



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월07일
(11) 등록번호 10-2336721
(24) 등록일자 2021년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

D21B 1/08 (2006.01) B01F 5/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01) B29B 17/02 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01) B30B 9/02 (2006.01)
D21B 1/10 (2006.01) D21B 1/32 (2006.01)
D21C 11/00 (2006.01) D21C 5/02 (2006.01)
D21C 9/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

D21B 1/08 (2013.01)
B01F 5/0057 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0089473

(22) 출원일자 2021년07월08일

심사청구일자 2021년07월08일

(56) 선행기술조사문헌

JP03130484 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

성용주

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 엑스포아파트
509동 1402호

노진호

대전광역시 유성구 은구비로 155번길 23(죽동)

(74) 대리인

한성근

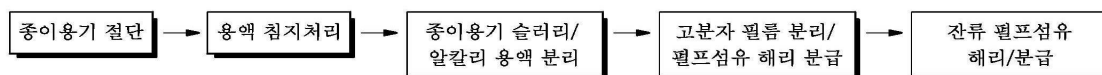
심사관 : 이병결

(54) 발명의 명칭 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법

(57) 요약

본 발명은 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 알칼리 용액의 침지 전처리를 통해 종이용기 펄프섬유를 팽윤시킴으로써 종이용기의 펄프섬유의 해리 및 코팅된 고분자 필름과의 분리를 용이하게 하고, 전처리된 종이용기 슬러리에 대한 (뒷면에 계속)

대표도



물리적 충격, 해리 및 해리된 섬유를 연속적으로 수행하는 장치를 통해 펄프섬유와 고분자 필름을 연속적으로 분리함으로써 고순도의 펄프섬유와 고분자 필름을 각각 획득할 수 있는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법은 (a) 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 일정 크기로 절단하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 절단된 종이용기를 알칼리 용액에 침지시키는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 침지처리된 종이용기를 압착 탈수하여 종이용기 슬러리와 알칼리 용액을 고액 분리하여 알칼리 용액을 회수하는 단계; (d) 상기 (c) 단계에서 탈수된 종이용기 슬러리를 복수의 구획공간을 갖는 연속식 섬유 분리장치에 투입하여 회석용 공정수를 각 구획별로 소정 비율로 혼합하면서 저전단력의 물리적 타격으로 펄프섬유와 고분자 필름을 분리하고, 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계; 및 (e) 상기 (d) 단계에서 분리된 고분자 필름을 회수하여 공정수를 혼합하고, 저전단력의 와류를 가하여 미해리되어 잔류된 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B09B 3/00 (2013.01)
B09B 3/0058 (2013.01)
B29B 17/02 (2013.01)
B29B 17/04 (2013.01)
B30B 9/02 (2013.01)
D21B 1/10 (2013.01)
D21B 1/32 (2013.01)
D21C 5/02 (2013.01)
D21C 5/022 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1019900012736 A*
 KR1020140013774 A*
 JP2002038388 A*
 KR1019990055087 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 일정 크기로 절단하는 단계;
 - (b) 상기 (a) 단계에서 절단된 종이용기를 알칼리 용액에 침지시키는 단계;
 - (c) 상기 (b) 단계에서 침지처리된 종이용기를 압착 탈수하여 종이용기 슬러리와 알칼리 용액을 고액분리하여 알칼리 용액을 회수하는 단계;
 - (d) 상기 (c) 단계에서 탈수된 종이용기 슬러리를 복수의 구획공간을 갖는 연속식 섬유 분리장치에 투입하여 회석용 공정수를 각 구획별로 소정 비율로 혼합하면서 저전단력의 물리적 타격으로 펄프섬유와 고분자 필름을 분리하고, 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계; 및
 - (e) 상기 (d) 단계에서 분리된 고분자 필름을 회수하여 공정수를 혼합하고, 저전단력의 와류를 가하여 미세화되어 잔류된 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계;를 포함하고,
- 상기 (b) 단계에서 알칼리 용액은 요소를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 (a) 단계에서 종이용기는 가로 1~2cm×세로 1~2cm 이상의 크기로 절단하는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 (b) 단계에서 알칼리 용액은 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액 또는 이들의 혼합 용액으로 이루어지며,
상기 종이용기와 알칼리 용액의 혼합 비율은 1:3~1:9의 중량비인 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 (b) 단계에서 침지시간은 10분~72시간인 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 (c) 단계에서 회수된 알칼리 용액은 상기 (b) 단계의 침지처리에 재사용하는 것을 특징으로 하는 고분자 필

름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 (d)단계에서 연속식 섬유 분리장치에 투입되는 종이용기 슬러리의 농도는 20~35% 이고, 해리 구획공간에서 종이용기 슬러리의 농도는 14~20% 이하로 조절하는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이 용기의 재활용 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 (e)단계에서는 저전단력의 와류를 가하기 위하여 교반기를 사용하게 되며,

