



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0077749
(43) 공개일자 2018년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29B 17/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B29B 17/02 (2013.01)
B29B 2017/0268 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0182409
(22) 출원일자 2016년12월29일
심사청구일자 2016년12월29일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자
이병규
울산광역시 남구 문수로335번길 27, 102동 1604호
(옥동, 롯데인벤스로얌아파트)

응우옌 티 탄쭝
울산광역시 남구 대학로 93 (무거동)

(74) 대리인
특허법인다나

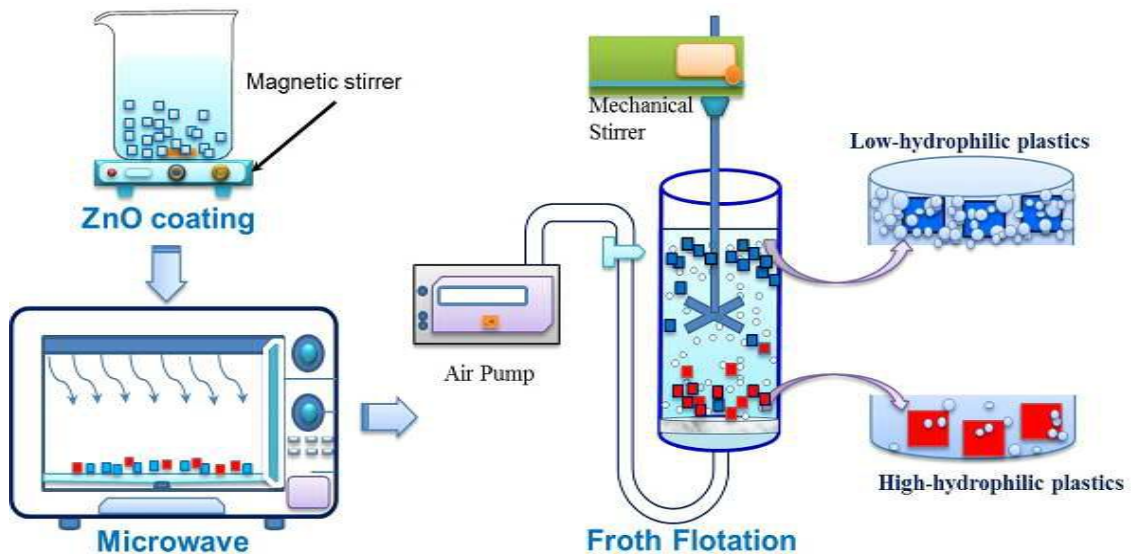
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 표면처리를 이용한 플라스틱의 분리방법

(57) 요약

본 발명은 플라스틱 혼합물 내에 존재하는 여러 종류의 플라스틱 및 할로겐 함유 플라스틱을 분리하는 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은 젖음성 및 친수성을 조절하여 플라스틱 혼합물 내에 존재하는 여러 종류의 플라스틱 및 할로겐 함유 플라스틱을 선택적으로 분리할 수 있으므로 플라스틱 혼합물을 친환경적으로 재활용할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B29B 2017/0293 (2013.01)

Y02W 30/622 (2015.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016E0054010110

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력선도대학육성사업

연구과제명 금속산화물 처리와 마이크로파 처리를 결합한 WEEE 플라스틱 중 ABS 분리 기술 개발 연구

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2016.07.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사하는 단계; 및 마이크로파가 조사된 혼합용액을 물에 투입하여 혼합용액 내 플라스틱을 분리하는 단계를 포함하는 플라스틱의 분리방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
혼합용액은 플라스틱 혼합물의 표면을 산화아연이 코팅한 형태인 것을 특징으로 하는 플라스틱의 분리방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
산화아연 전구체는 아세트산 아연(zinc acetate, $Zn(CH_3COO)_2$), 질산아연(zinc nitrate, $Zn(NO_3)_2$) 및 염화아연(zinc chloride, $ZnCl_2$)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 플라스틱의 분리방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
마이크로파 조사는 30초 내지 400초 동안 수행하는 플라스틱의 분리방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
마이크로파가 조사된 혼합용액을 물에 투입하여 플라스틱을 분리하는 단계는,
마이크로파가 조사된 혼합용액에 부선제를 첨가하고 기체를 주입하여 플라스틱을 분리하는 단계를 포함하는 플라스틱의 분리방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
플라스틱을 분리하는 단계는 마이크로파가 조사된 혼합용액에 기체를 주입한 후 교반하는 것을 특징으로 하는 플라스틱의 분리방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
교반 속도는 30 rpm 내지 500 rpm인 플라스틱의 분리방법.

청구항 8

제5항에 있어서,
플라스틱을 분리하는 단계는, 혼합용액의 부피가 200 cm^3 내지 1000 cm^3 인 경우 기체 주입 속도가 0.1 L/m 내지 0.5 L/m인 플라스틱의 분리방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

플라스틱 혼합물은, 염소 및 브롬 중 어느 하나 이상을 포함하는 플라스틱인 플라스틱의 분리방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

플라스틱 혼합물은, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC), 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 중 어느 하나 이상을 포함하는 플라스틱인 플라스틱의 분리방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)은 브롬 함유 첨가제를 포함하는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)인 플라스틱의 분리방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플라스틱 혼합물에 존재하는 플라스틱을 분리하고, 플라스틱 혼합물에 존재하는 할로겐 함유 플라스틱을 분리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라스틱은 산업화와 경제성장으로 나무, 금속, 기타물질을 대체하는 매우 우수하고 유용한 물질로서 산업화와 경제성장으로 생활 및 산업 전반에 걸쳐 다양하게 사용되고 있다. 그러나 다 사용하고 버려지는 폐플라스틱은 일부 성분 및 첨가제로 인해 소각이나 매립 시, 처리설비를 훼손하거나 다이옥신 및 유독가스 등을 배출해 환경 오염의 거시적 원인이 되고 있다.

