

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2025-0079902
(43) 공개일자 2025년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08G 64/02 (2006.01) B32B 27/36 (2006.01)
C08G 64/18 (2006.01) C08G 64/42 (2006.01)
C08L 69/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08G 64/0208 (2013.01)
B32B 27/365 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-0172187

(22) 출원일자 2024년11월27일

심사청구일자 2024년11월27일

(30) 우선권주장

1020230167016 2023년11월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이규백

서울특별시 성북구 성북로4길 52 (돈암동, 한신한진아파트)

우한영

서울특별시 강남구 광평로10길 15 (일원동, 상록수아파트)

정상영

서울특별시 동대문구 한천로11나길 5-1 (답십리동)

(74) 대리인

특허법인(유)남아이피그룹

전체 청구항 수 : 총 22 항

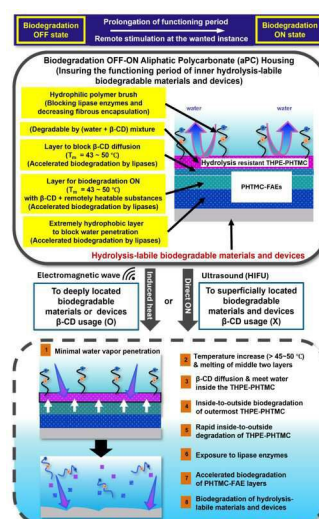
(54) 발명의 명칭 생분해 오프-온을 포함하는 다양한 방법으로 생분해 속도 조절이 가능한 신규한 폴리카보네이트계 트계 고분자 및 이의 응용

(57) 요약

본 개시는 생분해 오프-온을 포함하는 다양한 방법으로 생분해 속도 조절이 가능한 신규한 폴리카보네이트계 고분자 및 이의 응용에 관한 것이다.

본 개시의 일 예에 따른 폴리카보네이트계 고분자는 약물 전달체, 수분 초흡수 생분해성 소재, 환경 친화 생분해성 소재 등으로 응용 가능할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 예에 따른 소수성 폴리카보네이트계 고분자는 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해를 원하는 시점까지 차단(off)하고, 원하는 시점에 촉발(on)할 수 있는 바, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자를 포함하는 생분해 오프-온 소재는 약물 전달, 인체 이식용 생분해성 의료기기, 환경 감시용 생분해성 장치, 바이오 플라스틱, 시한성 전자소자(transient electronics) 등에 응용 가능할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08G 64/18 (2013.01)

C08G 64/42 (2013.01)

C08L 69/00 (2013.01)

B32B 2307/7163 (2013.01)

C08G 2230/00 (2013.01)

C08L 2201/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415187418

과제번호 20025740

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술기획평가원

연구사업명 산업기술알키미스트프로젝트사업

연구과제명 지방족 폴리카보네이트 계열 생분해 ON OFF 기능 바이오 플라스틱 개발과 고부가 가치 응용 분야 발굴

과제수행기관명 고려대학교산학협력단

연구기간 2023.04.01 ~ 2023.12.31

명세서

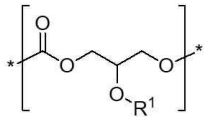
청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 반복단위를 포함하는, 폴리카보네이트계 고분자로서,

상기 폴리카보네이트계 고분자는 인위적인 자극에 의해 R^1 이 이탈되며 히드록시기가 회복되는 것인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

R^1 은 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기; $-\text{Si}(\text{R}^2)(\text{R}^3)(\text{R}^4)$ 인 실릴기; $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}^7_2$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설폰기;이고,

R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소, (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기이되, R^2 내지 R^4 중 적어도 하나는 (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기이며,

R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C40)알킬기, (C3-C40)알케닐기, (C3-C40)알키닐기, (C3-C40)시클로알킬기, (C3-C40)헤테로시클로알킬기, (C6-C40)아릴기, (C3-C40)헤테로아릴기, (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기, (C1-C40)알킬(C6-C40)아릴기 또는 친수성 고분자로부터 유래된 치환기이고,

*는 결합 부위이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 폴리카보네이트계 고분자는 소수성 폴리카보네이트계 고분자인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 폴리카보네이트계 고분자는,

가수분해 내성 폴리카보네이트계 고분자이고, R^1 이 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; 또는 (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기;인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 R^1 은 사슬형(C3-C20)알킬기; 분지형(C3-C20)알킬기; (C3-C20)시클로알킬기; (C3-C20)헤테로시클로알킬기;

(C1-C20)알콕시(C1-C20)알킬기; (C3-C20)알케닐기; $-\text{Si}(\text{R}^2)(\text{R}^3)(\text{R}^4)$ 인 실릴기; $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}_2^7$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설폰기;이고,

R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기 또는 (C6-C20)아릴기이며,

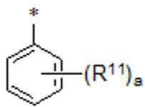
R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)알케닐기, (C3-C20)알키닐기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, (C6-C20)아릴기, (C3-C20)헤테로아릴기, (C6-C20)아릴(C1-C20)알킬기 또는 (C1-C20)알킬(C6-C20)아릴기인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 5

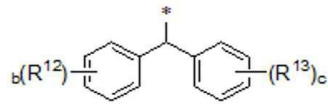
제2항에 있어서,

상기 R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, 하기 화학식 3으로 표현되는 치환기 및 하기 화학식 4로 표현되는 치환기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자:

[화학식 3]



[화학식 4]



R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 (C1-C7)알킬기이며;

a 내지 c는 각각 독립적으로 0 내지 3에서 선택되는 정수이다.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 브러시로 그래프팅된 것인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 친수성 브러시는,

프비터이온을 포함하는 (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인 또는 이들의 조합인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자의 수평균 분자량(M_n)은 10,000 내지 1,000,000 g/mol인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자는 녹는점이 43 내지 50℃인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 폴리카보네이트계 고분자로서,

상기 화학식 1에서 R^1 은 $-C(=O)R^5$, $-C(=O)NHR^6$, $-C(=O)NR^7_2$ 또는 $-C(=O)OR^8$ 인 아실기; 또는 $-S(=O)_2R^9$ 인 설폰기이고;

R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 친수성 고분자로부터 유래된 치환기인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 친수성 고분자는 $(CH_2CH_2O)_{1-40}$ 에틸렌글리콜; $((CH_2CH_2O)_{1-40})_2$ 디에틸렌글리콜; 분지형 $(CH_2CH_2O)_{1-40}$ 에틸렌글리콜; $(C1-40)$ 알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; $(C1-40)$ 알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; $(C1-40)$ 알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; $(C1-40)$ 알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; $(C1-40)$ 알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; $(C1-40)$ 알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; $(CH_2COH)_{1-40}$ 비닐알콜; $((CH_2COH)_{1-40})_2$ 디비닐알콜; 분지형 $(CH_2COH)_{1-40}$ 비닐알콜; $(CH_2COOH)_{1-40}$ 아크릴산; $((CH_2COOH)_{1-40})_2$ 디아크릴산; 분지형 $(CH_2COOH)_{1-40}$ 아크릴산; $(CH_2COOM)_{1-40}$ 아크릴산염; $((CH_2COOM)_{1-40})_2$ 디아크릴산염; 분지형 $(CH_2COOM)_{1-40}$ 아크릴산염; $(CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40}$ 메트아크릴산; $((CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40}$ 메트아크릴산; $(CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $((CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산염; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $((CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40})_2$ 디2-프로필아크릴산; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산염; $((CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40})_2$ 디2-프로필아크릴산염; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산염; $(CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40})_2$ 디N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40})_2$ 디히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40})_2$ 디2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $(CH_2C(-OSO_3M))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $((CH_2C(-OSO_3M))_{1-40})_2$ 디비닐설페이트염; 분지형 $(CH_2C(-OSO_3M))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $(CH_2-4-C_6H_5SO_3H)_{1-40}$ 4-스티렌설포산; $((CH_2-4-C_6H_5SO_3H)_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포산; 분지형 $(CH_2-4-C_6H_5SO_3H)_{1-40}$ 4-스티렌설포산; $(CH_2-4-C_6H_5SO_3NH_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $((CH_2-4-C_6H_5SO_3NH_4)_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $(CH_2-4-C_6H_5SO_3NH_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $(CH_2C_6H_5SO_3M)_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $((CH_2C_6H_5SO_3M)_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포네이트염; 분지형 $(CH_2C_6H_5SO_3M)_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $(CHCH_2NH_2)_{1-40}$ 알킬아민; $((CHCH_2NH_2)_{1-40})_2$ 디아킬아민; 분지형 $(CHCH_2NH_2)_{1-40}$ 알킬아민; $(CHCH_2NH_2 \cdot HCl)_{1-40}$ 알킬아민염산; $((CHCH_2NH_2 \cdot HCl)_{1-40})_2$ 디아킬아민염산; 분지형 $(CHCH_2NH_2 \cdot HCl)_{1-40}$ 알킬아민염산; $(CH_2N(CH_2CH_2N)_{1-2})$ 또는 $(CH_2CH_2N(CH_2CH_2NH_2)_2)CH_2CH_2NHCH_2)_{1-40}$ 에틸렌이민; $((CH_2N(CH_2CH_2N)_{1-2})$ 또는