상기 교반기의 회전속도는 50~400rpm이고, 교반시간은 10분~1시간인 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 (d)단계에서는 상기 연속식 섬유 분리장치의 일측 벽면에 5~10mesh 크기로 형성된 망을 통해 해리된 펄프 섬유가 배출되는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 (e)단계 이후에, 각 단계별로 적용되는 압착탈수 공정에서 분리된 용액 및 공정수를 회수하여 종이용기 슬러리의 회석용 공정수로 재사용하는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 (e)단계 이후에, 회수된 펄프섬유 및 고분자 필름을 각각 공정수로 세척하고 압착탈수 하여 고순도의 펄프 섬유 및 고분자 필름을 획득하고, 상기 과정에서 발생된 세척수를 회석용 공정수로 재사용하는 것을 특징으로 하는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 알칼리 용액의 침지 전처리를 통해 종이용기 펄프섬유를 팽윤시킴으로써 종이용기의 펄프섬유의 해리 및 코팅된 고분자 필름과의 분리를 용이하게 하고, 전처리된 종이용기 슬러리에 대한 물리적 충격, 해리 및 해리된 섬유의 분리를 연속적으로 수행하는 장치를 통해 펄프섬유와 고분자 필름을 연속적으로 분리함으로써 고순도의 펄프섬유와 고분자 필름을 각각 획득할 수 있는 고분자 필름이 라미네이트 코

[0001]

팅된 종이용기의 재활용 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 전 세계적으로 생활수준의 향상과 편의성을 중시하는 일상문화의 변화 등으로 다양한 식품의 포장과 배달 등을 위한 일회용 포장용기의 생산 및 수요가 지속적으로 증가하고 있다.
- [0003] 최근 환경부의 보고에 따르면 일회용 포장용기 중 대표적으로 사용되는 종이컵의 국내 사용량은 2009년 약 108억 5천만개에서 2011년 약 135억개로 증가하였고, 2016년에는 약 250억개 수준으로 증가하였으며, 이러한 증가 추세는 배달과 포장문화가 일상화 되면서 지속적으로 증가될 것으로 예상되고 있다.
- [0004] 이러한 다양한 일회용품들은 플라스틱 기반의 제품이나 펄프섬유 기반의 지류제품들이 주로 사용되고 있는데, 사용 후 발생하는 일회용품 폐기물들의 처리 및 재활용의 어려움과 이에 따른 환경오염 및 처리비용 상승 등의 문제가 더욱 심각해지고 있다.
- [0005] 이에 따라 환경오염 영향이 높은 플라스틱 기반의 제품들을 대체하여 친환경성이 우수한 종이용기에 대한 관심과 수요가 지속적으로 높아지고 있는 실정이다.
- [0006] 일반적으로 일회용 종이용기들은 음료나 식품 등을 포장하기 위해 내용물의 누수 방지 및 보존을 위한 내수성, 내열성, 내유성, 위생성 및 향 보존성 등을 위하여 고품질의 펄프섬유로 제조된 종이판지의 내부 혹은 내외부 표면에 폴리에틸렌 등의 고분자 필름이 라미네이트 코팅되고, 이를 재단하여 컵 또는 용기 모양으로 접착하여 제조하게 된다. 이렇게 제조된 종이용기의 경우, 섭취를 위한 식음료 등과 재단된 단면들이 직접적으로 접촉하기 때문에 위생상의 문제가 발생할 수 있어 고품질의 펄프를 원료로 하여 종이판지를 제조하게 된다. 일회용 종이용기 중 대표적으로 사용되는 종이컵에 사용되는 판지의 평량은 약 $150\sim 350\text{g/m}^2$ 정도로 제조되어 사용되며, 제조된 판지 표면에 약 $8\sim 20\text{g/m}^2$ 의 폴리에틸렌 고분자 필름이 약 $10\sim 50\mu\text{m}$ 의 두께로 라미네이트 코팅된다. 이렇게 제조된 종이컵의 경우, 최종 중량의 약 90~95%가 펄프섬유로 된 판지와 5~10%의 라미네이트 코팅된 고분자 필름으로 구성된다.
- [0007] 그러나, 폴리에틸렌 등의 고분자 필름으로 라미네이트 코팅된 종이용기는 수분에 대한 저항성이 커서 자연환경에서 생분해되는데, 약 20년 이상의 시간이 소요되고, 고분자 필름 자체는 생분해성이 없어 환경오염의 원인이 될 수 있다.
- [0008] 또한, 종이용기의 고분자 필름과 펄프섬유 판지 간의 결합이 강하고, 물속에서의 해리가 쉽게 이루어지지 않아 통상적인 고지 재활용 공정을 적용하여 재활용하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 문제점들로 인해 현재 발생되고 있는 폐종이용기는 국내에서는 약 10% 이하, 전 세계적으로는 약 1~2% 정도만이 재활용되고 있고, 나머지는 생활폐기물로서 매립 또는 소각 방식으로 처리되고 있는 실정이다.
- [0009] 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 경우, 일반적인 고지의 해리방법에 비해 상대적으로 강한 전단력을 적용하여 종이용기를 잘게 파쇄할 수 있는 고전단력의 해리장치(펄퍼, Pulper)를 적용하고, 해리된 종이용기로부터 고분자 필름과 펄프섬유를 분리하기 위해 크기 혹은 비중 차를 이용하여 분리하는 방식을 적용한 방법이 현재 일부 사용되고 있다.
- [0010] 이러한 고전단력을 적용하여 해리하는 공정에서 해리의 효율성을 높이기 위하여 차아염소산나트륨 등의 강한 산화력을 지닌 해리촉진제를 사용하는 것이 일반적이는데, 이러한 약품의 다량적용은 독성을 지닌 폐수를 발생시켜 환경오염의 원인이 될 수 있으며, 가격이 상대적으로 고가라 생산비용을 증가시킬 수 있는 문제점을 가지고 있다. 또한, 종이용기의 펄프섬유 뿐만 아니라 고분자 필름 또한 고전단 해리과정을 통해 미세하게 파쇄되어 펄프섬유로부터 쉽게 분리되지 않고, 펄프섬유에 묻어서 재활용 펄프섬유의 순도 및 품질을 크게 떨어뜨릴 수 있다.
- [0011] 이렇게 얻어진 종이용기 펄프섬유의 재활용 시 고분자 필름에서 유래되는 스티키 물질로 인한 공정오염과 환경오염 등의 문제 및 제품의 품질저하 등을 초래함으로써 종이용기의 재활용을 꺼리게 되고, 재활용률이 제한되는 문제점을 가지고 있다. 특히, 종이용기의 경우 위생상의 문제로 인해 고급펄프를 원료로 하여 제조되기 때문에 종이용기의 펄프섬유를 고순도로 분리하여 재활용 할 경우, 종이용기 유래 재활용 펄프섬유의 가치를 크게 높일 수 있고, 이를 고급 포장용지 등 다양한 용도로 사용할 수 있어 종이용기 재활용 공정의 경제성을 크게 상승시킬 수 있으므로 고순도, 고품질의 펄프섬유 회수는 매우 중요한 기술이라고 할 수 있다.
- [0012] 따라서, 재활용되지 않고 폐기되는 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 양이 지속적으로 증가함에 따라 이의 재활용을 위한 효율적이고, 경제적인 방법의 필요성은 더욱 높아지고 있으며, 이와 관련된 기술의 일예가 하기 문헌