[0003] 특히 할로겐을 함유하는 폐플라스틱의 경우 소각 유화 재생 등 모든 분야에서 플라스틱 재활용을 어렵게 만드는 주요 요인을 꼽힌다. 구체적으로, 환경 측면에서 할로겐 함유 플라스틱은 소각 시 유독가스나 다이옥신 등이 발생하는 문제가 있다. 또한, 할로겐 함유 플라스틱이 다른 플라스틱과 혼합된 경우 혼합된 다른 플라스틱의 재생이 어려우므로 경제적, 환경적 측면에서 할로겐 함유 플라스틱을 분리하는 기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2008-0078135호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0835995호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 플라스틱 혼합물에 존재하는 플라스틱을 종류별로 분리하고, 할로겐 함유 플라스틱을 선택적으로 분리하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 일실시예에서,

- [0007] 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사하는 단계; 및
- [0008] 마이크로파가 조사된 혼합용액을 물에 투입하여 혼합용액 내 플라스틱을 분리하는 단계를 포함하는 플라스틱의 분리방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0009] 본 발명에 따른 플라스틱 분리방법은 플라스틱 표면의 친수성을 조절하여 플라스틱 혼합물 내에 존재하는 여러 종류의 플라스틱을 부유법으로 선택적으로 분리할 수 있으므로 플라스틱의 순도를 높여 플라스틱을 재사용 및 재활용 시 제품의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0010] 또한, 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은 할로겐 함유 플라스틱의 젖음성을 조절하여 플라스틱 혼합물 내에 존재하는 할로겐 함유 플라스틱을 부유법으로 선택적으로 분리할 수 있으므로 플라스틱 혼합물을 친환경적으로 재활용할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명에 따른 플라스틱 분리방법의 원리를 간략하게 나타낸 이미지이다.
- 도 2 및 도 3은 마이크로파 조사 전·후 각 플라스틱의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron microscope, SEM)으로 촬영한 이미지이다.
- 도 4 및 도 5는 플라스틱 혼합물 내에 포함된 각 플라스틱을 대상으로 푸리에 변환 적외선 흡수분광(Fourier Transform-Infrared spectroscopy, FT-IR)을 측정된 그래프이다.
- 도 6는 플라스틱 혼합물 내의 할로겐 함유 플라스틱을 대상으로 에너지 분산 분광(Energy Dispersive spectroscopy, EDS)을 측정된 그래프이다.
- 도 7은 마이크로파 조사 시간에 따른 각 플라스틱의 부유율을 도시한 그래프이다.
- 도 8은 마이크로파 조사 시간에 따른 각 플라스틱의 회수율을 도시한 그래프이다.
- 도 9는 플라스틱 분리 시 교반 속도에 따른 각 플라스틱의 회수율을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명에서 "부선제"란 반응기 내에 가스를 주입하여 형성된 기포를 미세화하여 기포수를 증가시키는 물질을 나타낸다.
- [0014] 본 발명은 플라스틱 혼합물에 존재하는 플라스틱을 종류별로 분리하고, 할로겐 함유 플라스틱을 분리하는 방법에 관한 것이다.
- [0015] 플라스틱은 산업화와 경제성장으로 나무, 금속, 기타물질을 대체하는 매우 우수하고 유용한 물질로서 산업화와 경제성장으로 생활 및 산업 전반에 걸쳐 다양하게 사용되고 있으나 다 사용하고 버려지는 폐플라스틱, 그 중에서도 할로겐을 함유하는 플라스틱 폐기물은 소각 유화 재생 등 모든 분야에서 플라스틱 재활용을 어렵게 하므로 경제적, 환경적 측면에서 할로겐 함유 플라스틱을 분리하는 기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다.
- [0016] 이에, 본 발명은 플라스틱의 젖음성 및 친수성을 조절하여 플라스틱 혼합물에서 플라스틱을 분리하는 방법을 제공한다.
- [0017] 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은 플라스틱의 젖음성 및 친수성을 조절하여 플라스틱 혼합물 내에 존재하는 여러 종류의 플라스틱 및 할로겐 함유 플라스틱을 부유법(flotation)으로 선택적 분리할 수 있으므로 플라스틱 혼합물을 친환경적으로 재활용할 수 있는 이점이 있다.
- [0019] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- [0021] 본 발명은 일 실시예에서,

- [0022] 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사하는 단계; 및
- [0023] 마이크로파가 조사된 혼합용액을 물에 투입하여 혼합용액 내 플라스틱을 분리하는 단계를 포함하는 플라스틱의 분리방법을 제공한다.
- [0024] 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사한 후, 액체 내에서의 젖음성을 이용하여 물질을 분리하는 부유법을 이용하여 마이크로파가 조사된 혼합용액으로부터 여러 종류의 플라스틱 및 할로겐 함유 플라스틱을 선택적으로 분리할 수 있다. 여기서, "부유법"이란 플라스틱을 액체, 즉 물의 표면에 띄우거나 가라앉혀 분리하는 방법으로, 구체적으로는 수용액에 플라스틱 혼합물을 투입한 후 플라스틱 혼합물 내 플라스틱 간의 젖음성 및/또는 친수성 차이를 이용하여, 수용액 내에 기포를 형성하고 형성된 기포에 플라스틱을 부착시켜 기포의 부력에 의해 표면에 포말로서 떠오르게 하여 분리하는 방법을 말한다.
- [0025] 본 발명은 부유법을 이용하여 플라스틱 혼합물로부터 플라스틱을 분리하기 전에 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액의 마이크로파 조사를 통하여 플라스틱 혼합물에 각 플라스틱의 젖음성 및 친수성을 변성시킴으로써 여러 종류의 플라스틱 및 할로겐 함유 플라스틱을 선택적으로 분리할 수 있다.
- [0027] 이를 위해, 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사하는 단계를 포함한다.
- [0028] 상기 단계는 플라스틱을 분리하기 위한 전처리 단계로서 도 1에 나타난 바와 같이 산화아연 전구체와 혼합된 플라스틱 혼합물의 마이크로파 조사를 수행하여 플라스틱 혼합물에 포함된 플라스틱의 젖음성 및 친수성을 변성시키는 단계이다. 구체적으로 표면에 할로겐을 함유하는 플라스틱은 표면에 할로겐이 존재하여 독성을 나타내는데, 이러한 표면에 마이크로파를 조사하며 산화아연을 코팅하면 탄소와 할로겐의 결합을 끊어져 플라스틱으로부터 할로겐을 제거할 수 있으며, 산화아연으로 인해 친수성을 나타낼 수 있다. 보다 구체적으로 하기 반응식 1 내지 반응식 3을 통해 나타난 것과 같이 수용액 내에서 발생하는 분해로 인해 암모니아와 브롬 원자의 상호작용으로 인해 할로겐을 제거할 수 있다.
- [0029] [반응식 1]
- [0030] $Zn(CH_3COO)_2 + 2 NH_4OH \rightleftharpoons Zn(OH)_2 + 2NH_4CH_3COO$
- [0031] [반응식 2]
- [0032] $NH_4CH_3COO \rightleftharpoons NH_4^+ + CH_3COO^-$
- [0033] [반응식 3]
- [0034] $NH_4^+ + Br^- \rightleftharpoons NH_4Br$
- [0035] 이때, 마이크로파 조사되는 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체의 혼합용액은 그 형태를 특별히 제한하는 것은 아니나 구체적으로는 반응기에 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 투입하고 혼합하여 표면에 산화아연이 묻어 코팅된 형태를 가질 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 산화아연 전구체는 플라스틱의 표면에서 마이크로파 조사 시 플라스틱 표면에 산화아연으로 코팅되면서 플라스틱 표면의 형태를 변화시켜 플라스틱의 젖음성 및 친수성을 조절하는 역할을 수행할 수 있다. 이러한 산화아연 전구체로는 아세트산 아연(zinc acetate, $Zn(CH_3COO)_2$), 질산아연(zinc nitrate, $Zn(NO_3)_2$) 및 염화아연(zinc chloride, $ZnCl_2$)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있으며, 구체적으로는 아세트산 아연 또는 질산아연을 사용할 수 있다. 이때, 플라스틱 혼합물과 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 암모니아 수용액을 첨가할 수 있다.
- [0037] 아울러, 플라스틱 혼합물 및 산화아연 전구체를 포함하는 혼합용액에 마이크로파를 조사하는 조건은 각 플라스틱의 젖음성 및 친수성이 적절히 변성되는 범위라면 특별히 제한되지 않고 적용될 수 있다. 구체적으로, 상기 혼합용액의 마이크로파 조사 시간은 30초 내지 400초일 수 있으며, 구체적으로는 60초 내지 390초, 120초 내지 380초, 150초 내지 370초, 200초 내지 360초, 100초 내지 250초 또는 200초 내지 250초일 수 있다. 보다 구체