$(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 디에틸렌이민; $(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 디에틸렌이민염산; $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 디비닐설포산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}\text{N}$ -이소프로필아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_2$ 디N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}\text{N}$ -이소프로필아크릴아미드; $(\text{CH}_2(\text{cyclic} \text{ CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 테트라메틸피롤리디움클로라이드; $((\text{CH}_2(\text{cyclic} \text{ CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40})_2$ 디테트라메틸피롤리디움클로라이드; 분지형 $(\text{CH}_2(\text{cyclic} \text{ CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 테트라메틸피롤리디움클로라이드; $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40}$ 실릴에틸렌글리콜; 분지형 $\text{SiH}_2((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌글리콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌글리콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; 분지형 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐알콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐알콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_2$ 실릴디(2-프로필아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-프로필아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_2$ 실릴디(2-프로필아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-프로필아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40})_2$ 실릴디(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40})_3$ 실릴트리(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40})_2$ 실릴디(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설페이트염); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설페이트염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포네이트염; 분지형

$\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴 4-스티렌설포네이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포네이트염);
 $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포네이트염); $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민); $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민); $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민염산); $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민 · 염산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민 · 염산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민 · 염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴비닐설포산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴디비닐설포산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설포산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설포산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴디아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2)_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2)_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2)_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로라이드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로라이드; $\text{SiH}((\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2$ 실릴디(테트라메틸피롤리디움클로라이드); 및 $\text{Si}((\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_3$ 실릴트리(테트라메틸피롤리디움클로라이드);로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자.

청구항 12

제2항 내지 제9항에서 선택되는 어느 한 항의 폴리카보네이트계 고분자를 포함하는, 생분해성 조성물.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 생분해성 조성물은,

원격 촉발 발열원, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 더 포함하는, 생분해성 조성물.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 원격 촉발 발열원은,

적외선 흡수 염료, 자성입자 및 전기소자로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함하는, 생분해성 조성물.

청구항 15

제12항의 생분해성 조성물로부터 제조되는, 수분 차단용 생분해성 소재.

청구항 16

제12항의 생분해성 조성물로부터 제조되는, 가수분해 내성 생분해성 소재.

청구항 17

제15항의 수분 차단용 생분해성 소재; 및 제16항의 가수분해 내성 생분해성 소재;를 포함하는, 생분해 오프-온 소재.

청구항 18

제17항에 있어서,

하나 또는 둘 이상의 생분해 촉발층;을 더 포함하는, 생분해 오프-온 소재.

청구항 19

가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 가수분해 내성층을 형성하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 오프(off)하는 단계; 및

상기 수분 차단층 및 상기 가수분해 내성층으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상에 인위적인 자극을 가하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 온(on)하는 단계;를 포함하는, 생분해 오프-온 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 인위적인 자극은,

전자기와 에너지, 열에너지, 초음파 에너지, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나 이상인, 생분해 오프-온 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 생분해성을 오프(off)하는 단계는,

상기 가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 상기 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 생분해 촉발층을 형성한 후, 상기 생분해 촉발층 표면의 전부 또는 일부에 상기 가수분해 내성층을 형성하는 것인, 생분해 오프-온 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 생분해성을 온(on)하는 단계는,

상기 생분해 촉발층에 인위적인 자극을 가하는 것인, 생분해 오프-온 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 개시는 생분해 오프-온을 포함하는 다양한 방법으로 생분해 속도 조절이 가능한 신규한 폴리카보네이트계 고분자 및 이의 응용에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

생분해성(biodegradable) 소재는 의학 분야뿐만 아니라, 생분해성 플라스틱을 활용한 포장재, 자동차 부품, 전자기 부품, 건축 재료 등 다양한 분야에 적용되고 있다. 생분해성 소재 중 바이오플라스틱은, 연 생산량이, 2022년 222만톤에서 2028년 630만톤으로, 약 3배 가까이 증가할 것으로 예상된다. 특히, 인체 또는 환경을 위하여 사용되는 가수분해 취약 생분해성 바이오플라스틱인, 폴리락티드(poly lactide, PLA) 계열 고분자나 폴리히드록시알카노에이트(polyhydroxyalkanoate, PHA) 계열 고분자는, 점유율이 2022년 24.6%이며, 2028년에는 절반에 가까운 46.8%를 차지할 것으로 예측된다. 최근 전세계적으로 환경오염 문제가 대두되면서, 생분해성 소재에 대

한 연구가 더욱 활발해지고 있다.

- [0003] 이러한 생분해성 소재는 분해가 필요한 시점까지 생분해를 차단하여 원하는 기간까지 생분해를 연장할 필요가 있다. 현재 활발히 사용되는 생분성 소재의 생분해 기전 대부분은 가수분해이며, 수분 침투를 차단하여 생분해성 소재의 사용기간을 연장할 수 있으나, 현재 사용되는 수분 투과 억제방법은 금속 박막 코팅 등 생분해가 불가능한 방법이 사용되고 있어, 생분해성 소재와 기간 연장 수단 사이에 모순이 존재한다. 또한, 생분해성 소재의 기간 연장 수단으로써 생분해 소재의 화학적 특성을 개질하는 방안이 있으나 이는 생분해 속도를 조절할 수 있을 뿐 생분해 시점을 조절하기는 어려운 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0994150호(2004.05.13)

발명의 내용

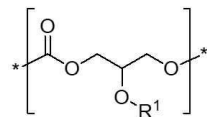
해결하려는 과제

- [0005] 본 개시의 주요 목적은 신규한 구조의 폴리카보네이트계 고분자 및 이를 이용하여 생분해 시점 조절이 가능한 생분해 오프-온 소재를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 개시는 하기 화학식 1로 표시되는 반복단위를 포함하는, 폴리카보네이트계 고분자로서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 인위적인 자극에 의해 R^1 이 이탈되며 히드록시기가 회복되는 것인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자를 제공한다.

- [0007] [화학식 1]



- [0008]
- [0009] 상기 화학식 1에서, R^1 은 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기; $-\text{Si}(\text{R}^2)(\text{R}^3)(\text{R}^4)$ 인 실릴기; $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}^7_2$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설포닐기;일 수 있고, R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소, (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기이되, R^2 내지 R^4 중 적어도 하나는 (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기일 수 있으며, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C40)알킬기, (C3-C40)알케닐기, (C3-C40)알키닐기, (C3-C40)시클로알킬기, (C3-C40)헤테로시클로알킬기, (C6-C40)아릴기, (C3-C40)헤테로아릴기, (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기, (C1-C40)알킬(C6-C40)아릴기 또는 친수성 고분자로부터 유래된 치환기일 수 있고, *는 결합 부위이다.

