



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0064128
(43) 공개일자 2011년06월15일

(51) Int. Cl.

C08F 2/20 (2006.01) C08F 2/44 (2006.01)

C08F 2/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0120590

(22) 출원일자 2009년12월07일

심사청구일자 2009년12월07일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

박수진

인천 남구 용현3동 인하대학교 용현동 253번지

이정민

서울특별시 용산구 도원동 23번지 삼성래미안아파트 104동 1004호

(74) 대리인

한라특허법인

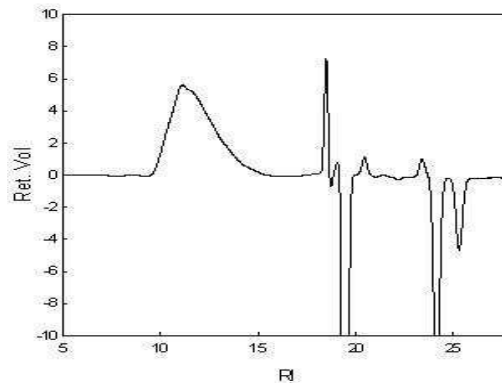
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 분산중합법을 이용한 탄소섬유용 전구체 고분자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 높은 분자량을 가진 탄소섬유용 전구체 고분자를 제조하기 위한 방법에 관한 것으로, 구체적으로는 용액 중합을 실시하여 올리고머와 미반응 단량체가 포함된 반응물을 분산 안정제가 포함된 상태에서 분산 중합을 실시하여 고분자를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 제조방법에 의하여 제조된 고분자는 일반적인 분산 중합에 의해 제조된 고분자에 비하여 분자량이 매우 높아 탄소섬유용 전구체로 활용되기 적합하다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

(a) 반응용매 하에서 단량체를 용액 중합하여 (b)의 분산 중합에 사용되는 분산매에 침전되지 않는 올리고머를 포함하는 반응물을 형성하는 단계;
 (b) 상기 올리고머를 포함하는 반응물을 분산 안정제가 첨가된 분산매 하에서 분산 중합하여 고분자를 형성하는 단계; 및
 (c) 상기 분산 중합에서 얻어진 결과물을 세정하여 고분자를 회수하는 단계를 포함하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (a)단계의 반응용매는 상기 분산용매와 혼합이 가능한 용매인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 반응용매는 메틸알코올, 에틸알코올, 부틸알코올, 아밀 알코올, 옥틸 알코올, 벤질 알코올, 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 글리세린, 메틸에틸케톤 또는 물의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (a)단계의 단량체는 방향족 비닐 화합물, 시안계 비닐 화합물, 아크릴레이트계 화합물, 메타크릴레이트계 화합물, 디아크릴레이트계 화합물 및 디메타크릴레이트계 화합물의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 (a)단계의 단량체는 아크릴로니트릴, 메틸아크릴레이트, 메틸메타크릴레이트, 에틸아크릴레이트, 에틸메타크릴레이트, 이타코닉산, 스티렌 및 비닐 아세테이트의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 (b)단계에서 분산매는 알코올 화합물 또는 케톤 화합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 분산매는 메틸알코올, 에틸알코올, 부틸알코올, 아밀 알코올, 옥틸 알코올, 벤질 알코올, 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 글리세린, 메틸에틸케톤, 디메틸설폭사이드, 디메틸포름아미드, 디메틸아세트아미드, 에틸렌카보네이트, γ -부티로락톤 및 물의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 (a)단계에는 라디칼 개시제로서 퍼옥사이드계 화합물, 아조계 화합물, 과탄산염 화합물 및 퍼에스테르계 화합물의 단독 또는 혼합물이 사용되는 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 라디칼 개시제는 2,2 ‘-아조비스(이소부티로니트릴, 4,4’ -아조비스(4-시아노펜타노산), 2,2-아조비스(2-메틸 부티로니트릴), 2 ‘2-아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴), 과산화 벤조일, 과산화 라우로일, 과산화 옥타노일, 3,3’ ,5-트리메틸 과산화 헥사노일의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소 섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 라디칼 개시제는 (a)단계의 단량체 전체 중량의 0.01 ~ 0.5 중량%의 범위에서 사용되는 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 (b)단계의 분산 안정제는 폴리비닐알코올, 폴리비닐 피롤리돈, 폴리비닐메틸에테르, 폴리 에틸렌이민, 폴리아크릴산, 비닐아세테이트 코폴리머, 에틸 셀룰로오스, 히드록시프로필 셀룰로오스의 단독 또는 혼합물인 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 (b)단계의 분산 안정제는 (a)단계의 단량체 전체 중량의 1.0 ~ 20.0 중량%의 범위에서 사용되는 것을 특징으로 하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소섬유용 전구체 고분자를 제조하기 위한 분산 중합법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 탄소섬유는 비강도, 비탄성률이 실용 재료 중에서 가장 큰 특성을 가지기 때문에, 금속을 대체할 수 있는 첨단 복합 재료로서 우주 항공, 고성능 스포츠 용품, 자동차, 산업기계 재료 등 다양한 분야에서 널리 이용되고 있으며, 앞으로도 그 활용범위가 더욱 넓어질 것으로 기대된다.