적으로, 상기 혼합용액의 마이크로파 조사시간은 120초 내지 360초, 120초 내지 240초 또는 240초 내지 360초일 수 있다. 본 발명은 마이크로파 조사 시간을 상기 범위로 조절함으로써 플라스틱 혼합물 내에 함유된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 부유율을 적절히 제어할 수 있고, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및/또는 내충격성 폴리스티렌(HIPS)의 회수율 및 순도를 향상시킬 수 있다.

[0038] 또한, 상기 단계는 플라스틱의 표면 거칠기를 변형시킬 수 있다. 구체적으로, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물에서 할로젠 함유하지 않은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체는 도 3에 나타난 바와 같이 마이크로파 조사된 이후 표면에 생성된 산화아연 주름이 넓고 깊게 형성되어 표면의 거칠기가 할로젠을 함유하는 플라스틱에 비해 커질 수 있다. 표면 거칠기가 커진 플라스틱은 수중에 형성된 기포에 대한 친화력이 높고, 교반 시 기포의 탈착률이 향상될 수 있다. 반면, 할로젠을 함유하는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체는 표면에 생성된 산화아연의 주름이 가늘고 촘촘하게 형성되어 수중에 형성된 기포가 부착되기 어렵고, 물이 침투하기 좋아서 물과의 친화력 및 탈착률이 향상될 수 있다. 따라서, 할로젠을 함유하는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체는 물에 부착되어 반응기 하부에 가라앉고 그 외 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체들은 기포에 부착되어 반응기 상부에 떠오르므로 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물에서 할로젠을 함유하는 플라스틱을 분리해낼 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법은, 마이크로파가 조사된 혼합용액을 물에 혼합하여 혼합물 내 플라스틱을 분리하는 단계를 포함한다.

[0040] 상기 단계는 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합물로부터 부유법을 이용하여 플라스틱을 분리하는 단계로서, 마이크로파가 조사된 혼합물을 물에 투입하여 플라스틱간 젖음성 및/또는 친수성의 차이에 의해 플라스틱을 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0041] 구체적으로, 플라스틱을 분리하는 단계는 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합용액을 물에 투입하여 플라스틱을 부유시켜 분리하는 단계이다. 구체적으로, 마이크로파가 조사된 혼합용액에 부선제를 첨가하고 기체를 주입하여 플라스틱을 종류별로 분리할 수 있다. 하나의 예로서, 상기 단계는 플라스틱 혼합용액에 기체를 주입하여 기포를 형성하고 형성된 기포가 플라스틱 표면에 부착되어 부유하면 교반을 통해 플라스틱 표면에 부착된 기포를 선택적으로 탈착시킴으로써 플라스틱을 종류별로 선별할 수 있다. 구체적으로, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물의 경우, 화학적으로 친수성 및 소수성에 따라 분리되므로, 속도차이는 있으나 교반 없이도 플라스틱을 선별할 수 있다.

[0042] 이때, 기포를 형성하기 위하여 주입되는 기체의 주입 속도는 특별히 제한되는 것은 아니나 분리 효율을 고려하여 플라스틱 혼합용액 부피가 200 cm³ 내지 1000 cm³인 경우 기체 주입 속도가 0.1 L/m 내지 0.5 L/m로 조절될 수 있으며, 구체적으로는 잔류물 부피가 200 cm³ 내지 1000 cm³인 경우 0.1 L/m 내지 0.45 L/m, 0.15 L/m 내지 0.4 L/m 또는 0.2 L/m 내지 0.35 L/m로 조절될 수 있다.

[0043] 아울러, 상기 교반은 10℃ 내지 100℃에서 1분 내지 100분간 수행될 수 있으며, 구체적으로는 20℃ 내지 60℃에서 1분 내지 60분, 1분 내지 30분 또는 1분 내지 10분간 수행될 수 있다.

[0044] 이와 더불어, 상기 교반 속도는 형성된 기포와 플라스틱의 젖음성에 따라 탈부착이 쉽게 유도될 수 있도록 30 rpm 내지 500 rpm으로 조절될 수 있다. 구체적으로, 상기 교반 속도는 35 rpm 내지 450 rpm, 40 rpm 내지 430 rpm, 45 rpm 내지 400 rpm, 50 rpm 내지 350 rpm 또는 50 rpm 내지 300 rpm으로 조절될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 교반 속도는 50 rpm 내지 300 rpm으로 조절될 수 있다. 상기와 같이 교반속도를 조절함으로써, 플라스틱 혼합물 내에 있는 플라스틱을 높은 순도(purity)로 선별할 수 있다. 하나의 예시에서, 교반을 하지 않은 상태에서도 플라스틱을 선별할 수 있다. 도 9를 살펴보면, 교반을 하지 않은 상태에서도 상당한 비율로 플라스틱이 분리되는 것을 확인할 수 있다.

[0045] 한편, 본 발명에서 분리하고자 하는 플라스틱 혼합물은 할로젠 원소, 예를 들어 플루오르(F), 염소(Cl), 브롬(Br) 및 요오드(I)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 플라스틱이라면 특별히 제한되지 않고 적용될 수 있으며, 보다 구체적으로는 염소(Cl) 및 브롬(Br) 중 어느 하나 이상을 포함하는 플라스틱일 수 있다. 하나의 예로서, 상기 할로젠 함유 플라스틱은 브롬(Br) 함유 첨가제를 포함하는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)일 수 있다.