- [0010] 본 개시의 일 예에 따른 상기 폴리카보네이트계 고분자는 소수성 폴리카보네이트계 고분자일 수 있다.

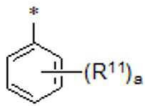
- [0011] 본 개시의 일 예에 따른 상기 폴리카보네이트계 고분자는 가수분해 내성 폴리카보네이트계 고분자이고, R^1 이 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; 또는 (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기;일 수 있다.

- [0012] 본 개시의 일 예에 따른 상기 R^1 은 사슬형(C3-C20)알킬기; 분지형(C3-C20)알킬기; (C3-C20)시클로알킬기; (C3-

(C20)헤테로시클로알킬기; (C1-C20)알콕시(C1-C20)알킬기; (C3-C20)알케닐기; $-\text{Si}(\text{R}^2)(\text{R}^3)(\text{R}^4)$ 인 실릴기; $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}_2^7$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설폰기;일 수 있고, R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기 또는 (C6-C20)아릴기일 수 있으며, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)알케닐기, (C3-C20)알키닐기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, (C6-C20)아릴기, (C3-C20)헤테로아릴기, (C6-C20)아릴(C1-C20)알킬기 또는 (C1-C20)알킬(C6-C20)아릴기일 수 있다.

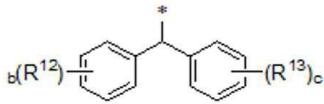
[0013] 본 개시의 일 예에 따른 상기 R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, 하기 화학식 3으로 표현되는 치환기 및 하기 화학식 4로 표현되는 치환기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0014] [화학식 3]



[0015]

[0016] [화학식 4]



[0017]

[0018] R^{11} 내지 R^{13} 는 각각 독립적으로 (C1-C7)알킬기일 수 있으며, a 내지 c는 각각 독립적으로 0 내지 3에서 선택되는 정수일 수 있다.

[0019] 본 개시의 일 예에 따른 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 브러시로 그래프팅된 것일 수 있다.

[0020] 본 개시의 일 예에 따른 상기 친수성 브러시는, 쯔비터이온을 포함하는 (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0021] 본 개시의 일 예에 따른 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자의 수평균 분자량(M_n)은 10,000 내지 1,000,000 g/mol일 수 있다.

[0022] 본 개시의 일 예에 따른 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자의 녹는점은 43 내지 50 °C일 수 있다.

[0023] 본 개시의 일 예에 따른 상기 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 폴리카보네이트계 고분자로서, 상기 화학식 1에서 R^1 은 $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}_2^7$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설폰기일 수 있고, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 친수성 고분자로부터 유래된 치환기일 수 있다.

[0024] 본 개시의 일 예에 따른 상기 친수성 고분자는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40}$ 에틸렌글리콜; $((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_2$ 디에틸렌글리콜; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40}$ 에틸렌글리콜; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; $(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 비닐알콜; $((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_2$ 디비닐알콜; 분지형 $(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 비닐알콜; $(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 아크릴산; $((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_2$ 디아크릴산; 분지형 $(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 아크릴산; $(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 아크릴산염; $((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_2$ 디아크릴산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 아크릴산염;

$(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 메트아크릴산; $((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 메트아크릴산; $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_2$ 디 2-프로필아크릴산; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산 염; $((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_2$ 디 2-프로필아크릴산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산염; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_2$ 디 N-이소프로필 아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40})_2$ 디히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH})))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40})_2$ 디 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{C}(\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $((\text{CH}_2\text{C}(\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_2$ 디비닐설페이트염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}(\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 4-스티렌설포산; $((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_2$ 디 4-스티렌설포산; 분지형 $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 4-스티렌설포산; $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_2$ 디 4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 디 4-스티렌설포네이트염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 알킬아민; $((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 디알킬아민; 분지형 $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 알킬아민; $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 알킬아민염산; $((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_2$ 디알킬아민염산; 분지형 $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 알킬아민염산; $(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 에틸렌이민; $((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 디에틸렌이민; $(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_{1-2}$ 디에틸렌이민염산; $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 디비닐설포산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_2$ 디 N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $(\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 테트라메틸피롤리디늄클로라이드; $((\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40})_2$ 디테트라메틸피롤리디늄클로라이드; 분지형 $(\text{CH}_2(\text{cyclic } \text{CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 테트라메틸피롤리디늄클로라이드; $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40}$ 실릴에틸렌글리콜; 분지형 $\text{SiH}_2((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})$ 실릴에틸렌글리콜; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌글리콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌글리콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; 분지형 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐알콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐알콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴 2-프로필아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴 2-프로필아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_2$ 실릴디(2-프로필아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-프로필아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴 2-프로필아크릴산염;

분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산염; $\text{SiH}(((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_2)$ 실릴디(2-프로필아크릴산염); $\text{Si}(((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_3)$ 실릴트리(2-프로필아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40})_2$ 실릴디(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3))_{1-40})_2$ 실릴디(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설페이트염); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설페이트염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포네이트염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포네이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포네이트염); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포네이트염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민염산); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}))_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}))_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl}))_{1-2}$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민 · 염산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl}))_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민 · 염산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl}))_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}))_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민 · 염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴비닐설포산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴비닐설포산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설포산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설포산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2))_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로리드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40}$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로리드; $\text{SiH}((\text{CH}_2(\text{cyclic SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40})_2$ 실릴디(테트라메틸피롤리디움클로리드); 및 $\text{Si}((\text{CH}_2(\text{cyclic SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-))_{1-40})_3$ 실릴트리(테트라메틸피롤리디움클로리드);로 이

루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.

- [0025] 또한, 본 개시는 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자를 포함하는, 생분해성 조성물을 제공한다.
- [0026] 본 개시의 일 예에 따른 상기 생분해성 조성물은, 원격 촉발 발열원, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 개시의 일 예에 따른 상기 원격 촉발 발열원은, 적외선 흡수 염료, 자성입자 및 전기소자로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 개시는 상기 생분해성 조성물로부터 제조되는, 수분 차단용 생분해성 소재를 제공한다.
- [0029] 또한, 본 개시는 상기 생분해성 조성물로부터 제조되는, 가수분해 내성 생분해성 소재를 제공한다.
- [0030] 또한, 본 개시는 상기 수분 차단용 생분해성 소재; 및 상기 가수분해 내성 생분해성 소재;를 포함하는, 생분해 오프-온 소재를 제공한다.
- [0031] 본 개시의 일 예에 따른 상기 생분해 오프-온 소재는 하나 또는 둘 이상의 생분해 촉발층;을 더 포함할 수 있다.
- [0032] 또한, 본 개시는 가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 가수분해 내성층을 형성하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 오프(off)하는 단계; 및 상기 수분 차단층 및 상기 가수분해 내성층으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상에 인위적인 자극을 가하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 온(on)하는 단계;를 포함하는, 생분해 오프-온 방법을 제공한다.
- [0033] 본 개시의 일 예에 따른 상기 인위적인 자극은, 전자기파 에너지, 열에너지, 초음파 에너지, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0034] 본 개시의 일 예에 따른 상기 생분해성을 오프(off)하는 단계는 상기 가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 상기 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 생분해 촉발층을 형성한 후, 상기 생분해 촉발층 표면의 전부 또는 일부에 상기 가수분해 내성층을 형성하는 것일 수 있다.
- [0035] 본 개시의 일 예에 따른 생분해성을 온(on)하는 단계는 상기 생분해 촉발층에 인위적인 자극을 가하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 개시의 일 예에 따른 폴리카보네이트계 고분자는 특정 부위의 화학 구조를 바꾸어서, 가수분해 내성, 녹는점, 수분 투과 저항성, 가수분해 속도 및 지방분해 효소에 의한 분해 특성을 변화시킬 수 있다.
- [0037] 본 개시의 일 예에 따른 폴리카보네이트계 고분자는 가수분해 취약 소재 보호용 외피 소재, 약물 전달체, 수분 초흡수 생분해성 소재 및 환경 친화 생분해성 소재 등으로 응용 가능할 수 있다.
- [0038] 본 개시의 일 예에 따른 소수성 폴리카보네이트계 고분자를 활용하면 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해를, 원하는 시점까지 차단(off)하고 원하는 시점에 촉발(on)할 수 있다.
- [0039] 본 개시의 일 예에 따른 소수성 폴리카보네이트계 고분자를 포함하는 생분해 오프-온 소재는 약물 전달, 인체 이식용 생분해성 의료기기, 환경 감시용 생분해성 장치, 바이오 플라스틱 및 시한성 전자소자(transient electronics) 등에 응용 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1은 본 개시의 일 예에 따른 생분해 오프-온 소재를 도식화한 것이다.
- 도 2는 본 개시의 일 예에 따른 폴리카보네이트계 고분자의 생분해 오프-온 여부를 확인한 실험 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 본 명세서에서 달리 정의되지 않는 한, 모든 기술적 용어 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 당업자에 의해 일반적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 갖는다. 본 명세서에서 설명에 사용되는 용어는 단지 특정 구체예를 효과적으로 기술하기 위함이고 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다.

