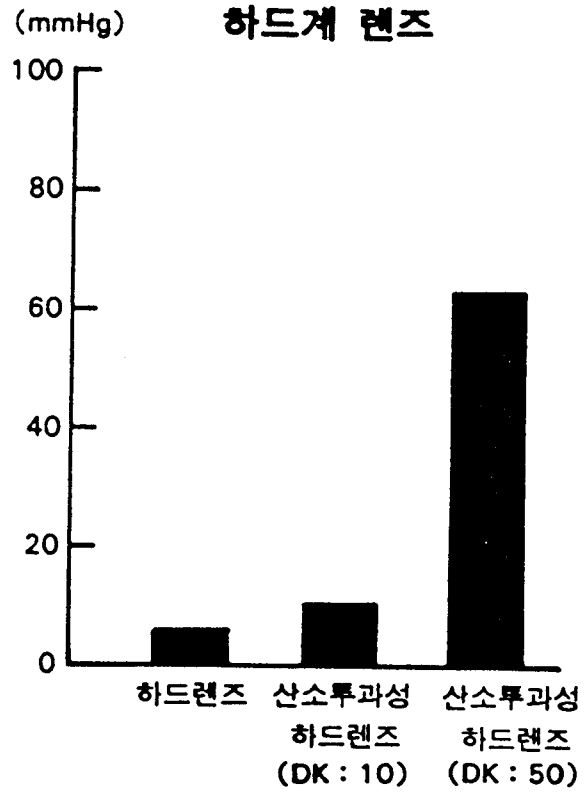
각막의 두께 변화

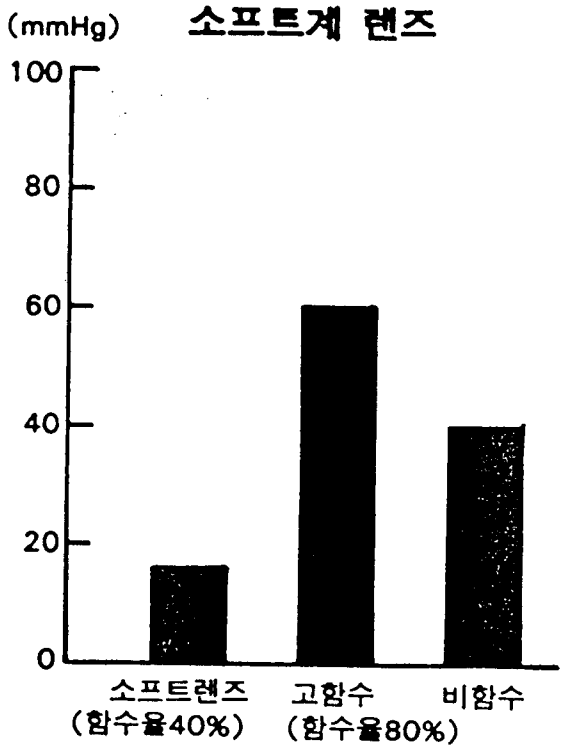
하드계 렌즈



소프트계 렌즈




(mmHg)
하드계 렌즈
100
80
60
40
20
0
하드렌즈
산소투과성 하드렌즈 (DK : 10)
산소투과성 하드렌즈 (DK : 50)


(mmHg)
소프트계 렌즈
100
80
60
40
20
0
소프트렌즈 (함수율40%)
고함수 (함수율80%)
비함수

산소투과도(D_k)

(Oxygen Permeability)

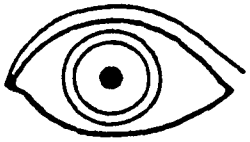
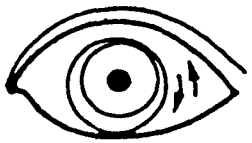
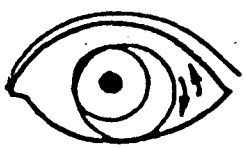
확산 계수 (Diffusion Coefficient : D)

재질의 고유 성질에 좌우

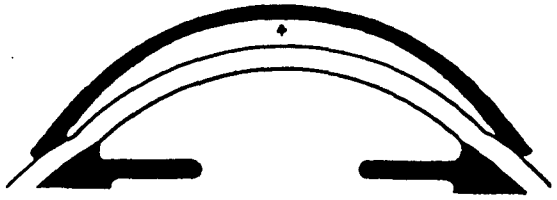
용해도 계수 (Solubility Coefficient : S)

계수는 재질 표면의 특성에 좌우

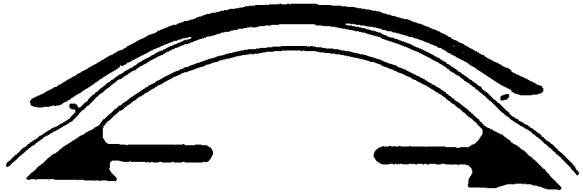
산소 투과도는 (Oxygen Permeability) 는 D_k 값으로 표시하는데, 이는 확산 계수 (Difussion Coefficient, D)와 용해도 계수 (Solubility Coefficient, k) 의 곱으로 표시

