



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월01일

(11) 등록번호 10-1573151

(24) 등록일자 2015년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01F 5/40 (2006.01) *C08K 3/10* (2006.01)

C08L 23/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0156122

(22) 출원일자 2014년11월11일

심사청구일자 2014년11월11일

(56) 선행기술조사문헌

JP2007076977 A*

KR1020140095625 A*

- Whisker 복합재료 개발 및 자동차 부품의 적용 연구, KSAE 2011Annual Conference, 2275-2279*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)

(72) 발명자

이창연

대전 유성구 배울2로 78, 602동 901호 (관평동, 대덕테크노밸리6단지아파트)

김택현

인천시 부평구 십정2동 이규보로 6-11 삼원연립 3동 102호

(74) 대리인

차준용

전체 청구항 수 : 총 6 항

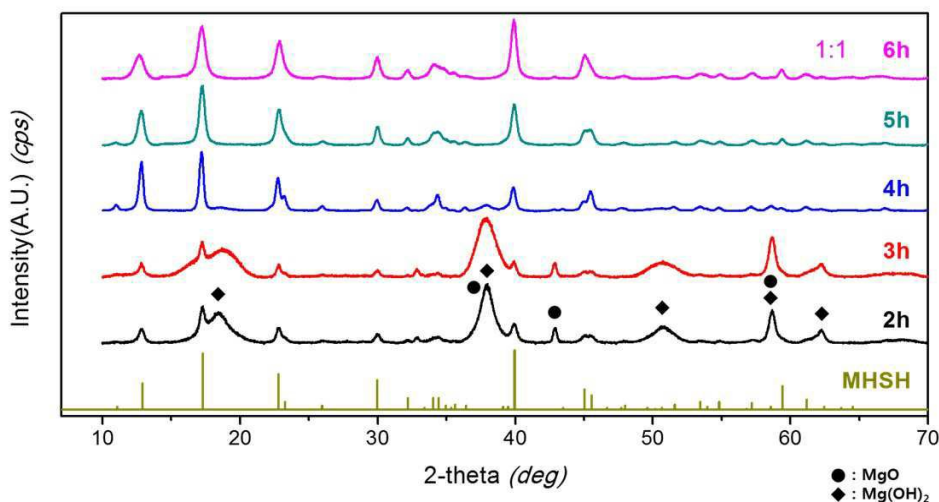
심사관 : 이진홍

(54) 발명의 명칭 5 1 3 M H S H 의 저온상압 제조방법

(57) 요약

본 발명은 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH)의 저온상압 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 특정 용매의 배합, 출발물질의 물비, 반응온도 및 반응시간 등 제반 반응조건을 최적화함으로써, 기존 고온고압의 가혹한 수열합성조건을 획기적으로 완화시켜 저온상압의 온화한 용액 합성조건에서 효율적, 경제적으로 신속하게 고품질, 고순도, 고수율의 513MHSH 섬유를 수득할 수 있는 513MHSH의 제조방법, 이에 따라 제조된 513MHSH, 및 이를 강화제로서 포함하는 섬유강화 고분자복합재료에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C01419990100405860