1 내지 문헌 3에 개시되어 있다.

- [0013] 특허문헌 1에는 필름 코팅된 종이제품 등의 재활용품을 이용한 화장지용 펄프 제조시스템 및 제조방법에 관한 것으로, 펄퍼에 우유팩 및 종이컵 등의 재활용품을 투입하여 0.01~0.05%의 매우 낮은 농도의 수산화나트륨 용액을 투입해 침지시킨 후 펄퍼를 가동하여 불순물 제거 등의 전처리를 실시한 후, 백수 및 해리촉진제 및 차아염소산소다를 투입하고, 고전단의 펄퍼를 적용하여 폴리에틸렌 등의 비닐을 해리하고, 탈염 처리하여 화장지용 펄프를 제조하는 방법에 대해 개시되어 있다.
- [0014] 그러나, 상술한 바와 같은 종래의 기술은 고분자 필름의 해리 및 재생 섬유의 분리를 위해 해리촉진제 및 차아염소산나트륨 등의 강한 산화력과 고가의 약품들을 적용해야 할 뿐만 아니라 전처리 및 분리 공정에서 적절한 해리를 위해 고전단력, 고에너지 펄퍼의 적용이 필요하기 때문에 펄프섬유와 함께 고분자 필름 또한 파쇄 및 미세화가 발생되어 제조되는 재활용 펄프섬유에 쉽게 미세 고분자 필름입자들이 잔류할 수 있으며, 이에 따라 펄프섬유의 순도 증대를 위한 추가적인 정선 및 정제 공정이 필요한 단점이 있다. 따라서 이러한 공정의 경우 공정비용과 에너지가 많이 소요되고, 회수된 재활용 펄프섬유의 순도가 낮아 품질이 저하되는 단점이 있다.
- [0015] 특허문헌 2에는 미리 결정된 크기로 파쇄한 비닐소재와 펄프소재가 혼합된 복합폐기물에 물을 공급하여 충분히 교반함으로써 파쇄된 복합폐기물을 비닐소재와 펄프소재로 충분히 분리시킨 후, 펄프소재와 비닐소재를 시간차를 두어 상대적으로 먼저 배출되는 펄프소재를 먼저 배출한 후 비닐소재를 순차적으로 배출시켜 분리하는 복합폐기물 분리장치 및 분리방법에 대해 개시되어 있다.
- [0016] 그러나, 상술한 바와 같은 종래의 기술은 파쇄방법을 통해 비닐소재와 펄프소재의 분리가 완전히 이루어지지 않을 가능성이 높으며, 파쇄과정 중 미세화되는 비닐소재들이 펄프소재에 유입됨으로써 회수되는 섬유의 품질이 저하되는 단점이 있다.
- [0017] 특허문헌 3에는 분리챔버 내에서 회전축이 구비된 블레이드 및 내측벽에 위치한 복수의 돌기부로 코팅종이를 타격하여 종이와 합성수지로 분리한 후 망체로 분리하고, 미분리된 코팅종이는 배관을 통해 제2 분리챔버에 공급되어 회전하는 블레이드의 타격과 유체의 유동력에 의하여 종이 및 합성수지로 분리하는 코팅종이 분리장치에 대해 개시되어 있다.
- [0018] 그러나, 상술한 바와 같은 종래의 기술은 타격 및 유체의 유동력만으로는 강한 접착력으로 접착된 합성수지 및 종이의 분리가 쉽게 일어나지 않아 충분한 분리를 위해 많은 에너지가 소모되는 등 공정 효율성이 낮으며, 강한 전단력의 타격을 줄 경우 코팅된 합성수지 물질도 섬유와 함께 파쇄 및 미세화되어 펄프섬유와의 분리가 적절히 이루어지지 못해 혼입됨에 따라 회수되는 펄프섬유의 순도가 낮아지는 문제점이 있다. 또한, 저농도의 조건에서 물리적 처리가 강한 물리적 처리가 이루어져야 함에 따라 에너지 사용량이 높고 효율이 낮은 문제점이 있다.
- [0019] 이처럼, 대부분의 종래 기술들은 고분자 필름과 펄프섬유의 분리 및 해리 촉진을 위하여 차아염소산나트륨과 같은 강한 산화력을 지닌 고가의 약품을 사용해야 함에 따라 공정비용 증가와 환경오염 등의 문제를 발생시킬 뿐만 아니라 해리를 위한 고전단의 해리공정을 적용함으로써 공정에너지 사용량이 커지고, 고분자 필름의 미세화 및 혼입 등으로 회수되는 펄프섬유의 저순도 및 저품질 등이 발생하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0020] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1410232호(2014.06.16. 등록)
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1983642호(2019.05.23. 등록)
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-1829373호(2018.02.08. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이 용기를 알칼리 용액으로 침지 전처리를 실시함으로써 종이용기의 펄프섬유를 팽윤시켜 펄프섬유의 해리를 용이하도록 하고, 고분자 필름과의 분리가 쉽게 되도록 유도한 후 저에너지의 연속식 방법으로 물리적 처리, 해리