			
움직임	움직임 없음	적당한 움직임	움직임 심함
상태	너무 조이는 상태	정상	너무 느슨한 상태

너무 조이는 상태



너무 느슨한 상태



연구개발목표

착용감이 우수하고 산소투과율이 높은 콘택트 렌즈의 재질 개발

년차별 연구목표 및 달성도

년차	연구목표	달성도
1 차	o 외제수집 및 분석	정성분석 완료
	o Hard Lens 개선	DK = 5
2 차	o 산소투과도 측정기술	Rikaseiki 사 기기 개선
	o 산소투과능의 개선	DK = 17
3 차	o DK = 30 이상	DK = 80 이상
	o 시제품 평가	가공성,친수성
	o 단량체 제조기술 (실험실 규모)	불소계 단량체의 의 제조 및 적용

산소투과도 측정 장치

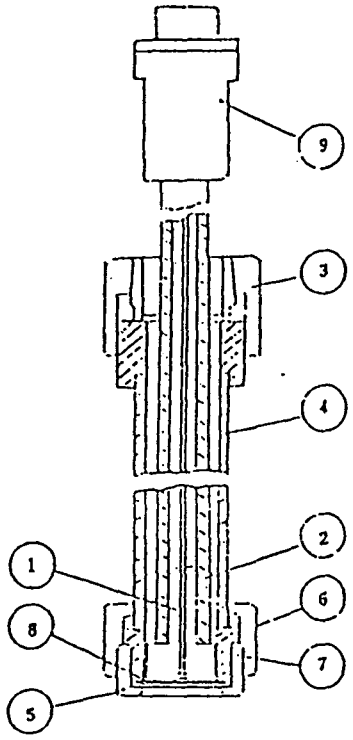


그림 2-3 Electrodel Unit

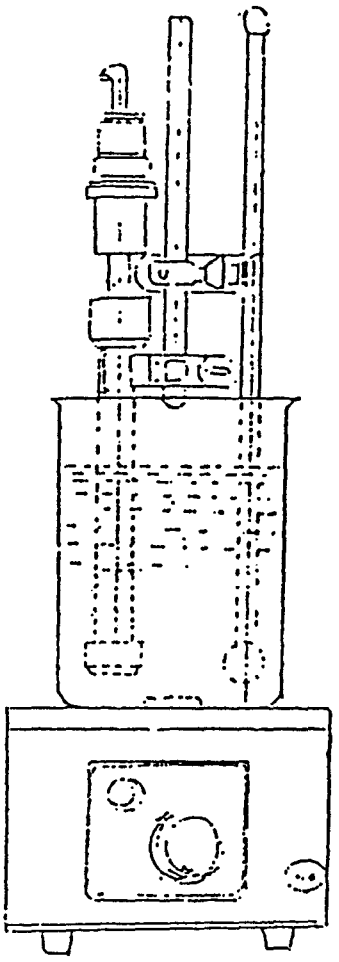


그림 2-5 Measurement Unit

1.Cathode (백금) 2.Anode (은) 3.Clamp Nut
4.Chamber (SUS) 5.Support Screen 6.Cap
7.Holder 8.렌즈시료 9.Connecter

산소투과도 측정 결과

표 시판렌즈 및 기준시료의 산소투과도 측정결과

상품명	성 분	산소투과도 (DK) 발표값	실측값
Paraperm EW	Silicon acrylate	56	45
Optacryl Z	Silicon acrylate	84	60
Fluoroperm	Fluorosilicon	97	80
Teflon	PTFE	4.26	4.4
PMMA	PMMA	0.154	0.15
시제품	-	-	105

주) DK 값의 단위 : 10E-11 cm^3 cm / cm^2 s mmHg

불소계 단량체의 합성

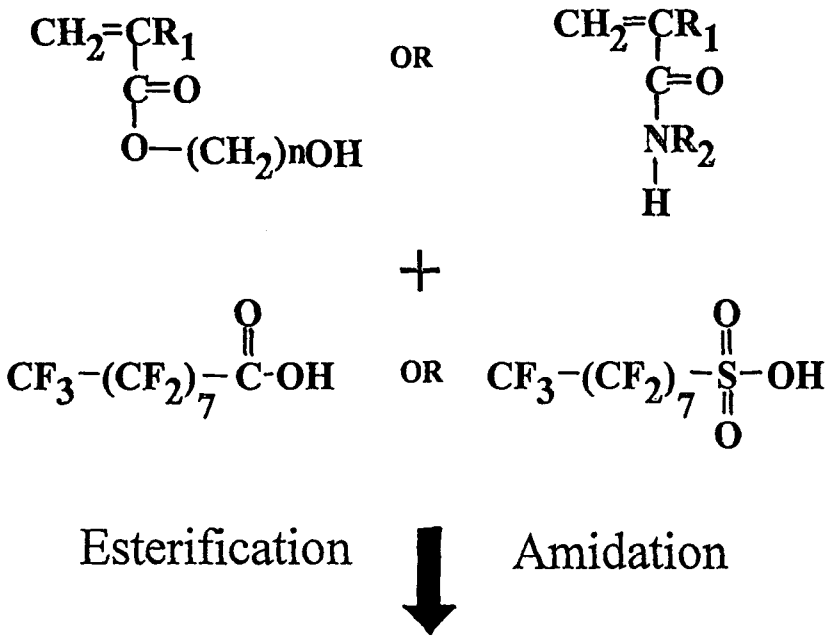

CH2=CR1
C=O
O—(CH2)nOH
OR
CH2=CR1
C=O
NR2
H
+
O
CF3–(CF2)7–C–OH
OR
O
CF3–(CF2)7–S–OH
O
Esterification
Amidation
Perfluoroalkyl Monomers

