

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0117992

(43) 공개일자 2022년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02C 7/04 (2006.01) B29D 11/00 (2006.01)
C08F 2/44 (2006.01) C08F 220/00 (2006.01)
C08G 77/04 (2006.01) C08K 5/3492 (2006.01)
C08K 5/42 (2006.01) G02C 7/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G02C 7/049 (2013.01)
B29D 11/00038 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0021538

(22) 출원일자 2021년02월18일

심사청구일자 2021년02월18일

(71) 출원인

주식회사 원스

광주광역시 동구 독립로 368번길 22(계림동)

주식회사 제이씨케이메디칼

광주광역시 북구 첨단과기로 333(대촌동)

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

김호중

광주광역시 남구 봉선로 134, 207동 1205호(봉선동, 금호타운)

주형태

광주광역시 동구 학소로76번길 14, 102동 1308호(소태동, 모아미래도아파트)

유근창

전라남도 나주시 우정로 77, 111동 601호(빛가람동, 빛가람 중흥S-CLASS센트럴1차)

(74) 대리인

이재량

전체 청구항 수 : 총 9 항

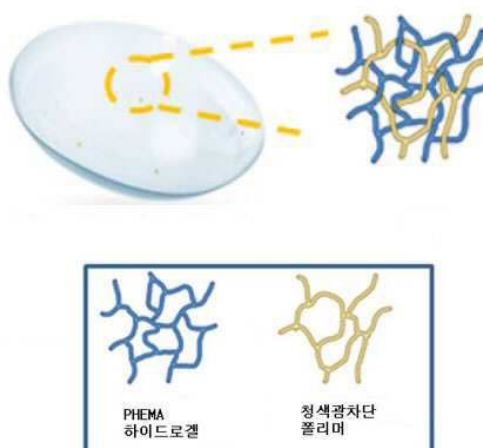
(54) 발명의 명칭 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈와 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈와 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 청색광 흡수 염료를 이용하여 청색광을 차단함과 동시에 합수율이 양호하면서 청색광 흡수 염료가 용출되지 않아 안전하게 사용할 수 있는 콘택트렌즈와 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈는 하이드로겔 형성용 단량체에 청색광차단 폴리머를 첨가한 혼합액을 중합시켜 형성하며, 청색광차단 폴리머는 청색광 흡수염료가 도입된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C08F 2/44 (2013.01)
C08F 220/00 (2013.01)
C08G 77/04 (2013.01)
C08K 5/3492 (2013.01)
C08K 5/42 (2013.01)
G02C 7/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10341298
과제번호	10341298
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	창업진흥원
연구사업명	2020년 초기창업패키지 창업기업 모집 공고
연구과제명	고습윤성의 향균칼라-콘택트렌즈
기 여 율	1/1
과제수행기관명	광주대학교 창업지원단
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

하이드로겔 형성용 단량체에 청색광차단 폴리머를 첨가한 혼합액을 중합시켜 형성하며,
상기 청색광차단 폴리머는 청색광 흡수염료가 도입된 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 하이드로겔 형성용 단량체는 아크릴 단량체 또는 실리콘 단량체인 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈.

청구항 3

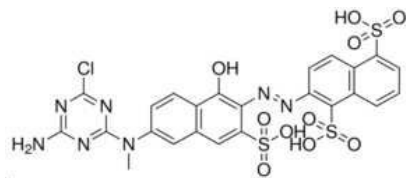
제 1항에 있어서, 상기 청색광차단 폴리머는 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)를 갖는 염료도입용 중합체에 상기 청색광 흡수염료를 결합시킨 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 청색광 흡수염료는 상기 염료도입용 중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)와 공유결합이 가능한 화합물인 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 청색광 흡수염료는 하기의 화학식으로 표현되는 화합물인 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈.



청구항 6

하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)를 갖는 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료를 결합시켜 청색광차단 폴리머를 수득하는 염료도입단계와;

하이드로겔 형성용 단량체에 개시제, 가교제, 상기 청색광차단 폴리머를 혼합하여 혼합액을 수득하는 혼합단계와;

상기 혼합액을 몰드에 주입하여 중합시키는 중합반응단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 염료도입단계는 a)상기 염료도입용 중합체와 상기 청색광 흡수염료를 증류수에 용해시키는 단계와, b)상기 염료도입용 중합체에 상기 청색광 흡수염료를 결합시키기 위해 상기 증류수에 알칼리 물질을 첨가하여 상기 증류수를 염기성으로 조절한 후 교반하는 단계와, c)상기 교반 후 감압여과하여 증류수를 제거하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 b)단계는 상기 청색광 흡수염료가 상기 염료도입용 중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아

민기($-NH_2$)에 공유결합되는 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법.

