

(52) CPC특허분류

C08G 18/44 (2013.01)
C08G 18/7671 (2013.01)
C08G 18/831 (2013.01)
C08G 18/833 (2013.01)
C08G 18/834 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070046258 A
JP1995016291 A
JP1999315126 A
KR1020160037921 A

명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 선형 폴리우레탄;

상기 선형 폴리우레탄의 측면에 결합하는 제1 곁가지 및 제2 곁가지;

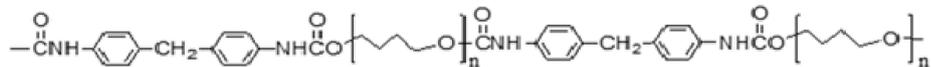
상기 제1 곁가지에 가교결합하는 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD); 및

상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합하지 않은 제2 곁가지에 그래프트 된 기능성 화합물;을 포함하고,

하기 화학식 1에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수인 것인,

다기능성 폴리우레탄.

[화학식 1]



청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 곁가지 및 상기 제2 곁가지는 4,4 '-디페닐메탄 디이소시아네이트(4,4' -Diphenylmethane diisocyanate, MDI)를 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)의 수평균분자량은 1,000g/mol 내지 1,500g/mol인 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기능성 화합물은 향균성 · 항곰팡이성 및 친수성을 띄는 물질 중 선택되는 1종을 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 향균성 · 항곰팡이성을 띄는 기능성 화합물은 설파닐아마이드계, 테트라사이클린계 및 페니실린계 중 선택되는 1종 이상을 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 6

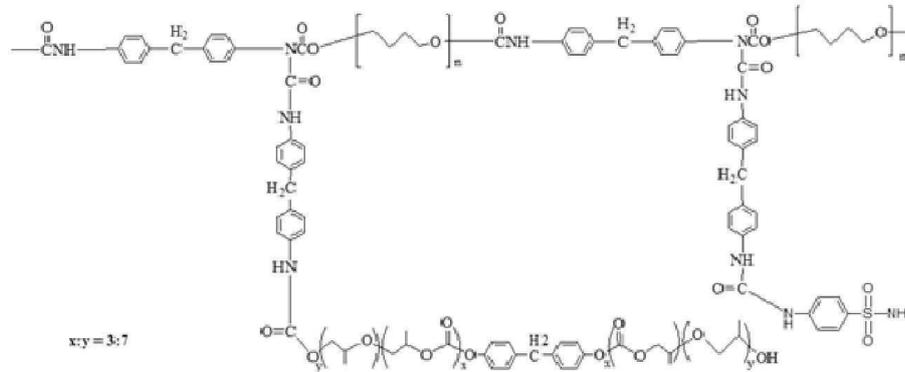
제5항에 있어서,

상기 설파닐아마이드계(Sulfanilamide, SA) 기능성 화합물 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 2로 표시

되고,

하기 화학식 2에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 물분율인 것인, 다기능성 폴리우레탄.

[화학식 2]



청구항 7

제4항에 있어서,

상기 친수성을 띠는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1 종 이상인 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함하는 친수성을 띠는 기능성 화합물은 개시제를 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 9

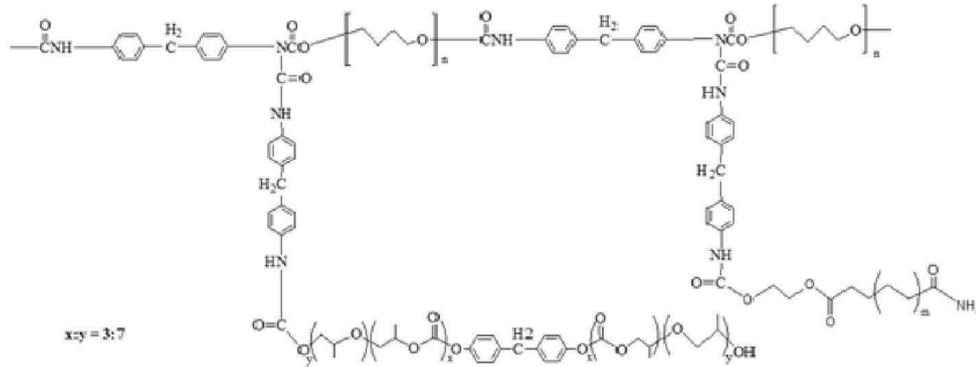
제8항에 있어서,

상기 친수성을 띠는 기능성 화합물로 폴리아크릴아마이드(Poly Acrylamide, PAA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시되고,

하기 화학식 3에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 물분율인 것인,

다기능성 폴리우레탄.

[화학식 3]



청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기능성 폴리우레탄은 친수성을 향상시키기 위하여 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 더 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄.

청구항 11

선형 폴리우레탄을 제조하는 단계;

상기 선형 폴리우레탄에 제1 결가지를 형성하는 단계;

상기 제1 결가지에 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)을 가교결합하는 단계;

상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합한 선형 폴리우레탄에 제2 결가지를 형성하는 단계; 및

상기 제2 결가지에 기능성 화합물을 그래프트하는 단계; 를 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계는,

폴리(테트라메틸렌 글라이콜) 및 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트-1(4,4')-Diphenylmethane diisocyanate, MDI-1)를 반응하여 프리폴리머를 합성하는 단계;

상기 프리폴리머에 사슬 연장제를 추가하는 단계;

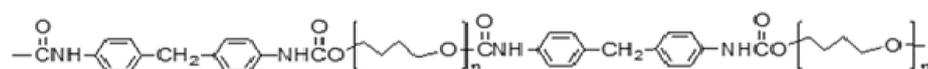
상기 사슬 연장제를 포함하는 프리폴리머에 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트-2(4,4')-Diphenylmethane diisocyanate, MDI-2)를 추가하는 단계;를 포함하는 것으로,

상기 선형 폴리우레탄은 하기 화학식 1로 표시되고,

하기 화학식 1에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수인 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

[화학식 1]



청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 사슬 연장제는 1,4-부탄디올(1,4-Butandiol)을 포함하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 14

제11항에 있어서,
 상기 제1 결가지를 형성하는 단계는 상기 선형 폴리우레탄에 4,4 '-디페닐메탄 디이소시아네이트-3(4,4') - Diphenylmethane diisocyanate, MDI-3)을 부가하여 형성하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 15

제11항에 있어서,
 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)을 가교결합하는 단계는,
 상기 제1 결가지의 말단과 가교결합하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 16

제15항에 있어서,
 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)의 수평균분자량은 1,000g/mol 내지 1,500g/mol인 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 17

제11항에 있어서,
 상기 제2 결가지를 형성하는 단계는 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합 한 선형 폴리우레탄에 4,4 '-디페닐메탄 디이소시아네이트-4(4,4') -Diphenylmethane diisocyanate, MDI-4)를 부가하여 형성하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 18

제11항에 있어서,
 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계는 향균성 · 향곰팡이성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계를 포함하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 향균성 · 향곰팡이성을 띠는 기능성 화합물은 설과닐아마이드계, 테트라사이클린계 및 페니실린계 중 선택되는 1종 이상을 포함하는 것으로,
 상기 기능성 화합물은 상기 제2 결가지의 말단에 그래프트 하는 것인,
 다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 20

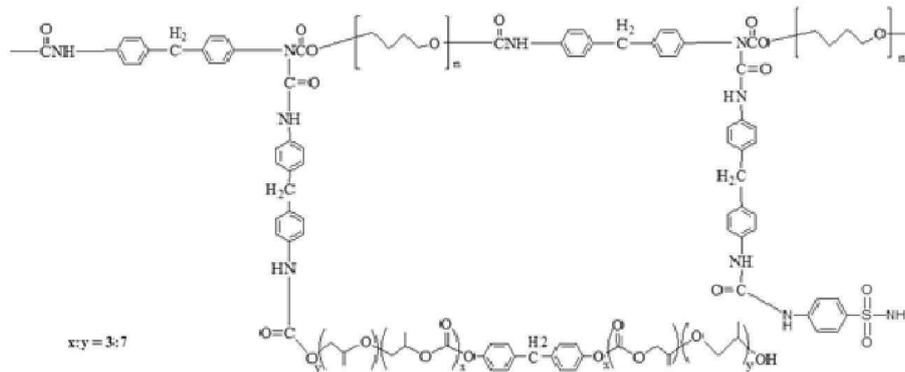
제19항에 있어서,

상기 설파닐아마이드계(Sulfanilamide, SA) 기능성 화합물 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 2로 표시되고,

하기 화학식 2에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 물분율인 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

[화학식 2]



청구항 21

제11항에 있어서,

상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계는 친수성을 띄는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계를 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1종 이상인 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 친수성을 띄는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계는,

상기 제2 결가지의 말단에 제2 친수성 물질을 결합하는 단계를 더 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 제2 친수성 물질은 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 친수성을 띄는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계는,

상기 제2 결가지의 말단에 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 결합하고,

상기 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)의 말단에 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물을 그래프트 하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 개시제를 더 포함하여 그래프트 하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 27

제25항에 있어서,

아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함하는 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 개시제를 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 포함하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

청구항 28

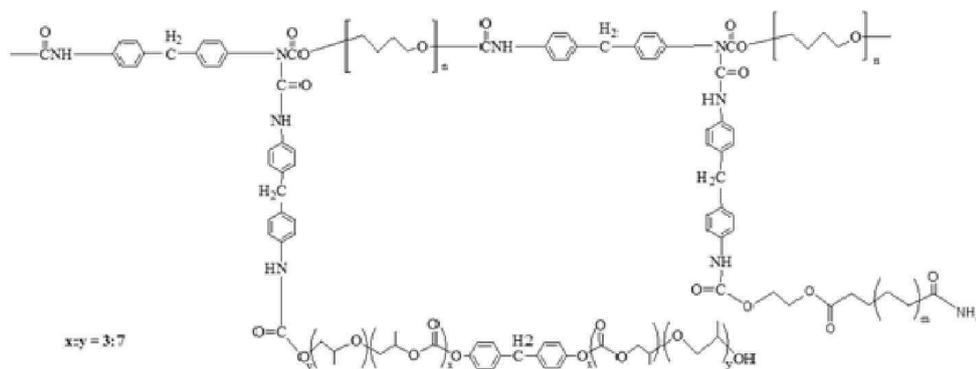
제27항에 있어서,

상기 폴리아크릴아마이드(Poly(acrylamide), PAA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시되고,

하기 화학식 3에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 몰분율인 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

[화학식 3]



발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다기능성 폴리우레탄 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 친환경 폴리카보네이트 디올 (polycarbonate diol, PCD)과 기능성 고분자 화합물이 측면에 가교화된 다기능성 폴리우레탄 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 기존 우레탄 합성법들은 반응시작단계에서 모든 시약을 동시에 넣고 일정시간 반응하여 얻어지는 엘라스토머를 우레탄으로 소개하였으나, 실제 합성 시 우레탄 물성의 재현성에 문제점들이 발견되었다.
- [0003] 또한, 우레탄 반응은 여러 부반응(side reaction)들이 동시에 일어날 수 있는 것으로, 핵심 시약인 디이소시아네이트(diisocyanate)를 단계별로 나누어서 사용 하면서 부반응의 생성을 억제할 수 있어서 최종 우레탄 물성의 재현성을 높일 수 있게 되었다.
- [0004] 하지만 디이소시아네이트의 투입 시기에 따라 자체적으로 반응하거나 또는 디이소시아네이트 가교반응 등이 일어나 반응물이 침전 또는 경화현상이 일어나서 우레탄 합성이 실패하는 경우도 종종 발생한다.
- [0005] 또한, 우레탄 표면은 소수성을 띄는 것으로, 우레탄 표면에 결합된 기능성 작용기의 항공광이성, 항균성, 기능성(pH감지, 전기전도성, 이온센서 등)의 기능발휘를 위해서는 우레탄 표면은 친수성을 띄어야 한다. 특히, 의료용으로도 많이 이용되는 우레탄 재료들은 표면친수성 향상을 위한 연구가 진행되었다.
- [0006] 한편, 우레탄은 엘라스토머로서의 특성은 매우 우수하나 우레탄의 사용범위를 항공광이성, 항균성, 기능성 (pH 감지, 전기전도성, 이온센서 등)의 기능성 발휘를 위해서는 우레탄 표면의 친수성이 필요하다. 우레탄 표면은 소수성으로 우레탄 표면에 결합된 기능성 작용기의 기능발휘를 위해서는 표면의 친수성이 필요하며, 특히 의료용으로도 많이 이용되는 우레탄 재료들은 표면 친수성 향상을 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다.
- [0007] 이에, 본 발명에서는 상기의 문제점을 폴리우레탄의 표면의 친수성을 향상시키고, 항공광이성, 항균성 및 친수성을 향상시킨 다기능성 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

발명의 내용

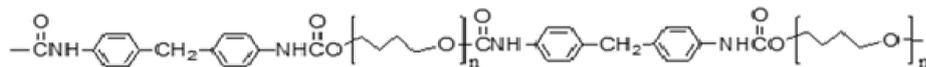
해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 측면이 가교화된 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 또한, 인장강도가 향상된 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 또한, 항공 및 항공광이 특성이 향상된 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 친수성이 향상된 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 관점에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 선형 폴리우레탄, 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 결합하는 제1 결가지 및 제2 결가지, 상기 제1 결가지에 가교결합하는 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD) 및 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합하지 않은 제2 결가지에 그래프트 된 기능성 화합물을 포함하는 것인 다기능성 폴리우레탄을 제공한다. 하기 화학식 1에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이다.

[화학식 1]

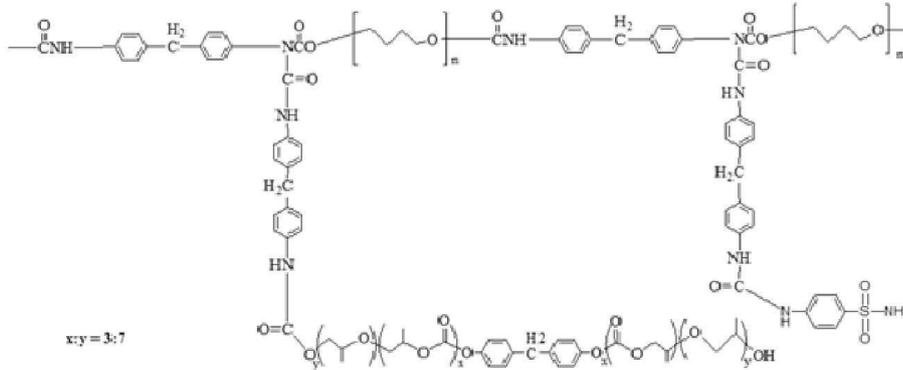


- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 결가지 및 상기 제2 결가지는 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트(4,4 ‘-Diphenylmethane diisocyanate, MDI)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)의 분자량은 1,000g/mol 내지 1,500g/mol인 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기능성 화합물은 항균성 또는 친수성을 띄는 물질 중 선택되는 1종을 포함하는 것일 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 항균성·항곰팡이성을 띄는 기능성 화합물은 설파닐아마이드계, 테트라사이클린계 및 페니실린계 중 선택되는 1종 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 설파닐아마이드계(Sulfanilamide, SA) 기능성 화합물 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 2로 표시되는 것일 수 있다. 하기 화학식 2에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 몰분율이다.

[0021] [화학식 2]



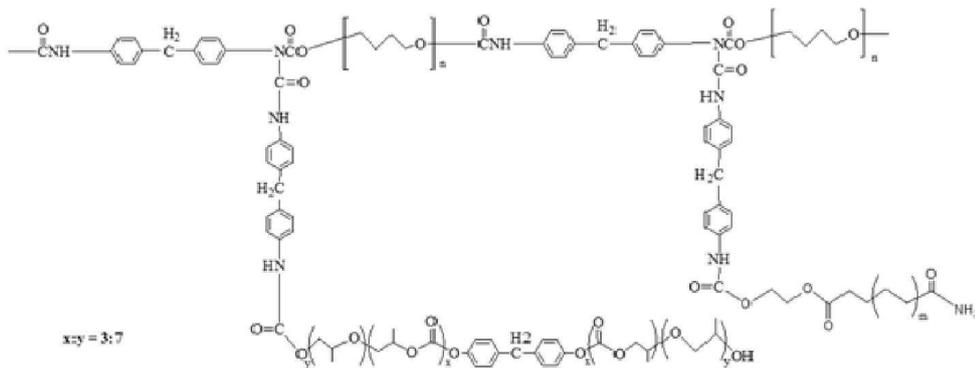
[0022]

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1종 이상인 것일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함하는 친수성을 띄는 기능성 화합물은 개시제를 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 포함하는 것일 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물로 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시되는 것일 수 있다. 하기 화학식 2에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 몰분율이다.