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업산학협력센터

연구사업명 중기청 산학협력 기술개발사업-도약기술

연구과제명 친환경 신소재 Inorganic Fiber의 합성공정 개발 및 개선

기 여 율 1/1

주관기관 인천대학교 산학협력단

연구기간 2013.11.01 ~ 2014.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

MgSO₄ · 7H₂O 및 MgO를 출발물질로 하여 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)를 제조하는 방법에 있어서,
 증류수(DI water) 25 vol%; 및 비점이 100℃가 넘는 폴리올 용매로서 에틸렌글라이콜(EG) 75 vol%;가 포함된 혼합 용매를 사용하고,
 출발물질의 몰비 MgSO₄ · 7H₂O : MgO를 1:1로 조절하며,
 120℃의 온도로 4~6시간 동안 환류 반응시키는 것을 특징으로 하는 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)의 저온상압 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 반응의 수율(Yield)이 90% 이상인 것을 특징으로 하는 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)의 저온상압 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 제조된 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)는 섬유상 물질로서 10~30μm의 평균길이를 갖는 것을 특징으로 하는 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)의 저온상압 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 제조된 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)는 섬유상 물질로서 25~30μm의 평균길이를 갖는 것을 특징으로 하는 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)의 저온상압 제조방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따라 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)를 제조한 후,
 폴리프로필렌(PP)에, 강화제로서 상기 제조된 5Mg(OH)₂ · MgSO₄ · 3H₂O(513MHS)를 10~15 wt%의 함량으로 배합함을 특징으로 하는 섬유강화 고분자복합재료의 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
 제조된 섬유강화 고분자복합재료는 순수 폴리프로필렌(PP) 대비 탄성계수 및 굴곡탄성율이 각각 17.9% 및 18.75% 증가된 것임을 특징으로 하는 섬유강화 고분자복합재료의 제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH)의 저온상압 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 특정 용매의 배합, 출발물질의 물비, 반응온도 및 반응시간 등 제반 반응조건을 최적화함으로써, 기존 고온고압의 가혹한 수열 합성조건을 획기적으로 완화시켜 저온상압의 온화한 용액 합성조건에서 효율적, 경제적으로 신속하게 고품질, 고순도, 고수율의 513MHSH 섬유를 수득할 수 있는 513MHSH의 제조방법, 이에 따라 제조된 513MHSH, 및 이를 강화제로서 포함하는 섬유강화 고분자복합재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근 각광받고 있는 염기성 황산마그네슘 화합물인 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (이하, 본원에서 "513MHSH"로도 약칭함)는 기존 석면을 대체하는 친환경 신소재 무기섬유(Inorganic fiber)질 화합물로서, 필러(Filler), 고무 마찰재, 건축자재, 내화재, 난연재 등 다양한 분야에 사용되고 있으며, 특히 자동차 도장 분야 등의 기능성 고분자 강화제 및 충전제로 유용하게 적용되고 있다. 이러한 513MHSH는 침상, 판상, 구상 등의 형상을 지니며, 플라스틱 등 고분자 수지에서 요구되는 가공성 및 기계적, 전기적, 열적 성질 등에 따라 그 응용분야가 매우 다양한 소재이다.

[0003]

513MHSH로는 거의 전량 일본에서 수입되는 고가의 제품을 사용하고 있는바, 이를 국내에서 자체 합성하려는 시도가 진행되고 있으며, 이러한 513MHSH의 합성은 대부분 수열합성법(Hydrothermal reaction)에 의해 이루어지고 있는 상황이다. 그러나, 수열합성법은 고온고압 공정으로서 170°C 이상의 반응온도 등 매우 가혹한 합성조건을 요구하는 단점이 있다.

[0004]

이러한 종래의 수열합성법을 대체하기 위해, 보다 완화된 조건하에서 환류(Reflux) 방식을 통해 513MHSH를 합성하려는 일부 시도가 있었다. 그러나, 이 경우 용매로서 대부분 물을 사용하는데, 물은 비점(Boiling point)이 100°C 로서 효율적인 반응을 위해 필요한 보다 높은 에너지를 안정적으로 인가할 수 없어 반응완료에 장시간이 소요되는 문제가 있다. 또한, 반응물로서 다량의 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (예컨대, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}:\text{MgO} = 7:1$ 수준)를 투입하여야만 원하는 형상의 513MHSH를 얻을 수 있는바, 제조원가가 높아지는 단점이 있다. 아울러, 그 합성된 제품의 품질 측면에서도 이러한 종래의 방법은 생성된 513MHSH 물질의 길이가 $5\mu\text{m}$ 정도로 짧아 513MHSH의 주 용도인 고분자 충전제 및 강화제로 적용할 경우 원하는 수준까지 해당 고분자의 물성을 개선하기가 쉽지 않다.