[0003] 지금까지 탄소섬유용 전구체 고분자의 제조방법으로 주로 수계 현탁 중합, 용액 중합법 및 분산중합법이 이용되어져 왔다. 그러나 이들 중합법으로는 고분자량의 전구체 제조가 어려운 문제가 있다. 용액 중합의 경우에는 반응 속도가 느려 공정시간이 긴 문제가 있고, 수계 현탁 중합의 경우에는 생성되는 단량체 방울 내부에서 피상 중합과 동일한 반응이 일어나 분자량 및 반응 속도의 제어에 어려움이 있다. 따라서 이들 중합법에 의한 경우에는 제조된 전구체 고분자의 분자량 증가에 한계를 갖게 된다.[KR 1995-028041]

[0004] 종래 기술에서 사용되었던 분산 중합은 반응 조성물의 함량비의 변화, 산소의 존재 등과 같은 반응 환경에 민감한 영향을 받기 때문에 공정의 재현성이 확보되기 어려우며, 특히 제조되는 고분자의 분자량이 1,000,000을 넘기 어려운 문제가 있어, 이보다 높은 분자량을 요구하는 응용분야에는 사용되기 어렵다.

[0005] 고품질의 탄소섬유를 제조하기 위해서는 의류용과는 다른 특수 섬유가 필요한데 고분자량, 적절한 분자량 분포도, 최소의 분자 결함이 전구체의 필수조건이다. 특히 고분자량을 지닌 아크릴계 고분자를 제조하기는 쉽지 않아서 이를 위한 유용한 방법이 종래 기술에는 많지 않으며, 특히 실제 얻어지는 분자량이 만족할 만하게 높지 않은 것이 현실이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 상기 종래 기술의 한계점을 극복하기 위하여 안출된 것으로, 분자량이 1,000,000을 넘을 수 있는 초고분자량의 고분자를 제조함으로써 탄소섬유용 전구체 고분자로 응용할 수 있는 고분자를 제조하기 위한 방법을 제공하는 것을 그 과제로 한다.

과제 해결수단

[0007] 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, (a) 반응용매 하에서 단량체를 용액 중합하여 (b)의 분산중합에 사용되는 분산매에 침전되지 않는 올리고머를 포함하는 반응물을 형성하는 단계; (b) 상기 올리고머를 포함하는 반응물을 분산 안정제가 첨가된 분산매 하에서 분산 중합하여 고분자를 형성하는 단계; 및 (c)상기 분산 중합에서 얻어진 결과물을 세정하여 고분자를 회수하는 단계를 포함하는 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법을 제공한다.

효 과

[0008] 본 발명에 따른 용액 중합을 전처리 단계로서 포함하는 분산 중합을 사용하여 고분자를 제조할 경우 분자량이 1,000,000 이상인 초고분자량의 고분자가 형성될 수 있으므로 이러한 고분자는 탄소섬유용 전구체 고분자로 활용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다.