[0026] [화학식 3]



[0027]

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄은 친수성을 향상시키기 위하여 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 일 관점에 따르면, 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계, 상기 선형 폴리우레탄에 제1 결합지를 형성하는 단계, 상기 제1 결합지에 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)을 가교결합하는 단계, 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합 한 선형 폴리우레탄에 제2 결합지를 형성하는 단계 및 상기 제2 결합지에 기능성 화합물을 그래프트하는 단계를 포함하는 것인 다기능성 폴리우레탄의 제조방법을 제공한다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계는, 폴리(테트라메틸렌 글라이콜) 및 4,4

‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-1(4,4’ -Diphenylmethane diisocyanate, MDI-1)를 반응하여 프리폴리머를 합성하는 단계, 상기 프리폴리머에 사슬 연장제를 추가하는 단계, 상기 사슬 연장제를 포함하는 프리폴리머에 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-2(4,4’ -Diphenylmethane diisocyanate, MDI-2)를 추가하는 단계를 포함하는 것으로 상기 선형 폴리우레탄은 하기 화학식 1로 표시되는 것일 수 있다. 하기 화학식 1에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이다.

[0031] [화학식 1]



[0032]

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 사슬 연장제는 1,4-부탄디올(1,4-Butandiol)을 포함하는 것인,

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 결가지를 형성하는 단계는 상기 선형 폴리우레탄에 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-3(4,4’ -Diphenylmethane diisocyanate, MDI-3)을 추가하여 형성하는 것일 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)을 가교결합하는 단계는 상기 제1 결가지의 말단과 가교결합하는 것일 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)의 분자량은 1,000g/mol 내지 1,500g/mol인 것일 수 있다.

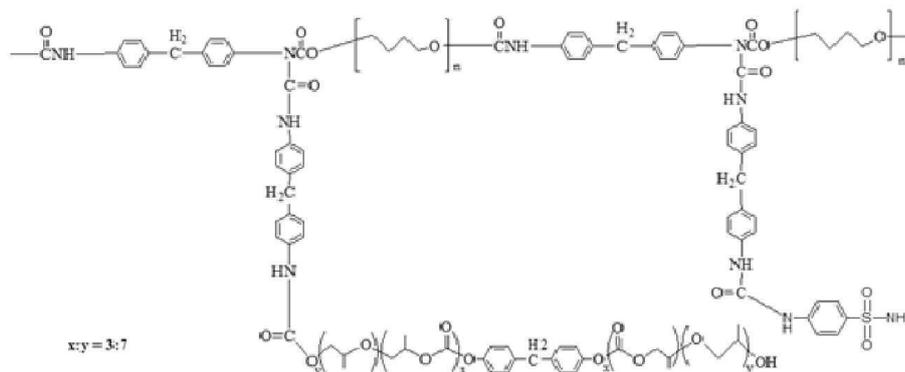
[0037] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 결가지를 형성하는 단계는 상기 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)이 가교결합 한 선형 폴리우레탄에 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-4(4,4’ -Diphenylmethane diisocyanate, MDI-4)를 추가하여 형성하는 것일 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계는 항균성·항곰팡이성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 항균성·항곰팡이성을 띠는 기능성 화합물은 설파닐아마이드계, 테트라사이클린계 및 페니실린계 중 선택되는 1종 이상을 포함하는 것으로, 상기 기능성 화합물은 상기 제2 결가지의 말단에 그래프트 하는 것일 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 설파닐아마이드계(Sulfanilamide, SA) 기능성 화합물 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 2로 표시되는 것일 수 있다.

[0041] [화학식 2]



[0042]

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계는 친수성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1 종 이상인 것일 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계는

상기 제2 결가지의 말단에 제2 친수성 물질을 결합하는 단계를 더 포함하는 것일 수 있다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 친수성 물질은 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)을 포함하는 것일 수 있다.

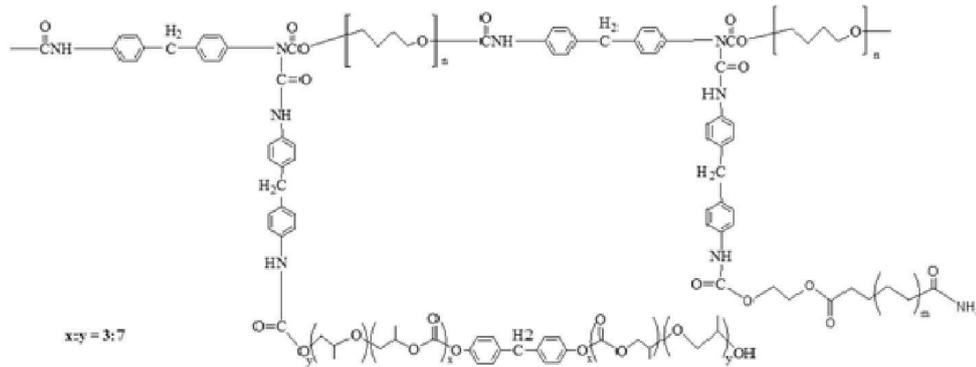
[0047] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지에 그래프트하는 단계는 상기 제2 결가지의 말단에 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 결합하고, 상기 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)의 말단에 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물을 그래프트 하는 것일 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 개시제를 더 포함하여 그래프트 하는 것일 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함하는 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 개시제를 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 포함하는 것일 수 있다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시되는 것일 수 있다. 하기 화학식 3에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 물분율이다.

[0051] [화학식 3]



[0052]

발명의 효과

[0053] 본 발명은 측면이 가교화된 폴리우레탄 및 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다.

[0054] 또한, 친환경 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)을 포함하는 폴리우레탄을 제조함으로써 인장강도가 향상되는 효과가 있다.

[0055] 또한, 기능성 화합물을 포함함에 따라 항균성, 항곰팡이성 및 친수성이 향상되는 효과가 있다.

[0056] 본 발명의 적용 가능성의 추가적인 범위는 이하의 상세한 설명으로부터 명백해 질 것이다. 그러나 본 발명의 사상 및 범위 내에서 다양한 변경 및 수정은 당업자에게 명확하게 이해될 수 있으므로, 상세한 설명 및 본 발명의 바람직한 실시예와 같은 특정 실시예는 단지 예시로 주어진 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0057] 도 1은 일 실시예에 따른 다기능성 폴리우레탄의 제조방법을 나타낸 흐름도이다.

도 2는 일 실시예 및 비교예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하고 폴리카보네이트 디올(PCD) 분자량에 따라 제조된 기능성 폴리우레탄의 이미지이다.

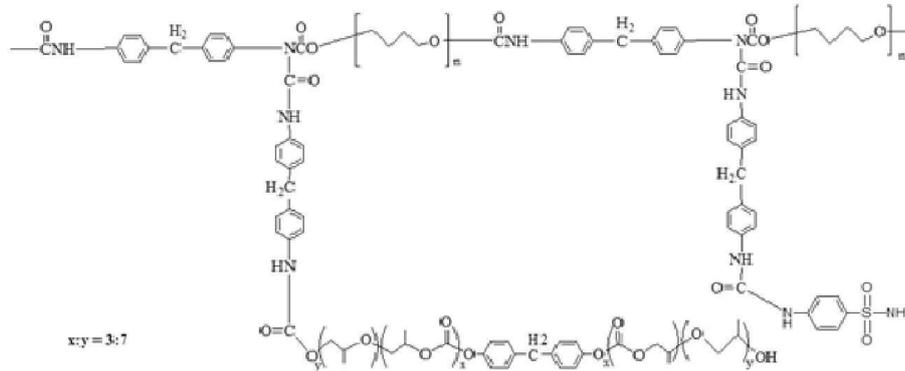
도 3은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 적외선 분광 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

도 4는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 적외선 분광 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

- 도 5는 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 가교밀도를 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 가교밀도를 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 점도를 나타낸 그래프이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 점도를 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 1차 냉각곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 2차 승온 곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 1차 냉각곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 2차 승온곡선을 나타낸 그래프이다.
- 도 13은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 동역학적 특성을 분석한 그래프이다.
- 도 14는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 동역학적 특성을 분석한 그래프이다.
- 도 15는 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 인장강도를 나타낸 그래프이다.
- 도 16은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 과단신율을 나타낸 그래프이다.
- 도 17은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 인장강도를 나타낸 그래프이다.
- 도 18은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 과단신율을 나타낸 그래프이다.
- 도 19는 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 고정능을 나타낸 그래프이다.
- 도 20은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 회복능을 나타낸 그래프이다.
- 도 21는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 고정능을 나타낸 그래프이다.
- 도 22는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 회복능을 나타낸 그래프이다.
- 도 23은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 저온 유연성을 나타낸 이미지이다.
- 도 24는 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 저온 유연성을 나타낸 이미지이다.
- 도 25는 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 나타낸 그래프이다.
- 도 26은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 측정된 이미지이다.
- 도 27은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 나타낸 그래프이다.
- 도 28은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 측정된 이미지이다.
- 도 29 및 도 30은 일 실시예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 온도에 따른 수분투과도를 나타낸 그래프이다.

식 2에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 몰분율이다.

[0070] [화학식 2]



[0071]

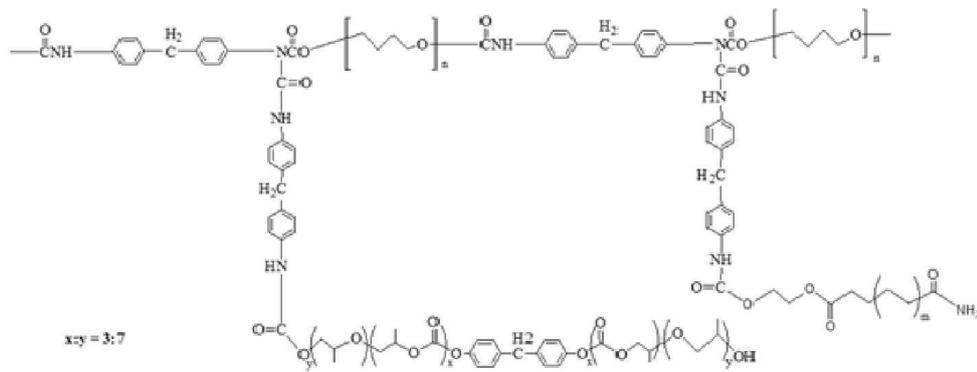
[0072] 한편, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1 종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 것으로, 이에 한정되지 않으며 친수성을 띄는 기능성 화합물을 사용할 수 있다.

[0073] 또한, 상기 다기능성 폴리우레탄의 친수성을 향상시키기 위하여 제2 친수성 물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것으로, 상기 제2 친수성 물질은 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)를 포함할 수 있다.

[0074] 나아가, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물로 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함할 경우 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물 및 개시제를 함께 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)를 형성하고, 상기 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)가 상기 제2 친수성 물질의 말단에 그래프트되는 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 개시제는 2,2'-아조-비스-이소부틸니트릴(2,2'-azo-bis-isobutyrylnitrile, AIBN)인 것이 바람직하다.

[0075] 예를 들어, 상기 친수성을 띄는 기능성 화합물로 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 사용할 경우, 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 개시제인 2,2'-아조-비스-이소부틸니트릴(2,2'-azo-bis-isobutyrylnitrile, AIBN)와 반응하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 형성하고, 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)의 말단에 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)가 그래프트되어 다기능성 폴리우레탄을 형성하게 된다. 이때, 상기 다기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다. 하기 화학식 3에서 n은 반복 단위를 나타내는 양의 정수이고, x, y는 각각 반복 단위 내 몰분율이다.

[0076] [화학식 3]



[0077]

[0078] 하기에는 상기 다기능성 폴리우레탄의 제조방법에 대하여 상세히 설명하도록 한다.

[0079] 도 1은 일 실시예에 따른 다기능성 폴리우레탄의 제조방법(S100)을 나타낸 흐름도이다.

[0080] 도 1을 참고하면, 상기 다기능성 폴리우레탄의 제조방법(S100)은 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계(S110), 상기

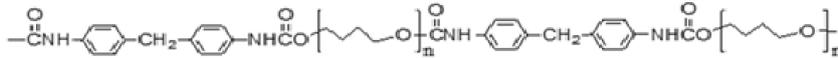
선형 폴리우레탄에 폴리카보네이트 디올(PCD)를 가교결합하는 단계(S120) 및 기능성 화합물을 그래프트하는 단계(S130)를 포함한다.

[0081] 상기 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계(S110)는 폴리(테트라메틸렌 글라이콜) 및 MDI-1을 반응하여 프리폴리머를 합성하는 단계, 상기 프리폴리머에 사슬 연장제를 추가하는 단계 및 상기 사슬 연장제를 포함하는 프리폴리머에 MDI-2를 추가하는 단계를 포함한다.

[0082] 상기 MDI-1 및 상기 MDI-2는 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트로 상기 투입 순서에 따라 MDI-1, MDI-2로 명명하였다. 즉, 상기 MDI-1 및 상기 MDI-2는 동일한 물질로 투입되는 순서가 서로 상이하며, 투입되는 양이 서로 상이한 것을 의미한다.

[0083] 또한, 상기 사슬 연장제는 1,4-부탄디올(1,4-Butandiol)을 포함하는 것으로, 상기 선형 폴리우레탄을 제조하는 단계(S110)를 통하여 제조된 상기 선형 폴리우레탄은 하기 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 한다.

[0084] [화학식 1]



[0085] 상기 선형 폴리우레탄에 폴리카보네이트 디올(polycarbonate diol, PCD)를 가교결합하는 단계(S120)는 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 가교결합 하는 것을 특징으로 한다.

[0087] 상세하게는, 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 가교결합하기 위하여 상기 선형 폴리우레탄에 폴리카보네이트 디올(PCD)를 가교결합하는 단계(S120)는 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 제1 결가지 형성하는 단계를 더 포함하는 것으로, 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 제1 결가지 형성하는 단계는 상기 선형 폴리우레탄에 MDI-3을 추가하여 형성하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 제1 결가지를 형성하기 위하여 추가하는 MDI-3은 상기 선형 폴리우레탄을 제조하기 위하여 사용하는 MDI-1 및 MDI-2와 동일한 물질로 투입되는 순서가 서로 상이하며, 투입되는 양이 서로 상이한 것을 의미한다.

[0088] 즉, 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 상기 제1 결가지가 형성되고, 상기 제1 결가지의 말단과 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)을 가교결합하여 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)이 결합하게 된다. 이때, 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)의 분자량은 1,000g/mol 내지 1,500g/mol인 것이 바람직하다.

[0089] 다시 말해, 상기 선형 폴리우레탄에 폴리카보네이트 디올(PCD)를 가교결합하는 단계(S120)는 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 상기 제1 결가지를 형성하고, 상기 선형 폴리우레탄의 측면에 형성된 상기 제1 결가지의 말단에 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)를 가교결합하여 형성되는 것이 바람직하다.

[0090] 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계(S130) 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)이 가교결합되어 있는 상기 선형 폴리우레탄에 기능성 화합물을 그래프트하는 것을 특징으로 한다.

[0091] 상세하게는, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계(S130)는 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)이 가교결합 한 선형 폴리우레탄에 제2 결가지를 형성하는 단계는 더 포함한다.

[0092] 상기 제2 결가지를 형성하는 단계는 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)이 가교결합한 상기 선형 폴리우레탄에 MDI-4를 추가하여 형성하는 것으로, 상기 제2 결가지는 상기 폴리카보네이트 디올(PCD)이 가교결합하지 않은 상기 선형 폴리우레탄의 또 다른 측면에 형성되게 된다. 이때, 상기 제2 결가지를 형성하기 위하여 추가하는 MDI-4는 상기 선형 폴리우레탄을 제조하기 위하여 사용하는 MDI-1, MDI-2 및 제1 결가지를 형성하기 위하여 사용한 MDI-3과 동일한 물질로 투입되는 순서가 서로 상이하며, 투입되는 양이 서로 상이한 것을 의미한다.

[0093] 이후, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계(S130)는 상기 제2 결가지의 말단에 상기 기능성 화합물을 그래프트하여 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0094] 상세하게는, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계(S130)는 항균성·항곰팡이성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결가지의 말단에 그래프트하는 것을 특징으로 한다.

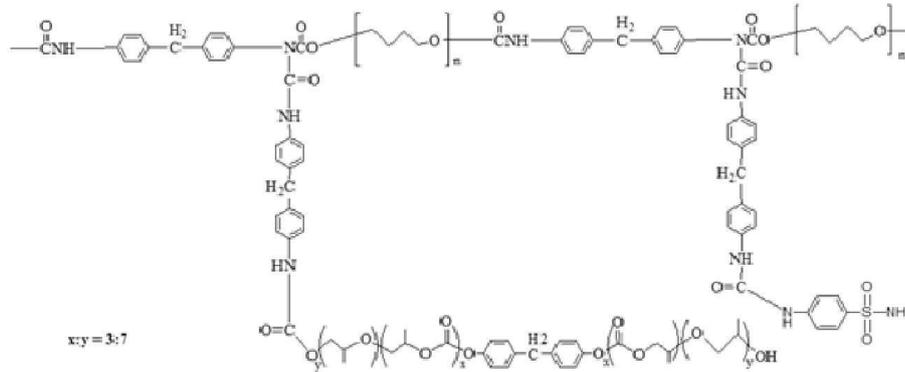
[0095] 먼저, 상기 항균성·항곰팡이성을 띠는 기능성 화합물은 설파닐아마이드계, 테트라사이클린계 및 페니실린계 중 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다. 나아가, 상기 설파닐아마이드계 기능성 화합물을 그래프트 할 경우 상기 설파닐아마이드계 기능성 화합물은 설파닐아마이드(Sulfanilamide), 숄프프라졸(Sulfisoxazole), 설파메톡사졸(Sulfamethoxazole), 마페나이드(Mafenide) 및 설파디아진(Sulfadiazine) 중 선택되는 1 종 이

상을 포함할 수 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[0096] 예를 들어, 상기 항균성·항곰팡이성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결합기가 형성된 상기 선형 폴리우레탄에 그래프트하기 위하여 상기 제2 결합기가 형성된 상기 선형 폴리우레탄을 N-N-디메틸포름아미드(DMF)에 용해한 후 상기 설파닐아마이드(SA)를 반응하여 형성할 수 있다.