[0042] 본 명세서에서 사용되는 단수 형태는 문맥에서 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도할 수 있다.

[0043] 본 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함한다", "구비한다", "함유한다", 또는 "가진다"는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미하며, 추가로 열거되어 있지 않은 요소, 재료 또는 공정을 배제하지 않는다.

[0044] 본 명세서에서 사용되는 수치 범위는 하한치와 상한치와 그 범위 내에서의 모든 값, 정의되는 범위의 형태와 폭에서 논리적으로 유도되는 증분, 이중 한정된 모든 값 및 서로 다른 형태로 한정된 수치 범위의 상한 및 하한의 모든 가능한 조합을 포함한다. 본 명세서에서 특별한 정의가 없는 한 실험 오차 또는 값의 반올림으로 인해 발생할 가능성이 있는 수치범위 외의 값 역시 정의된 수치범위에 포함된다.

[0045] 본 명세서에서 특별한 정의가 없는 한, "약"은 명시된 값의 30%, 25%, 20%, 15%, 10% 또는 5% 이내의 값으로 고려될 수 있다.

[0046] 본 명세서의 용어 "생분해 오프-온 소재"는 원하는 시점까지 생분해성 소재의 생분해를 차단(off)하고, 원하는 시점에 생분해성 소재의 생분해를 유발(on)할 수 있는 소재를 의미한다.

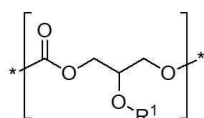
[0047] 본 명세서의 용어 "치환"은 화합물에 포함된 탄소와 연결된 수소의 전부 또는 일부가 다른 원소 또는 치환기로 치환된 것을 의미할 수 있고, "비치환"은 화합물에 포함된 탄소와 연결된 수소의 전부가 치환되지 않은 것을 의미할 수 있다.

[0048] 본 명세서 내에서 공통적으로 사용되는 용어는 따로 정의하지 않는 이상 동일한 의미로 사용되는 것일 수 있다.

[0049] 이하에서는, 본 개시에 대해 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 이는 예시적인 것이 불과하고 본 개시가 예시적으로 설명된 구체적인 실시형태로 제한되는 것은 아니다.

[0050] 본 개시는 하기 화학식 1로 표시되는 반복단위를 포함하는, 폴리카보네이트계 고분자로서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 외부 자극에 의해 R^1 이 이탈되며 히드록시기가 회복되는 것인, 신규한 폴리카보네이트계 고분자를 제공한다.

[0051] [화학식 1]



[0052]

[0053] 상기 화학식 1에서, R^1 은 벤질기, (C1-C2)알킬기, 3-[(2-히드록시에틸)티올]프로필기 및 알릴기를 제외한, 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기; $-\text{Si}(\text{R}^2)(\text{R}^3)(\text{R}^4)$ 인 실릴기; $-\text{C}(=\text{O})\text{R}^5$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NHR}^6$, $-\text{C}(=\text{O})\text{NR}_2^7$ 또는 $-\text{C}(=\text{O})\text{OR}^8$ 인 아실기; 또는 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{R}^9$ 인 설폰기;일 수 있고, R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 수소, (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기이되, R^2 내지 R^4 중 적어도 하나는 (C1-C40)알킬기 또는 (C6-C40)아릴기일 수 있으며, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C40)알킬기, (C3-C40)알케닐기, (C3-C40)알키닐기, (C3-C40)시클로알킬기, (C3-C40)헤테로시클로알킬기, (C6-C40)아릴기, (C3-C40)헤테로아릴기, (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기 (C1-C40)알킬(C6-C40)아릴기 또는 친수성 고분자로부터 유래된 치환기일 수 있고, *는 결합 부위이다. R^1 이 이를 만족하는 경우, 촉매 존재 하에 진행되는 수소화 반응이 아닌 온화한 반응에 의해서도 상기 폴리카보네이트계 고분자가 히드록시기를 회복할 수 있다.

[0054] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 (C3-C40)헤테로시클로알킬기는 치환 또는 비치환된 것일 수 있고, 구체적인 일 예로서 치환 또는 비치환된 (C3-C40)헤테로시클로알킬기는 하기 화학식 2로 표현되는 것일 수 있다.

[0055] [화학식 2]



[0056]

[0057] 상기 비치환된 (C3-C40)헤테로시클로알킬기는 X_1 이 -O- 또는 -S-일 수 있다. 상기 치환된 (C3-C40)헤테로시클로알킬기는 X_1 이 -O- 또는 -S- 이면서, X^1 이외의 탄소로부터, 알켄기(-C=C), 알킨기(-C≡C), 할라이드기(-X), 알코올기(-OH), 티올기(-SH), 아민기(-NH₂), 아마이드기(-CONH), 알데히드기(-CHO), 카르복실기(-COOH), 아지드기(-C≡N), (C1-C8)알콕시기(-OR), -(C6-C20)아릴기, (C3-C20)헤테로아릴기 또는 (C6-C20)아릴(C1-C10)알킬기가, (C1-C7)알킬기로 연결된 것일 수 있다.

[0058] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 인위적인 자극은 전자기파 에너지, 열에너지, 초음파 에너지, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나 이상일 수 있다.

[0059] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 효소는 리파아제(Lipase), 포스포리파아제(Phospholipase), 콜레스테릴 에스테레이즈(Cholesteryl esterase), 마그네슘 활성 리파아제(Magnesium-dependent lipase) 및 지방산 가수분해효소(Fatty Acid Hydrolase)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 촉매는 베타 사이클로 텍스트린일 수 있으나, 이와 동일 또는 유사한 기능을 수행할 수 있는 촉매라면 이에 제한되는 것은 아니다.

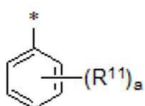
[0061] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 소수성 폴리카보네이트계 고분자일 수 있다.

[0062] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 가수분해 내성 폴리카보네이트계 고분자이고, R^1 이 상기 폴리카보네이트계 고분자는 R^1 이 사슬형(C3-C40)알킬기; 분지형(C3-C40)알킬기; (C3-C40)시클로알킬기; (C3-C40)헤테로시클로알킬기; (C3-C40)알케닐기; (C3-C40)알키닐기; (C1-C40)헤테로알킬기; (C6-C40)아릴기; (C3-C40)헤테로아릴기; (C6-C40)아릴(C1-C40)알킬기; 또는 (C2-C40)알킬(C6-C40)아릴기일 수 있다. 이를 만족하는 경우 가수분해 내성이 특히 강할 수 있다.