[0005]

이에, 종래 가혹한 조건의 수열합성법을 대체할 수 있는 새로운 방법으로서, 저온상압의 완화된 조건하에서 고품질, 고순도의 513MHSH를 짧은 시간에 효율적, 경제적으로 합성할 수 있는 새로운 합성방법에 대한 개발이 절

실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2013-0042688호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 한 것으로, 기존 고온고압의 가혹한 수열 합성조건을 획기적으로 완화시켜 저온상압의 온화한 용액 합성조건에서 고품질, 고순도의 513MHSH 함유를 효율적, 경제적으로 합성할 수 있는 새로운 513MHSH 제조방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 기술적 과제를 달성하고자, 본 발명은 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 및 MgO 를 출발물질로 하여 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH)를 제조하는 방법에 있어서, 물(예컨대, 증류수) 10~50 vol%; 및 비점이 100℃가 넘는 폴리올 용매(예컨대, 에틸렌글라이콜) 50~90 vol%;가 포함된 혼합 용매를 사용하고, 출발물질의 몰비 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} : \text{MgO}$ 를 1:1 ~ 3:1로 조절하며, 115~125℃(예컨대, 120℃)의 온도로 4~6시간 동안 환류 반응시키는 것을 특징으로 하는 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH)의 저온상압 제조방법을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 측면으로, 상기와 같은 방법에 따라 제조된 고품질의 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH), 및 이를 강화제로서 포함하는 물질이 우수한 섬유강화 고분자(예컨대, 폴리프로필렌)복합재료를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명은 기존 고온고압의 가혹한 수열 합성조건을 완화시켜 저온상압의 온화한 반응조건에서 원-스텝으로 고순도, 고수율의 513MHSH를 합성할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 반응 용액에 상대적으로 높은 에너지를 인가할 수 있는바, 반응시간을 6시간 이내로 단축시킬 수 있다.

[0012] 아울러, 본 발명은 513MHSH의 생산성을 높이고 원재료비 등 제조원가를 절감할 수 있다.

[0013] 더불어, 본 발명에 따라 합성된 513MHSH는 그 품질이 우수하여 고분자 강화제 내지 충전제 등으로 매우 다양한 분야에 유용하게 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 출발물질의 몰비를 1:1로 조절한 경우, 생성물에 대한 2θ 값에 따른 XRD 패턴을 반응시간별로 나타낸 그래프이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 출발물질의 몰비를 1:1로 조절한 경우, 각 반응시간에 따른 생성물의 SEM 이미지를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

이하, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0016]

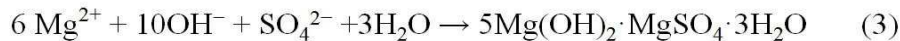
본 발명의 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSH) 저온상압 제조방법은 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 및 MgO 를 출발물질로 하여 513MHSH를 제조하되, 반응 용매로서 물 10~50 vol%; 및 비점이 100℃가 넘는 폴리에틸렌 용매 50~90 vol%가 포함된 혼합 용매를 사용하고, 또한 출발물질의 물비를 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} : \text{MgO} = 1:1 \sim 3:1$ 의 범위로 조절하여, 115~125℃의 온도로 4~6시간 동안 환류 반응시키는 것을 특징으로 한다.

[0017]

본 발명은 반응물로서 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 와 MgO 를 사용하는바, 이에 따라 하기 반응식 1과 같은 원리로 513MHSH가 합성된다. 본 발명은 이러한 기본 반응 원리에 기초하되, 용매의 선정 및 그 배합비, 출발물질의 물비, 반응온도 및 반응시간을 저온상압하 513MHSH의 합성에 최적화되도록 특징적으로 조절한 것이다.

[0018]

[반응식 1]



[0019]

[0020]

본 발명에서 사용되는 반응 용매는 물에, 물보다 비점이 높은 폴리에틸렌 용매가 소정량 첨가된 2성분 혼합 용매이다. 이를 통해, 전체 용매 시스템의 비점을 높일 수 있고, 그 결과 513MHSH 합성시 반응 용액에 더욱 많은 에너지를 인가할 수 있는 안정적 환경이 조성되어 반응시간을 크게 단축시킬 수 있다. 아울러, 본 발명은 종래와 같은 염기성 용매를 별도로 사용할 필요가 없다.

[0021]

상기 물로는 증류수(DI water) 등 화학반응 분야에 통상적으로 사용되는 것을 사용할 수 있다.