및 분급의 단계별 처리과정을 통해 고순도의 펄프섬유와 고분자 필름을 각각 분리하는 경제성이 우수한 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0022] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법은 (a) 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 일정 크기로 절단하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에서 절단된 종이용기를 알칼리 용액에 침지시키는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 침지처리된 종이용기를 압착 탈수하여 종이용기 슬러리와 알칼리 용액을 고액분리하여 알칼리 용액을 회수하는 단계; (d) 상기 (c) 단계에서 탈수된 종이용기 슬러리를 복수의 구획공간을 갖는 연속식 섬유 분리장치에 투입하여 회석용 공정수를 각 구획별로 소정 비율로 혼합하면서 저전단력의 물리적 타격으로 펄프섬유와 고분자 필름을 분리하고, 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계; 및 (e) 상기 (d) 단계에서 분리된 고분자 필름을 회수하여 공정수를 혼합하고, 저전단력의 와류를 가하여 미해리되어 잔류된 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계;를 포함하고, 상기 (b) 단계에서 알칼리 용액은 요소를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 (a) 단계에서 종이용기는 가로 1~2cm×세로 1~2cm 이상의 크기로 절단하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 상기 (b) 단계에서 알칼리 용액은 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액 또는 이들의 혼합 용액으로 이루어지며, 상기 종이용기와 알칼리 용액의 혼합 비율은 1:3~1:9의 중량비인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 삭제
- [0026] 또한, 상기 (b) 단계에서 침지시간은 10분~72시간인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한, 상기 (c) 단계에서 회수된 알칼리 용액은 상기 (b) 단계의 침지처리에 재사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한, 상기 (d) 단계에서 연속식 섬유 분리장치에 투입되는 종이용기 슬러리의 농도는 20~35% 이고, 해리 구획공간에서 종이용기 슬러리의 농도는 14~20% 이하로 조절하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 상기 (e) 단계에서는 저전단력의 와류를 가하기 위하여 교반기를 사용하게 되며, 상기 교반기의 회전속도는 50~400rpm이고, 교반시간은 10분~1시간인 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한, 상기 (d) 단계에서는 상기 연속식 섬유 분리장치의 일측 벽면에 5~10mesh 크기로 형성된 망을 통해 해리된 펄프섬유가 배출되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 상기 (e) 단계 이후에, 각 단계별로 적용되는 압착탈수 공정에서 분리된 용액 및 공정수를 회수하여 종이용기 슬러리의 회석용 공정수로 재사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 또한, 상기 (e) 단계 이후에, 회수된 펄프섬유 및 고분자 필름을 각각 공정수로 세척하고 압착탈수 하여 고순도의 펄프섬유 및 고분자 필름을 획득하고, 상기 과정에서 발생된 세척수를 회석용 공정수로 재사용하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0033] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법은 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 재활용을 위한 기존의 방법들과는 달리 파쇄 및 고전단력에 의한 해리과정을 거치지 않는 공정을 개발 적용함으로써 고분자 필름의 미세화에 따른 종이용기 유래 펄프섬유의 순도 및 품질저하가 발생하지 않는 효과가 있다.
- [0034] 또한, 종이용기의 해리촉진을 위해 적용되는 기존의 고가 유해성 약품을 대신하여 펄프섬유의 팽윤을 촉진시키고, 경제적인 알칼리 용액의 전처리를 통해 고분자 필름과의 분리와 펄프섬유의 해리를 크게 촉진시키며, 펄프섬유의 해리 및 분급을 연속식으로 수행할 수 있는 공정기술을 개발하여 적용함으로써 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 경제적 재활용 방법을 제공하고, 이를 통해 고순도, 고품질의 펄프섬유와 고분자 필름을 각각 제조하는 효과가 있다.
- [0035] 또한, 종이용기의 알칼리 전처리 공정과 고분자 필름과 펄프섬유 분리 및 분급 공정에서 발생하는 알칼리 용액 및 공정수는 각각의 공정단계에서 회수되어 재사용함으로써 공정수 및 약품 사용량을 최소화하고, 폐수처리 비용을 절감할 뿐만 아니라 환경오염을 최소화하는 효과가 있다.