[0063] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자에 있어서, 상기 화학식 1에서 R^1 은 사슬형(C3-C20)알킬기; 분지형(C3-C20)알킬기; (C3-C20)시클로알킬기; (C3-C20)헤테로시클로알킬기; (C1-C20)알콕시(C1-C20)알킬기; (C3-C20)알케닐기; -Si(R^2)(R^3)(R^4)인 실릴기; -C(=O) R^5 , -C(=O)NHR⁶, -C(=O)NR₂⁷ 또는 -C(=O)OR⁸인 아실기; 또는 -S(=O)₂ R^9 인 설폰기;일 수 있고, R^2 내지 R^4 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기 또는 (C6-C20)아릴기일 수 있으며, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)알케닐기, (C3-C20)알키닐기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, (C6-C20)아릴기, (C3-C20)헤테로아릴기, (C6-C20)아릴(C1-C20)알킬기 또는 (C1-C20)알킬(C6-C20)아릴기일 수 있다.

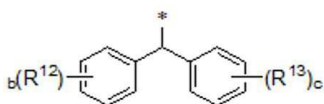
[0064] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자에 있어서, 상기 화학식 1에서 R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 (C1-C20)알킬기, (C3-C20)시클로알킬기, (C3-C20)헤테로시클로알킬기, 하기 화학식 3으로 표현되는 치환기 및 하기 화학식 4로 표현되는 치환기로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0065] [화학식 3]



[0066]

[0067] [화학식 4]



[0068]

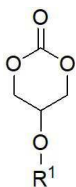
- [0069] R^{11} 내지 R^{13} 은 각각 독립적으로 (C1-C7)알킬기일 수 있으며, a 내지 c는 각각 독립적으로 0 내지 3에서 선택되는 정수일 수 있다.
- [0070] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 브러시로 그래프팅된 것일 수 있다. 이를 만족하는 경우, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자가, 지방 분해 효소가 존재하는 체내 환경과 같은 조건에서 원하는 시점 이전에 분해되는 것을 방지할 수 있다.
- [0071] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 친수성 브러시는, 쯔비터이온을 포함하는 (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인, (C1-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인, (C1-200)알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂, 분지형 (C2-200)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0072] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자의 수평균 분자량(M_n)은 10,000 내지 1,000,000 g/mol, 구체적으로 15,000 내지 800,000 g/mol 일 수 있으나, 본 개시의 목적을 달성할 수 있는 한 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0073] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자의 녹는점은 43 내지 50℃ 일 수 있다. 이를 만족하는 경우 인체 독성을 나타내지 않고 고분자가 열에 의해 액체상으로 전이될 수 있다.
- [0074] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 친수성 폴리카보네이트계 고분자로서, 상기 화학식 1에서 R^1 은 $-C(=O)R^5$, $-C(=O)NHR^6$, $-C(=O)NR^7_2$ 또는 $-C(=O)OR^8$ 인 아실기; 또는 $-S(=O)_2R^9$ 인 설포닐기일 수 있고, R^5 내지 R^9 는 각각 독립적으로 친수성 고분자로부터 유래된 치환기일 수 있다.
- [0075] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 친수성 고분자는 $(CH_2CH_2O)_{1-40}$ 에틸렌글리콜; $((CH_2CH_2O)_{1-40})_2$ 디에틸렌글리콜; 분지형 $(CH_2CH_2O)_{1-40}$ 에틸렌글리콜; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬설포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬설포베테인; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬카르복시베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬카르복시베테인; (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; (C1-40)알킬((C4-10)헤테로알킬카르포스포베테인)₂; 분지형 (C1-40)알킬(C4-10)헤테로알킬포스포베테인; $(CH_2COH)_{1-40}$ 비닐알콜; $((CH_2COH)_{1-40})_2$ 디비닐알콜; 분지형 $(CH_2COH)_{1-40}$ 비닐알콜; $(CH_2COOH)_{1-40}$ 아크릴산; $((CH_2COOH)_{1-40})_2$ 디아크릴산; 분지형 $(CH_2COOH)_{1-40}$ 아크릴산; $(CH_2COOM)_{1-40}$ 아크릴산염; $((CH_2COOM)_{1-40})_2$ 디아크릴산염; 분지형 $(CH_2COOM)_{1-40}$ 아크릴산염; $(CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40}$ 메트아크릴산; $((CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=OOH)))_{1-40}$ 메트아크릴산; $(CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $((CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40})_2$ 디메트아크릴산염; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=OOM)))_{1-40}$ 메트아크릴산염; $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $((CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40})_2$ 디2-프로필아크릴산; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OH))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산; $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산염; $((CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40})_2$ 디2-프로필아크릴산염; 분지형 $(CH_2C(CH_3)(C(=O)OM))_{1-40}$ 2-프로필아크릴산염; $(CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=O)NH_2))_{1-40}$ 아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40})_2$ 디N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=O)NH(CH(CH_3)_2)))_{1-40}$ N-이소프로필아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40})_2$ 디히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH_2OH)))_{1-40}$ 히드록시에틸메트아크릴아미드; $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $((CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40})_2$ 디2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $(CH_2CH(C(=ONHCH_2CH(OH)CH_3)))_{1-40}$ 2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $(CH_2C(-OSO_3M))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $((CH_2C(-OSO_3M))_{1-40})_2$ 디비닐설페이트염; 분지형 $(CH_2C(-OSO_3M))_{1-40}$ 비닐설페이트염; $(CH_2-4-C_6H_6SO_3H)_{1-40}$ 4-스티렌설포산;

$((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포산; 분지형 $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 4-스티렌설포산; $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 4-스티렌설포산암모늄염; $(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 디4-스티렌설포네이트염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 4-스티렌설포네이트염; $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 알킬아민; $((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 디알킬아민; 분지형 $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 알킬아민; $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 알킬아민염산; $((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_2$ 디알킬아민염산; 분지형 $(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 알킬아민염산; $(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 에틸렌이민; $((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 디에틸렌이민; $(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 에틸렌이민염산; $((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 디에틸렌이민염산; $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 디비닐설포산염; 분지형 $(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 비닐설포산염; $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $((\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 디아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 아크릴아미드; $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}\text{N-이소프로필아크릴아미드}$; $((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_2$ 디N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}\text{N-이소프로필아크릴아미드}$; $(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2$ 테트라메틸피롤리디움클로라이드; $((\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2)$ 디테트라메틸피롤리디움클로라이드; 분지형 $(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2$ 테트라메틸피롤리디움클로라이드; $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40}$ 실릴에틸렌글리콜; 분지형 $\text{SiH}_2((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌글리콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌글리콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; 분지형 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{COH})_{1-40}$ 실릴비닐알콜; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐알콜); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COH})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐알콜); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40}$ 실릴아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOH})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40}$ 실릴아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{COOM})_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40}$ 실릴메트아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_2$ 실릴디(메트아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{OOM}))_{1-40})_3$ 실릴트리(메트아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_2$ 실릴디(2-프로필아크릴산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-프로필아크릴산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40}$ 실릴2-프로필아크릴산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_2$ 실릴디(2-프로필아크릴산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{C}(=\text{O})\text{OM}))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-프로필아크릴산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NH}(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)))_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40}$ 실릴히드록시에틸메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40})_2$ 실릴디(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_{1-40})_3$ 실릴트리(히드록시에틸메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40}$ 실릴2-히드록시프로필메트아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40})_2$ 실릴디(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{ONHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3)))_{1-40})_3$ 실릴트리(2-히드록시프로필메트아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40}$ 실릴비닐설페이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설페이트염);

염); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}(-\text{OSO}_3\text{M}))_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설페이트염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포산암모늄염; $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}((\text{CH}_2-4-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{NH}_4)_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포산암모늄염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포네이트염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴4-스티렌설포네이트염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(4-스티렌설포네이트염); $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(4-스티렌설포네이트염); $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴알킬아민; $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민); $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민); $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40}$ 실릴알킬아민염산; $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_2$ 실릴디(알킬아민염산); $\text{SiH}((\text{CHCH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_{1-40})_3$ 실릴트리(알킬아민염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N})_{1-2})$ 또는 $\text{SiH}_2\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40}$ 실릴에틸렌이민 · 염산; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(에틸렌이민 · 염산); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N} \cdot \text{HCl})_{1-2})$ 또는 $(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl})_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(에틸렌이민 · 염산); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴비닐설포산염; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40}$ 실릴디비닐설포산염; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_2$ 실릴디(비닐설포산염); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M})_{1-40})_3$ 실릴트리(비닐설포산염); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40}$ 실릴디아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_2$ 실릴디(아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CHC}(=\text{O})\text{NH}_2)_{1-40})_3$ 실릴트리(아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40}$ 실릴N-이소프로필아크릴아미드; $\text{SiH}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_2$ 실릴디(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{Si}((\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2))_{1-40})_3$ 실릴트리(N-이소프로필아크릴아미드); $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로리드; 분지형 $\text{SiH}_2(\text{CH}_2(\text{cyclic CHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2$ 실릴테트라메틸피롤리디움클로리드; $\text{SiH}((\text{CH}_2(\text{cyclic SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_2$ 실릴디(테트라메틸피롤리디움클로리드); 및 $\text{Si}((\text{CH}_2(\text{cyclic SiH}_2\text{OCHCH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH} \cdot \text{Cl}^-)_{1-40})_3$ 실릴트리(테트라메틸피롤리디움클로리드);로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0076] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 폴리카보네이트계 고분자는 하기 화학식 5로 표시되는 폴리카보네이트계 단량체가 중합된 것일 수 있다.