[0022]

상기 폴리에틸렌 용매는 물보다 비점이 높은 것으로서, 에틸렌글라이콜(EG), 글리세롤, 디에틸렌글라이콜, 트리에틸렌글라이콜, 테트라에틸렌글라이콜, 프로필렌글라이콜, 디프로필렌글라이콜, 부틸렌글라이콜, 펜탄디올, 헥산디올, 글리세린, 폴리에틸렌글라이콜, 폴리프로필렌글라이콜, 에틸렌글라이콜모노메틸에테르(메틸셀룰로오스), 에틸렌글라이콜모노에틸에테르(에틸셀룰로오스), 에틸렌글라이콜모노부틸에테르(부틸셀룰로오스), 디에틸렌글라이콜모노에틸에테르 및 디에틸렌글라이콜모노부틸에테르 등을 단독으로 또는 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

[0023]

바람직하게는, 상기 폴리에틸렌 용매로서 에틸렌글라이콜(Ethylene Glycol; EG)을 사용할 수 있다. 에틸렌글라이콜은 분자량 62.07g/mol, 융점 -13℃, 비점 197.6℃, 밀도 1.1155g/cm³의 점성이 있는 무색 액체로서, 물과 혼합되어 전체 용매 시스템의 비점을 상향조절하는데 적합한 폴리에틸렌 용매이다.

[0024]

본 발명에 사용되는 혼합 용매는 물(예컨대, 증류수)이 10~50 vol%, 비점 100℃ 초과 폴리에틸렌 용매(예컨대, 에틸렌글라이콜)가 50~90 vol%의 함량으로 포함된 것이다. 바람직하게는, 물 15 vol% 및 폴리에틸렌 용매 85 vol% 또는 물 25 vol% 및 폴리에틸렌 용매 75 vol%, 가장 바람직하게는 물 25 vol% 및 폴리에틸렌 용매 75 vol%로 구성된다. 물의 함량이 10 vol% 미만이면 반응 용액 내에 물의 양이 너무 적어 원활한 반응이 진행되지 않을 수 있으며(전술한 반응식 1 참조), 50 vol%를 초과하면 에틸렌글라이콜 등 폴리에틸렌 용매의 상대적 함량 감소로 비점 상승조절에 따른 유리한 효과들의 구현이 어려워질 수 있다.

[0025]

또한, 본 발명은 출발물질의 물비 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} : \text{MgO}$ 를 1:1 ~ 3:1, 바람직하게는 1:1 이상 ~ 3:1 미만, 더욱 바람직하게는 1:1의 특정 범위로 조절한다. MgO 1몰에 대한 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 의 사용량이 1몰 미만이면 513MHSH 대신 뜻하지 않은 다른 불순물이 생성되거나 513MHSH 합성을 위해 14시간 정도의 장시간 및 160~180℃ 정도의 고온이 요구될 수 있으며, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 의 사용량이 3몰을 초과하면 513MHSH 수득에 필요한 양을 넘어 불필요하게 과량의

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가 소요되는바 제조원가만 증가할 수 있다.