[0046] 또한, 상기 플라스틱 혼합물은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC), 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 구체적으로, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 중 어느 하나 이상과 아크릴로니트릴

부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)를 포함하는 복합체를 포함할 수 있다. 하나의 예로서, 상기 플라스틱 혼합물은 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물 일 수 있다. 아울러, 혼합물 내에 포함된 각 플라스틱의 형태 및 크기가 특별히 제한되는 것은 아니나 부유법 수행 시 플라스틱의 부유를 쉽게 조절하기 위하여 파쇄된 것일 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 플라스틱의 분리방법을 통해 분리해낸 플라스틱의 순도는 교반속도가 30 내지 500 rpm인 조건에서 75% 이상일 수 있다. 이때 순도는 플라스틱의 특성에 따라 침전 순도 또는 부유 순도일 수 있으며, 침전 순도는 친수성을 띠어 반응기 하부에 가라앉은 플라스틱을 회수하여 측정된 순도를 의미하고, 부유 순도는 소수성을 띠어 반응기 상부에 부유하는 플라스틱을 회수하여 측정된 순도를 의미한다. 구체적으로, 상기 플라스틱의 순도는 교반속도가 30 내지 500 rpm인 조건에서 75% 이상, 80% 이상, 82% 이상, 85% 이상 또는 90% 이상일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 플라스틱의 순도는 교반속도가 50 내지 300 rpm인 조건에서 90% 이상일 수 있다. 하나의 예시에서, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 침전 순도는 교반속도가 50 내지 300 rpm인 조건에서 90% 이상일 수 있으며, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)의 부유 순도는 교반속도가 50 내지 300 rpm 조건에서 80% 이상일 수 있다.

[0049] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 보다 상세히 설명한다.

[0050] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 한정되는 것은 아니다.

[0052] **실시예 1.**

[0053] 증류수에 녹인 0.2M의 $Zn(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ 수용액에 암모니아 수용액을 약 5ml/min의 속도로 15분 동안 적가하면서 마그네틱 믹서로 혼합하였다. 그런 다음, 4.75 mm sieve를 통과하지 않고 남은 파쇄된 플라스틱 (ABS) 혼합물을 산화아연 코팅용액에 넣고 자석 교반기로 3시간 동안 혼합한 후 꺼내 $20 \pm 1^\circ C$ 의 실내온도조건에서 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합시료를 제조하였다. 여기서, 상기 플라스틱 혼합물은 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체를 포함한다. 그런 다음, 표면에 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합물들을 마이크로웨이브 오븐(Dongbu Daewoo Electronics Corp., KOREA)의 플레이트에 옮겨 1,120 W 및 2,450 MHz에서 2분 동안 마이크로파를 조사하였다.

[0054] 그 후, 155mm X 95mm(높이 X 직경)인 유리 반응기에 물(1000ml)을 채우고, 플라스틱 표면에 기포가 부착될 수 있게 하는 부선제로서 메틸 이소부틸 카비놀(methyl isobutyl carbinol, MIBC, 1.0 ml)을 첨가하였다. 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합용액을 $27 \pm 3^\circ C$ 에서 상기 용액에 투입하고 공기 펌프(MP-Σ300, Sibata, Japan)로 15초 동안 0.5 L/분의 속도로 가스 기포를 주입한 후 250±50 rpm의 속도로 2분간 교반하여 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하였다.

[0055] 분리된 플라스틱 혼합물은 표면거칠기가 거칠어지고 젖음성이 낮아진 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 또는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체로 확인되었고, 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하고 용액 내에 침전된 상태로 남은 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체로 확인되었다.

[0056] **실시예 2.**

[0057] 증류수에 녹인 0.2M의 $Zn(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ 수용액에 암모니아 수용액을 약 5ml/min의 속도로 15분 동안 적가하면서 마그네틱 믹서로 혼합하였다. 그런 다음, 4.75 mm sieve를 통과하지 않고 남은 파쇄된 플라스틱 혼합물을 산화아연 코팅용액에 넣고 자석 교반기로 1시간 동안 혼합한 후 꺼내 $20 \pm 1^\circ C$ 의 실내온도조건에서 1시간 동안 보관하여 산화아연이 코팅된 플라스틱 (ABS + HIPS) 혼합시료를 제조하였다. 여기서, 상기 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 포함한다. 그런 다음, 표면에 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합물들을 마이크로웨이브 오븐(Dongbu Daewoo Electronics Corp., KOREA)의 플레이트에 옮겨 1,120 W 및 2,450 MHz에서 2분 동안 마이크로파를 조사하였다.

[0058] 그 후, 155mm X 95mm(높이 X 직경)인 유리 반응기에 물(1000ml)을 채우고, 플라스틱 표면에 기포가 부착될 수

있게 하는 부선제로서 메틸 이소부틸 카비놀(methyl isobutyl carbinol, MIBC, 1.0 ml)을 첨가하였다. 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합용액을 상기 용액에 투입하고 공기 펌프(MP-Σ300, Sibata, Japan)로 15초 동안 0.5 L/분의 속도로 가스 기포를 주입한 후 250±50 rpm의 속도로 2분간 교반하여 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하였다.

[0059] 분리된 플라스틱 혼합물은 젖음성이 낮아진 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 또는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체로 확인되었고, 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하고 용액 내에 침전된 상태로 남은 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체로 확인되었다[분리효율: ABS=100%, HIPS=95.21±0.5% (회수된 ABS 및 HIPS 순도: 각각 95.41±0.5%, 100%)].

[0060] **실험예 1.**

[0061] 마이크로파 조사에 따른 각 플라스틱의 표면 거칠기 변화를 평가하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다.

[0062] 4.75 mm sieve를 통과하지 않고 남은 파쇄된 플라스틱 (ABS) 혼합물을 산화아연 코팅용액에 넣고 자석 교반기로 3시간 동안 혼합한 후 꺼내 20±1℃의 실내온도조건에서 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합시료를 제조하였다. 여기서, 상기 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 포함하며, 상기 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체를 포함할 수 있다. 그런 다음, 표면에 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합물에 포함된 각 플라스틱의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron microscope, SEM)으로 촬영하였다. 그 후, 상기 플라스틱 혼합물을 마이크로웨이브 오븐(Dongbu Daewoo Electronics Corp., KOREA)의 그릴 플레이트에 옮겨 플레이트에 옮겨 1,120 W, 2,450 MHz에서 2분 동안 마이크로파를 조사한 다음, 마이크로파가 조사된 각 플라스틱의 표면을 주사전자현미경(Scanning Electron microscope, SEM)으로 촬영하였다. 촬영된 결과는 도 2 및 도 3에 나타내었다.

[0063] 도 2는 플라스틱 혼합물에 포함된 플라스틱 중에서 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)을 주사전자현미경으로 촬영한 이미지이다. 도 2를 살펴보면, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 표면은 마이크로파를 조사한 후에 거칠기가 증가한 것으로 나타났으나, 반면, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)의 경우 표면 거칠기가 큰 변화가 없는 것으로 확인되었다.