청구항 9

제 6항에 있어서, 상기 중합반응단계에서 형성된 하이드로겔에 상기 청색광차단 폴리머가 서로 얹혀서 상호 침입된 망상구조를 이루는 것을 특징으로 하는 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈와 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 청색광 흡수 염료를 이용하여 청색광을 차단함과 동시에 흡수율이 양호하면서 청색광 흡수 염료가 용출되지 않아 안전하게 사용할 수 있는 콘택트렌즈와 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가시광선은 파장이 380~780nm에 해당하며, 이중 380~450nm에 해당하는 짧은 파장의 영역은 청색광으로 분류되고 있다. 가시광선중 파장이 가장 짧기 때문에 고에너지를 가지고 있으며, 청색광에 대한 노출은 시세포에 악영향을 주며, 안구 내 단백질의 산화손상을 일으키고 있다.

[0003] 또한, 청색광은 산란성이 크기 때문에 망막에 맺히는 상의 질을 저하시키며, 높은 굴절률로 인해 색수차가 발생되어 눈의 피로감과 눈부심을 증가시킬 수 있다. 최근 들어, 스마트폰, 태블릿, 컴퓨터, TV 등과 같이 디스플레이 화면을 밝게 표현하기 위해 사용되는 광원에는 태양광이나 형광등보다 청광의 비율이 훨씬 높기 때문에 시력 저하나 눈부심, 피로감, 두통 등이 가중되고 있다. 이에, 안구보호를 위해 안경, 보안경 등의 안광학기기에 청색광차단 기능이 적용되고 있다.

[0004] 최근 들어, 시력교정용 하이드로겔 콘택트렌즈의 사용이 늘어나고 있으며, 시력교정 외에 칼라 콘택트렌즈는 미용을 목적으로 사용되며 국내외에서 큰 인기를 끌고 있다.

[0005] 또한, 최근에는 안구건강을 위한 기능성 렌즈의 개발이 활발히 진행되고 있다. 약물전달 렌즈, 질병진단 렌즈, 자외선차단 렌즈 등 헬스케어를 위한 다양한 기능성 하이드로겔 콘택트렌즈들이 개발되고 있다.

[0006] 일반적인 하이드로겔 콘택트렌즈는 여러 가지의 친수성 단량체들이 가교제와 중합된 뒤에 물을 흡수하며 3차원적 고분자 네트워크를 형성하면서 안정된 형태를 유지시키며 제조된다. 가장 일반적으로 주로 사용되는 단량체는 2-hydroxyethyl methacrylate(HEMA)이며, 습윤성을 증가시키기 위해 *N,N*-dimethylacrylamide(DMA), *N*-Vinylpyrrolidone(NVP) 등의 친수성 단량체들이 추가될 수 있으며, 가교제인 ethylene glycol dimethacrylate(EGDMA)와 중합되어 하이드로겔 콘택트렌즈로 사용되고 있다. 중합된 poly(HEMA) 하이드로겔 렌즈는 유연할 뿐만 아니라, 3차원적인 형태 구조를 잘 유지하여 각막에 큰 자극을 주지 않으면서 저렴하여 가장 많이 사용되고 있다.

[0007] 하지만, 청색광 차단 기능을 갖는 하이드로겔 콘택트렌즈의 개발과 양산은 아직 미흡한 실정이다.

[0008] 대한민국 등록특허 제10-2079998호에는 블루라이트 차단 콘택트렌즈 및 이의 제조방법에 개시되어 있다.

[0009] 상기 콘택트렌즈는 블루라이트 차단 잉크를 제조한 후 블루라이트 차단 잉크를 하형 몰드 또는 상형몰드에 점착하여 인쇄한 다음 하형몰드에 렌즈원료를 넣어 중합시키는 방법으로 제조하고 있다.