[0097] 이때, 상기 설파닐아마이드(Sulfanilamide, SA)를 포함하는 다기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0098] [화학식 2]



[0099]

[0100] 한편, 상기 기능성 화합물을 그래프트하는 단계는 친수성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결합기에 그래프트하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0101] 또한, 친수성을 띠는 다기능성 폴리우레탄의 친수성을 향상시키기 위하여 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물을 상기 제2 결합기에 그래프트하는 단계는 상기 제2 결합기의 말단에 제2 친수성 물질을 결합하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 제2 친수성 물질은 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)인 것을 특징으로 한다.

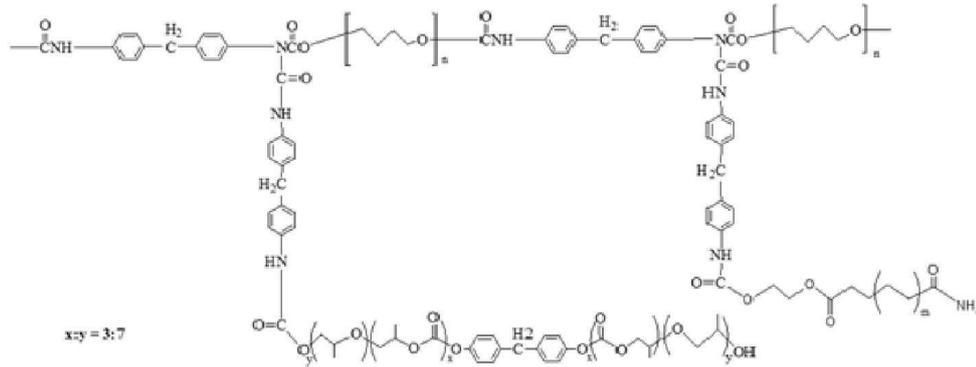
[0102] 또한, 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물은 아크릴아마이드(Acrylamide, AA), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol), 시트릭산(Citric acid), 에틸렌글라이콜(Ethylene glycol) 및 글리세롤(Glycerol) 중 선택되는 1 종 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0103] 나아가, 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물로 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 포함할 경우 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물 및 개시제를 함께 추가하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)를 형성하고, 상기 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)가 상기 제2 친수성 물질의 말단에 그래프트되는 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 개시제는 2,2'-아조-비스-이소부티로니트릴(2,2'-azo-bis(isobutyronitrile), AIBN)인 것이 바람직하다.

[0104] 예를 들어, 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물로 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 사용할 경우, 상기 아크릴아마이드(Acrylamide, AA)를 개시제인 2,2'-아조-비스-이소부티로니트릴(2,2'-azo-bis(isobutyronitrile), AIBN)와 반응하여 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)로 형성하고, 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)의 말단에 폴리아크릴아마이드(Poly acrylamide, PAA)가 그래프트되어 다기능성 폴리우레탄을 형성하게 된다. 이때, 상기 다기능성 폴리우레탄은 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0105] 즉, 상기 다기능성 폴리우레탄의 친수성을 향상시키기 위하여 상기 제2 결합기의 말단에 제2 친수성 물질을 결합하고, 상기 제2 친수성 물질의 말단에 상기 친수성을 띠는 기능성 화합물을 결합하는 것이 바람직하다.

[0106] [화학식 3]



[0107]

[0109] 이하 본 발명을 실시예 및 실험예를 통하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 단 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명이 하기 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0111] 실시예.

[0112] 실시예 1. 선형 폴리우레탄의 제조.

[0113] 500mL의 4구 반응기에 환류 냉각기, 온도조절기와 연결된 맨틀을 이용하여 반응온도를 50°C로 유지하고, 질소 유입구를 통해 질소 분위기 하에서 중합을 진행하였다.

[0114] 분자량 2000g/mol인 PTMG(Poly(tetramethylene glycol)) 20mmole과 MDI-1(4,4'-Diphenylmethane diisocyanate) 20mmole을 교반하여 프리폴리머를 합성하였다. 이후 사슬 연장제인 BD(1,4-butandiol) 30mmole를 DMF(N,N-dimethylformamide)에 용해시켜 상기 프리폴리머에 첨가한 후 1시간동안 반응시켜 사슬 연장 후 MDI-2 30mmole을 DMF에 용해시켜 상기 사슬이 연장된 반응물에 부가하여 1시간동안 반응시켜 선형 폴리우레탄을 합성하였다. 상세한 조성은 하기 표 1에 개시하였다.

표 1

[0115]

	반응물질 (mmole)				합성유무
	MDI-1	PTMG	BD	MDI-2	
Linear PU 실시예 1	20	20	30	30	○

[0117] 실시예 2. 항미생물성 폴리우레탄의 합성.

[0118] **제1결가지를 형성하는 단계:** 상기 실시예 1을 통해 제조한 선형 폴리우레탄에 제1결가지를 형성하기 위하여 MDI-3을 DMF에 용해한 후 상기 선형 폴리우레탄에 부가하여 합성하였다.

[0119] **폴리카보네이트 형성단계:** 화학연구원에서 제조된 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)을 DMF에 용해하여 상기 제1결가지가 형성된 선형 폴리우레탄에 추가하고 반응하여 상기 제1결가지의 말단에 상기 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)을 결합하였다.

[0120] **제2결가지 형성단계:** MDI-4를 DMF에 용해한 후 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)이 결합된 선형 폴리우레탄에 부가하여 제2결가지를 형성하였다.

[0121] **기능성 화합물 형성단계;** 설파닐아마이드(SA)를 DMF에 용해한 후 상기 제2결가지가 형성된 선형 폴리우레탄에 부가하여 상기 제2결가지의 말단에 설파닐아마이드가 그래프트된 항미생물성 폴리우레탄을 합성하였다.

[0123] 비교예 1.

[0124] 상기 실시예 2에서 제1결가지 및 제2결가지를 형성하지 않고 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)와 설파닐아마이드(SA)를 단순 블렌딩하여 합성하였다.

[0125] 하기 표 2는 실시예 1 및 비교예 1의 상기 항미생물성 폴리우레탄을 합성하기 위한 조성을 나타낸 것으로, A-1,

A-2 A-3, A-4, A-5는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 설파닐아마이드(SA)를 그래프트 중합한 경우이며, A-1' , A-3' , A-5 '는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)와 설파닐아마이드(SA)를 단순 블렌딩하여 합성한 것이다. 상기 단순 블렌딩한 경우는 MDI-3 및 MDI-4를 통한 결가지 형성 단계가 없는 것이다.

표 2

PCD-SA		반응물질 (mmole)				합성 유무
		MDI-3	PCD	MDI-4	Sulfanil amide	
실시예 2	A-1	2	2	1	1	○
	A-2	2	2	2	2	○
	A-3	2	2	3	3	○
	A-4	2	2	4	4	○
	A-5	2	2	5	5	○
비교예1	A-1'	-	2	-	1	○
	A-3'	-	2	-	3	○
	A-5'	-	2	-	5	○

실시예 3. 친수성 폴리우레탄의 합성.

제1결가지를 형성하는 단계: 상기 실시예 1을 통해 제조한 선형 폴리우레탄에 제1결가지를 형성하기 위하여 MDI-3을 DMF에 용해한 후 상기 선형 폴리우레탄에 부가하여 합성하였다.

폴리카보네이트 형성단계: 화학연구원에서 제조된 1,500g/mol의 분자량을 갖는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)을 DMF에 용해하여 상기 제1 결가지가 형성된 선형 폴리우레탄에 추가하고 반응하여 상기 제1결가지의 말단에 상기 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)을 결합하였다.

제2결가지 형성단계: MDI-4를 DMF에 용해한 후 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)이 결합 된 선형 폴리우레탄에 부가하여 제2 결가지를 형성하였다.

기능성 화합물 형성단계; 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(HEA)를 DMF에 용해한 후 상기 제2결가지가 형성된 선형 폴리우레탄에 부가하여 상기 제2결가지의 말단에 결합하였다. 이후, 아크릴아마이드(AA)를 DMF에 용해한 후 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(HEA)가 결합된 폴리우레탄에 개시제(AIBN)과 함께 부가하여 상기 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(HEA)의 말단에 폴리아크릴아마이드(PAA)가 그래프트된 친수성 폴리우레탄을 합성하였다.

비교예 2.

상기 실시예 3에서 제1 결가지 및 제2 결가지를 형성하지 않고, 제2 친수성 물질인 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(HEA)를 추가하지 않았으며, 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)와 폴리아크릴아마이드(PAA)를 단순 블렌딩하여 합성하였다.

하기 표 3은 상기 친수성 폴리우레탄을 합성하기 위한 조성을 나타낸 것으로, C-1, C-2 C-3, C-4, C-5는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 아크릴아마이드(AA)를 그래프트 중합한 것 이고, C-1' , C-3' , C-5 '는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)와 아크릴아마이드(AA)를 단순 블렌딩하여 합성한 것이다. 단순 블렌딩한 경우는 MDI-3 및 MDI-4를 통한 결가지 형성 단계가 없으며, 2-하이드록시에틸 아크릴레이트(HEA) 또한 첨가되지 않는 것이다.

표 3

PCD-AA		반응물질 (mmole)					합성 유무
		MDI-3	PCD	MDI-4	HEA	Acryl amide	
실시예 3	C-1	1	1	2	2	10	○
	C-2	1	1	2	2	20	○
	C-3	1	1	2	2	30	○
	C-4	1	1	2	2	40	○
	C-5	1	1	2	2	50	○

비교예 2	C-1'	-	1	-	-	10	○
	C-3'	-	1	-	-	30	○
	C-5'	-	1	-	-	50	○

[0136] **비교예 3. 친수성 폴리우레탄의 합성.**

[0137] 1,000g/mol의 분자량을 갖는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)를 사용한 것을 제외하고 실시예 3과 동일한 방법으로 합성하였다.

[0139] **실험예 1. 세척 및 필름 시편 제작.**

[0140] 실시예 2 및 실시예 3, 비교예 3을 통하여 합성된 다기능성 폴리우레탄을 잘게 잘라 증류수에 48시간 동안 수세과정을 5회 반복수행하여 우레탄 내부에 존재하는 용매 및 미반응 물질을 제거한 후 60℃ 오븐에서 72시간 동안 건조하였다. 이후, 건조된 시료를 10wt%의 농도로 DMF에 48시간 동안 용해시켜 용매 캐스팅(solvent casting)하여 필름을 제조 후 60℃ 오븐에서 72시간 동안 건조하여 두께 0.5±0.05mm의 필름을 제조하였다.

[0141] 도 2는 일 실시예 및 비교예에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하고 폴리카보네이트 디올(PCD) 분자량에 따라 제조된 기능성 폴리우레탄의 이미지이다.

[0142] 도 2(a)는 비교예 3인 1000g/mol의 폴리카보네이트 디올(PCD) 및 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 이미지이다.

[0143] 도 2(a)를 참고하면, 필름 형성 후 물리적 힘을 가하였을 때 쉽게 필름이 찢어지고 갈라지는 것을 확인할 수 있다. 즉, 물성이 좋지 않은 것을 확인할 수 있었다.

[0144] 도 2(b)는 실시예 2 인 1500g/mol의 폴리카보네이트 디올(PCD) 및 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 이미지이다.

[0145] 도 2(b)를 참고하면, 필름 형성 후 물리적 힘을 가하였을 때 필름이 찢어지지 않고 본래의 형상을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 폴리카보네이트 디올(PCD)의 분자량이 증가함에 따라 물성이 좋아지는 것을 확인할 수 있었다.

[0146] **실험예 2. 적외선 분광 분석**

[0147] 상기 실시예 2 및 실시예 3에 의하여 합성된 다기능성 폴리우레탄의 우레탄 결합 구조분석 및 기능성 화합물의 결합을 확인하기 위하여 Attenuated Total Reflectance(ATR)가 장착된 FT-IR spectroscopy (JASCO 300E, Japan)로 25 scan, 4cm⁻¹ resolution 그리고 2mm/s의 scan 속도로 측정 후 분석하였다.

[0148] 도 3은 일 실시예에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 적외선 분광 분석 결과를 나타낸 그래프이며, 도 4는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 적외선 분광 분석 결과를 나타낸 그래프이다.

[0149] 도 3(a) 및 도 4(a)를 참고하면, 3330cm⁻¹ 부근에서 우레탄 결합에 의해 생성된 N-H stretch peak가 나타나고, - 1700cm⁻¹, 1730cm⁻¹ 부근에서 각각 수소 결합된 C=O peak와 수소결합을 형성하지 않은 free C=O peak가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한, - 2230cm⁻¹에서 나타나는 -NCO peak는 거의 나타나지 않아서 MDI와 PTMG가 반응하여 우레탄 결합이 형성되었음을 확인할 수 있었다.

[0150] 도 3(b)를 참고하면, 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)가 측면 가교화되고 SA가 그래프트된 실시예 2의 경우 공통적으로 sulfonamide계 향생물질들의 분자 구조 중 벤젠고리에 아미노기(NH₂)가 결합된 aniline기로 이루어져 있으며 'S(황)' 원자가 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, C-N peak가 1150cm⁻¹에서 나타남을 확인할 수 있으며, 1300cm⁻¹부근과 1140cm⁻¹부근에서 S=O peak가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

[0151] 도 4(b)를 참고하면 친환경 PCD가 측면 가교화되고, AA가 그래프트 된 실시예 3의 경우 원소들이 C, O, N, H로 이루어져 있어 기존의 선형 폴리우레탄과 거의 유사한 위치에 Peak가 나타남을 확인할 수 있었다.

[0152] **실험예 3. 가교밀도 측정**

[0153] 합성된 폴리우레탄 실시예 1(선형 폴리우레탄), 실시예 2(PCD-SA series), 실시예 3(PCD-AA series)의 가교 밀도 측정을 위해 톨루엔을 이용하여 고분자 팽윤 실험을 진행하였다. 먼저, 제조된 필름 형태의 시편을 가로 10mm × 세로 10mm 크기로 자른 후 무게(m_1) 측정하였다. 이후, 20mL 바이알병에 톨루엔 15mL를 채워 시편을 완전히 침지시킨 후 24시간 밀봉하여 상온에 보관하고, 톨루엔에 의해 팽윤된 시편의 표면에 남아있는 톨루엔을 빠르게 제거한 후 무게(m_2)를 측정하였으며, 팽윤된 시편을 상온에서 24시간 동안 완전히 건조 시켜 시편의 무게 (m_3)를 측정하였다. 위와 같은 방법으로 3회 반복 실험을 진행하여 각각의 평균 무게 값을 사용하였다.

[0154] 이때, 용매인 톨루엔의 부피(V_s)는 m_2 와 m_3 의 무게 차이와 톨루엔의 밀도(0.8669 g/cm^3)를 이용하여 계산, 건조된 시편의 부피(V_p)는 고분자 밀도로 고분자의 무게를 나누어 계산하고, 구해진 V_s , V_p 로 식 $V_p/(V_s+V_p)$ 을 이용하여 팽윤된 시편의 몰부피(V_1)를 계산하였다.

[0155] 팽윤 실험에 사용된 톨루엔과 폴리우레탄 간의 상호작용 계수 (χ)는 하기 계산식 1로 정의하였다.

[0156] [계산식 1]

[0157]
$$\chi = \frac{(\delta_1 - \delta_2)^2 V_1}{RT}$$

[0158] δ_1 and δ_2 = solubility parameter of solvent and polymer

[0159] V_1 = molar volume of solvent ($106.3\text{cm}^3/\text{mol}$)

[0160] R = gas constant ($8.31\text{MPa} \cdot \text{cm}^3/\text{K} \cdot \text{mol}$)

[0161] T = absolute temperature (298K)

[0162] 또한, 톨루엔 (δ_1)과 폴리우레탄(δ_2)의 용해도는 각각 $18.2(\text{MPa})^{1/2}$, $20.5(\text{MPa})^{1/2}$ 이며 이를 통해 상호작용 계수 (χ)를 계산하여 하기 계산식 2인 Flory-Rehner 식으로부터 가교 밀도를 구하였다.