[0077] [화학식 5]



[0078]

[0079] 상기 화학식 5에서, R¹은 상기 화학식 1에서의 정의와 동일하다.

[0080] 또한, 본 개시는 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자를 포함하는, 생분해성 조성물을 제공한다.

[0081] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해성 조성물은, 원격 촉발 발열원, 효소 및 촉매로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

- [0082] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 원격 촉발 발열원은 적외선 흡수 염료, 자성입자 및 전기소자로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0083] 또한, 본 개시는 상기 생분해성 조성물로부터 제조되는, 수분 차단용 생분해성 소재를 제공한다. 상기 수분 차단용 생분해성 소재는 수분 침투 차단 효과가 우수하여 외부에 존재하는 수분이 내부로 침투하는 것을 방지할 수 있다.
- [0084] 또한, 본 개시는 상기 생분해성 조성물로부터 제조되는, 가수분해 내성 생분해성 소재를 제공한다. 상기 가수분해 내성 생분해성 소재는 가수 분해 저항 효과가 특히 우수하여 인체 또는 일상 환경에서 가수 분해되지 않을 수 있다.
- [0085] 또한, 본 개시는 상기 수분 차단용 생분해성 소재; 및 상기 가수분해 내성 생분해성 소재;를 포함하는, 생분해 오프-온 소재를 제공한다. 구체적으로 상기 생분해 오프-온 소재는 상기 수분 차단용 생분해성 소재를 둘러싸는 상기 가수분해 내성 생분해성 소재로 구성된 것일 수 있으나, 본 개시의 목적을 달성할 수 있는 한 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0086] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해 오프-온 소재는 상기 수분 차단용 생분해성 소재와 상기 가수분해 내성 생분해성 소재 사이에 하나 또는 둘 이상의 생분해 촉발층을 더 포함할 수 있다.
- [0087] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해 촉발층은 상기 생분해성 조성물로부터 제조되는 것일 수 있다.
- [0088] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해 촉발층은 생분해 촉발 물질 차단층 및 생분해 촉발 물질 함유층을 포함할 수 있다.
- [0089] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해 촉발 물질 함유층은, 효소, 촉매 또는 이들의 조합을 포함할 수 있고, 적외선 흡수 염료, 자성입자 및 전기소자로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 원격 촉발 발열원을 포함할 수 있다. 이를 만족하는 경우, 원하는 시점에 원격으로 발열을 유도하여 생분해 촉발 물질 함유층을 액체상으로 전이시켜 효소, 촉매 또는 이들의 조합을 활성화시킬 수 있다. 활성화된 효소 등은 상기 가수분해 내성 생분해성 소재를 분해시킬 수 있다.
- [0090] 상기 생분해 촉발 물질 차단층은 상기 생분해 촉발 물질 함유층과 상기 가수분해 내성 생분해성 소재가 직접적으로 접촉하는 것을 차단하여 효소 등이 활성화되기 전 상기 가수분해 내성 생분해성 소재가 분해되는 것을 방지할 수 있다.
- [0091] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해 촉발 물질 함유층 및 상기 생분해 촉발 물질 차단층이 포함하는 폴리카보네이트계 고분자의 녹는점은 각각 독립적으로 43 내지 50℃일 수 있다. 이 경우, 상기 수분 차단용 생분해성 소재가 포함하는 폴리카보네이트계 고분자의 녹는점은 하한으로는 55℃이상, 60℃이상일 수 있고, 상한으로는 70℃이하일 수 있다. 이를 만족하는 경우, 발열에 의해 생분해 촉발층이 액체상으로 전이되어 활성화된 효소 등에 의해 수분 차단용 생분해성 소재가 분해되는 것을 방지할 수 있다.
- [0092] 또한, 본 개시는 가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 가수분해 내성층을 형성하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 오프(off)하는 단계; 및 상기 수분 차단층 및 상기 가수분해 내성층으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상에 인위적인 자극을 가하여 상기 가수분해 기전 생분해성 소재의 생분해성을 온(on)하는 단계;를 포함하는, 생분해 오프-온 방법을 제공한다.
- [0093] 폴리카보네이트계 고분자 등에 대하여 설명한 내용은 중복되는 범위 내에서 생분해 오프-온 방법에 대한 설명에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0094] 상기 생분해성을 오프(off)하는 단계는 가수분해 기전 생분해성 소재의 표면에 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면에 가수분해 내성층을 형성하여 가수분해 기전 생분해성 소재가 수분에 노출되는 것을 방지함으로써 생분해성을 오프(off)하는 단계이다.
- [0095] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해성을 오프(off)하는 단계는 상기 가수분해 기전 생분해성 소재 표면의 전부 또는 일부에 상기 수분 차단층을 형성한 후, 상기 수분 차단층 표면의 전부 또는 일부에 생분해 촉발층을 형성한 후, 상기 생분해 촉발층 표면의 전부 또는 일부에 상기 가수분해 내성층을 형성하는 것일 수 있다.
- [0096] 상기 생분해성을 온(on)하는 단계는 상기 수분 차단층 및/또는 상기 가수분해 내성층에 원하는 시점에 인위적인 자극을 가하여 상기 수분 차단층 및/또는 상기 가수분해 내성층을 생분해시켜 가수분해 기전 생분해성 소재가

수분에 노출되는 것을 허용함으로써 생분해성을 온(on)하는 단계이다.

[0097] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 생분해성을 온(on)하는 단계는, 상기 생분해 촉발층에 인위적인 자극을 가하는 것일 수 있다.

[0098] 본 개시의 일 예에 있어서, 상기 인위적인 자극은 전자기파 에너지, 열에너지, 초음파 에너지, 효소 및 촉매에서 선택되는 적어도 어느 하나 이상일 수 있다. 상기 수분 차단용 외피에 상기 인위적인 자극이 가해지면 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자에 함유된 R¹이 이탈되며 히드록시기가 회복될 수 있다.

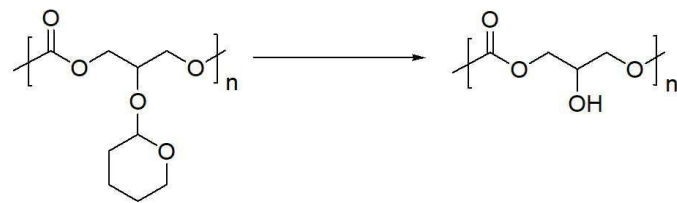
[0099] 구체적으로, 상기 가수분해 내성층에 포함된 상기 소수성 폴리카보네이트계 고분자는 외부 자극에 의해 하기 식 1과 같이 히드록시기를 함유하는 폴리카보네이트계 고분자(Poly(5-hydroxy-trimethylene-carbonate), PHTMC)로 전환될 수 있다.