[0010] 본 발명은 고분자량을 갖는 탄소섬유용 전구체 고분자를 제조하기 위한 분산 중합법에 관한 것으로, 기존의 일반적인 분산 중합법에 올리고머 형성과정을 추가하여 제조된 올리고머를 고분자 생성 핵으로 사용함으로써 거대 분자량을 가진 전구체 고분자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0011] 본 발명은 기존의 분산 중합법으로는 비교적 적은 분자량을 지니는 중합체 만이 제조되는 문제를 해결하기 위해 처음부터 단량체를 바로 사용하지 않고 용액 중합법을 통하여 분산 중합의 반응 용매에 침전되지 않을 정도의 낮은 분자량을 갖는 올리고머를 제조하여 미반응 단량체와 함께 분산 중합의 반응물로 사용함으로써 올리고머에서부터 고분자 제조가 시작되도록 하여 산발적인 라디칼 개시가 일어나지 않고 올리고머를 그 시작점으로 하여 보다 큰 분자량을 갖도록 하는 동시에 반응 초기에 일어나는 반응 종결을 줄일 수 있도록 하는 것에 특징이 있

다.

- [0012] 본 발명의 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법은 구체적으로
- [0013] (a) 반응용매 하에서 단량체를 용액 중합하여 (b)의 분산중합에 사용되는 분산매에 침전되지 않는 올리고머를 포함하는 반응물을 형성하는 단계;
- [0014] (b) 상기 올리고머를 포함하는 반응물을 분산 안정제가 첨가된 분산매 하에서 분산 중합하여 고분자를 형성하는 단계; 및
- [0015] (c)상기 분산 중합에서 얻어진 결과물을 세정하여 고분자를 회수하는 단계를 포함한다.
- [0016] 본 발명의 상기 (a)단계의 용액 중합 단계에서 사용되는 반응용매는 일반적인 용액 중합에서 사용될 수 있는 유기 용매 또는 수용액이 가능하나, (b)단계의 분산 중합에서 사용되는 분산매와 혼합이 가능한 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0017] 이러한 반응용매의 예는 메틸알코올, 에틸알코올, 부틸알코올, 아밀 알코올, 옥틸 알코올, 벤질 알코올, 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 글리세린, 메틸에틸케톤 또는 물의 단독 또는 혼합물이 가능하나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0018] 또한, 본 발명에서 사용될 수 있는 (a)단계의 단량체는 탄소섬유용 전구체로 사용 가능한 것으로 일반적인 과산화 중합, 용액 중합, 분산 중합, 유화 중합 또는 현탁 중합 등에 자유 라디칼 개시가 가능하여 사용될 수 있는 것은 제한없이 포함될 수 있으며, 구체적으로는 방향족 비닐 화합물, 시안계 비닐 화합물, 아크릴레이트계 화합물, 메타크릴레이트계 화합물, 디아크릴레이트계 화합물 및 디메타크릴레이트계 화합물이 단독 또는 혼합물의 형태로 사용될 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다. 상기 단량체의 더욱 바람직한 예는 아크릴로니트릴, 메틸아크릴레이트, 메틸메타크릴레이트, 에틸아크릴레이트, 에틸메타크릴레이트, 이타코닉산, 스티렌 및 비닐 아세테이트의 단독 또는 혼합물이며, 가장 바람직한 예는 아크릴로니트릴이다.
- [0019] 본 발명에 있어서, (b)단계에서 사용되는 분산매는 모든 구성 성분을 용해시켜 반응 시작 전과 초기에 하나의 상을 이룰 수 있도록 해야 하는 동시에 중합 결과로 생성되는 고분자는 상용성이 없어 침전시킬 수 있는 것이어야 한다. 또한 본 발명의 중합 반응 온도가 50 ~ 120 °C인 점을 감안하여 분산매의 끓는 점이 중합온도 이상이 되는 것을 선택하는 것이 바람직하다.
- [0020] 본 발명에서 사용될 수 있는 분산매의 예로는 알코올 화합물 또는 케톤 화합물 중에서 선택할 수 있으며, 구체적으로는 메틸알코올, 에틸알코올, 부틸알코올, 아밀 알코올, 옥틸 알코올, 벤질 알코올, 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 글리세린, 메틸에틸케톤, 디메틸설폭사이드, 디메틸포름아미드, 디메틸아세트아미드, 에틸렌카보네이트, γ -부티로락톤 및 물 중에서 단독 또는 혼합물형태로 사용할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0021] 본 발명에 있어서, (a)단계에는 라디칼 개시제가 사용되며 이러한 라디칼 개시제는 일반적인 용액 중합에서 사용되는 라디칼 개시제는 제한없이 사용될수 있으며, 구체적으로는 퍼옥사이드계 화합물, 아조계 화합물, 과탄산염 화합물 및 퍼에스테르계 화합물 중에서 단독 또는 혼합물 형태로 사용될 수 있다. 더욱 구체적으로는 2,2'-아조비스(이소부티로니트릴), 4,4'-아조비스(4-시아노펜타노산), 2,2'-아조비스(2-메틸 부티로니트릴), 2 '2-아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴), 과산화 벤조일, 과산화 라우로일, 과산화 옥타노일, 3,3',5-트리메틸 과산화 헥사노일 중에서 선택된 단독 또는 혼합물을 사용할 수 있으나 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0022] 또한, 본 발명에서 상기 라디칼 개시제는 (a)단계의 용액 중합에 사용되는 단량체 전체 중량의 0.01 ~ 0.5 중량