[0163] [계산식 2]

[0164]
$$-\ln(1 - V_2) + V_2 + \chi V_2^2 = V_1 n [V_2^{1/3} - \frac{1}{2} V_2]$$

[0165] V_2 = volume fraction of polymer in the swollen mass

[0166] χ = interaction parameter

[0167] n = cross-link density

[0168] 도 5는 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 가교밀도를 나타낸 그래프이며, 도 6은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 가교밀도를 나타낸 그래프이다. 또한, 상세한 가교 밀도는 하기 표 4 및 표 5에 나타내었다.

표 4

[0169]

Sample code		ρ (g/cm^3)	V_p (cm^3)	V_2	$n \times 10^3$
실시예 1	L	1.7647	0.0557	0.2940	0.6271
PCD-SA 실시예 2	A-1	1.1127	0.0534	0.3457	0.7866
	A-2	1.1134	0.0420	0.3481	0.9150
	A-3	1.1131	0.0515	0.3155	0.7478
	A-4	1.1121	0.0531	0.3295	0.8115
	A-5	1.1260	0.0324	0.3630	1.0079
	A-1'	1.0530	0.0678	0.3209	0.7686
	A-3'	1.1146	0.0460	0.3667	0.7987
	A-5'	1.1140	0.0528	0.3546	0.7948

표 5

Sample code		ρ (g/cm ³)	V_p (cm ³)	V_2	$n \times 10^3$
실시예 1	L	1.7647	0.0557	0.2940	0.6271
PCD-AA 실시예 3	C-1	1.1138	0.0261	0.3596	1.0076
	C-2	1.1115	0.0442	0.3561	0.9736
	C-3	1.2534	0.0665	0.3416	0.8834
	C-4	1.1503	0.0474	0.3624	1.0196
	C-5	1.0226	0.0336	0.3750	1.1148
	C-1'	1.1124	0.0502	0.3194	0.7632
	C-3'	1.1533	0.0294	0.3160	0.7118
	C-5'	1.1822	0.0295	0.3196	0.7406

[0171] ρ : polymer density

[0172] V_p : Polymer volume

[0173] V_2 : volume fraction of polymer in the swollen mass

[0174] n : cross-link density

[0176] 도 5 및 표 4를 참고하면, 실시예 2의 다기능성 폴리우레탄은 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 설파닐아마이드(SA)가 그래프트트되어 실시예 1의 선형 폴리우레탄에 비해 가교 밀도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0177] 상세하게는 A-1, A-2, A-3, A-4, A-5는 투입된 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 가교밀도가 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 설파닐아마이드(SA)가 단순히 블렌딩된 시료인 A-1', A-3', A-5'를 참고하면 가교밀도가 큰 차이를 보이지 않았으나, 선형 폴리우레탄에 비해 가교밀도가 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0178] 도 6 및 표 5를 참고하면, 실시예 3의 다기능성 폴리우레탄은 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 아크릴아마이드(AA)가 그래프트트되어 실시예 1의 선형 폴리우레탄에 비해 가교 밀도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

[0179] 상세하게는 C-1, C-2, C-3, C-4, C-5는 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 가교밀도가 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 아크릴아마이드(AA)가 단순히 블렌딩된 시료인 C-1', C-3', C-5'를 참고하면 가교밀도가 큰 차이를 보이지 않았으나, 선형 폴리우레탄에 비해 가교밀도가 높은 것을 확인할 수 있었다.

[0180] 실험예 4. 점도 측정

[0181] 제조된 폴리우레탄 시료를 용매인 DMF에 48시간동안 용해시켜 4wt%의 고분자 용액을 준비하고 상기 고분자 용액을 항온수조에 담겨 1시간 동안 안정화 시켜준 후 Vibro viscometer (A&D Company, SV-10, Japan)를 사용하여 측정하였다. 이때, 20초 간격으로 총 5회 측정하여 평균값을 구하였다.

[0182] 도 7은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 점도를 나타낸 그래프이며, 도 8은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 점도를 나타낸 그래프이다. 또한, 상세한 점도 값은 하기 표 6 및 표 7에 나타내었다.

표 6

Sample code	실시예 1	PCD-SA 실시예 2							
	L	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-1'	A-3'	A-5'
Viscosity (cP)	5.94	5.71	7.15	5.67	5.11	7.55	4.89	4.37	5.65

[0183]

표 7

Sample code	실시예 1	PCD-AA							
	L	실시예 3	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-1'	C-3'
Viscosity (cP)	5.94	24.5	24.9	25.3	20.1	13.1	8.01	5.88	7.35

[0184]

도 7 및 표 6을 참고하면, 실시예 2의 다기능성 폴리우레탄은 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 설파닐아마이드(SA)가 그래프트트되어 실시예 1의 선형 폴리우레탄에 비해 점도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0186]

상세하게는 A-1, A-2, A-3, A-4, A-5는 투입된 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 점도가 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 설파닐아마이드(SA)가 단순히 블렌딩 된 시료인 A-1', A-3', A-5'를 참고하면 점도에 큰 차이를 보이지 않았으나, 선형 폴리우레탄에 비해 점도가 높은 것을 확인 할 수 있었다.

[0187]

도 8 및 표 7를 참고하면, 실시예 3의 다기능성 폴리우레탄은 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 아크릴아마이드(AA)가 그래프트트되어 실시예 1의 선형 폴리우레탄에 비해 점도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

[0188]

상세하게는 C-1, C-2, C-3, C-4, C-5는 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 점도가 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 아크릴아마이드(AA)가 단순히 블렌딩된 시료인 C-1', C-3', C-5'를 참고하면 점도에 큰 차이를 보이지 않았으나, 선형 폴리우레탄에 비해 점도가 높은 것을 확인 할 수 있었다.

[0189]

실험예 5. 열분석 - DSC

[0190]

제조된 필름형태의 시편을 5mg 내지 5.5mg만큼 잘라 Pan(pan type : Tzero Aluminium Hermetic)에 넣어 분석 시료 준비하였다. 이때, Differential Scanning Calorimeter(DSC, TA Instrument, DSC-Q20, USA)를 사용하였으며, T_m , T_c 분석을 위해 초고순도 질소 (순도 99.999%) 하에서 먼저 250°C의 온도로 승온하여 시료를 용융시켜 열 이력 제거하였다. 이후, -50°C까지 분당 10°C의 냉각 속도로 1차 냉각 곡선을 얻고, 1분간 안정화 후 다시 분당 10°C의 승온 속도로 250°C까지 승온시켜 2차 승온 곡선을 얻었다. 이에 대한 상세한 결과를 표 8 및 표 9에 나타내었다.

표 8

Sample code		T_{c1} (°C)	T_{c2} (°C)	ΔH_{mc1} (J/g)	ΔH_{mc2} (J/g)	T_m (°C)	ΔH_m (J/g)
실시예 1	L	141.5	-15.2	0.4	36.6	20.2	40.3
PCD-SA 실시예 2	A-1	156.0	-22.1	1.6	13.7	20.4	26.5
	A-2	161.2	-20.3	1.1	17.2	20.2	29.9
	A-3	158.1	-21.8	2.2	15.5	20.1	28.5
	A-4	158.5	-18.5	2.5	18.3	20.6	30.1
	A-5	143.6	-22.9	0.6	13.7	21.5	29.1
	A-1'	147.4	-27.3	1.9	5.1	20.0	20.3
	A-3'	152.9	-18.9	1.8	16.0	20.6	28.7
A-5'	148.4	-24.2	1.8	8.8	20.2	23.3	

[0191]

표 9

Sample code		T_{c1} (°C)	T_{c2} (°C)	ΔH_{mc1} (J/g)	ΔH_{mc2} (J/g)	T_m (°C)	ΔH_m (J/g)
실시예 1	L	141.5	-15.2	0.4	36.6	20.5	40.3

[0192]

PCD-AA 실시예 3	C-1	150.6	-37.0	1.5	0.8	19.5	20.3
	C-2	152.9	-33.2	1.7	3.1	19.0	18.6
	C-3	156.0	-19.9	1.6	16.4	20.7	28.5
	C-4	154.5	-21.0	1.0	14.8	20.9	27.3
	C-5	156.6	-17.4	1.9	18.3	20.8	29.2
	C-1'	147.1	-23.2	2.0	12.2	20.4	25.5
	C-3'	150.8	-17.3	1.6	17.4	20.8	29.8
	C-5'	148.1	-16.0	3.1	18.3	21.1	30.8

- [0193] 도 9는 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 1차 냉각곡선을 나타낸 그래프이며, 도 10은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 2차 승온 곡선을 나타낸 그래프이다.
- [0194] 도 9 및 표 8을 참고하면, 소프트 세그먼트 T_m 을 분석한 결과 전반적으로 19℃ 내지 20℃의 온도범위에서 나타나는 것을 확인하였다.
- [0195] 상세하게는, 실시예 1의 선형폴리우레탄의 $T_m(20.2℃)$ 과 큰 차이가 없는 것을 확인하였으며, 이를 통해 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)가 측면 가교화되고 설파닐아마이드(SA)가 그래프트되거나 단순 블렌딩이 되어도 합성된 폴리우레탄의 T_m 에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0196] T_{c2} 의 경우 뚜렷한 경향을 보이진 않았으나, A-1, A-2, A-3, A-4, A-5는 투입된 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 온도가 상승하다가 떨어지는 경향을 보였으며, 설파닐아마이드(SA)가 단순히 블렌딩 되어있는 A-1 ‘, A-3’ , A-5 ‘의 경우 또한 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 온도가 상승하다가 떨어지는 경향을 나타내었다.
- [0197] 도 10 및 표 8을 참고하면, T_{c1} 는 실시예 1과 대비하여 높은 것을 확인 할 수 있었다.
- [0198] 도 11은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 1차 냉각곡선을 나타낸 그래프이며, 도 12는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 2차 승온곡선을 나타낸 그래프이다.
- [0199] 도 11 및 표 9를 참고하면, 소프트 세그먼트 T_m 을 분석한 결과 전반적으로 19℃ 내지 20℃의 온도범위에서 나타나는 것을 확인하였다.
- [0200] 상세하게는, 실시예 1의 선형폴리우레탄의 $T_m(20.2℃)$ 과 큰 차이가 없는 것을 확인하였으며, 이를 통해 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)가 측면 가교화되고 아크릴아마이드(AA)가 그래프트되거나 단순 블렌딩이 되어도 합성된 폴리우레탄의 T_m 에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0201] T_{c2} 의 경우 뚜렷한 경향을 보이진 않았으나, C-1, C-2, C-3, C-4, C-5는 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 온도가 상승하는 경향을 보였으며, 아크릴아마이드(AA)가 단순히 블렌딩 되어있는 C-1 ‘, C-3’ , C-5 ‘의 경우 또한 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 온도가 상승하는 경향을 나타내었다.
- [0202] 도 11 및 표 9를 참고하면, T_{c1} 는 실시예 1보다 높으며, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 높을수록 온도가 상승하는 것을 확인 할 있었다.
- [0203] 이를 통하여 전반적인 열적특성분석 결과 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)를 측쇄 결합한 폴리우레탄에 설파닐아마이드(SA)를 반응시킨 실시예 2가 아크릴아마이드를 반응시킨 실시예 3에 비해 소프트 세그먼트의 결정화온도(T_{c2}) 및 하드 세그먼트의 결정화온도(T_{c1})가 비교적 높은 경향을 보이는 것으로, 합성된 폴리우레탄 사슬의 유동성이 감소하게 되어 형상회복특성분석 시 형상 고정능이 실시예 3 보다 우수할 것을 예상할 수 있다.
- [0204] 실험예 6. 열분석 - DMA분석
- [0205] 제조된 필름 형태의 시편을 폭 5mm, 길이 25mm로 잘라서 준비하고, Dynamic Mechanical Analyser(DMA, Triton TT-DMA, Metler-Toledo, UK)를 사용하여 -150℃ ~ 100℃의 온도 범위에서 3℃/min의 승온 속도, frequency 10Hz로 하여 tension mode로 측정 후 저장 탄성률(E')과 $\tan \delta$ 값을 이용하여 T_g 를 구하였다. 이에 대한 상세

한 결과를 표 10 및 표 11에 나타내었다.

표 10

[0206]

	실시예 1	PCD-SA							
	L	실시예 2							
T _g (°C)	-58.9	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-1'	A-3'	A-5'
		-51.3	-48.9	-52.0	-52.7	-42.2	-53.5	-53.2	-51.4

표 11

[0207]

	실시예 1	PCD-AA							
	L	실시예 3							
T _g (°C)	-58.9	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-1'	C-3'	C-5'
		-44.6	-46.2	-45.5	-46.7	-46.1	-53.3	-53.4	-50.7

[0208] 도 13은 일 실시예 2에 따른 설펜아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 동역학적 특성을 분석한 그래프이며, 도 14는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 동역학적 특성을 분석한 그래프이다.

[0209] 도 13 및 표 10을 참고하면, 실시예 1(선형 폴리우레탄)의 T_g는 -58.9°C이고 실시예 2의 T_g는 A-1, A-2, A-3, A-4, A-5가 각각 -51.3°C, -48.9°C, -52.0°C, -52.7°C, -42.2°C로 실시예 1에 비해 높은 T_g값을 나타내며, 투입된 설펜아마이드(SA)의 함량의 증가에 따라 증가하다 감소하였고 설펜아마이드(SA)의 함량이 5mmole로 가장 높은 A-5에서 다시 T_g가 증가함을 보였다. 또한, 설펜아마이드(SA)가 단순히 블렌딩되어있는 A-1', A-3', A-5'는 각각 -53.5°C, -53.2°C, -51.4°C로 설펜아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 T_g가 증가하였고 실시예 1에 비해 T_g가 높지만 설펜아마이드(SA)가 그래프트된 시료에 비해 낮은 값을 보였다.

[0210] 이는 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)와 함께 그래프트 및 단순 블렌딩 된 설펜아마이드(SA)의 함량이 증가하고 구조가 단단하여 합성된 폴리우레탄의 T_g가 점점 증가하는 것이라 판단할 수 있다.

[0211] 도 14 및 표 11을 참고하면, T_g는 C-1, C-2, C-3, C-4, C-5가 각각 -44.6°C, -46.2°C, -45.5°C, -46.7°C, -46.1°C로 실시예 2의 결과와 같이 실시예 1(-58.9°C)보다 T_g가 높으나 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가함에 따라 T_g가 증가하다가 감소하였고 아크릴아마이드(AA)의 함량이 30mmole인 C-3에서 가장 높은 T_g값(-45.5°C)을 보였다. 또한, 아크릴아마이드(AA)가 단순 블렌딩된 C-1', C-3', C-5'는 각각 -53.3°C, -53.4°C, -50.7°C로 설펜아마이드(AA)가 단순히 블렌딩되어 있는 A-1', A-3', A-5'와 유사한 온도 범위에서(-53.5 ~ -51.4°C) T_g가 나타나며 실시예 1보다 높고 아크릴아마이드(AA)가 그래프트된 시료에 비해 T_g가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

[0212] 즉, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가함에 따라 기존의 선형 폴리우레탄에 비해 T_g가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

[0214] **실험예 7. 기계적 물성**

[0215] 제조된 필름 형태의 시편을 폭5mm, 길이 80mm로 자른 후 만능시험기(UTM, Lloyd Instrument, LR10K, UK)를 사용하여 0.5kN의 Load cell, 20mm/min의 crosshead speed, 20mm gauge length의 조건에서 7회 측정 후 평균값을 구하고 가장 높은 값과 낮은 값을 제외한 5개의 값으로 표준편차를 구하였다.

[0216] 도 15는 일 실시예 2에 따른 설펜아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 인장강도를 나타낸 그래프이다.

[0217] 도 15를 참고하면, 투입된 설펜아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 선형 폴리우레탄의 인장강도인 21MPa보다 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 단순 블렌딩을 통해 제조한 경우 설펜아마이드(SA)의 함량과 상관없이 인장강도가 낮은 것을 확인할 수 있었다.

- [0218] 도 16은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 과단신율을 나타낸 그래프이다.
- [0219] 도 16 참고하면, 실시예 1과 대비하여 1671%에서 최대 2392%로 약 721% 증가하는 것을 확인 할 수 있다. 또한, 상기 설파닐아마이드(SA)를 단순 블렌딩 할 경우 선형 폴리우레탄 대비하여 과단신율이 높으나, 그래프트 시료보다 과단신율이 낮은 것을 확인할 수 있었다.
- [0220] 도 17은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 인장강도를 나타낸 그래프이다.
- [0221] 도 17을 참고하면, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 선형 폴리우레탄의 인장강도인 21MPa보다 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 단순 블렌딩을 통해 제조한 경우 또한 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 인장강도가 향상됨을 확인 할 수 있었다.
- [0222] 도 18은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 과단신율을 나타낸 그래프이다.
- [0223] 도 18을 참고하면, 과단 신율은 최대 2130%로 실시예 1과 대비하여 약 459% 증가하는 것으로, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가함에 따른 과단 신율의 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.
- [0224] 또한, 아크릴아마이드(AA)를 단순블렌딩 된 경우 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 과단신율이 감소하였으나, 선형 폴리우레탄 대비 과단신율이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.
- [0225] 즉, 도 15 내지 도 18을 참고하면 설파닐아마이드(SA) 또는 아크릴아마이드(AA)를 그래프트 하였을 때 60MPa 이상으로 목표하였던 인장강도의 목표치인 30MPa보다 높음을 호가인할 수 있었다.
- [0226] 또한, 과단신율의 목표치는 1000%로 설파닐아마이드(SA) 및 아크릴아마이드(AA)를 그래프트 하였을 때 각각 2499% 및 2130%로 목표하였던 과단신율보다 높음을 확인할 수 있었다.