[0100] [식 1]



[0101] 더욱 구체적으로, 상기 식 1은 하기 식 2로 표시될 수 있다.

[0103] [식 2]

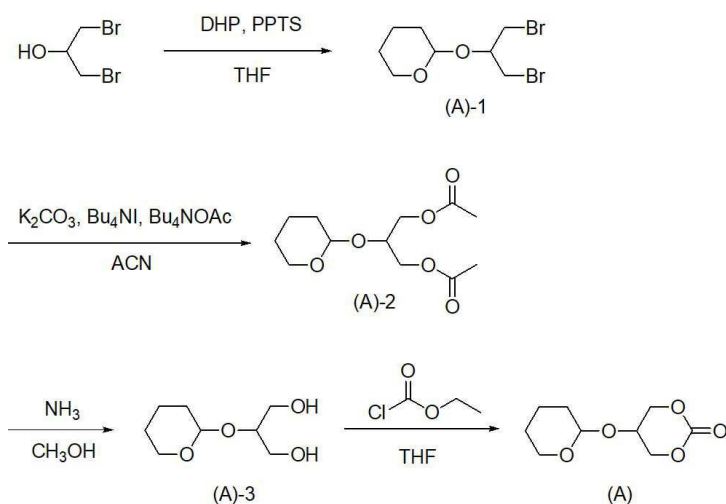


[0105] 상기 PHTMC는 히드록시기의 산소와 카보닐 탄소가 관여하는 분자내 고리화 반응에 의해 수분이 있는 조건에서 빠르게 생분해될 수 있다.

[0107] 이하, 실시예를 통하여 상술한 구현예를 보다 상세하게 설명한다. 다만 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 권리범위를 제한하는 것은 아니다.

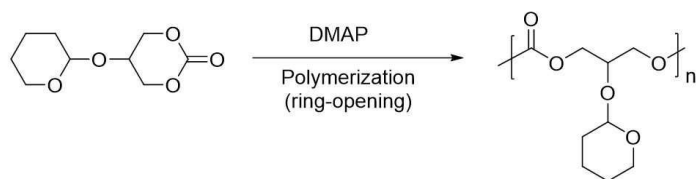
[0109] 실시예 1

[0110] (1) 단량체 제조



- [0112] 1) 단계 1
- [0113] 둥근바닥 플라스크에 1,3-디브로프로판-2-올(1,3-dibromopropane-2-ol) 2 g (1 eq)을 50 mL 테트라하이드로퓨란(THF)에 용해한 후, 피리디늄 p-톨루엔설포산(pyridium p-toluenesulfonate, PPTS) 0.25 g (0.1 eq)과 3,4-디히드로-2H-피란(3,4-dihydro-2H-pyran, DHP) 1.68 g (2 eq)을 투입하여 상온에서 3시간 동안 교반하였다. 이후, 디클로로메탄(dichlorometane, DCM)과 증류수를 이용하여 추출하고 유기층을 $MgSO_4$ 로 건조한 후 필터하여 농축시켰다, 그 후 컬럼 크로마토그래피(EA:Hx=1:9)로 정제하여 화합물 (A)-1을 수득하였다.
- [0114] 2) 단계 2
- [0115] 상기 화합물 (A)-1 4 g (1 eq)을 둥근바닥 플라스크에 40 mL 아크릴로니트릴(acetonitrile, ACN)로 용해한 뒤, 테트라부틸암모늄 아세테이트(tetrabutylammonium acetate, Bu_4NOAc) 11.4 g (3 eq), 테트라부틸암모늄 아이오다이드(tetrabutylammonium iodide, Bu_4NI) 0.923 (0.2 eq), 탄산 칼륨(Potassium carbonate, K_2CO_3) 0.345 g (0.2 eq)을 투입하여 상온에서 밤새(overnight) 교반하였다. 생성된 고형분을 여과하고 DCM과 물을 이용하여 추출한 뒤 유기층을 $MgSO_4$ 로 건조한 후 필터하여 농축시켰다. 그 후 컬럼 크로마토그래피(EA:Hx=2:8)로 정제하여 화합물 (A)-2를 수득하였다.
- [0116] 3) 단계 3
- [0117] 상기 화합물 (A)-2 1.5g (1 eq)을 둥근바닥 플라스크에 25mL 암모니아 용액(2.0 M in 메탄올)로 용해시킨 뒤, 상온에서 밤새 교반하였다. 이후, 추출과정없이 컬럼 크로마토그래피(ether 100%)로 정제하여 화합물 (A)-3을 수득하였다.
- [0118] 4) 단계 4
- [0119] 상기 화합물 (A)-3 1 g (1 eq)과 에틸 클로로포메이트(ethyl chloroformate) 1.23 g (2 eq)을 질소 조건하에, 2 neck 둥근바닥 플라스크에 15mL THF로 용해한 뒤, 0℃에서 트리에틸아민(triethylamine, TEA)을 1.15g (2 eq)을 0.5 시간에 걸쳐 투입하였다. 상온으로 승온한 뒤 2시간 동안 교반하였으며, DCM과 물을 이용하여 추출한 뒤 유기층을 $MgSO_4$ 로 건조한 후 필터 하여 농축시켰다, 그 후 컬럼 크로마토그래피(ether:DCM=2:1)로 정제하고 다시 Ether로 재결정하여 폴리카보네이트 단량체인 화합물 (A)를 수득하였다.

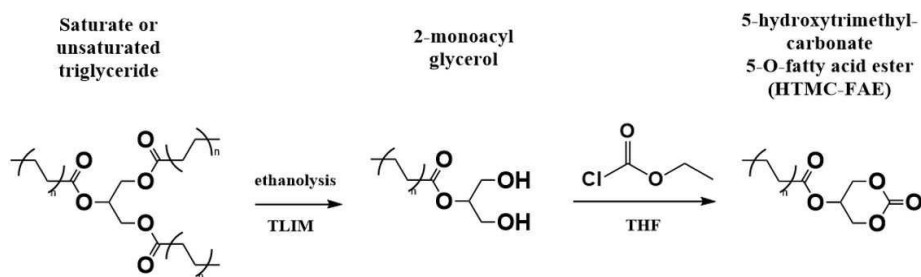
[0121] (2)폴리카보네이트 중합



- [0122]
- [0123] 상기 화합물 (A) 1 g (1e q)과 개시제인 다이메틸아미노피리딘 (DMAP) 0.024g (0.04 eq)를 둥근바닥 플라스크에 넣은 후, 120℃에서 밤새(overnight) 교반하였다. 그 후 생성된 고분자를 클로로폼(Chloroform)에 녹여 100mL 메탄올에 침전을 시킨 후, 침전된 고분자를 다시 ether로 씻어낸다. 수평균분자량 (M_n) 19300 g/mol의 폴리카보네이트계 고분자를 수득하였다.

[0125] 실시예 2

[0126] (1) 단량체 제조



[0127]

[0128] 1) 단계 1

[0129] 둥근바닥 플라스크에 트리라우린(trilaurin) 15g (1 eq)를 76ml 무수 에탄올에 용해한 후, Lipozyme TL IM 15g (substrate-enzyme ratio, 0.5 w/w)를 투입하여 35℃에서 17시간 동안 교반하였다. 그 후, 유리 섬유 여과지(glass filter)로 2회 필터하여 효소(enzyme)를 제거하고 농축한 뒤, 플래시 컬럼 크로마토그래피(Hexane:Acetone)로 정제하여 2-monoacryl glycerol을 수득하였다.