%의 범위에서 사용되는 것이 바람직하다. 만약 라디칼 개시제의 사용량이 0.01 중량% 미만이면 중합 반응의 속도가 감소하여 반응 공정 시간이 길어지고 수율이 낮아지는 문제가 있으며, 5.0 중량%를 초과하면 제조된 고분자의 분자량이 낮고 분자량 분포 또한 넓어지는 문제가 발생한다.

[0023] 본 발명에 있어서, (a)단계의 용액 중합의 조건은 사용하는 단량체, 용매, 개시제 기타 반응 조건에 달라질 수 있다. 다만, 용액 중합의 결과 형성된 올리고머는 분산 중합 단계에 투입되었을 때 분산매에 용해되어 침전되지 않을 정도의 저분자량을 지니는 조건을 만족시켜 하나의 상을 이룰 수 있어야 한다.

[0024] 본 발명에 있어서, 상기 (b)단계의 분산 안정제는 반응이 진행됨에 따라 분자량의 증가로 침전되는 고분자의 표면에 흡착 또는 화학적인 결합을 할 수 있어 입자 형태로 고분자가 제조되도록 하는 역할을 한다. 이러한 분산 안정제의 구체적인 예로는 폴리비닐알코올, 폴리비닐 피롤리돈, 폴리비닐메틸에테르, 폴리에틸렌이민, 폴리아크릴산, 비닐아세테이트 코폴리머, 에틸 셀룰로오스, 히드록시프로필 셀룰로오스가 단독 또는 혼합물 형태로 사용될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 본 발명에서 사용되는 분산 안정제의 양은 사용 단량체 총 중량에 대하여 1.0 ~ 20 중량%로 사용되는 것이 바람직하다. 사용량이 너무 적으면 제조되는 고분자를 감싸줄 수 없어 구형의 형태가 유지되지 않고 바로 침전되어 이후의 분자량 증가가 어렵게 되고, 사용량이 너무 많으면 안정제의 제거 과정을 통해 완벽히 제거되지 않는 안정제가 존재하여 중합물 자체의 순도에 영향을 줄 수 있다.

[0025] 본 발명에 따른 분산 중합을 수행함에 있어, 본 발명의 목적에 벗어나지 않는 범위 내에서 요구되는 물성을 부여하기 위하여 첨가제가 추가로 사용될 수 있으며, 이러한 첨가제로는 중합 조절제, pH 조절제, 가교제, 가교 결합제, 스케일 방지제, 염료 및 안료 등이 사용될 수 있다. 상기 첨가제는 단량체 전체 중량에 대하여 0.01 ~ 50 중량%의 범위 내에서 사용되는 것이 바람직하다.

[0026] 본 발명에 있어서, (b)단계의 분산 중합의 조건은 사용하는 단량체, 용매, 개시제, 분산 안정제, 기타 반응 조건에 달라질 수 있으므로 특별히 한정하지 않는다. 다만, 탄소섬유의 전구체로서 활용될 수 있을 정도의 높은 고분자를 가질 정도의 고분자가 형성될 수 있도록 반응 조건을 정하는 것이 바람직하다.

[0027] 상기 분산 중합에서 얻어진 결과물을 세정하여 고분자를 회수함으로써 본 발명에 따른 탄소섬유용 고분자 전구체의 제조방법이 완성된다.