[0064] 도 3은 플라스틱 혼합물에 포함된 플라스틱 중에서 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체를 주사전자현미경으로 촬영한 이미지이다. 도 3에서 ABS1은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)을, ABS2는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체를, ABS3은 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)을 의미한다. 도 3의 a₁, a₂ 및 a₃은 산화아연만을 코팅시킨 플라스틱의 표면 이미지이고, b₁, b₂ 및 b₃은 산화아연 코팅 후 마이크로파를 2분 동안 조사한 플라스틱의 표면 이미지이고, c₁, c₂ 및 c₃은 산화아연 코팅 후 마이크로파를 4분 동안 조사한 플라스틱의 표면 이미지이며, d₁, d₂ 및 d₃은 산화아연 코팅 후 마이크로파를 6분 동안 조사한 플라스틱의 표면 이미지이다. 도 3을 살펴보면, 플라스틱 혼합물에 포함된 대부분의 플라스틱 표면은 마이크로파를 조사한 후 거칠기가 증가하는 것으로 나타났으나, 할로젠을 함유하는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)인 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체의 경우 표면에 형성된 산화아연의 주름이 가늘고 촘촘하게 형성된 반면, 그 외 플라스틱의 표면은 산화아연의 주름이 크고 깊게 형성된 것으로 확인되었다.

[0065] 이러한 결과로부터, 산화아연과 혼합된 플라스틱 혼합물에 마이크로파를 조사하는 경우 플라스틱 혼합물에 포함된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 표면 거칠기가 증가하는 것을 알 수 있으며, 표면 거칠기가 증가하여 기포(bubble)보다는 물과 친화력이 높은 것을 알 수 있다. 또한, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 중에서도 할로젠을 함유하는 플라스틱 특히 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체의 표면은 가늘고 세밀한 주름이 형성되어 기포와의 결합력보다는 물과의 결합력이 높은 것을 알 수 있다.

[0066] **실험예 2.**

[0067] 본 발명에 따른 플라스틱의 성분들간의 결합 성질 및 성분 함량 등을 확인하기 위하여, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 대상으로 푸리에 변환 적외선 흡수분광(Fourier Transform-Infrared spectroscopy, FT-IR)을 측정하였으며, 에너지 분산 분광(Energy Dispersive spectroscopy, EDS)을 측정하였다. 또한, 상기 플라스틱에 대한 X선 광전자 분석(X-ray Photoelectron Spectroscopy, XPS)를 측정하였으며, 측정된 결과들을 하기 도 4 내지 도 6 및 표 1에 나타내었다.

표 1

	ABS1	ZnO-MW@ABS1	ABS2	ZnO-MW@ABS2	ABS3	ZnO-MW@ABS3
C1s	79.7	73.66	80.42	44.77	64.3	54.62
O1s	12.41	15.74	12.01	35.93	24.58	29.82
N1s	4.19	2.52	4.09	1.42	2.2	1.85
Zn2p	0.33	4.45	0.34	13.35	4.7	9.69

[0069] 단위: 원자%

[0070] 도 4는 아크릴로 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 대상으로 푸리에 변환 적외선 흡수분광(Fourier Transform-Infrared spectroscopy, FT-IR)을 측정한 그래프이다. 도 4를 살펴보면, 마이크로파가 조사된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 $3365 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ 영역에서 위치한 피크를 통해 O-H 결합(수산화기)이 존재함을 확인할 수 있으며, 이로 인해 친수성을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0071] 도 5는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물을 대상으로 푸리에 변환 적외선 흡수분광(Fourier Transform-Infrared spectroscopy, FT-IR)을 측정한 그래프이다. 도 5를 살펴보면, ABS1은 $1732 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ 영역에서 위치한 피크를 통해 C=O 결합이 존재하는 것을 확인할 수 있고, $1157 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ 영역에서 위치한 피크를 통해 C-O-C 결합이 존재하는 것을 알 수 있다. 또한, ABS2는 $1080 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$ 영역에서 위치한 피크를 통해 브롬이 존재하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 ABS1은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸 메타아크릴레이트(PMMA) 복합체이고, ABS2는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체이며, ABS3은 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)인 것을 알 수 있다.

[0072] 도 6은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 중에서도 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체를 대상으로 에너지 분산 분광(Energy Dispersive spectroscopy, EDS)을 측정한 그래프이고, 도 6의(a)는 마이크로파를 조사하기 전 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체의 에너지 분산 분광 그래프이며, 도 6의 (b)는 마이크로파를 조사한 후 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체의 에너지 분산 분광 그래프이다. 도 6을 살펴보면, 마이크로파를 조사한 후에 아연 및 산소의 함량이 크게 증가하여 친수성이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, 마이크로파를 조사한 후에 브롬의 함량이 줄어들어, 마이크로파 조사를 통해 브롬이 제거되는 것을 알 수 있다.

[0073] 표 1를 살펴보면, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)를 X선 광전자 분석한 결과이며, X선 광전자 분석 결과 ABS2는 마이크로파 조사 후에 산소 분율이 12.01 원자%에서 35.93 원자%로 증가하며, 탄소 분율은 80.42 원자% 에서 44.77 원자%로 감소하는 것을 확인하였다. 이는 ABS2의 표면이 소수성이 감소하고 젖음성이 증가하여 물과의 친화력이 높아지는 것을 의미한다. 이를 통해 ABS2인 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC)는 반응기 내에서 하부에 가라앉아 다른 플라스틱과의 분리가 쉬운 것을 알 수 있다.

[0074] 실험예 3.

[0075] 플라스틱 분리 시 마이크로파 조사 시간에 따른 플라스틱의 분리 효율을 평가하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다.

[0076] 4.75 mm sieve를 통과하지 않고 남은 파쇄된 플라스틱 혼합물을 산화아연 코팅용액에 넣고 자석 교반기로 1시간 동안 혼합한 후 꺼내 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 실내온도조건에서 1시간 동안 보관하여 산화아연이 코팅된 플라스틱 (ABS + HIPS) 혼합시료를 제조하였다. 여기서, 상기 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 포함하며, 상기 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트

(PC) 복합체 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체를 포함할 수 있다. 그런 다음, 표면에 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합물을 마이크로웨이브 오븐(Dongbu Daewoo Electronics Corp., KOREA)의 그릴 플레이트에 옮겨 플레이트에 옮겨 1,120 W, 2,450 MHz에서 2분, 4분 및 6분 동안 마이크로파를 조사한 다음 155mm X 95mm(높이 X 직경)인 유리 반응기에 물(1000ml) 및 메틸 이소부틸 카비놀(MIBC, 1.0ml)을 채운 후, 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합용액을 32±3℃에서 상기 용액에 투입하고 공기 펌프(MP-Σ300, Sibata, Japan)로 5초 동안 0.5 L/분의 속도로 가스 기포를 주입한 후 150±50 rpm의 속도로 5분간 교반하여 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하여, 마이크로파를 조사한 시간에 따른 플라스틱 종류별 부유율 및 회수율을 평가하였다. 이때, 상기 부유율은 플라스틱의 종류별로 투입량 대비 부유량 및 회수율을 측정하여 도출하였다. 측정된 결과는 하기 도 7 및 8에 나타내었다.