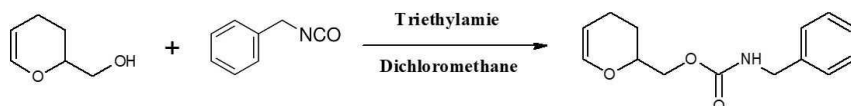
[0130] 2) 단계 2

[0131] 상기에서 수득한 2-monoacryl glycerol 3g (1 eq)와 에틸 클로로폼 에이트(ethyl chloroformate) 2.37g (2 eq)를 질소 조건 하에, 2 neck 둥근바닥 플라스크에 404ml THF로 용해한 뒤, 0℃에서 트리에틸아민(triethylamine, TEA) 2.21g (2 eq)를 0.5 시간에 걸쳐 투입하였다. 상온으로 승온한 뒤 밤새(overnight) 교반하였으며, DCM과 물을 이용하여 추출한 뒤 유기층을 MgSO₄로 건조한 후 필터 하여 농축시켰다, 그 후 diethyl ether로 재결정하여 폴리카보네이트 단량체인 HTMC-FAE를 수득하였다.

[0133] (2)폴리카보네이트 중합

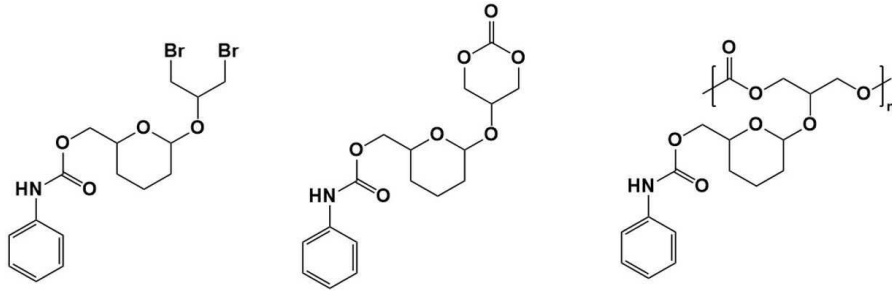
[0134] HTMC-laurate 1g (1eq)를 8ml anhydrous toluene에 용해한 후, 무수 벤질 알콜 38mg (0.1eq), 디페닐 포스페이트(Diphenyl Phosphate, DPP) 83mg (0.1eq)를 각각 anhydrous toluene 3ml, 415ul에 용해하였다. 그 후, 둥근바닥 플라스크에 벤질 알콜, DPP stock solution을 투입한 후에 25℃에서 30분 동안 500 rpm에서 교반하였다. 이후, HTMC-laurate stock solution을 투입한 후에 500 rpm에서 48h 동안 교반하였다. 그 후에, AmberLyst A21을 투입하여 중화 과정을 진행한 후에 필터 하여 농축시켰다, 그 후 α-알루미나 pad와 디클로로메탄(DCM)으로 정제하여 PHTMC-laurate을 수득하였다. 모든 반응은 수분이 제거된 질소 환경의 글로브 박스 안에서 진행하였다.

[0136] 실시예 3



[0137]

[0138] 둥근바닥 플라스크에 3,4-Dihydro-2H-pyran-2-methanol 2g (1 eq)를 16ml 디클로로메탄(dichloromethane, DCM)에 용해한 후, Benzyl isocyanate 4.66g (2eq)를 투입한 후에 트리에틸아민(triethylamine, TEA) 0.18g (0.1eq)를 투입하여 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 이후, DCM과 증류수를 이용하여 추출하고 유기층을 MgSO₄로 건조한 후 필터하여 농축시키는 것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 실시하여 하기와 같이 단량체 및 고분자를 수득하였다.



[0139]

[0141]

실험예 4: 생분해 오프-온 확인

[0142]

본 개시의 폴리카보네이트계 고분자의 생분해 오프-온 여부를 확인하기 위하여 실험을 진행하고 그 결과를 도 2에 나타내었다.

[0143]

구체적으로 실험은 상기 실시예 1에서 합성된 폴리카보네이트계 고분자를 pH 7.4 인산완충생리식염수에 넣고 1시간 후의 고분자의 형태 변화를 관찰한 후, 상기 고분자가 담긴 PBS 용액에 인체 독성이 거의 없는 촉매인 beta-cyclodextrin(β -CD)을 첨가하고, 시간의 흐름에 따른 고분자의 형태 변화를 관찰하는 방법으로 진행하였다.

[0144]

도 2에서 알 수 있듯이, 본 개시의 실시예 1에 따른 고분자는 수분에 노출되어도 형태 변화가 전혀 없어 가수분해가 되지 않았다.(생분해 off) 하지만 인위적인 자극에 해당하는 촉매를 첨가한 경우, 시간이 지남에 따라서 기포를 형성하면서 완전 분해가 됨을 확인하였다(생분해 on). 구체적으로, 기포를 형성하면서 분해가 되는 양상을 확인함으로써, 물과 β -CD에 의하여 R¹인 테트라히드로피라닐기가 떨어지면서 고분자 내에 히드록시기가 형성되어, 분자내 고리화 반응에 의하여, 이산화탄소를 형성하면서, 인체에 독성이 전혀 없는 글리세롤로 분해되었다.

[0145]

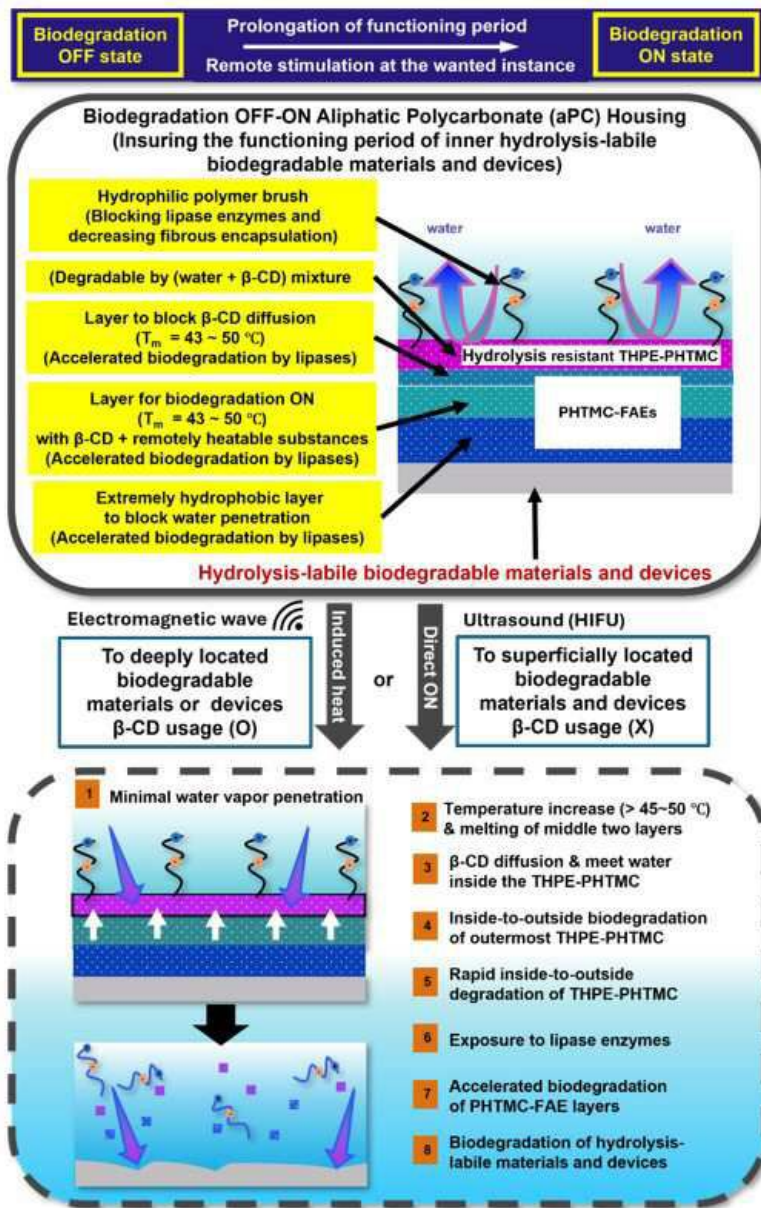
실시예1, 실시예2 및 실시예4의 결과를 조합하면, 도1과 같은 생분해 오프-온 기전을 제시할 수 있다.

[0147]

이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 개시를 한정하는 것이 아니며, 본 개시가 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 개시의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2