[0010] 이와 같이 제조된 콘택트렌즈는 표면에 블루라이트 차단 잉크가 인쇄된 형태이므로 잉크가 쉽게 박리되거나 용출되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-2079998호: 블루라이트 차단 콘택트렌즈 및 이의 제조방법

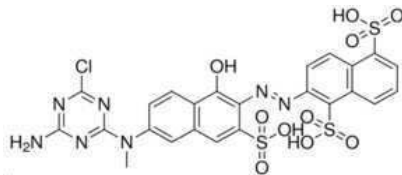
발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기의 문제점을 개선하고자 창출된 것으로서, 청색광 흡수 염료를 고분자 중합체에 결합시킨 후 하이드로겔 형성용 단량체에 첨가하여 중합시키는 방법을 통해 청색광의 투과를 차단함과 동시에 청색광 흡수 염료가 용출되지 않아 안전하게 사용할 수 있는 콘택트렌즈와 이의 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈는 하이드로겔 형성용 단량체에 청색광차단 폴리머를 첨가한 혼합액을 중합시켜 형성하며, 상기 청색광차단 폴리머는 청색광 흡수염료가 도입된다.
- [0014] 상기 하이드로겔 형성용 단량체는 아크릴 단량체 또는 실리콘 단량체이다.
- [0015] 상기 청색광차단 폴리머는 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)를 갖는 염료도입용 중합체에 상기 청색광 흡수 염료를 결합시킨다.
- [0016] 상기 청색광 흡수염료는 상기 염료도입용 중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)와 공유결합이 가능한 화합물이다.
- [0017] 상기 청색광 흡수염료는 하기의 화학식으로 표현되는 화합물이다.



- [0018]
- [0019] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법은 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)를 갖는 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료를 결합시켜 청색광차단 폴리머를 수득하는 염료도입단계와; 하이드로겔 형성용 단량체에 개시제, 가교제, 상기 청색광차단 폴리머를 혼합하여 혼합액을 수득하는 혼합단계와; 상기 혼합액을 몰드에 주입하여 중합시키는 중합반응단계;를 포함한다.
- [0020] 상기 염료도입단계는 a)상기 염료도입용 중합체와 상기 청색광 흡수염료를 증류수에 용해시키는 단계와, b)상기 염료도입용 중합체에 상기 청색광 흡수염료를 결합시키기 위해 상기 증류수에 알칼리 물질을 첨가하여 상기 증류수를 염기성으로 조절한 후 교반하는 단계와, c)상기 교반 후 감압여과하여 증류수를 제거하는 단계를 구비한다.
- [0021] 상기 b)단계는 상기 청색광 흡수염료가 상기 염료도입용 중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)에 공유결합된다.
- [0022] 상기 중합반응단계에서 형성된 하이드로겔에 상기 청색광차단 폴리머가 서로 얹혀서 상호 침입된 망상구조를 이룬다.

발명의 효과

- [0023] 상술한 바와 같이 본 발명은 청색광 흡수 염료를 고분자 중합체에 결합시킨 청색광차단 폴리머를 하이드로겔 형성용 단량체에 첨가하여 중합시키는 방법에 의해 청색광차단 폴리머와 하이드로겔이 서로 얹혀 상호침투 네트워크를 형성함으로써 청색광차단 폴리머가 하이드로겔 중합체의 밖으로 용출되지 않는다.
- [0024] 또한, 본 발명은 청색광의 투과를 차단함과 동시에 안전하게 사용할 수 있으며, 양호한 함수율을 갖는다.
- [0025] 또한, 본 발명에서 사용된 청색광차단 폴리머는 기존의 콘택트렌즈 제조 공정에 그대로 적용할 수 있어 상업적으로 유용하게 활용될수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 안의료용 하이드로겔 콘택트렌즈의 개발뿐 아니라 안경렌즈, 보안경 등에도 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료가 결합되어 청색광차단 폴리머가 만들어지는 과정을 나타낸 모식도이고,
- 도 2는 청색광차단 폴리머가 콘택트렌즈의 PHEMA 하이드로겔 네트워크와 서로 얹혀서 상호 침입된 망상구조를 이루는 모습을 나타낸 모식도이고,
- 도 3은 본 발명의 일 예에 따른 콘택트렌즈의 모습을 나타낸 이미지이고,
- 도 4는 B-PEI가 첨가된 혼합액의 흡광도 그래프이고,
- 도 5는 콘택트렌즈의 투과 스펙트럼 그래프이다.