[0227] **실험예 8. 형상기억 실험**

- [0228] UTM에 온도 조절이 가능한 챔버가 부착하여 실험을 진행하였다. 제조된 필름 형태의 시편을 폭 5mm, 길이 80mm로 잘라 챔버 내부에 고정 (L_0) 시킨 후 10℃에서 10분간 유지하고, 10분간 유지된 시편을 100% 신장시키고 10분간 유지 (100% 신장되었을 때 시편의 길이 = $2L_0$)하였다. 이후, 100% 신장 된 시편을 온도가 -25℃가 되도록 액체 질소를 투입하여 챔버의 내부를 냉각하고 10분간 유지하고, -25℃에서 시편에 가해지는 하중을 제거한 후 수축되는 길이 (L_1)를 측정하였다.
- [0229] 형상 고정능은 L_0 과 L_1 의 값과 하기 계산식 3을 통해 구하였으며, 온도를 다시 10℃로 승온시켜 10분간 유지 후 수축된 시편의 길이(L_2)를 측정하여 형상회복능은 $2L_0$ 과 L_2 의 값과 계산식 4를 통해 구하였다. 이후 상기 수행한 실험과정이 1사이클이며 총 4회 실험을 반복하여 결과를 구하였다.

[0230] [계산식 3]

[0231]
$$\text{Shape retention} = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100(\%)$$

[0232] [계산식 4]

[0233]
$$\text{Shape recovery} = \frac{(2L_0 - L_2)}{L_0} \times 100(\%)$$

[0234] L_0 : Initial specimen length

[0235] $2L_0$: Length of L_0 strained above T_i

[0236] L_1 : Deformed length below T_i after load removal

[0237] L_2 : Final specimen length after shape recovery above T_i

[0238] 또한, 상세한 결과는 하기 표 12 및 표 13에 나타내었다.

표 12

[0239]

Sample code		Shape retention (%)				Shape recovery (%)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
실시예 1	L	95.1	91.7	88.8	93.4	73.4	75.0	69.1	66.9
PCD-SA 실시예 2	A-1	95.8	95.1	93.0	93.7	83.6	80.4	79.6	77.0
	A-2	92.7	95.6	93.9	93.9	92.7	90.9	87.3	89.9
	A-3	91.7	92.3	94.3	91.5	91.2	86.6	82.4	80.6
	A-4	93.5	94.6	81.1	93.4	75.0	78.1	98.1	77.5
	A-5	79.5	81.1	75.1	76.1	98.5	98.1	97.2	95.7
	A-1'	93.7	94.2	92.2	91.9	59.1	65.0	62.6	60.7
	A-3'	94.2	92.4	91.9	89.6	58.0	62.4	61.3	59.2
	A-5'	94.8	93.4	96.8	90.7	74.4	77.5	62.5	59.4

표 13

[0240]

Sample code		Shape retention (%)				Shape recovery (%)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
실시예 1	L	90.2	94.1	92.7	91.3	89.3	86.5	83.1	78.5
PCD-AA 실시예 3	C-1	86.6	90.9	87.6	86.5	98.9	98.5	95.6	93.5
	C-2	83.5	81.6	81.1	78.2	97.8	96.6	95.4	96.2
	C-3	88.9	87.2	87.1	87.2	96.8	95.2	91.1	91.7
	C-4	88.6	84.0	79.5	91.2	99.1	98.3	96.1	95.8
	C-5	91.0	91.0	89.4	89.2	94.7	89.5	87.6	89.6
	C-1'	92.6	94.7	93.0	92.6	91.1	84.0	84.7	83.7
	C-3'	97.0	95.5	93.2	92.4	88.8	85.3	83.3	83.0
	C-5'	95.3	95.6	95.7	90.3	84.2	84.1	85.5	84.3

[0241] 도 19는 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 고정능을 나타낸 그래프이며, 도 20은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 회복능을 나타낸 그래프이다.

[0242] 도 19, 도 20 및 표 12를 참고하면, 설파닐아마이드(SA)가 그래프트된 시료의 경우 4회 반복 실험하였을 때 형상 고정능이 약 90%를 나타내었고, 형상 회복능의 경우 전반적으로 80% 후반의 값(약 87%)을 나타내었다. 또한, 설파닐아마이드(SA)가 단순 블렌딩된 시료의 경우 90% 초반의 값(약 93%)을 나타내었고, 형상 회복능은 60% 초반의 값(63.5%)을 나타내었으며, 형상 고정능의 경우 SA가 그래프트된 시료보다 미세하게 높은 값을 보였고 형상 회복능의 경우 약 23.5% 낮은 값을 보였다.

[0243] 도 21는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 고정능을 나타낸 그래프이며, 도 22는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 형상 회복능을 나타낸 그래프이다.

[0244] 도 21, 도 22 및 표 13을 참고하면, 아크릴아마이드(AA)가 그래프트된 시료의 경우 4회 반복 실험하였을 때 형상 고정능이 약 86.5% 이상의 값을 나타내는 것을 확인하였고, 형상 회복능은 약 94%로 높은 값을 나타내었다. 또한, 단순 블렌딩된 시료의 경우 4회 반복 실험하였을 때 형상 고정능이 약 94% 이상의 값을 나타내는 것을 확인하였고, 형상 회복능은 약 85%로 그래프트된 시료에 비해 낮은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0245] 즉, 도 19 내지 도 22를 통하여 친환경 PCD가 측쇄 결합되고 설파닐아마이드(SA) 또는 아크릴아마이드(AA)가 그래프트된 시료의 경우 형상 고정능은 약 89%의 값을 보였고 형상 회복능은 약 91% 값으로 목표치인 90%에 근접하거나 그 이상의 값을 보임을 확인할 수 있었다. 또한, 비교군인 친환경 PCD, 설파닐아마이드(SA) 및 아크릴아마이드(AA)가 단순 블렌딩된 시료의 형상 고정능은 약 93.5%로 90%인 목표치를 충족하나 형상 회복능은 각각 63.5%와 85%로 낮은 값을 보임을 확인할 수 있었다.

[0246] 이를 통해 단순 블렌딩보다 그래프트 중합된 시료가 형상 회복능과 고정능이 더 우수함을 확인할 수 있었다.

[0247] **실험예 8. 저온 유연성 테스트**

[0248] 형상회복 실험 결과를 뒷받침하기 위해 저온 유연성 실험을 진행하였다. 제조된 필름 형태의 시편을 폭 5mm, 길이 80mm로 자른 뒤 일정한 간격으로 시편을 나선형으로 꼬임을 주어 온도 조절이 가능한 챔버에 넣고 -35℃에서 2시간 동안 고정 후 내부의 온도를 -35℃부터 20℃까지 10℃/min의 속도로 승온시켰다. 이후, 꼬임을 준 시편이 승온 온도에 따라 변형 전의 원래의 형상으로 회복되는 거동을 비디오 카메라(Sony HDR-CX550, Japan)를 이용하여 녹화한 후, 원래의 형상으로 회복되는 온도에 따른 시편의 영상을 캡처하여 분석하였다.

[0249] 도 23은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 저온 유연성을 나타낸 이미지이다.

[0250] 도 23을 참고하면, 실시예 1 (선형 폴리우레탄(L))은 시료에 변형을 가한 후 -35℃에서 2시간 동안 고정 시킨 다음 서서히 온도를 승온시켰을 때 0℃ 부근에서 필름의 꼬임이 풀리기 시작하며 약 15℃에서 변형 전의 원래의 형태로 되돌아가는 것을 확인하였다. 또한, 실시예 2의 저온에서의 유연성을 살펴보았을 때 그래프트 중합 시 투입된 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 변형 후 원래의 형상으로 되돌아가기 시작하는 온도가 낮은 것을 확인 할 수 있었다.

[0251] 특히, A-5의 경우 -35℃에서 고정된 형상이 유지되지 않고 꼬임이 조금 풀려있는 것을 확인 할 수 있었고, -19℃부터 원래의 형상으로 되돌아가기 시작하여 9℃에서 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인할 수 있었으며, A-5의 비교군인 A-5'의 경우는 변형 후 원래의 형상으로 되돌아가기 시작하는 온도가 -9℃로 실시예 2의 A-1, A-3보다는 낮은 온도이며, 실시예 2보다 비교적 높은 온도 (17℃)에서 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인할 수 있었다.

[0252] 도 24는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 저온 유연성을 나타낸 이미지이다.

[0253] 도 24를 참고하면, 변형 후 원래의 형상으로 되돌아가기 시작하는 온도가 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 서서히 증가하나 평균 -11℃로 실시예 2와는 달리 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가함과 상관없이 유사한 온도 (약 8℃)에서 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인할 수 있었다. 또한, C-5의 비교군인 C-5'의 경우 약 -1℃ 에서부터 변형 후 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인 할 수 있고, 실시예 1(선형 폴리우레탄)과 유사한 온도 (약 15℃)에서 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인할 수 있었다.

[0254] 또한, A-5'를 제외한 모든 시료가 실시예 1보다 더 낮은 온도에서 원래의 형상으로 되돌아가는 것을 확인할 수 있었다.

[0255] **실험예 9. 친수성 발현특성 분석 - 접촉각 측정**

[0256] 친수성 특성 발현을 확인하기 위하여 에스이오사의 Phoenix 300 TOUCH를 사용하여 접촉각을 측정하였다. 제조된 필름 형태의 시편을 가로 20mm, 세로 20mm로 잘라 트레이에 올린 후 필름 표면에 2μL의 증류수를 떨어뜨리고, 장비에 장착된 카메라로 시간에 따른 접촉각 변화를 확인하기 위하여 10분간 촬영 및 접촉각을 측정하였고 그에 대한 데이터 값을 2초당 한 번 획득하였다.

[0257] 도 25는 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 나타낸 그래프이며, 도 26은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 측정한 이미지이다.

[0258] 도 25 및 도 26을 참고하면, 선형 폴리우레탄은 초기 각도인 87.9°에서 10분 후 54.4°로 접촉각이 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

[0259] 이와 대비하여 실시예 2의 A-1, A-3, A-5는 각각 초기 각도인 73.8°, 82.2°, 84.5°에서 10분 후 43.2°, 49.7°, 63.9°로 줄어들었으며, 투입된 설파닐아마이드(SA)의 함량이 증가할수록 접촉각의 감소폭이 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 실시예 2의 A-5의 비교군인 A-5'의 경우 초기 각도인 73.7°에서 10분 후 40.1°로 오히려 A-5에 비해 접촉각이 크게 감소한 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통하여 PCD의 함량이 고정되어 있어 실시예 2의 친수성 발현에 미약한 영향을 미침을 확인 할 수 있었다.

[0260] 도 27은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 나타낸 그래프이며, 도 28은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 접촉각을 측정한 이미지이다.

[0261] 도 27 및 도 28을 참고하면, 실시예 3의 C-1, C-3, C-5는 각각 초기 각도인 77.6°, 78.9°, 78.8°에서 10분 후 42.1°, 42.4°, 37.9°로 줄어든 것을 확인 할 수 있었다. 또한 C-5의 비교군인 C-5'는 초기 각도인 80.2°

에서 49.7°로 접촉각이 작아 졌으며, 이는 C-5보다 높은 각을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

[0262] 이를 통하여 표면의 친수성은 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 아크릴아마이드(AA)가 그래프트된 시편이 친 환경 폴리카보네이트 디올(PCD)과 아크릴아마이드(AA)가 단순 블렌딩된 시편보다 우수함을 확인할 수 있으며, 아크릴아마이드(AA) 자체가 수분을 잘 흡수하는 특성을 가진 화합물로 폴리카보네이트 디올(PCD)과 함께 사용함 에 따라 친수성 발현을 배가 시키는 것으로 판단된다.

[0263] **실험예 9. 친수성 발현특성 분석 - 수분투과도 분석**

[0264] 실시예 3을 두께 0.1mm로 지름의 크기가 11.5cm인 페트리 디쉬에 필름 캐스팅하였다. 지름이 9.5cm인 페트리 디 쉬에 증류수를 채워 캐스팅한 필름을 덮어 밀봉한 후 60℃ 오븐에 넣은 후 1시간에 한 번씩 꺼내어 총 24시간에 걸쳐 무게를 측정하고, 시간당 9.5cm인 페트리 디쉬의 단위면적당 투과된 증류수의 무게로부터 수분투과도 ($g/m^2 \cdot h$)를 계산하였다. 이때, g는 계산식 5를 통해 계산하였다.

[0265] [계산식 5]

[0266]
$$g = W_0 - W_x$$

[0267] W_0 : 9.5cm 페트리 디쉬 속 증류수의 초기 무게

[0268] W_x : x시간에서의 9.5cm 페트리 디쉬 속 증류수의 무게

[0269] 도 29 및 도 30은 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 온도에 따른 수분투 과도를 나타낸 그래프이다.

[0270] 도 29를 참고하면, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 표면의 친수성 특성이 잘 발현됨을 확인 할 수 있었으며, 수분투과도의 경우 페트리 디쉬 속 증류수가 증발하여 필름 표면을 투과하는 양이 증가할수록 그 에 따른 수분투과도(WVP)가 서서히 증가하는 경향을 확인하였다. 또한, 선형 폴리우레탄과 비교 했을 시, 실시 예 3의 C-1은 선형 폴리우레탄과 큰 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었으며, C-3, C-5 그리고 C-5의 비교군인 C-5'는 WVP가 증가한 것을 확인 할 수 있었다. C-3이 C-5와 C-5'에 비해 미세하게 높은 수치를 보이거나 큰 차이 를 보이지 않음을 확인하였다.

[0271] 도 30을 참고하면, 체온이나 약간 높은 온도에서는 변화를 확인하기 어려움이 있어 60℃에서 측정 후 분석을 진 행하였으나 결과 값이 선형 폴리우레탄과 실시예 3의 C-3, C-5, C-5'의 경우 큰 차이가 나지 않아 80℃로 온도 를 높여 증기압을 높여줌으로써 증발하는 증류수의 양이 증가하게 되고 이로 인해 무게의 감소폭이 크게 증가할 것으로 보이며 그 차이를 확인 하고자 하였다.

[0272] 80℃ 분석 결과, 60℃ 분석 결과와 달리 증기압의 증가로 인한 무게의 감소 폭이 증가한 것을 확인 할 수 있었 으며, 수분투과도 값이 크게 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 전체적으로 선형 폴리우레탄에 비해 높은 값 을 보였고, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 5mmole로 가장 높은 C-5에서 가장 높은 값을 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통하여 투습성이 우수한 섬유소재로의 사용을 기대할 수 있을 것으로 판단할 수 있다.

[0273] **실험예 9. 친수성 발현특성 분석 - 수분흡수도 분석**

[0274] 제조된 필름 형태의 실시예 3을 가로 30mm, 세로 30mm의 크기로 잘라 시편을 준비 후 60℃에서 24시간 동안 충 분히 건조시켜 수분을 제거하고, 수분을 제거한 시편의 초기 무게를 측정하였다. 상세하게는, 증류수 80mL에 시 편을 완전히 침지시켜 밀봉하여 72시간 동안 각각 25℃와 60℃의 항온수조에 보관하고, 초기 무게를 측정한 시간 으로부터 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72, 84, 96, 108, 120시간마다 증류수에 의해 팽윤된 시편의 표면에 남 아있는 증류수를 빠르게 제거 후 무게를 측정하였으며, 같은 방법으로 3번 반복 실험 후 각각의 평균 무게 값을 사용하여 백분율을 구하였다.

[0275] 도 31과 도 32는 일 실시예 3에 따른 아크릴아마이드(AA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 수분흡수도를 나타낸 그래프이다.

[0276] 도 31과 도 32를 참고하면, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량이 증가할수록 수분흡수도가 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

[0277] 또한, 접촉각, 수분투과도, 수분흡수도를 통하여 제조된 폴리우레탄 필름 표면이 친수화 됨을 확인 할 수 있고, 투입된 아크릴아마이드(AA)의 함량 증가에 따라 선형 폴리우레탄과 큰 차이 없이 수분의 투과가 이루어지며 수

분의 흡수는 오히려 잘 이루어짐을 확인할 수 있었다.

[0278] **실험예 10. 항균·항곰팡이성 분석 - 1차 테스트(수세처리)**

[0279] 실시예 2의 필름시료를 가로 50mm, 세로 50mm의 크기로 잘라 시편을 준비하였다. 모든 시료는 아세톤에 10분, 증류수에 30분간 총 5회의 수세 과정을 진행하였으며, 수세 후 60℃ 오븐에서 24시간 동안 충분히 건조시켜 수분을 제거하였다.