- [0026] 아울러, 본 발명은 반응온도를 115~125℃의 저온 범위, 바람직하게는 120℃의 온도로 조절한다. 반응온도가 115℃ 미만이면 반응을 위한 활성화가 원활히 이루어지지 않아 반응이 제대로 진행되지 않을 수 있으며, 125℃를 초과하면 513MHSR 수득에 필요한 적정 온도 이상으로 과량의 에너지가 소요되어 효율성이 저하될 수 있다.
- [0027] 본 발명은 상기와 같이 반응조건을 조절하고, 4~6시간 동안 상압하에서 환류(Reflux) 반응을 진행시켜 513MHSR을 합성한다. 즉, 본 발명은 기존 수열합성법이 아닌 환류 반응을 사용하되, 반응 용매의 비점을 상승시킴에 따라 반응에 필요한 높은 에너지를 인가할 수 있는 환경을 조성하는바, 기존의 다른 환류 방식 대비 반응시간을 크게 단축시킬 수 있는 장점이 있다. 다만, 반응온도가 4시간 미만으로 너무 짧으면 생성물에 MgO 및 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 등 불순물이 존재하거나 반응 수율이 낮아질 수 있으며, 6시간을 초과하면 513MHSR 수득에 필요한 충분한 정도를 넘어 불필요한 공정시간 및 비용이 발생할 수 있다.
- [0028] 이상의 반응조건 조절과 관련하여, 본 발명의 가장 바람직한 일 구체예는, 증류수 25 vol%; 및 에틸렌글라이콜(EG) 75 vol%;가 포함된 혼합 용매를 사용하고, 출발물질의 몰비를 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}:\text{MgO} = 1:1$ 로 조절하여, 120℃의 온도로 4~6시간 동안 환류 반응시키는 것이다.
- [0029] 본 발명에 따른 출발물질 및 반응조건을 이용하는 것 외에 513MHSR을 합성하는 다른 조건 및 장치 등은 특별히 제한되지 않으며, 당분야의 통상적인 합성 장치 및 방법을 통해 수행할 수 있다. 예를 들어, 둥근바닥플라스크(R.B.F)에 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 및 본 발명의 혼합 용매를 넣고 교반하여 모두 녹인 다음, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 대비 적절 물수의 MgO 를 투입하고, 120℃의 온도로 4~6시간 동안 환류 반응시킴으로써 513MHSR을 합성할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 제조방법은 배치(Batch)식 반응기는 물론 연속식(흐름식) 반응기에도 효과적으로 적용될 수 있을 것이며, 본 발명에 따른 경우 90% 이상(예컨대, 약 90%)의 높은 수율(Yield)로 513MHSR을 수득할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기한 바와 같은 본 발명의 방법에 따라 제조된 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (513MHSR), 및 이를 강화제로서 포함하는 섬유강화 고분자복합재료(Fiber Reinforced Plastics; FRP)가 제공된다.
- [0032] 본 발명자들은 본 발명에 따라 제조된 513MHSR가 섬유상 물질로서 10~30 μm (더욱 상세하게는, 25~30 μm) 정도의 긴 평균길이를 갖는 것을 실험을 통해 확인하였는바, 이러한 긴 평균길이는 고분자 충전제 등으로의 적용시 큰 메리트를 부여할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명에 따라 제조된 513MHSR를 폴리프로필렌(PP)에 10~15 wt%(예컨대, 10 wt%) 정도의 함량으로 배합한 섬유강화 고분자복합재료는 순수 폴리프로필렌(PP) 대비 탄성계수(Modulus) 및 굴곡탄성율이 모두 17% 이상이나 증가되어 물성이 크게 개선됨을 확인하였다.
- [0034] 이하, 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐 어떠한 의미로든 본 발명의 범위가 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0035] **실시예 및 비교예: 513MHSR 합성**
- [0036] 하기 표 1에 기재된 조건에 따라 513MHSR 합성을 수행하였다.
- [0037] 둥근바닥플라스크(R.B.F)에 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 를 넣고, 용매로서 EG 150ml와 물(증류수) 50ml가 혼합된 혼합 용매(물 25 vol%)를 넣은 후 교반하였다.

[0038] 이를 다 녹인 후 MgO를 넣어주고, 표 1에 기재된 출발물질 몰비에 따라 각각의 온도에서 해당 시간 동안 리플렉스 반응을 진행시켰다.

[0039] * 출발물질 몰비 예시

[0040] 몰비 = 1 : 1 = $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 17.2g(0.069mol) : MgO 2.8g(0.069mol)

[0041] 각 합성조건에 따른 생성물(순도) 및 그 형상 특성을 하기 표 1에 함께 나타내었고, 출발물질의 몰비를 1:1로 조절한 경우 생성물에 대한 반응시간별 XRD 패턴과 각 반응시간에 따른 생성물의 SEM 이미지를 각각 하기 도 1 및 도 2에 나타내었다.