[0028]

[0029] 본 발명의 보다 확실한 이해를 돕기 위해 구체적인 실시예를 통하여 본 발명의 내용을 상세히 설명한다. 다만 이들 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시되는 것일 뿐, 본 발명의 권리 범위가 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0030] **[실시예]**

[0031] **용액 중합 단계**

[0032] 가성소다 용액으로 중합 금지제를 세정한 아크릴로니트릴 9.5 g, 메틸아크릴레이트 0.5 g, 라디칼 개시제인 2,2'-아조비스이소부티로니트릴 0.01 g, 그리고 반응 용매인 N,N'-디메틸설폭사이드(DMSO) 10 g을 질소 분위기 하에서 20 분간 교반하여 완벽히 혼합시킨 후, 질소 하의 밀폐된 반응기로 옮기고 온도를 70 ℃로 가열하여 10분 동안 용액 중합을 실시하였다. 그 결과 미 반응 단량체와 개시제 및 용액 중합을 통해 얻어진 올리고머가 반응 용매에 용해되어 있는 혼합물을 얻었다.

[0033] **분산 중합 단계**

[0034] **[실시예 1]**

[0035] 냉각기가 달려있는 3구 둥근 플라스크 반응기에 증류수 100 ml에 분산 안정제인 폴리비닐알코올 1 g을 첨가한 후 교반하여 분산액을 제조하였다. 제조된 분산액을 질소 분위기 하에서 교반 속도 100 rpm과 온도 70 °C로 약 20 분간 유지시켜 용존 산소를 제거하며, 분산액의 온도를 반응 개시 온도로 고정하였다. 여기에 상기 용액 중합 단계에서 얻어진 올리고머 및 미반응 단량체와 개시제가 DMSO에 용해되어 있는 혼합물을 첨가시켜 교반 속도와 온도를 유지시키며 2시간 동안 분산 중합을 시행하여, 폴리아크릴로니트릴 및 폴리메틸아크릴레이트 가 공중합된 고분자를 얻었다.

[0036] 상기 얻어진 고분자의 수율을 측정하고, 고분자를 세척 및 분리하여 겔투과 크로마토그래프(GPC) 분석한 결과, 제조된 고분자가 공중합체로서 성공적으로 형성되었음을 확인할 수 있었다. 그 결과를 표 1과 도 1에 나타내었다.

표 1

구분	분산매(g) (물: DMSO)	폴리비닐 알코올(g)	아크릴로니트릴 : 메틸아크릴레이트 (g)	개시제(g)	수율(%)
실시예 1	(100:10)	1	9.5: 0.5	0.01	91.2

[실시예 2]

[0039] 상기 실시예 1과 동일하게 제조하되, 단량체로 이타코닉산을 더 첨부하여 3가지 공중합체를 제조하였다. 상기 얻어진 중합체를 세척 및 분리하여 이 공중합체가 성공적으로 제조되었음을 핵자기 공명 분광기(NMR) 분석법을 통하여 확인하였으며, 그 결과는 도 2에 나타내었다. 상기 분석 결과 얻어진 중합체는 아크릴로니트릴, 메틸아크릴레이트 그리고 이타코닉산이 하나의 고분자 사슬에 결합되어 공중합체를 이루고 있음을 확인하였다.

[비교예 1]

[0041] 냉각기가 달려있는 3구 둥근 플라스크 반응기에 증류수 100 ml에 안정제인 폴리비닐알코올 1g을 용해시킨 분산액에 N,N'-디메틸설폭사이드(10ml)와 단량체인 아크릴로니트릴(9g)과 메틸아크릴레이트(1g) 그리고 개시제인 2,2'-아조비스이소부티로니트릴 0.01g을 첨가한 후 질소분위기 하에서 교반속도 100 rpm과 온도 70°C를 유지시켜 2시간동안 반응을 진행시킨다. 상기 얻어진 중합체의 수율과 이를 세척 및 분리하여 겔투과 크로마토그래피(GPC)로 분석한 결과 올리고머를 형성하는 용액중합 단계를 포함하는 실시예 1에 비하여 분자량이 낮으며 수율 또한 낮은 결과를 얻었다 그 결과는 표 2에 실시예 1과 비교하여 나타내었다.