[0280] **실험예 11. 항균·항곰팡이성 분석 - 2차 테스트(수세 후 산처리)**

[0281] 실시예 2의 필름 시료를 가로 50mm, 세로 50mm의 크기로 잘라 아세톤에 10분 증류수에 30분간 총 5회의 수세 과정 진행 후 0.1M HCl에 1시간동안 시료를 넣어 산 처리 후 증류수로 1시간 세척하고 60℃에서 24시간 동안 충분히 건조시켜 수분을 제거하였다.

[0282] 이후, 실험예 10 및 실험예 11을 통하여 준비한 시편을 ASTM G21 시험 방법을 통하여 분석하였으며, 이에 대한 등급 결과를 표 14 및 표 15에 나타내었다.

표 14

[0283]

		등급
실시예 1	Linear PU	3
PCD-SA 실시예 2	A-1	1
	A-3	1
	A-5	1
	A-5'	3

표 15

[0284]

		등급
실시예 1	Linear PU	0
PCD-SA 실시예 2	A-1	0
	A-3	0
	A-5	0
	A-5'	0

[0285] 판정조건

[0286] 0: 발육억제, 1: 미량발육(10%이하), 2: 약간발육(10~30%), 3: 중간발육(30~60%), 4: 발육왕성(60%이상)

[0287] 도 33은 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 항곰팡이성을 관찰한 이미지이다.

[0288] 도 33(a) 및 표 14를 참고하면, 아세톤과 증류수에서 준비된 시편을 세척 후 60℃에서 24시간 동안 건조시켜 수분을 제거한 시편(1차 test)의 경우 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)에 포함된 -OH기에 의해 미약하게나마 합성된 폴리우레탄의 표면이 친수화가 되어 곰팡이 성장을 억제한 것으로 판단된다.

[0289] 도 33(b) 및 표 15를 참고하면, 아세톤과 증류수에서 세척 후 0.1M HCl로 산 처리과정을 진행한 시편 (2차 test)의 경우 산 처리를 통하여 폴리우레탄 표면에 H+ 양이온을 더 붙여 줌으로써 필름 표면의 친수화가 이루어져 친환경 폴리카보네이트 디올(PCD)에 포함된 -OH기와 함께 합성된 폴리우레탄에 친수성 효과를 발현함으로써 곰팡이의 성장 억제 효과가 증가함을 확인 할 수 있었다.

[0290] **실험예 12. 항균·항곰팡이성 분석 - 항균성 테스트**

[0291] 실시예 2의 필름시편을 아주 잘게 잘라 4~5g을 준비하였다. 잘게 자른 시편을 60℃ 오븐에서 24시간 동안 충분히 건조시켜 수분을 제거하고, KS K 0694 시험분석을 통하여 항균성 테스트를 진행하였다. 이때, 균종은 황색포도상구균을 사용하였다.

[0292] 도 34는 일 실시예 2에 따른 설파닐아마이드(SA)를 포함하는 기능성 폴리우레탄의 항균성을 관찰한 이미지이다.

[0293] 도 34를 참고하면, 실험예 1인 선형 폴리우레탄의 경우 황색포도상구균의 경우 정균감소율이 10.26%로 항균 효

과가 매우 낮아 거의 효과 없는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 실시예 2의 A-1과 A-5는 황색포도상구균의 경우 정균감소율이 각각 96.08%, 94.90%로 실시예 1에 비해 항균 효과가 매우 뛰어난 것을 확인 할 수 있었다.

[0294] 즉, 기존의 선형 폴리우레탄에 항균효과를 지닌 고분자 화합물인 설파닐아마이드(SA)를 그래프트 시킴으로써 10.26%로 거의 항균성이 없는 선형 폴리우레탄이 정균감소율이 94~96%의 탁월한 항균 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0295] 본 발명은 다기능성 폴리우레탄 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 균주의 성장을 억제하고 환부의 감염속도를 늦추는 것에 탁월한 효과를 보이며, 광범위한 범위에서 항균 및 항염증제로 사용되어온 설파닐아미드(SA)를 사용하여 폴리우레탄에 그래프트 시킴으로써 설파닐아미드(SA)가 가진 항균·항곰팡이성 등의 특성을 가진 폴리우레탄을 이용한 항균 패치 등으로 응용이 가능할 것을 확인할 수 있었다.

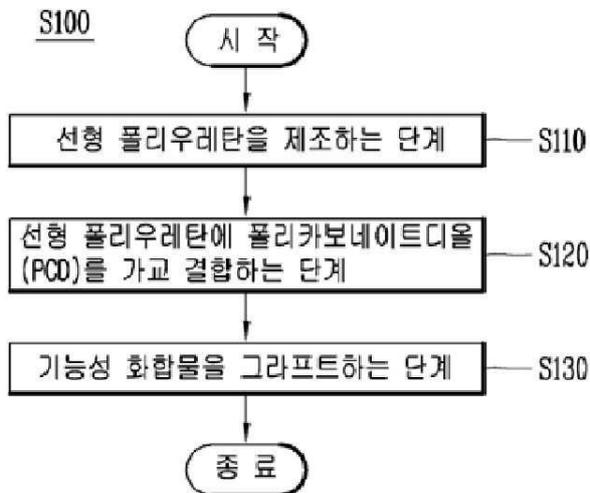
[0296] 동시에 소수성인 폴리우레탄의 표면을 친수화하게 되면 친수성이 필요한 투과막, 섬유, 의료용 (생체재료의 접착부) 소재 등으로 응용분야를 확대할 수 있다. 특히, 친수성 고분자로 알려져 있는 아크릴아마이드(AA)를 사용함으로써 친수성 발현 효과를 더욱 부가시켜 환부의 진물 등을 흡수하는 메디폼과 같은 습윤 패치, 투습성이 요구되는 섬유소재 및 의료용 소재로의 응용 가능성이 확대될 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0297] 본 명세서에서는 본 발명자들이 수행한 다양한 실시예 가운데 몇 개의 예만을 들어 설명하는 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고, 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.

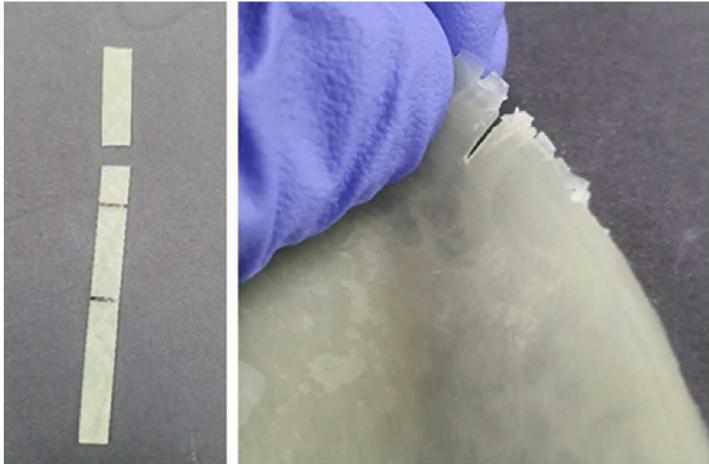
[0298] 이 연구는 한국전력공사 Open R&D 프로그램 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다. (Project No. : R17XH03)

도면

도면1



도면2

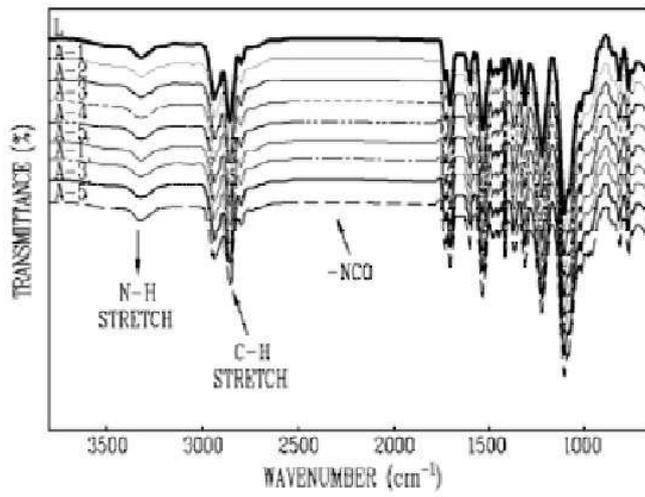


(a)

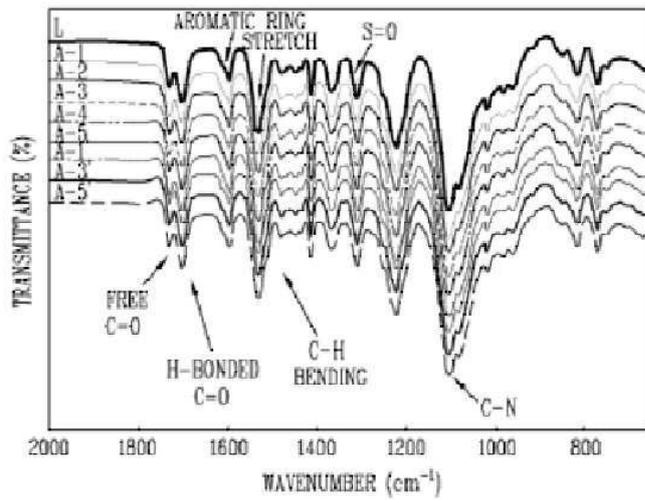


(b)

도면3

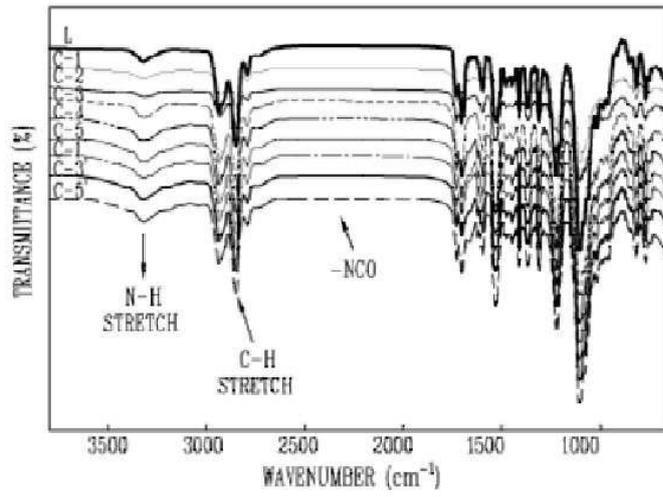


(a)

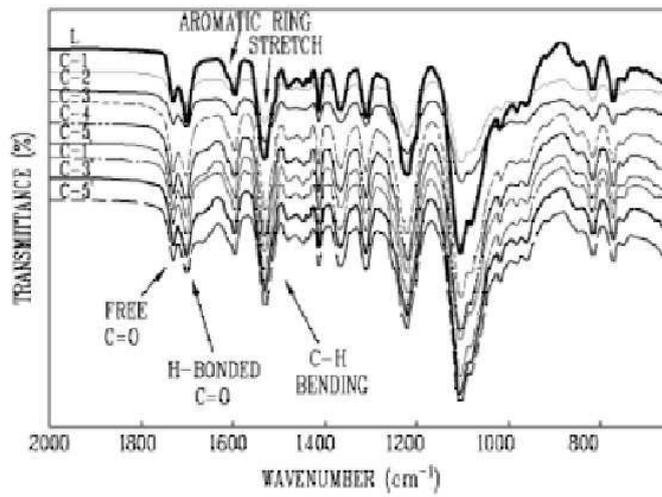


(b)

도면4

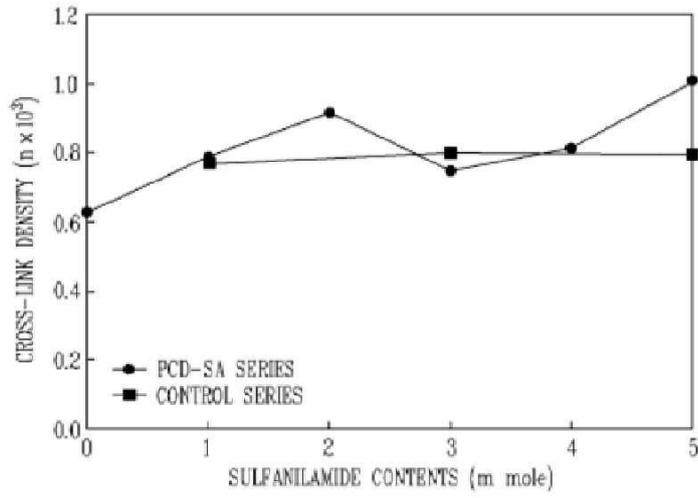


(a)

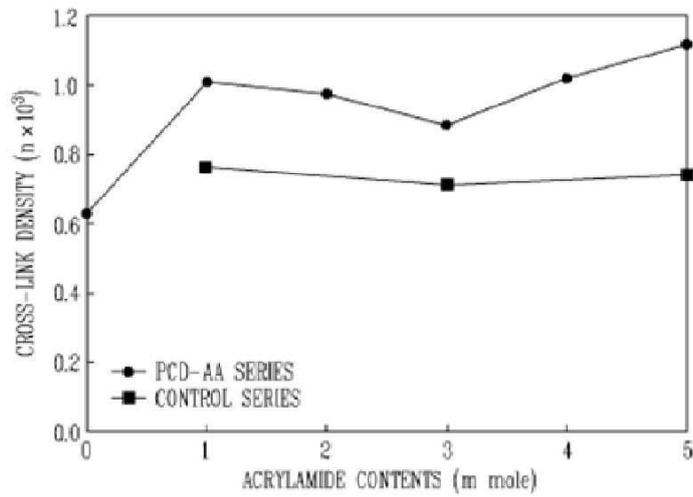


(b)