[0036] 또한, 종이용기 제조에 사용되는 고품질의 펄프섬유를 고순도로 재생할 수 있음에 따라 종이용기의 재활용 공정의 경제성을 극대화 할 수 있을 뿐만 아니라 종이용기로부터 고순도로 분리되는 고분자 필름도 다양한 용도로 재활용하기 위한 원료로 제공할 수 있게 됨에 따라 경제성이 우수하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명에 따른 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법을 나타낸 공정도.
 도 2는 종이용기의 전처리 시 적용 알칼리 용액 농도에 따른 미해리 펄프섬유분 발생 정도 비교를 나타낸 그래프.
 도 3은 종이용기의 알칼리 용액 침지 액비에 따른 미해리 섬유 발생량을 나타낸 그래프.
 도 4는 적용 알칼리 용액의 침지시간에 따른 미해리 섬유 발생량을 나타낸 그래프.
 도 5는 차아염소산나트륨 적용 시 발생하는 미해리 섬유 및 고분자 필름 형상을 나타낸 이미지.
 도 6은 적용 약품에 따른 회수 섬유분 발생량을 나타낸 그래프.
 도 7은 물리적 처리 및 농도 조절에 따른 종이컵 슬러리의 해리 효율성 비교를 나타낸 그래프.
 도 8은 해리 횟수 및 종이컵 슬러리 농도에 따른 해리 특성을 나타낸 그래프.
 도 9는 펄프섬유 해리 구획 적용 시 슬러리 농도에 따른 미분리 섬유 발생 형상 변화를 나타낸 이미지.
 도 10은 슬러리 농도에 따라 분리장치에 의한 펄프섬유 회수량을 나타낸 그래프.
 도 11은 2차 해리에 따른 펄프섬유분 회수량 변화를 나타낸 그래프.
 도 12는 2차 해리에 따른 스크린 잔류분 변화를 나타낸 이미지.
 도 13은 종이용기의 연속식 해리 공정에 의한 고분자 필름 분리 정제를 나타낸 이미지.
 도 14는 회수된 고분자 필름 및 펄프섬유의 순도 비교를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

[0039] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용 방법은 종이용기 절단단계, 용액 침지 처리단계, 종이용기 슬러리와 알칼리 용액 분리단계, 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계, 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계를 포함한다.

[0040] 먼저, 상기 종이용기 절단단계는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기를 일정 크기로 절단하는 단계이다.

[0041] 상기 종이용기 절단단계에서 종이용기는 가로 1~2cm×세로 1~2cm 이상의 크기로 절단하는 것이 바람직하다.

[0042] 예를 들면, 종이용기를 절단하지 않고 처리하는 경우 침지용액의 침투에 과도한 시간이 소요될 수 있으며, 절단 종이용기의 크기가 너무 작은 경우에는 해리된 펄프섬유의 분리 시 분리망을 통과하여 펄프섬유의 순도를 저해할 수 있기 때문에 가로 1cm×세로 1cm 이상의 크기로 절단하고, 바람직하게는 가로 2cm×세로 2cm 이상의 크기로 절단한다.

[0043] 특히, 종이용기의 절단과정에서 발생될 수 있는 미세입자 또는 미세분은 고분자 필름을 포함할 수 있고, 이후 펄프섬유 분리과정에서 펄프섬유로 유입될 수 있기 때문에 미리 제거해야 하며, 이때 3mesh 또는 4mesh 크기의 메쉬 스크린을 적용하여 통과되는 미세분을 제거하는 것이 바람직하다.