[0077] 도 7은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 마이크로파 조사 시간에 따른 부유율을 도시한 그래프이며, ABS1은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)을, ABS2는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체를, ABS3은 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)을 의미한다. 먼저, 도 7을 살펴보면 산화아연이 코팅된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 마이크로파 조사 시간에 따라 부유율이 변하는 것을 알 수 있다. 구체적으로, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체(ABS2)는 마이크로파를 조사한지 2분 후부터 가라앉아 있는 것을 확인하였다. 구체적으로 ABS2의 부유율은 2분, 4분 및 6분으로 각각 약 0%, 5% 및 10%인 것으로 확인되었다. 그러나, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체(ABS1)과 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS3)은 6분 이전에는 반응기 상부에 부유하다가 6분을 초과하면 반응기 내에 가라앉아 있는 것을 확인하였다. 구체적으로 ABS1의 부유율은 2분, 4분 및 6분으로 각각 약 95%, 80% 및 10%인 것으로 확인되었고, ABS3의 부유율은 2분, 4분 및 6분으로 각각 약 80%, 50% 및 5%인 것으로 확인되었다.

[0078] 도 8는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 마이크로파 조사 시간에 따른 부유 회수율을 도시한 그래프이다. 도 8을 살펴보면, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 마이크로파 조사 시간에 따라 부유 회수율이 감소하는 것을 알 수 있다. 반면, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)는 마이크로파 조사시간에 관계 없이 부유회수율이 높은 것을 알 수 있다. 구체적으로, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)는 마이크로파를 2분 이상 조사할 경우 부유 회수율이 0%이며, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)는 마이크로파를 5분간 조사한 혼에도 80% 이상의 부유 회수율을 나타낸 것을 확인하였다.

[0079] **실험예 4.**

[0080] 본 발명에 따라 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합물을 수중에서 분리할 때 교반 속도에 따른 플라스틱의 분리 효율을 평가하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였다.

[0081] 4.75 mm sieve를 통과하지 않고 남은 파쇄된 플라스틱 혼합물을 산화아연 코팅용액에 넣고 자석 교반기로 1시간 동안 혼합한 후 꺼내 20±1℃의 실내온도조건에서 1시간 동안 보관하여 산화아연이 코팅된 플라스틱 (ABS + HIPS) 혼합시료를 제조하였다. 여기서, 상기 플라스틱 혼합물은 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 포함할 수 있다. 그런 다음, 표면에 산화아연이 코팅된 플라스틱 혼합물을 마이크로웨이브 오븐(Dongbu Daewoo Electronics Corp., KOREA)의 그릴 플레이트에 옮겨 플레이트에 옮겨 1,120 W, 2,450 MHz에서 2분, 4분 및 6분 동안 마이크로파를 조사한 다음 155mm X 95mm(높이 X 직경)인 유리 반응기에 물(1000ml) 및 메틸 이소부틸 카비놀(MIBC, 1.0ml)을 채운 후, 공기 펌프(MP-Σ300, Sibata, Japan)로 15초 동안 0.5 L/분의 속도로 가스 기포를 주입한 후 0 rpm, 50 rpm, 100 rpm, 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm 및 300 rpm의 속도로 각각 교반하여 부유하는 플라스틱 혼합물을 분리하였다. 또한, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물에 대해서도 상기 실험을 진행하였으며, 상기 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물은 순수한 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리카보네이트(PC) 복합체 및 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)/폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA) 복합체를 포함할 수 있다. 그 후 분리된 플라스틱별 부유율, 회수율 및 순도를 분석하여 도 9 및 표 2에 나타내었다.

표 2

[0082]

회전속도 (rpm)	0	50	100	150	200	250	300
부유회수율							
ABS	95.68	67.55	20.70	20.55	10.78	0.00	0.00

HIPS	100.0	99.53	99.43	99.98	100.0	95.21	90.09
침전 회수율							
ABS	4.32	32.45	79.30	79.45	89.22	100.00	100.00
HIPS	0.00	0.47	0.57	0.02	0.00	4.79	9.91
부유 순도							
ABS	48.81	40.35	17.18	17.00	9.70	0.00	0.00
HIPS	51.19	59.65	82.82	83.00	90.30	100.00	100.00
침전 순도							
ABS	100.00	98.58	99.29	99.97	99.99	95.41	90.95
HIPS	0.00	1.42	0.71	0.03	0.01	4.59	9.05

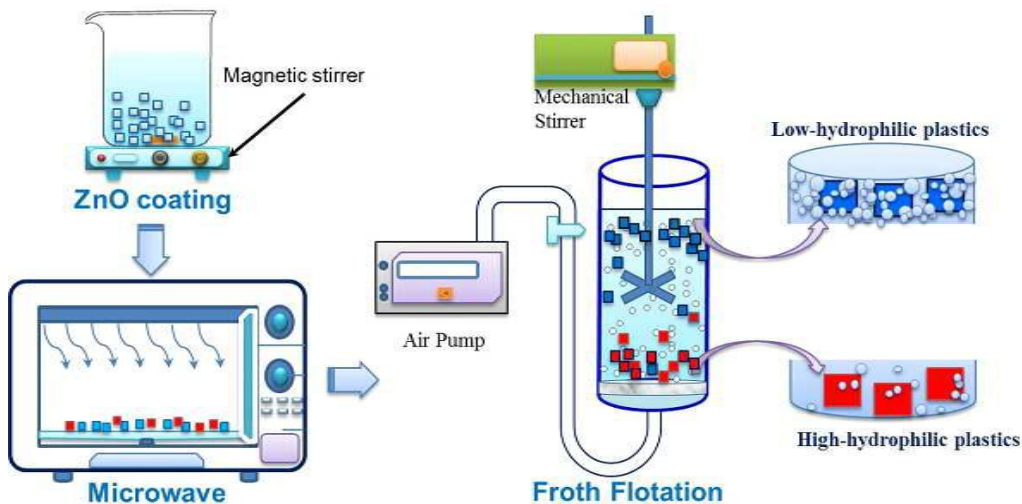
[0083] 도 9를 살펴보면, 물에 투입된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 혼합물은 교반 속도에 따라 각 플라스틱이 분리되는 부유율이 다른 것을 알 수 있다. 구체적으로, 교반 속도가 0 rpm인 경우 ABS1의 부유율은 95.3%이고 ABS3의 부유율은 81%이다. 전체적으로 교반속도가 빨라질수록 ABS1 및 ABS3의 부유율은 감소하는 경향을 보인다. 반면, ABS2의 경우 교반 속도에 관계없이 부유율이 0%로 반응기 상부에 뜨지 않고 하부에 가라앉는 것을 알 수 있다.