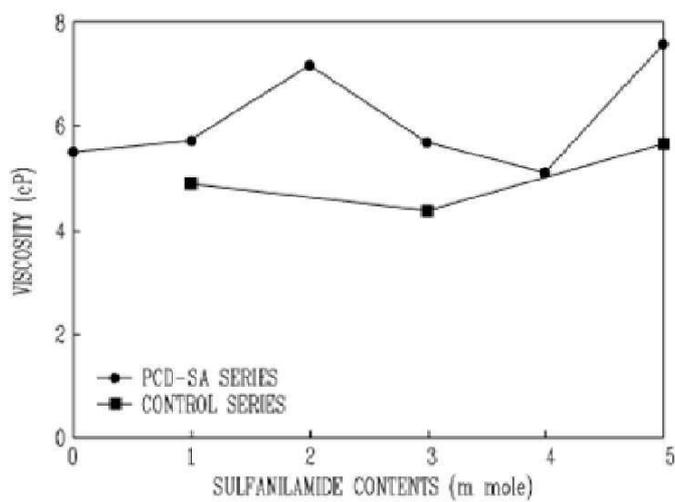
도면5



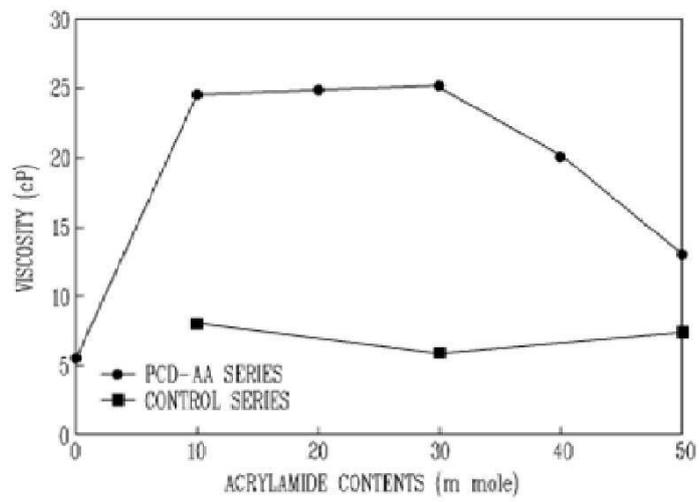
도면6



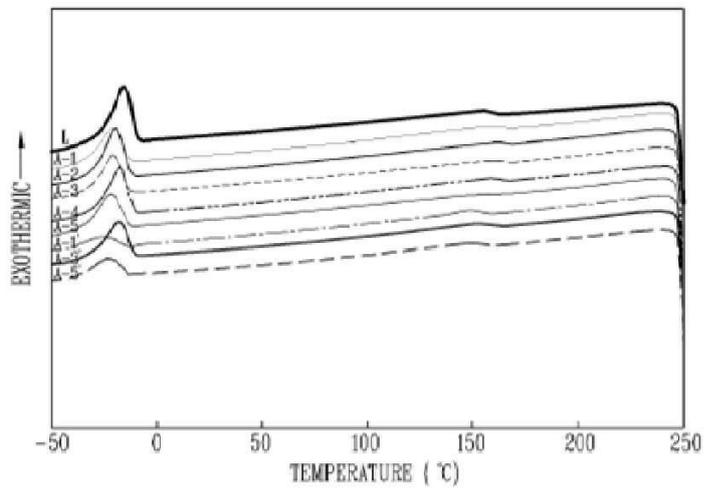
도면7



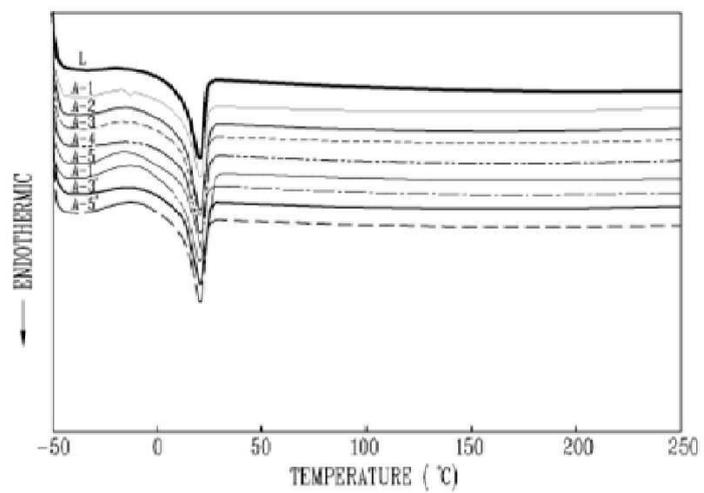
도면8



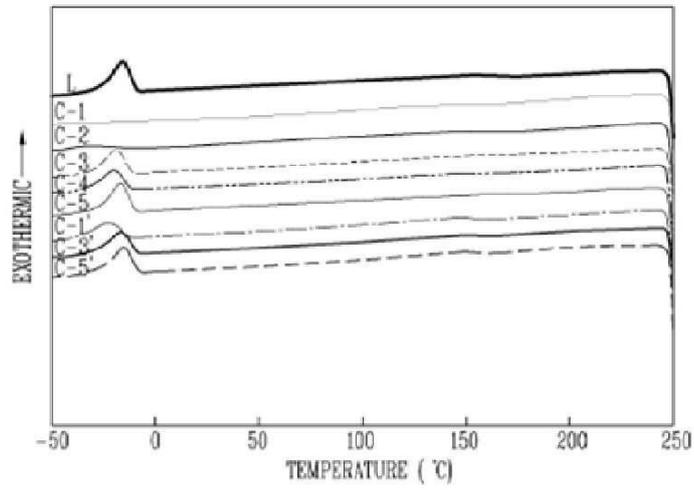
도면9



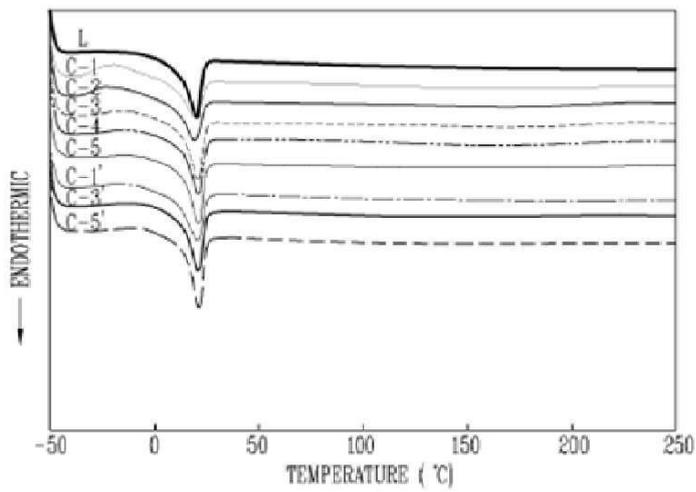
도면10



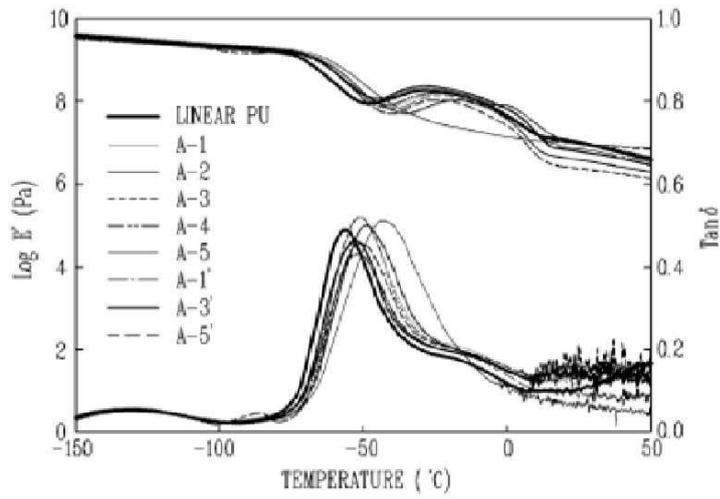
도면11



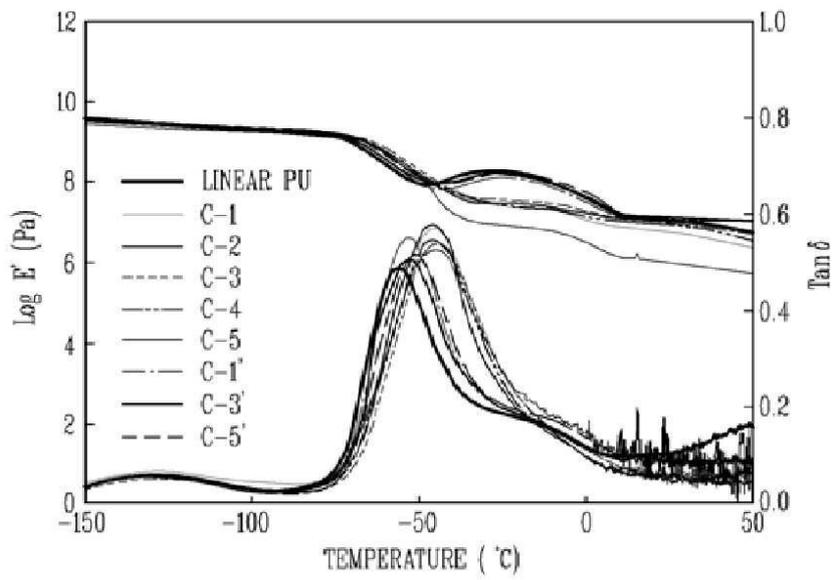
도면12



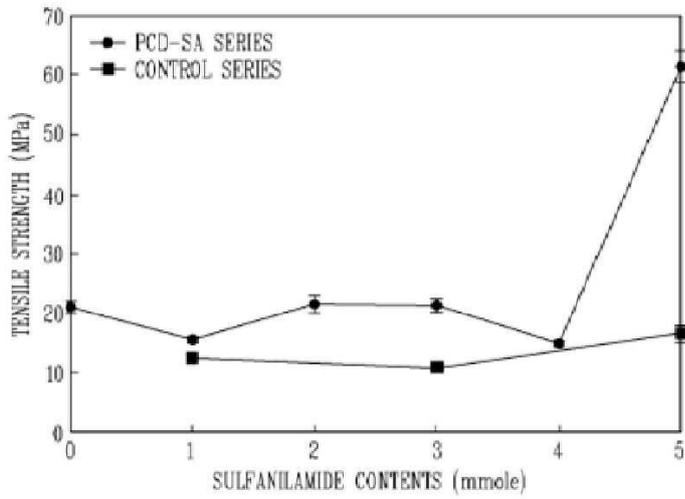
도면13



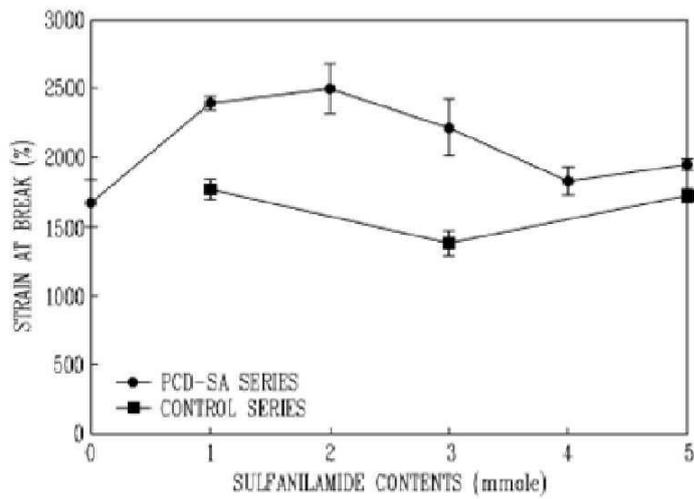
도면14



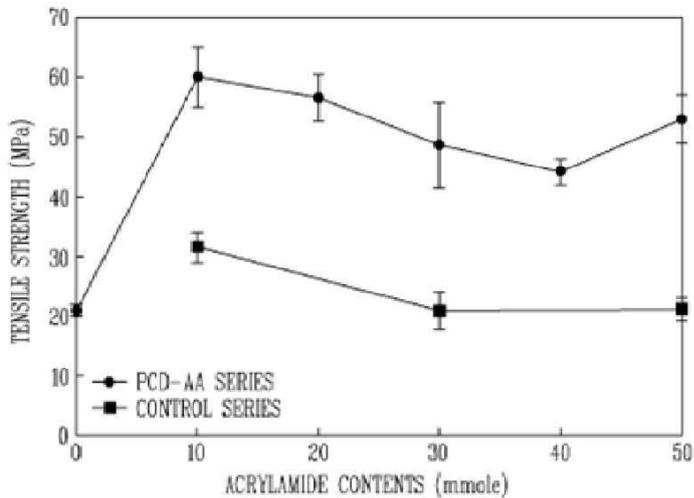
도면15



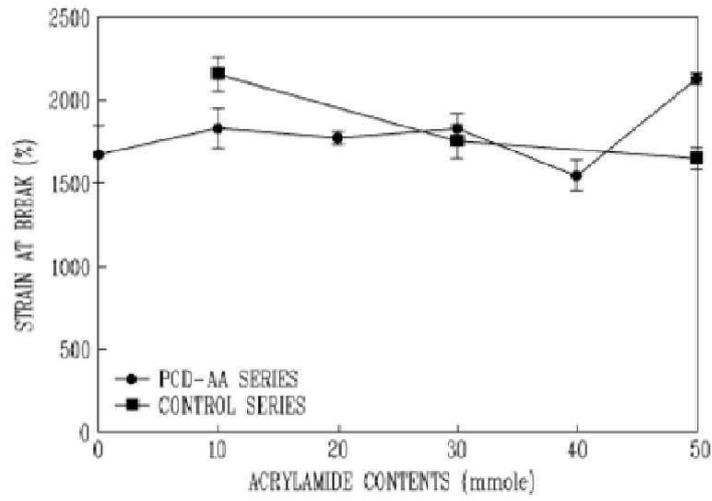
도면16



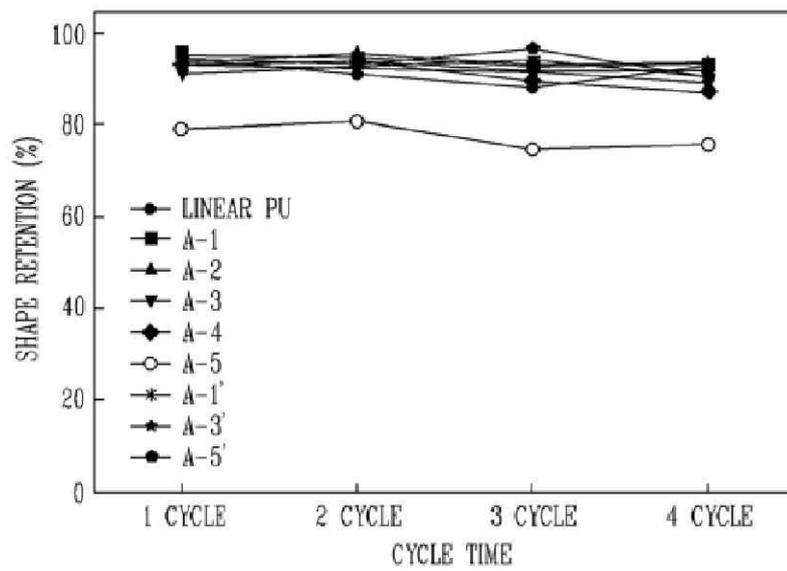
도면17



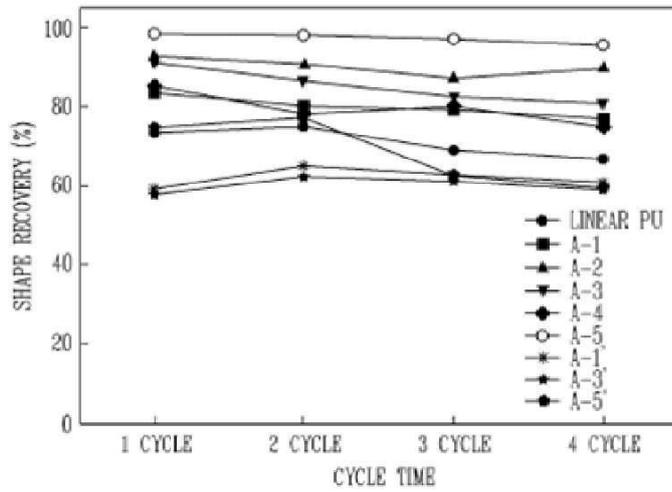
도면18



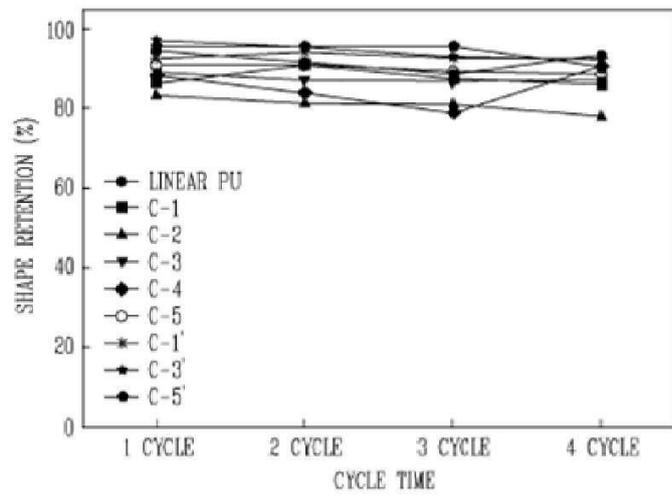
도면19



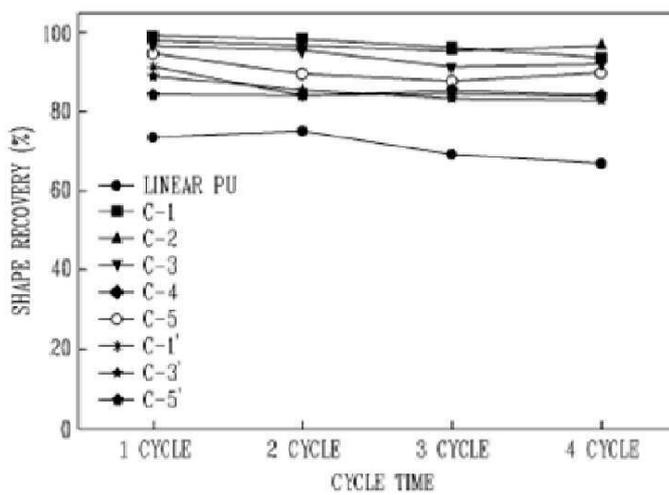
도면20



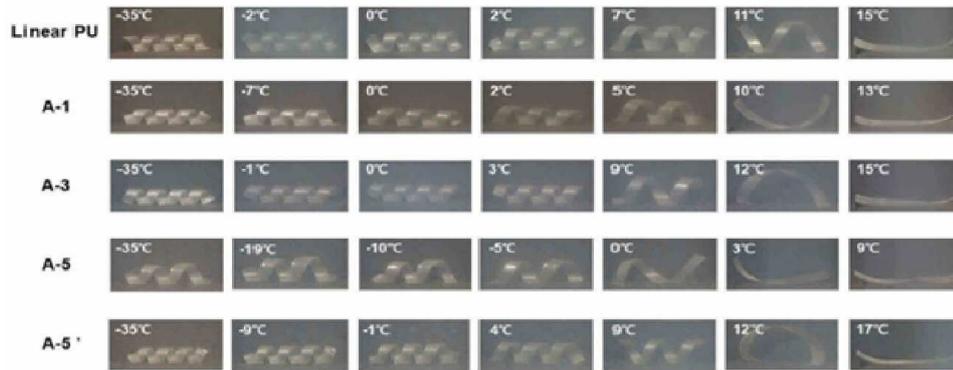
도면21



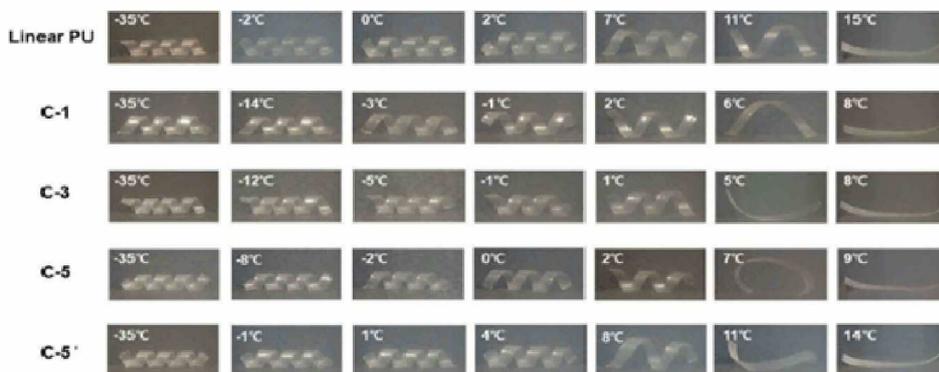
도면22



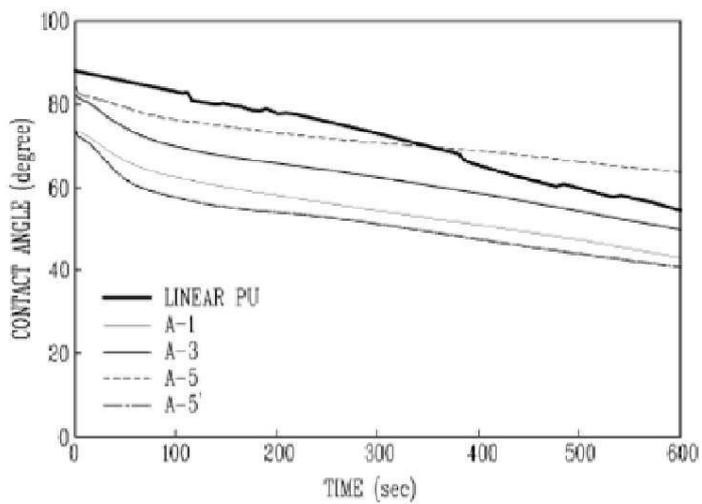