표 2

구분	용액중합 단계	무게평균 분자량	수율(%)
실시예 1	유	1,255,321	91.2
비교예 1	무	153,321	45

[0044] 상기 표 2의 결과로부터 알 수 있는 바와 같이 본 발명에 따라 용액 중합과 분산 중합을 연속하여 실시함으로써 얻어진 고분자는 무게 평균 분자량이 100만 이상이고 수율도 91%를 초과함에 비하여, 용액 중합을 선행하지 않고 바로 분산 중합을 행한 비교예 1의 경우에는 분자량과 수율이 매우 낮음을 확인하였다. 따라서 본 발명에 따른 제조방법을 사용하면 종래 기술에 비하여 고분자량을 갖는 고분자를 높은 수율로 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0045] 상기 실시예를 통하여 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 분산중합법에서는 단량체를 중합과정에 바로 투입

하지 않고 용액 중합 단계를 통하여 사용되는 단량체 중 일부를 올리고머로 제조한 후 이를 분산 안정제(입체 안정제)가 포함된 분산매에 투입하여 고분자를 제조한다. 따라서 형성된 올리고머에서부터 고분자 제조가 시작 되도록 하여 결과물로 얻어지는 고분자 입자의 분자량이 일반적인 분산중합을 통해 얻어지는 중합체에 비하여 훨씬 높은 분자량을 얻을 수 있어 높은 경제적 효과와 고부가가치적인 효과를 기대할 수 있다. 본 발명에 따라 제조된 고분자는 고분자량으로 인하여 보다 다양한 산업용도로 활용될 수 있는데, 그 크기와 단량체 종류에 따라 생의학 분야, 코팅, 잉크, 복사용 중합토너, 탄소재료, 이방성 도전볼, 미세 전자기기 등의 분야에 응용이 가능하다. 또한, 상기 실시예에서 얻은 폴리아크릴로니트릴계 고분자는 과량의 물을 용매로 하여 친환경적이고 경제적인 방법으로 손쉽게 얻을 수 있으며, 탄소 섬유 전구체와 같은 다양한 복합재료에 사용될 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

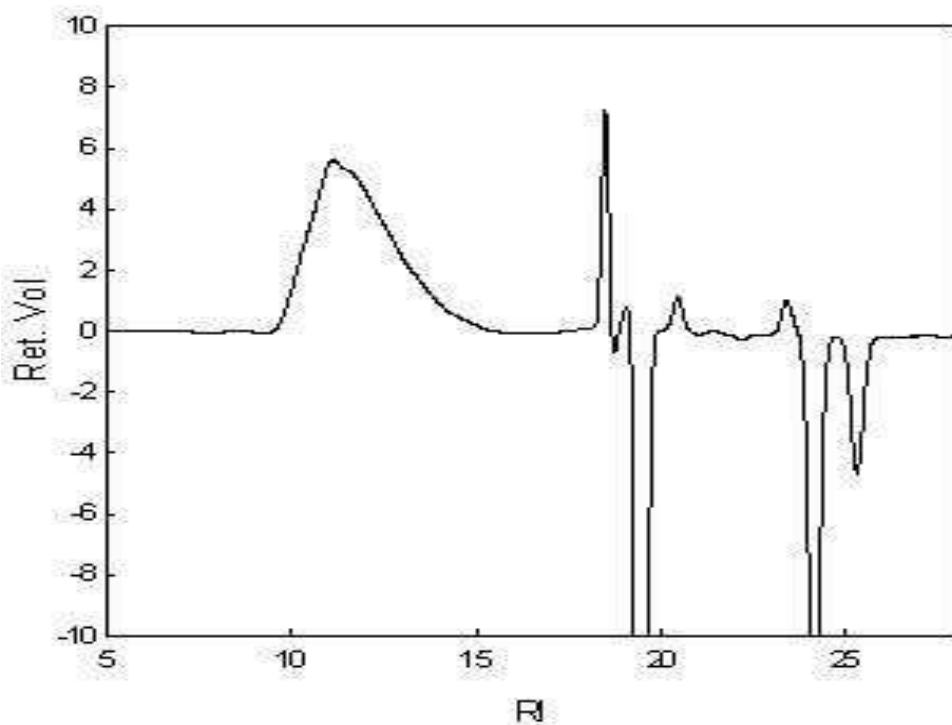
도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 고분자의 GPC 분석 결과이다.

도 2는 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 고분자의 NMR 분석 결과이다.

도면

도면1



도면2