[0084] 표 2를 살펴보면, 물에 투입된 플라스틱 혼합물은 교반 속도에 따라 각 플라스틱이 분리되는 수율 및 순도가 다른 것을 알 수 있으며 교반 속도가 증가할수록 마이크로파가 조사된 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 부유회수율이 현저히 감소하는 것을 알 수 있다. 구체적으로, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 침전 회수율은 250 rpm에서 100%가 되며, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)의 부유 회수율은 0 내지 250 rpm에서 90%이상이며 특히, 200 rpm에서 100%인 것이 확인되었다. 또한, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS)의 침전 순도는 0 내지 250 rpm에서 90% 이상이며 특히 100 내지 200 rpm에서 99%이상이었다. 반면, 내충격성 폴리스티렌(HIPS)의 부유 순도는 100 내지 300 rpm에서 80%이상이며 특히 250 내지 300rpm 에서 100%인 것이 확인되었다.

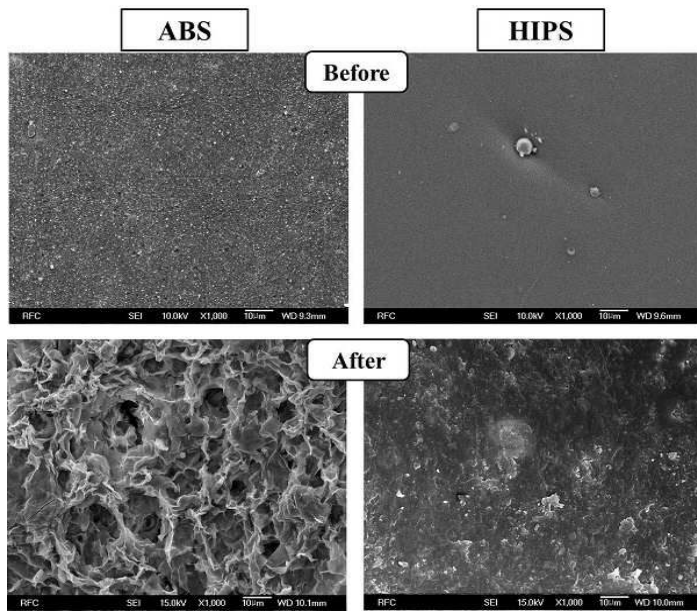
[0085] 이러한 결과로부터, 마이크로파가 조사된 플라스틱 혼합물의 수중 분리 시 교반 속도는 플라스틱의 회수율 및 순도에 영향을 미치며, 250±50 rpm의 속도를 교반을 수행하는 경우, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체(ABS) 및 내충격성 폴리스티렌(HIPS)를 효율적으로 선별할 수 있음을 알 수 있다.