[0044] 상기 고분자 필름이 라미네이트 코팅되어 있는 종이용기는 고밀도 폴리에틸렌(HDPE), 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 알루미늄 등 고분자로 이루어진 필름으로 라미네이트 단면 또는 양면 코팅되어 있는 용기로서, 종이컵, 음식용기, 음료컵 등의 포장용기일 수 있다.

[0045] 상기 용액 침지 처리단계는 상기 종이용기 절단단계에서 절단된 종이용기를 알칼리 용액에 침지시키는 단계이다.

- [0046] 상기 용액 침지 처리단계에서 알칼리 용액은 수산화나트륨 용액, 수산화칼륨 용액 또는 이들의 혼합 용액으로 이루어진다.
- [0047] 상기 알칼리 용액은 종이용기의 무게 대비 1 중량% 이상으로 첨가할 수 있고, 바람직하게는 3 중량% 이상으로 첨가할 수 있다. 이때, 알칼리 용액의 농도가 낮은 경우에는 종이용기 펄프섬유의 팽윤이 충분히 일어나지 않아 고분자 필름으로부터 종이용기 펄프섬유의 분리가 잘 일어나지 않고, 농도가 너무 높은 경우에는 전처리 비용이 높아질 수 있다.
- [0048] 한편, 상기 종이용기와 알칼리 용액의 혼합 비율은 1:3~1:9의 중량비인 것이 바람직하다.
- [0049] 상기 종이용기와 알칼리 용액의 혼합 비율이 상기 범위보다 낮은 경우에는 종이용기에 용액이 충분히 스며들지 못해 펄프섬유의 팽윤이 충분히 일어나지 않을 수 있고, 상기 범위보다 높은 경우에는 알칼리 용액의 농도가 낮아져 처리효과 떨어지고, 물 사용량이 증가하는 문제가 있다.
- [0050] 상기 용액 침지 처리단계에서 침지시간은 10분~72시간인 것이 바람직하다.
- [0051] 종이용기의 알칼리 용액 침지를 10분~72시간 처리하는 경우 종이용기의 섬유를 팽윤시킬 수 있는데, 종이용기의 알칼리 용액 침지시간이 너무 짧은 경우에는 종이용기 펄프섬유가 충분히 팽윤되지 않아 최종 회수되는 종이용기 펄프섬유의 수율이 떨어질 수 있고, 침지시간이 긴 경우에는 공정의 효율성이 떨어질 수 있다.
- [0052] 특히, 재활용하는 종이용기의 종류에 따라 침지시간을 조절하여 펄프섬유의 전처리를 최적화 할 수 있는데, 일반적인 단면코팅된 종이용기의 경우에는 30~60분이 바람직하고, 냉음료 또는 단열용 용기로 적용되는 양면코팅 종이용기의 경우에는 알칼리 용액의 내부 침투에 충분한 시간이 필요함에 따라 2~24시간동안 침지처리를 실시하는 것이 바람직하다.
- [0053] 한편, 상기 알칼리 용액은 팽윤성을 강화하기 위하여 요소를 더 포함할 수 있다.
- [0054] 상기 요소는 셀룰로오스의 친수성을 증대시킬 수 있으며, 알칼리 용액이 펄프섬유의 셀룰로오스 구조 내부로 침투가 용이하도록 하여 팽윤을 증대시키는 효과가 있다.
- [0055] 이러한 요소는 첨가량이 적을 경우, 그 효과가 잘 나타나지 않으나, 경제성을 고려할 때 종이용기의 무게 대비 1~3 중량%의 비율로 첨가되는 것이 바람직하다.
- [0056] 상기 종이용기 슬러리와 알칼리 용액 분리단계는 상기 용액 침지 처리단계에서 침지처리된 종이용기를 압착 탈수하여 종이용기 슬러리와 알칼리 용액을 고액분리하여 알칼리 용액을 회수하는 단계이다.
- [0057] 이때, 침지처리된 종이용기를 압착 탈수할 경우 스크류 프레스, 스크류 데칸트, 원심분리기, 프레스 탈수기 등이 적용될 수 있으며, 탈수 후 종이용기 슬러리의 농도는 20~45%일 수 있다. 탈수된 알칼리 용액은 회수하여 상기 용액 침지 처리단계의 침지처리에 재사용함으로써 용액 사용량을 절감할 수 있다.
- [0058] 상기 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계는 상기 종이용기 슬러리와 알칼리 용액 분리단계에서 탈수된 종이용기 슬러리를 복수의 구획공간을 갖는 연속식 섬유 분리장치에 투입하여 회석용 공정수를 각 구획별로 소정 비율로 혼합하면서 저전단력의 물리적 타격으로 펄프섬유와 고분자 필름을 분리하고, 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계이다.
- [0059] 상기 연속식 섬유 분리장치는 회전축을 중심으로 회전 가능한 원통형 드럼으로 이루어지며, 소정의 각도로 경사지게 배치되며, 내부에 종이용기 슬러리의 물리적 처리를 위한 섬유 분리공간, 펄프섬유의 해리를 위한 해리공간 및 펄프섬유 및 고분자 필름의 분급을 위한 분급공간으로 구획 형성된다.
- [0060] 또한, 상기 연속식 섬유 분리장치는 회전축을 따라 다수의 분사노즐이 형성되며, 상기 분사노즐을 통해 회석용 공정수를 분사하게 된다.
- [0061] 상기 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계에서 연속식 섬유 분리장치에 투입되는 종이용기 슬러리의 농도는 20~35% 이고, 해리 구획공간에서 종이용기 슬러리의 농도는 14~20% 이하로 조절하는 것이 바람직하다.
- [0062] 상기 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계에서는 상기 연속식 섬유 분리장치의 일측 벽면에 5~10mesh 크기로 형성된 망을 통해 해리된 펄프섬유가 배출된다. 최종적으로 펄프섬유가 제거된 고분자 필름은 연속식 섬유 분리장치의 끝부분으로 배출되는 것이다.
- [0063] 이처럼, 상기 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계에서는 저에너지의 연속식 방법으로 종이용기 슬러리