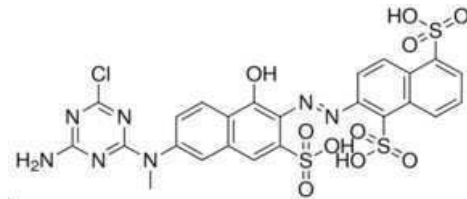
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈와 이의 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0029] 본 발명의 일 예에 따른 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈는 하이드로겔 형성용 단량체에 청색광차단 폴리머를 첨가한 혼합액을 중합시켜 형성된다.
- [0030] 하이드로겔 형성용 단량체는 중합되어 콘택트렌즈, 즉 하이드로겔 중합체를 형성한다. 하이드로겔(hydrogel)은 평형상태에서 다량의 수분을 함유한 가교형 고분자 중합체로서, 3차원의 망상 네트워크 구조를 갖는다.
- [0031] 본 발명에서 하이드로겔 형성용 단량체로 친수성 아크릴 단량체를 이용할 수 있다. 친수성 아크릴 단량체(monomer)는 하이드록시기가 1 내지 3개 치환된 C1-C15 하이드록시알킬 메타크릴레이트, 하이드록시기가 1 내지 3개 치환된 C1-C15 하이드록시알킬 아크릴레이트, 아크릴 아미드(acrylamide), 비닐피롤리돈(vinyl pyrrolidone), 글리세롤 메타크릴레이트(glycerol methacrylate), 아크릴산 및 메타크릴산 등으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [0032] 친수성 아크릴 단량체의 구체적인 예로서, 하이드록시에틸메타크릴레이트(2-hydroxyethyl methacrylate, HEMA), N,N-디메틸아크릴아미드(N,N-dimethyl acrylamide, DMA), N-비닐피롤리돈(N-vinylpyrrolidone, NVP), 글리세롤 모노메타크릴레이트(glycerol monomethacrylate, GMMA), 메타크릴산(methacrylic acid, MA) 등을 들 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명에서 하이드로겔 형성용 단량체로 실리콘 단량체를 이용할 수 있다. 실리콘 단량체는 실리콘(Si)을 함유하는 탄화수소 화합물이다. 실리콘 단량체는 친수성을 위해 하이드록시기를 갖는 것이 바람직하다.
- [0034] 실리콘 단량체의 예로서, 트리스(3-메타크릴옥시프로필)실란, 2-(트리메틸실릴옥시)에틸 메타크릴레이트, 3-트리스(트리메틸실릴옥시)실릴프로필 메타크릴레이트, 3-메타크릴옥시프로필 트리스(트리메틸실릴)실란(MPTS), 3-메타크릴옥시-2-(하이드록시프로필옥시)프로필비스(트리메틸실록시)메틸실란 및 4-메타크릴옥시부틸 터미네이티드 폴리디메틸실록산 등으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [0035] 하이드로겔 형성용 단량체는 한종 또는 두종류 이상이 공지의 중합방법에 의해 중합되어 하이드로겔 구조의 단일중합체 또는 공중합체를 형성한다.
- [0036] 청색광차단 폴리머는 380~450nm에 해당하는 청색광을 차단시킬 수 있는 청색광 흡수염료가 도입된 고분자 물질이다. 이러한 청색광차단 폴리머는 도 1에 나타난 바와 같이 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료를 화학적으로 결합시킨 구조를 갖는다.
- [0037] 염료도입용 중합체는 청색광 흡수염료를 결합시킬 수 있는 고분자를 의미한다. 염료도입용 중합체는 청색광 흡수염료가 화학적으로 결합될 수 있도록 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)를 갖는 것이 바람직하다.
- [0038] 염료도입용 중합체의 구체적인 예로서, 폴리에틸렌이민(polyethyleneimine, PEI), 키토산(chitosan), 히알루론산(Hyaluronic acid), 알긴산(alginic acid), 폴리로신(polylysine), 폴리비닐알코올(polyvinyl alcohol), 폴리하이드록시에틸메타크릴레이트(poly(hydroxyethyl methacrylate)), 폴리비닐페놀(polyvinyl phenol), 폴리아미노프로필바이구아나이드(polyaminopropyl biguanide), 아민-터미네이티드 폴리디메틸실록산(amine terminated polydimethylsiloxane)등으로부터 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [0039] 청색광 흡수염료는 380~450nm에 해당하는 청색광을 흡수하는 화합물이다. 이러한 청색광 흡수염료로 염료도입용

중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)와 공유결합이 가능한 반응성 염료가 바람직하다. 반응성 염료의 반응기로 dichlorotriazine, monochlorotriazine, trichloropyrimidine, monofluorochlorotriazine, dichloroquinoxaline, trichloropyrimidine, difluorochloropyrimidine 등을 들 수 있다. 또한, 반응성 염료의 반응기로 vinyl sulfone과 vinyl amide 등을 들 수 있다.