도면

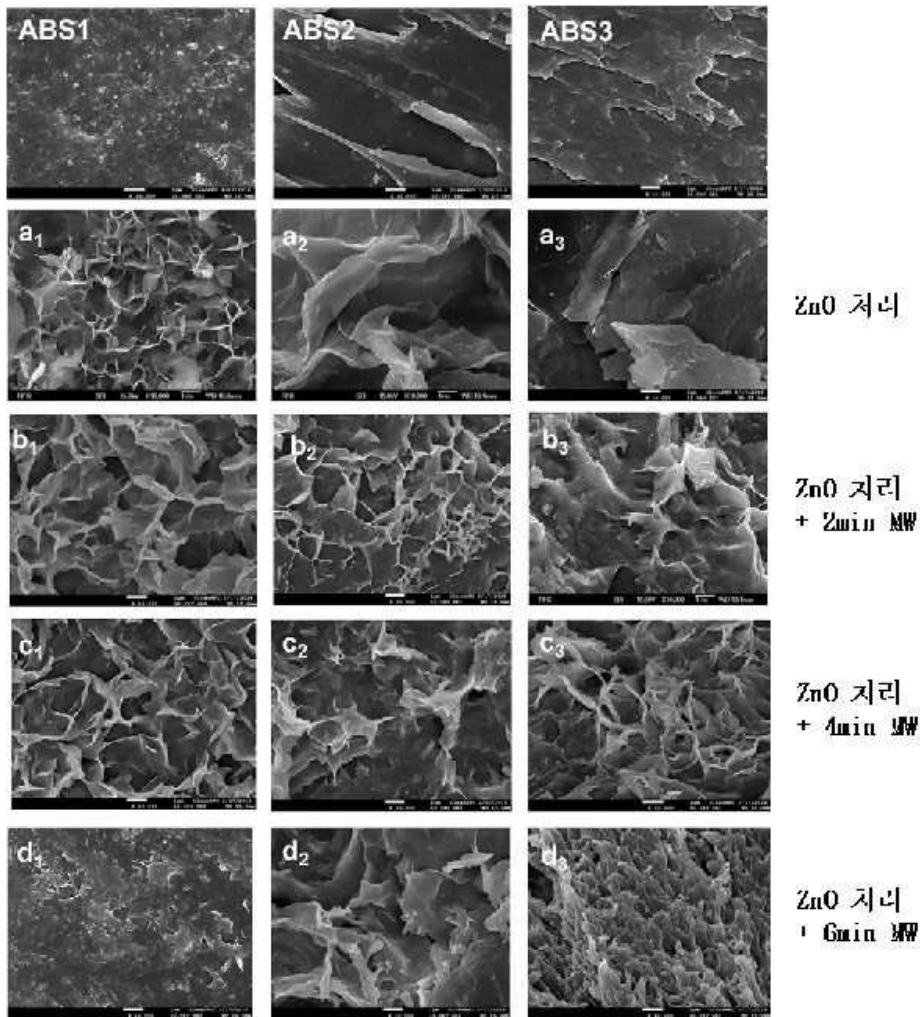
도면1



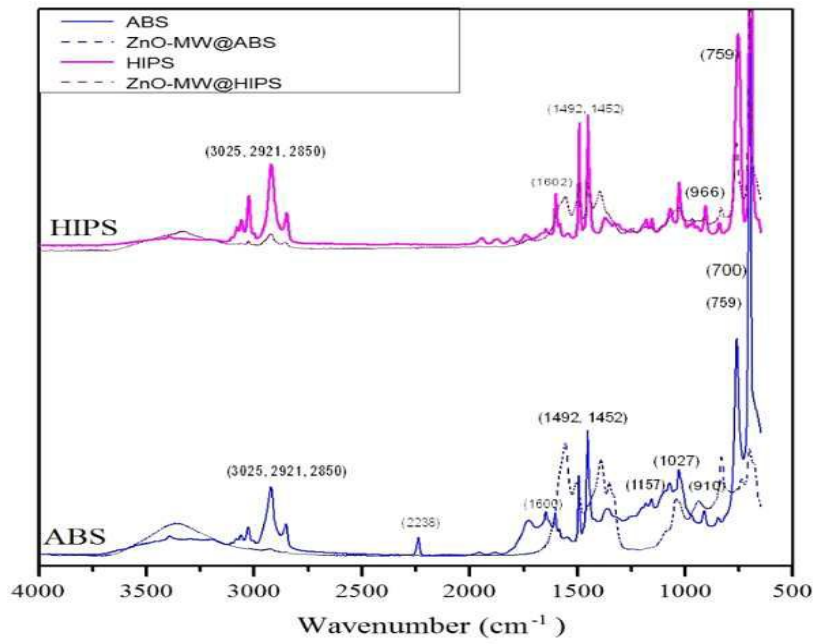
도면2



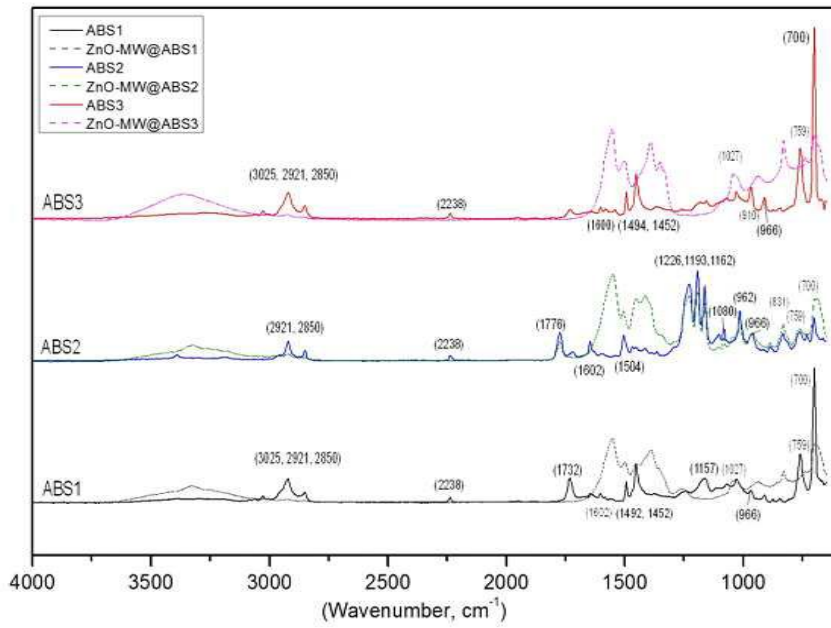
도면3



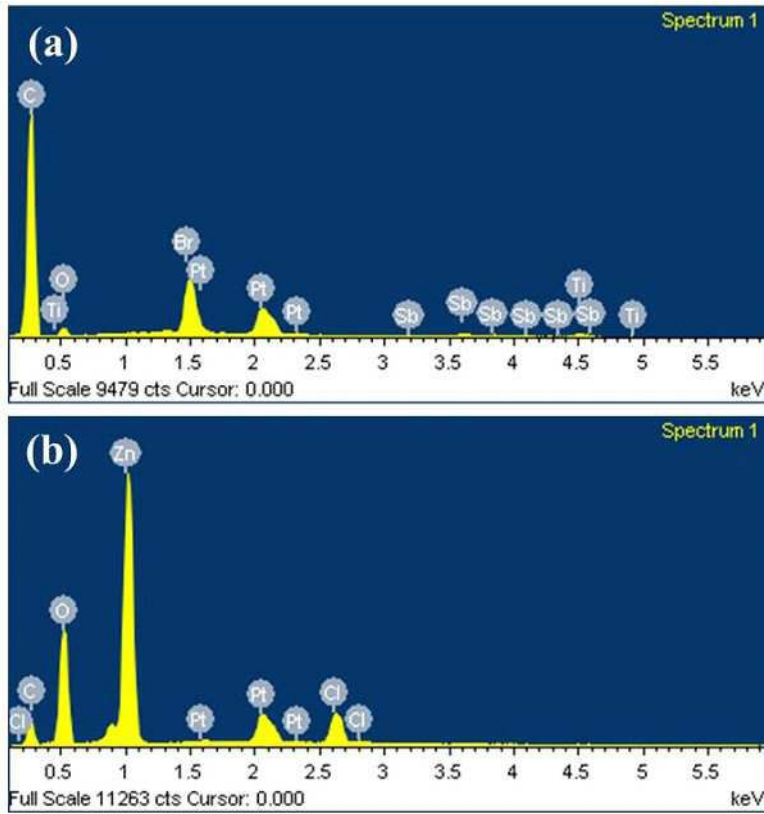
도면4



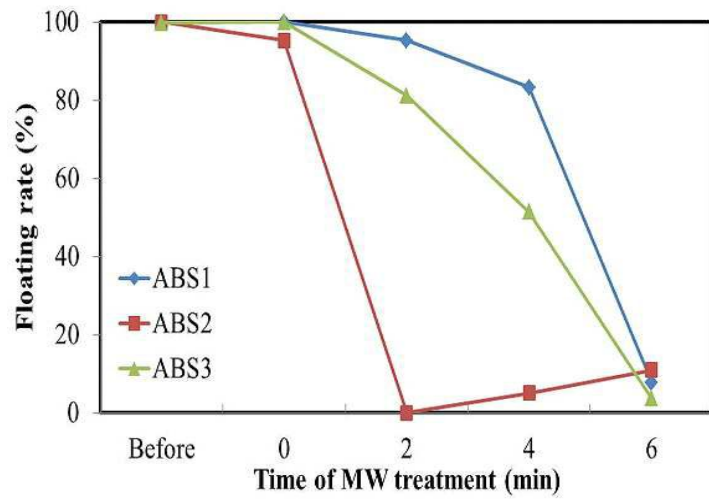
도면5



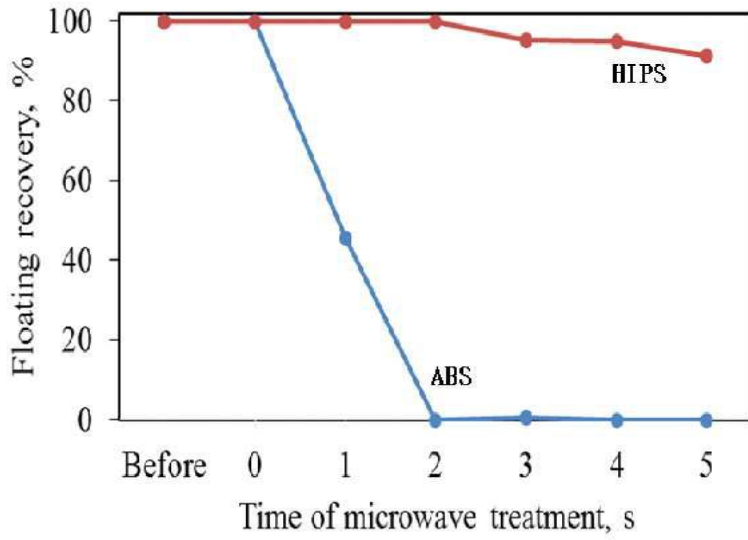
도면6



도면7



도면8



도면9