의 물리적 처리, 펄프섬유의 해리 및 펄프섬유와 고분자 필름의 분급 처리과정을 단계별로 수행하여 고순도의 펄프섬유와 고분자 필름을 각각 분리할 수 있는 것이다.

- [0064] 상기 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계는 상기 고분자 필름 분리 및 펄프섬유 해리 분급단계에서 분리된 고분자 필름을 회수하여 공정수를 혼합하고, 저전단력의 와류를 가하여 미해리되어 잔류된 펄프섬유를 해리 및 분급하는 단계이다.
- [0065] 즉, 상기 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계를 통해 미해리되어 잔류된 펄프섬유를 추가적으로 해리 및 분급함으로써 펄프섬유 회수율을 높이는 한편 고순도의 고분자 필름을 획득할 수 있다.
- [0066] 상기 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계에서는 저전단력의 와류를 가하기 위하여 교반기를 사용하게 된다.
- [0067] 상기 교반기는 저전단력의 와류를 가하기 위하여 propeller type, pitched paddle type, flat turbine type, pitched turbine type, anchor type 등을 사용할 수 있다.
- [0068] 상기 교반기의 회전속도는 50~400rpm이고, 교반시간은 10분~1시간인 것이 바람직하다.
- [0069] 특히, 상기 교반기는 저전단력이 아닌 고전단력의 고속 교반을 실시하는 경우, 고전단력에 의해 고분자 필름이 파괴 또는 파쇄되어 미세화됨으로써 선별과정에서 펄프섬유와 함께 분리되어 고분자 필름 유래 미세분들이 잔존할 수 있어 회수된 펄프섬유가 오염되고, 순도가 낮아질 수 있다.
- [0070] 상기 교반기의 교반시간은 적용되는 종이용기의 양에 따라 달라질 수 있으나, 10분~1시간 동안 실시하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는 10~20분 동안 교반시켜 와류에 의해 팽윤된 종이용기의 펄프섬유와 고분자 필름이 수중에서 분리된 상태로 존재하면 펄프섬유들은 개별 섬유들로 해리됨에 따라 스크린을 통한 크기 선별로 고분자 필름과 펄프섬유를 분리할 수 있게 된다.
- [0071] 한편, 상기 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계 이후에, 각 단계별로 적용되는 압착탈수 공정에서 분리된 용액 및 공정수를 회수하여 종이용기 슬러리의 회석용 공정수로 재사용 할 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 잔류 펄프섬유 해리 및 분급단계 이후에, 회수된 펄프섬유 및 고분자 필름을 각각 공정수로 세척하고 압착탈수 하여 고순도의 펄프섬유 및 고분자 필름을 획득하고, 상기 과정에서 발생된 세척수를 회석용 공정수로 재사용 할 수 있다.
- [0073] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

실시예 1

- [0074] **종이용기의 펄프섬유 및 고분자 필름 정량 평가**
- [0075] 실시예 1에서는 대표적인 종이용기인 종이컵의 펄프섬유 함량 및 고분자 필름의 함량을 정량 평가하였다.
- [0076] 이를 위해, 알칼리 용액을 적용하여 펄프섬유를 팽윤 및 용해시키고, 이후 용해되지 않고 남은 고분자 필름의 양을 평가하였다. 구체적으로는, 종이컵 시료를 105℃의 건조오븐 내에서 24시간동안 건조하는 방법으로 종이컵의 함수율을 측정하였는데, 이때 종이컵 시료의 함수율은 5.3% 였다.
- [0077] 이후, 종이컵 시료를 수산화나트륨 7 중량% 및 요소 12 중량%를 배합하여 제조된 혼합용액 300ml에 투입하고, -10℃의 온도 조건에서 약 30분간 400rpm의 속도로 충분히 교반시킴으로써 종이컵 펄프섬유를 모두 팽윤 및 용해시켰으며, 잔존하는 고분자 필름을 세척하여 잔류 펄프섬유를 모두 제거한 후 무게를 측정하여 종이컵을 구성하는 펄프섬유 및 고분자 필름의 중량비를 측정하였다.
- [0078] 측정 결과, 하기 표 1에서와 같이 종이컵 시료에서 고분자 필름분은 종이컵 전체 중량의 약 6.4 중량%를 차지하는 것을 확인할 수 있었고, 이에 따라 종이컵의 펄프섬유는 약 93.6 중량%를 차지하는 것을 확인하였다.