도면23



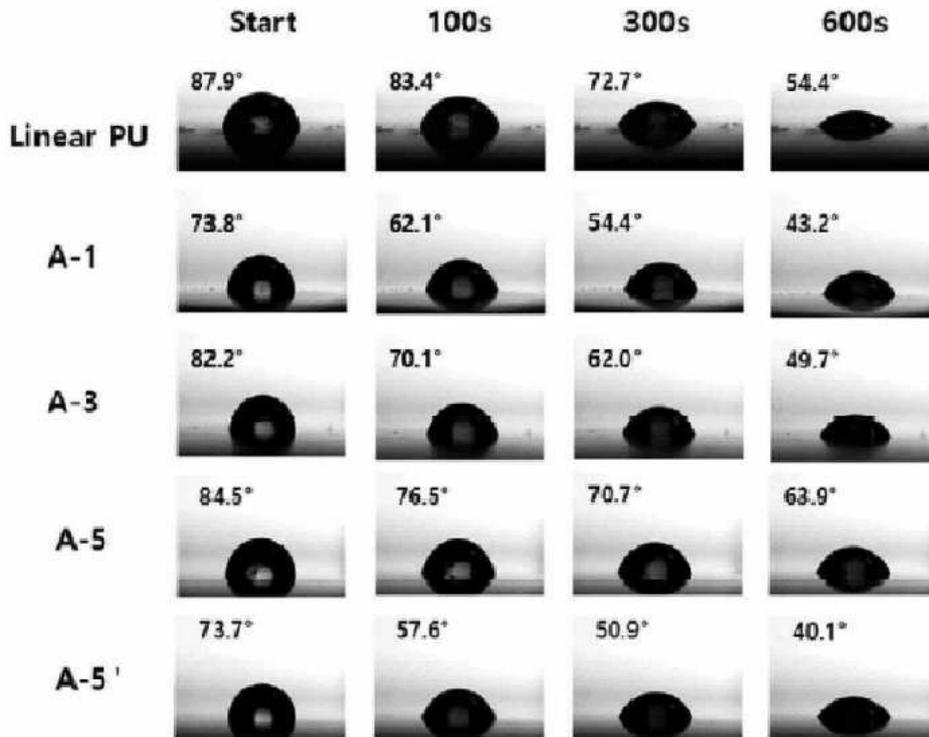
도면24



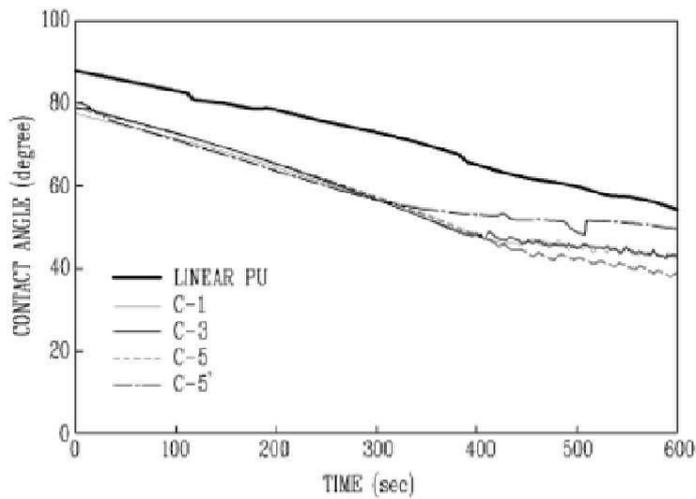
도면25



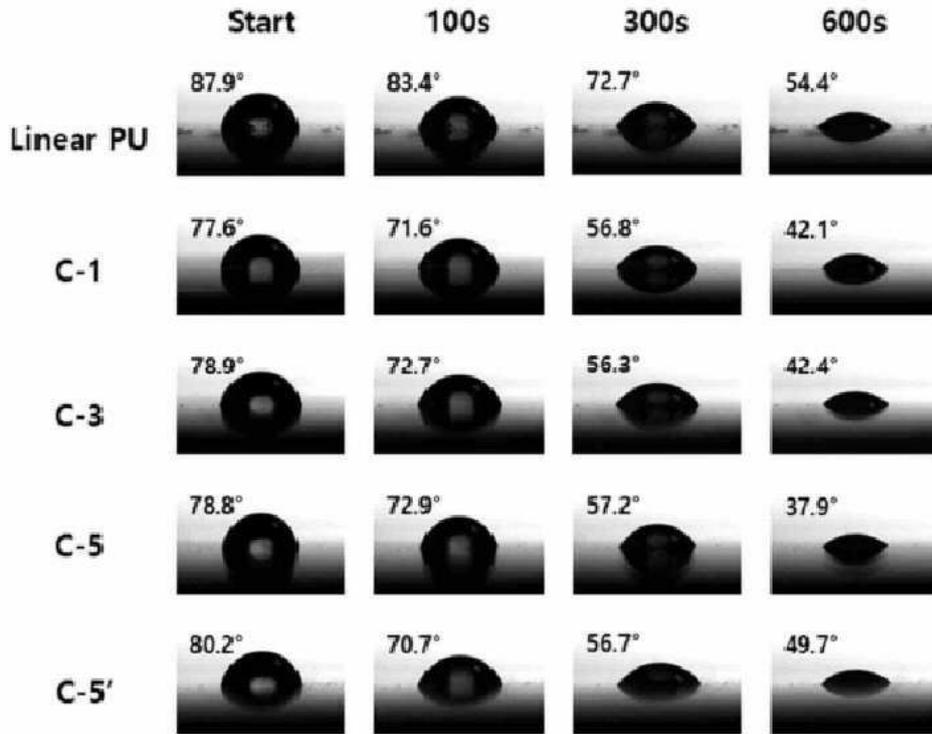
도면26



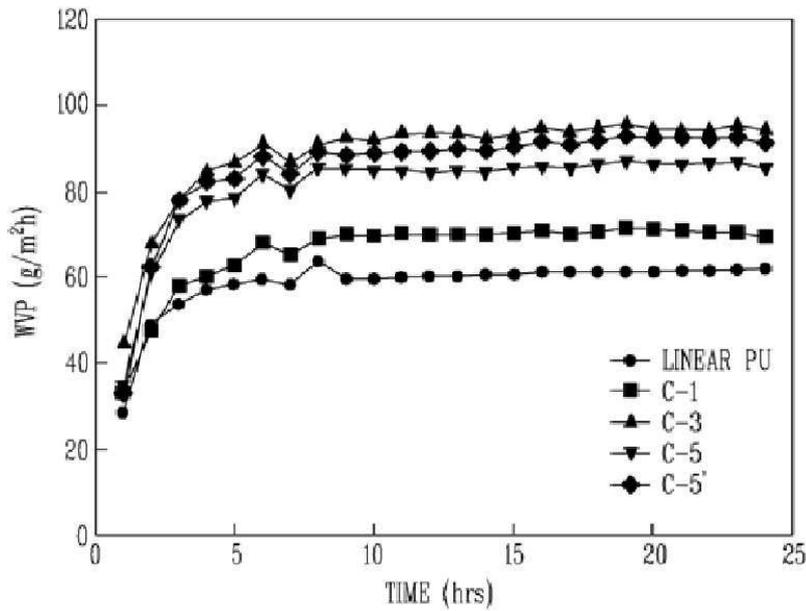
도면27



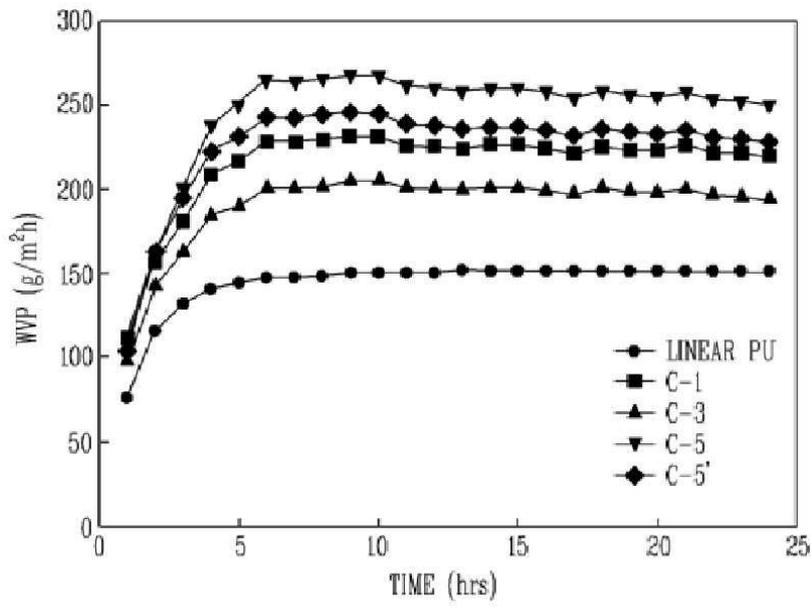
도면28



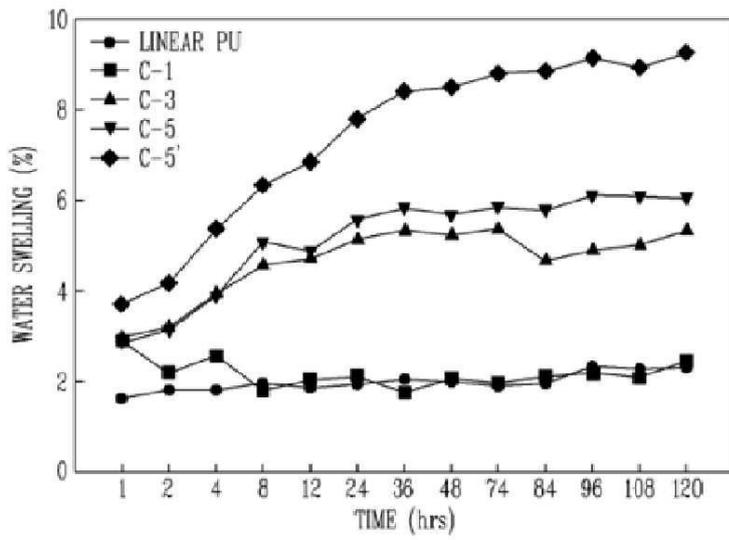
도면29



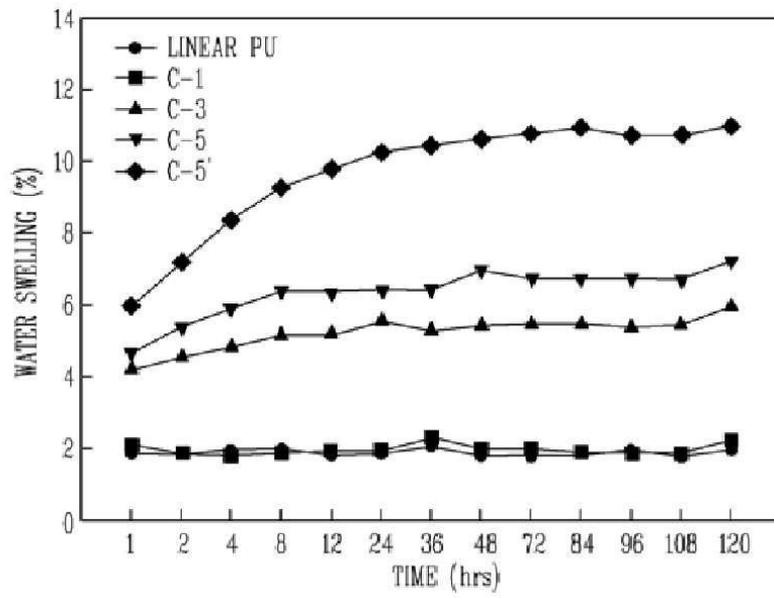
도면30



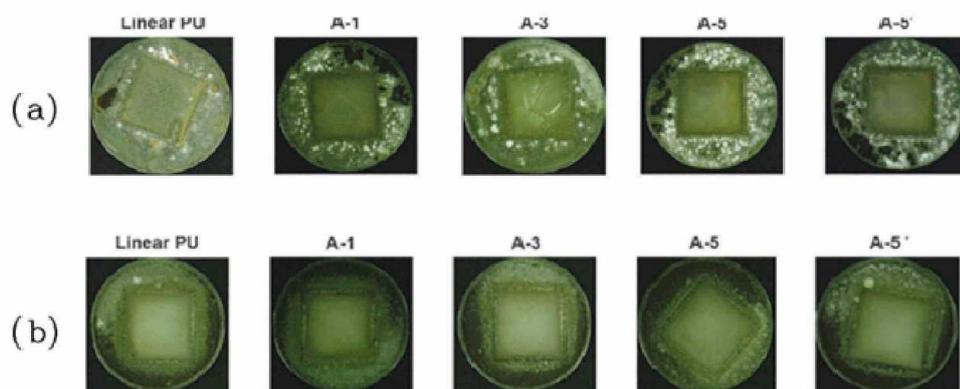
도면31



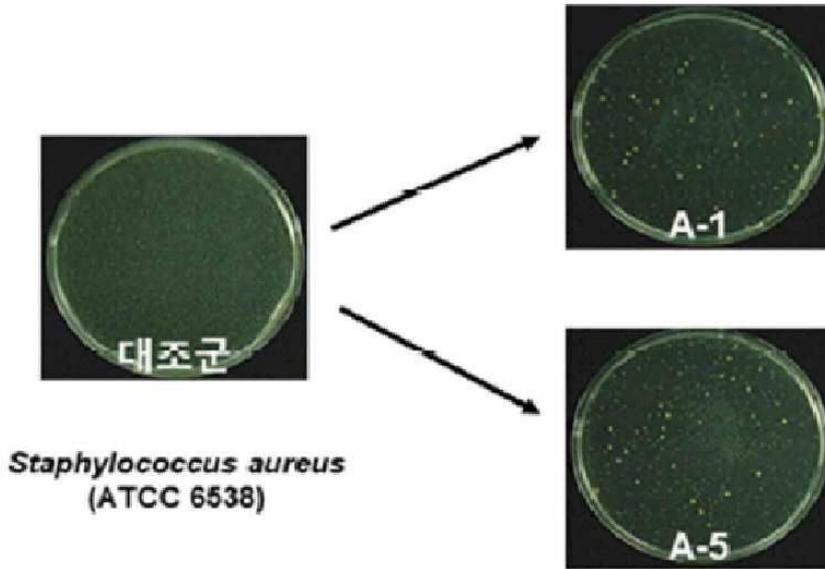
도면32



도면33



도면34



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

제11항에 있어서,

상기 제1 결가지를 형성하는 단계는 상기 선형 폴리우레탄에 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-3(4,4’ - Diphenylmethane diisocyanate, MDI-3)을 부가하여 형성하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.

【변경후】

제11항에 있어서,

상기 제1 결가지를 형성하는 단계는 상기 선형 폴리우레탄에 4,4 ‘-디페닐메탄 디이소시아네이트-3(4,4’ - Diphenylmethane diisocyanate, MDI-3)을 부가하여 형성하는 것인,

다기능성 폴리우레탄의 제조방법.