[0040] 상술한 반응기를 갖는 청색광 흡수염료로 페놀(phenol)과 나프톨(naphthol) 유도체, 다이페닐메테인(diphenylmethane) 유도체, 아조벤젠(azobenzene) 유도체 등을 들 수 있다. 구체적으로 청색광 흡수염료로서 상업화된 제품인 reactive yellow 18, reactive yellow 145, reactive yellow 14, reactive yellow 167, reactive yellow 86, Procion Yellow MX8G 등을 이용할 수 있다.

[0041] 일례로, 청색광 흡수염료로 하기의 화학식으로 표현되는 화합물인 Procion Yellow MX8G를 이용한다.



[0042]

[0043] 한편, 혼합액에는 개시제, 가교제, 첨가제 등이 더 첨가될 수 있다.

[0043]

[0044] 개시제로는 중합 반응이 시작될 수 있도록 하는 2,2'-아조비스이소부티로니트릴(2,2'-azobisisobutyronitrile)을 사용할 수 있다.

[0044]

[0045] 가교제로 에틸렌글리콜 디메타크릴레이트(ethylene glycol dimethacrylate, EGDMA), 아크릴산(acrylic acid), 메타크릴산(methacrylic acid), 아크릴아미드(acrylamide), 메타크릴아미드(methacrylamide), 디에틸렌글리콜 디메타크릴레이트(diethylene glycol dimethacrylate), 트리에틸렌글리콜 디메타크릴레이트(triethylene glycol dimethacrylate) 또는 테트라에틸렌글리콜 디메타크릴레이트(tetraethylene glycol dimethacrylate) 등을 이용할 수 있다.

[0045]

[0046] 그리고 첨가제는 가교제, 용매, 촉매, 개질제, 경화제 등을 포함할 수 있다. 이러한 첨가제로서 프로필렌글리콜(propylene glycol), 에톡시에탄올(ethoxyethanol), 부틸아세테이트(butylacetate), 메타아크릴산(methacrylic acid) 등을 이용할 수 있다.

[0046]

[0047] 혼합액을 중합시키면 중합반응에 의해 형성된 하이드로겔에 청색광차단 폴리머가 서로 얹혀서 상호 침입된 망상구조를 이룬다. 즉, 하이드로겔 형성용 단량체는 가교제를 통해 친수성 중합체인 하이드로겔로 중합되는 과정에서 청색광차단 폴리머와 상호침투 네트워크(IPN; Inter-Penetrated Network) 구조를 형성한다. 이러한 IPN 구조에 의해 청색광차단 폴리머가 하이드로겔 중합체와 화학적 및 물리적으로 견고히 결합되어 있으므로 청색광차단 폴리머가 하이드로겔 중합체의 밖으로 용출되지 않는다.

[0047]

[0048] 도 2는 하이드로겔 형성용 단량체로 하이드록시에틸메타크릴레이트(HEMA)를 이용하여 중합시킨 폴리하이드록시에틸메타크릴레이트(PHEMA) 하이드로겔에 청색광차단 폴리머가 상호 침입된 망상구조를 일 예로 도시하고 있다.

[0048]

[0049] 이하, 상술한 본 발명의 청색광 차단 기능을 갖는 콘택트렌즈의 제조방법에 대해서 설명한다.

[0049]

[0050] 먼저, 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료를 결합시켜 청색광차단 폴리머를 수득한다.

[0050]

[0051] 일례로서, a) 염료도입용 중합체와 청색광 흡수염료를 증류수에 용해시키는 단계와, b) 염료도입용 중합체에 청색광 흡수염료를 결합시키기 위해 증류수에 알칼리 물질을 첨가하여 증류수를 염기성으로 조절한 후 교반하는 단계와, c) 교반 후 감압여과하여 증류수를 제거하는 단계를 통해 청색광차단 폴리머를 얻을 수 있다.

[0051]

[0052] 상기 b) 단계에서 청색광 흡수염료가 염료도입용 중합체의 하이드록시기(-OH) 또는 아민기(-NH₂)에 공유결합될 수 있다.