표 1 중합조성에 따른 최종 렌즈의 산소투과도(DK 값) 와 친수성(증류수에 대한 접촉각)

	비 교 예					실 시 예				
성 분	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
MMA	83	83	83	83	83	15	15	15	15	15
Si 단량체	12	12	12	12	12	40	40	40	40	40
ED-4						3	3	3	3	3
MAA					5	2	2	2	2	2
PFOMA	5									
CEMA		5				40				
SAAm							40			
CMS			5					40		
CIms									40	
CBVE				5						40
산소투과도	2.9	8.9	4.5	6.5	2.4	82.2	78.8	76.3	80.3	77.4
접촉각	50.2	55.3	58.7	52.4	58.6	72.1	68.4	69.3	70.2	68.9

주) MMA : 메틸 메타크릴레이트

Si 단량체 : 3-메타크릴옥시프로필트리스(트리메틸실록시)실란

ED-4 : 테트라 에틸렌 글리콜 디아크릴레이드

MAA : 메타크릴산

PFOMA : 퍼플루오로옥틸메타크릴레이트

CEMA : 2-퍼프루오로옥탄카르복시에틸 메타크릴레이트

중합 조건 : AIVN [2,2'-아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴)] 0.003 중량%, 60℃, 48 시간.

실험결과

1. 가공성

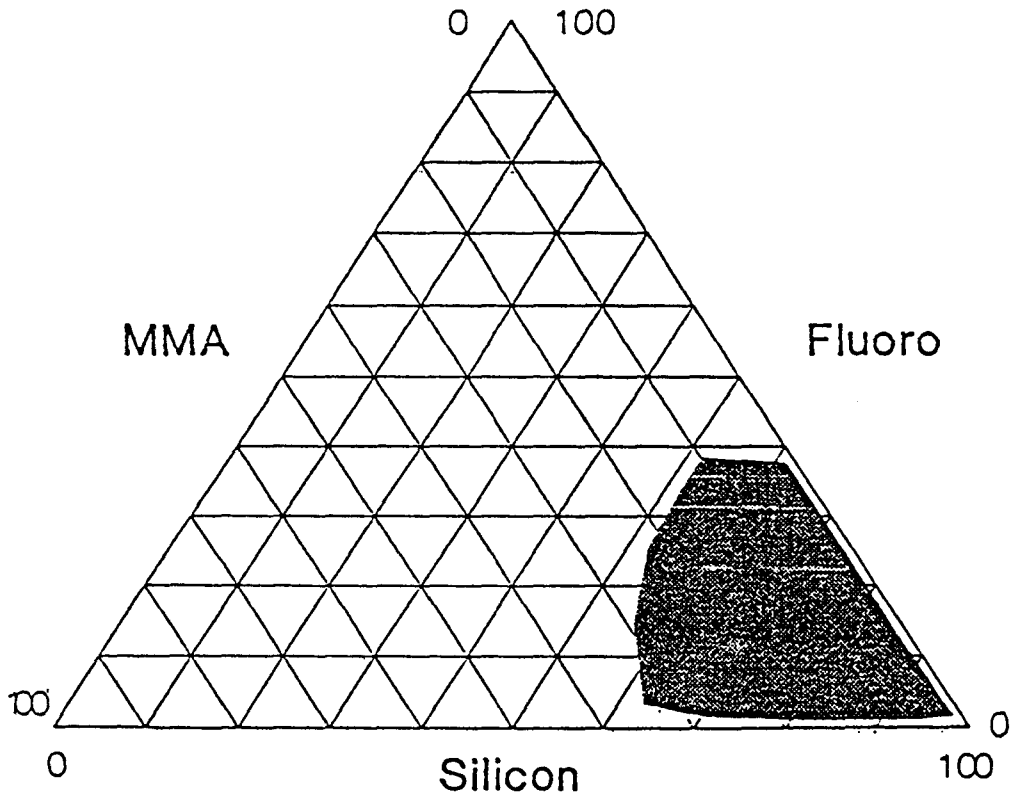


그림 3-1 기계적 가공성이 나쁜 조성

결 론

1. 렌즈의 산소투과도 특성 평가 기술 확립

2. 새로운 불소계 단량체 합성 및 적용

3. 가공성, 광학적 특성 및 친수성을 고려한
   고산소투과능의 콘택트렌즈 개발
   (DK= 105)

특허출원

제목 : 플루오로 알킬기를 가지는 단량체를 이용한
산소투과능이 우수한 콘택트렌즈의 제조

특허출원번호 : 92-20030 (92.10.29)