[0042] [표 1] 다양한 반응조건에서의 생성물 차이

구분	전구체 몰비 (MgSO_4 :MgO)	반응 시간 (hr)	반응 온도 (°C)	용매 (혼합용매 중 물 함량)	생성물	형상 (두께, 평균길이)
실시예 1	1:1	4	120	25 vol%	513MHSH	(0.1~2 μm , 10~20 μm)
실시예 2	1:1	5	120	25 vol%	513MHSH	
실시예 3	1:1	6	120	25 vol%	513MHSH	(0.2 μm , 25~30 μm)
비교예 1	1:1	2	120	25 vol%	513MHSH+MgO	
비교예 2	1:1	3	120	25 vol%	513MHSH+Mg(OH) ₂ +MgO	
비교예 3	1:1	8	120	25 vol%	513MHSH	(두께 0.25 μm)
비교예 4	1:1	14	120	25 vol%	513MHSH	
비교예 5	3:1	14	120	25 vol%	513MHSH+MgSO ₄	
비교예 6	5:1	14	120	25 vol%	513MHSH+MgSO ₄	
비교예 7	5:1	14	180	25 vol%	MgO	
비교예 8	7:1	14	120	25 vol%	Mg(OH) ₂	
비교예 9	7:1	14	180	25 vol%	MgO	
비교예 10	7:1	72	~100	물 100%	513MHSH	(평균길이 9.5 μm)

[0043]

[0044] 상기 표 1 및 하기 도 1, 도 2에서 보듯이, 본 발명에 따라 반응조건이 최적화 조절된 실시예 1 내지 3의 경우, 완화된 온도 및 상압하에서 반응물 사용을 최소화하면서 6시간 이내의 빠른 시간에 고순도의 513MHSH를 수득할 수 있었다.

[0045] 또한, 반응 수율도 약 90% 정도로 높게 계산되었다.

[0046] 아울러, 생성된 MHSH 물질의 길이가 약 25~30 μm (6시간 반응)에 이를 정도로 매우 긴 것을 확인할 수 있었다. 이는 물만을 용매로 사용한 경우 길이가 5 μm (6시간 반응), 9.5 μm (72시간 반응) 정도인 것과 비교할 때, 각각 5배 이상, 2.6배 이상이나 더 긴 수치이다.

[0047] **실험예: 고분자 강화제로서의 성능 테스트**

[0048] 상기 실시예 3에 따라 제조된 513MHSH 물질을 폴리프로필렌(PP)와 배합(513MHSH 10 wt%)하여 그 물성을 측정하고 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

[0049]

[표 2] 513MHSH가 배합된 고분자복합재료의 물성

구분	탄성계수(MPa)	굴곡탄성율(kg/cm ²)
순수 PP	1488	16000
PP+513MHSH	1755	19000
증가율	17.9%	18.75%

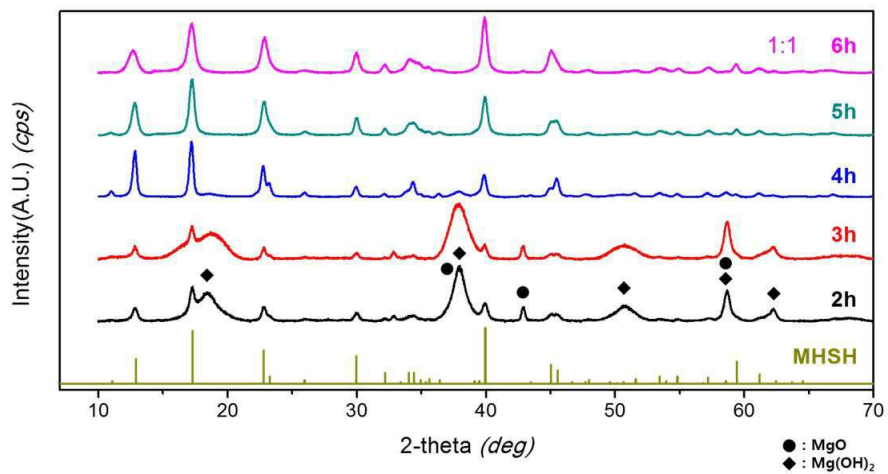
[0050]

[0051]

상기 표 2에서 보듯이, 본 발명에 따라 제조된 고품질의 513MHSH를 폴리프로필렌(PP) 등 고분자에 첨가시 탄성 계수 등 고분자의 물성이 크게 강화됨을 알 수 있었다.

도면

도면1



도면2