[0052]

[0053] 다음으로, 혼합액을 준비한다.

[0053]

[0054] 혼합액은 하이드로겔 형성용 단량체, 개시제, 가교제, 청색광차단 폴리머를 혼합하여 수득할 수 있다. 가령, 하이드로겔 형성용 단량체 100중량부에 대하여 개시제 0.1 내지 1중량부와, 가교제 0.1 내지 1중량부와, 청색광차단 폴리머 0.01 내지 0.05중량부를 혼합할 수 있다.

[0054]

- [0055] 다음으로, 혼합액을 몰드에 주입하여 중합시킨다.
- [0056] 몰드는 특정한 모양의 콘택트렌즈를 성형하기 위한 것으로서, 상형 몰드와 하형 몰드로 이루어진다.
- [0057] 중합반응을 위해 몰드에 주입된 혼합액을 승온과정, 반응유지과정, 냉각과정을 순차적으로 진행시킬 수 있다. 승온과정은 혼합액을 10 내지 40분 동안 가열하여 상온(20~30℃)에서 100 내지 120℃까지 서서히 승온시키는 과정이다. 그리고 100 내지 120℃로 승온이 되면 10 내지 60분 동안 100 내지 120℃의 온도를 유지하면서 반응시키는 반응유지과정을 수행한다. 반응유지과정을 통해 중합반응이 진행된다. 반응유지과정이 완료되면 5 내지 30분 동안 서서히 온도를 낮추어 상온(20~30℃)까지 냉각시킨다.
- [0058] 중합반응이 완료된 후 몰드로부터 중합된 콘택트렌즈를 분리한다. 이와 같이 제조된 콘택트렌즈는 청색광의 투과를 차단할 수 있고 흡수율이 양호함과 동시에 청색광 흡수 염료가 용출되지 않아 안전하게 사용할 수 있다.
- [0059] 이하, 본 발명을 하기 실험예를 통하여 구체적으로 설명한다. 이는 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 권리 범위를 하기의 실험 예로 한정하는 것은 아니다.
- [0060] <재료의 준비>
- [0061] -하이드로겔 형성용 단량체: 2-Hydroxyethyl methacrylate(HEMA)
- [0062] -염료도입용 중합체: polyethyleneimine(PEI)
- [0063] -청색광 흡수염료: Procion Yellow MX8G,
- [0064] -개시제: 2,2'-Azobis(isobutyronitrile) (AIBN)
- [0065] -가교제: ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA)
- [0066] 위의 재료들은 Sigma Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.
- [0067] <청색광차단 폴리머의 합성>
- [0068] PEI 1g과 Procion Yellow MX8G 0.3g을 증류수 50mL에 녹이고, 상온에서 교반시킨 후 NaOH 0.5M 용액으로 pH를 8로 조정한 뒤 3시간 동안 교반하여 반응시켰다. 반응 종료 후 감압 여과하여 증류수를 제거하여 청색광차단 폴리머(B-PEI)를 얻었다.
- [0069] <콘택트렌즈 제조>
- [0070] HEMA 단량체는 진공증류를 통해 중합방지제 및 불순물을 정제 후 사용하였다. B-PEI, EGDMA 0.04g, AIBN 0.04g를 9.92g의 HEMA 용액에 녹인 후 1시간 동안 상온에서 교반하여 혼합액을 얻었다. B-PEI는 0.015g(혼합액의 0.15wt%)과 0.03g(혼합액의 0.3wt%)를 사용하였다.
- [0071] 혼합액을 콘택트렌즈 몰드에 주입하고, 120℃의 오븐에서 20분 중합하여 B-PEI 0.15wt%를 사용한 콘택트렌즈(B-PEI-0.15)와 B-PEI 0.3wt%를 사용한 콘택트렌즈(B-PEI-0.3)를 각각 제조하였다. 몰드에서 콘택트렌즈를 제거한 후, 콘택트렌즈를 3일 동안 증류수에서 세척하여 반응하지 않은 물질들을 제거하였다.
- [0072] <실험방법>
- [0073] 1. 청색광차단 세기 측정
- [0074] 제조된 콘택트렌즈의 청색광차단 세기는 흡광 스펙트럼 실험을 통해 조사하였다. 실험에 사용된 시편은 제조된 콘택트렌즈의 일부를 절단하여, 평평한 시편으로 만든 후, 2개의 투명한 슬라이드 사이에 고정시켜 UV-vis spectrophotometer (SHIMADZU UV-1650PC)를 이용하여 파장에 따른 차단율을 측정하였다. 380~450nm의 파장 범위에서 청색광차단 특성을 측정하였다.
- [0075] 2. 흡수율 측정
- [0076] 흡수율은 콘택트렌즈에 의해 흡수된 물의 양을 특정한 조건하에서 전체의 %로써 나타낸 값이다. 완전수화된 렌즈는 렌즈표면의 물기를 제거한 다음 무게를 측정하였고, 건조된 렌즈는 drying oven에서 100℃ 1시간 건조시킨 다음 무게를 측정하였다. 흡수율은 다음 식을 이용하여 퍼센트로 계산하였다. 각 시료 별로 3차례 실험을 하여, 평균값을 표시하였다.

$$\text{흡수율(\%)} = \frac{\text{완전 수화된 렌즈의 무게} - \text{완전 건조된 렌즈의 무게}}{\text{완전 수화된 렌즈의 무게}} \times 100$$

[0077]

[0078]

<실험결과>

[0079]

1. 청색광차단 폴리머의 합성 및 콘택트렌즈 제조

[0080]

청색광을 흡수하는 물질은 보색인 노란색으로 보이기 때문에, 노란색의 청색광 흡수염료를 콘택트렌즈에 고정하여 착용시 색소가 용출되지 않는 것이 중요하다. 염료도입용 중합체인 PEI는 3차원적인 구조를 가지는 multi-branched polymer이기 때문에, 하이드로겔 렌즈내의 PHEMA(폴리하이드록시에틸메타크릴레이트) 네트워크와 상호 침입 그물구조(Inter-Penetrated Network)를 형성할 수 있다. 렌즈 내에 상호 침입 그물구조의 PEI는 렌즈 밖으로 용출될 수 없기 때문에, 청색광 흡수염료를 PEI에 도입하여 렌즈로부터 용출을 방지하고자 하였다.

[0081]

실험에 사용된 청색광차단 물질은 반응성 염료인 Procion Yellow MX8G이며, $\lambda_{\max}$ (최대 흡수 파장)이 423nm인 노란색 색소이다.

[0082]

Procion Yellow MX8G는 하이드록시기(OH)와 아민기(NH₂) 등과 염기성 용액에서 공유결합을 하기 때문에, PEI에 다량 존재하는 아민 작용기에 Procion Yellow MX8G를 결합시킬 수 있었다. 형성된 노란색의 청색광차단 폴리머(B-PEI)는 청색광차단 기능이 있으며, 렌즈 내에 포함되면 상호 침입 그물구조를 형성하며 용출되지 않는다. B-PEI를 혼합액에 각각 0.15wt%와 0.3wt% 포함시켜 B-PEI-0.15와 B-PEI-0.3을 제조하였다. 그리고 제조된 렌즈로부터 Procion Yellow MX8G의 용출이 없음을 분광학적 분석을 통해 확인하였다.

[0083]

2. 콘택트렌즈 청색광차단 및 흡수율 특성 분석

[0084]

UV-Vis absorption spectroscopy 측정을 통해 합성된 B-PEI의 absorbance를 측정하였다(도4 참조). B-PEI는 423nm에서 최대흡광도를 보였으며, 이를 통해 Procion Yellow MX8G가 PEI에 결합되어 있음을 확인하였다.

[0085]

UV-Vis absorption spectroscopy를 통해 B-PEI가 적용된 콘택트렌즈들의 투과 스펙트럼을 얻은 후, 청색광(파장범위: 380~450nm)의 차단 세기를 측정하였다(도5 참조). B-PEI가 적용된 렌즈 모두 450nm 이상에서 90% 이상의 높은 가시광선 투과율을 확인할 수 있었다. 그리고 380~450nm 구간에서는 투과율이 떨어지는 것으로 나타났는데 이 구간에서 청색광의 차단 세기가 증가함을 알 수 있었다.

[0086]

B-PEI가 사용되지 않은 대조군 렌즈(control)와 B-PEI-0.15, B-PEI-0.3의 423nm에서의 투과율과 흡수율을 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

[0087]

구분	B-PEI ratio (wt%)	Transmittance at 423nm	Water contents(%)
Control	0.00	97.80±0.21	38.50±1.50
B-PEI-0.15	0.15	89.90±0.24	39.10±1.20
B-PEI-0.3	0.30	80.30±0.18	39.20±2.10

[0088]

상기 표 1을 참조하면, 423nm에서의 콘택트렌즈의 투과율이 대조군은 97.8%임에 반해 B-PEI의 함량이 0.15와 0.3wt%일 경우 각각 89.9와 80.3%였으며, 이는 B-PEI의 함량과 비례하게 청색광 차단 세기가 증가함을 확인시켜 주는 결과이다.

[0089]

콘택트렌즈의 흡수율은 가시광선 투과율과 함께 중요한 물성이며, 콘택트렌즈의 착용감, 탄성, 기계적 강도 등에 큰 영향을 미친다. 흡수율은 렌즈 당 3번씩 측정한 값을 평균하여 얻었다. 측정 결과, 모든 렌즈 시료에서 평균 흡수율은 약 39%로 나타났으며, 이는 B-PEI 함량이 흡수율에 거의 영향을 주지 않음을 보여주는 것이다. 이는 B-PEI가 자체적으로 친수성이 우수하며, 0.3wt%이하로 매우 소량이 렌즈 배합에 첨가되었기 때문이다.

[0090]

이상의 실험을 통해, 반응성 염료를 사용하여 청색광차단 콘택트렌즈를 제조하고 청색광차단 특성을 분석하였다. 노란색의 반응성 염료 Procion Yellow MX8G는 청색광을 흡수하며, 염기성 용매하에서 친핵성 작용기를 포함하는 분자와 결합할 수 있다. 아민 작용기가 다량으로 존재하는 PEI에 Procion Yellow MX8G를 화학적 결합으로 연결하여 청색광차단 고분자(B-PEI)를 합성하였다. B-PEI를 콘택트렌즈 소재 배합에 섞어 콘택트렌즈를 제조하였고, B-PEI함량에 따라 흡수율과 청색광차단 특성을 분석하였다. B-PEI가 0.15~0.3wt% 포함되어도 대조군에 비교하면 흡수율에서 의미있는 차이가 없음을 확인하였다. B-PEI의 함량이 증가할수록 $\lambda_{\max}$ (423nm)에서

의 차단 세기가 증가함을 확인할 수 있었다. 합성된 B-PEI는 기존의 렌즈 제조 공정에 그대로 적용할 수 있어 상업적으로 응용성이 큰 소재로 평가된다. 합성된 청색광차단 폴리머는 안의료용 하이드로겔 콘택트렌즈의 개발 뿐 아니라 안경렌즈, 보안경 등에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

[0091]

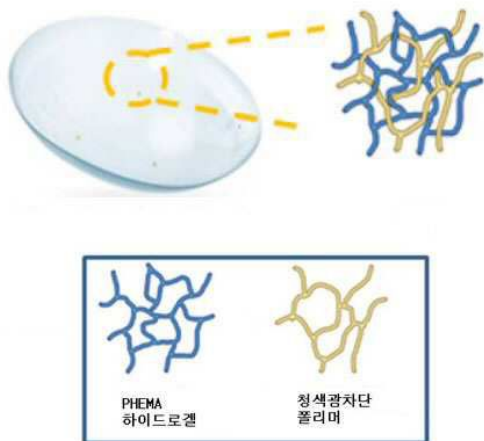
이상에서 본 발명은 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

도면1



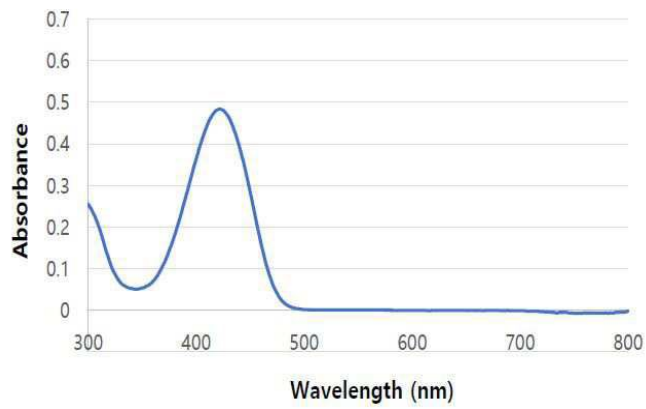
도면2



도면3



도면4



도면5