표 1

	펄프섬유분	고분자 필름분
중량%	93.6	6.4

실시예 2

[0080] **종이용기 침지처리 시 알칼리 용액 적용량에 따른 종이용기 펄프섬유의 분리 효율 평가**

[0081] 실시예 2에서는 고분자 필름이 라미네이트 코팅된 종이용기의 재활용을 위한 종이용기의 전처리 조건을 도출하기 위하여 종이용기의 알칼리 용액 침지처리 조건에 따른 펄프섬유의 분리효율을 비교 평가하였다.

[0082] 구체적으로, 일반적인 고분자 필름이 코팅된 종이용기로서 일회용 종이컵을 본 실시예의 시료로 사용하였다.

[0083] 단면코팅된 종이용기의 효율적 침지처리를 위해 종이용기 시료를 가로 2cm×세로 2cm의 크기로 절단하여 실험에 사용하였고, 절단된 종이용기 시료의 중량대비 1 중량%, 3 중량%, 5 중량%의 수산화나트륨을 각각 준비하고, 이에 대해 종이용기 시료 중량대비 6배 중량의 희석용 공정수를 투입하고, 제조된 알칼리 용액에 종이용기 시료를 투입하여 30분간 침지처리를 실시하였다. 침지처리 된 종이용기는 롤 압착탈수 방법을 통해 고액분리를 실시하여 알칼리 용액을 분리하고, 종이용기 슬러리를 준비하였다. 이때 압착탈수된 슬러리의 농도는 20% 내지 35%인 것이 적절하다.

[0084] 이후, 종이용기 슬러리에 공정수를 투입하여 슬러리의 농도가 1% 수준이 되도록 희석하고, 이에 대해 100rpm의 저전단력 와류를 가하여 종이용기 슬러리의 해리를 실시하였다. 펄프섬유들이 해리된 슬러리를 5mesh 크기의 스크린으로 분급하여 해리된 펄프섬유를 분급하였고, 5mesh를 통과하지 못한 고분자 필름 및 미해리된 펄프섬유들을 분급하여 무게를 측정하였다.

[0085] 이러한 과정을 통해 전처리 조건에 따른 종이용기의 펄프섬유 해리 정도를 비교 평가하였는데, 미해리 펄프섬유분의 계산은 다음의 수학식에 의거하여 진행하였다.

수학식 1

$$\text{미해리펄프섬유분}(\%) = \frac{\text{스크린잔류중량} - \text{종이용기고분자필름중량}}{\text{종이용기펄프섬유중량}} \times 100(\%)$$

[0086]

실시예 3

[0087] **종이용기 전처리시 적용 알칼리 용액 농도에 따른 미해리 펄프섬유분 발생 정도 비교**

[0088] 도 2에 도시된 바와 같이, 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 알칼리 용액 침지 전처리에서 적용 알칼리 용액의 양에 따라 펄프섬유의 해리정도를 평가한 결과, 적용 알칼리 용액의 양이 종이용기 중량 대비 1 중량%인 경우에는 종이용기 펄프섬유분이 충분히 팽윤되어 해리되지 않아 미해리 펄프섬유분이 약 40 중량% 가량 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 알칼리 용액의 양이 3 중량% 이상인 경우에는 약 10 중량% 정도만이 미해리분으로 스크린에 잔류하는 것을 확인하였다. 알칼리 용액 5 중량% 적용시에도 미해리분 발생 정도는 유의한 차이가 나타나지 않아 3 중량% 이상의 알칼리 용액을 침지 전처리시 적용할 경우, 펄프섬유의 분리 및 해리가 용이하게 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

실시예 4

[0089] **종이용기 침지처리 시 침지용액 액비에 따른 종이용기 펄프섬유의 분리 효율 평가**

[0090] 실시예 4에서는 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 펄프섬유 해리를 위한 전처리 단계에서 침지용액의 액비에 의한 펄프섬유의 분리 효율을 평가하였다.

[0091] 구체적으로, 고분자 필름이 코팅된 종이용기인 일회용 종이컵에 종이컵 중량에 대하여 3 중량%의 수산화나트륨을 첨가한 후 종이컵 중량과 희석수의 중량비가 1:3, 1:6, 1:9의 액비가 되도록 희석수를 첨가하여 30 분간 침지시켰으며, 이후 압착탈수를 실시하여 농도 약 30%의 종이컵 슬러리를 제조하였다.

[0092] 이후, 제조된 종이컵 슬러리에 공정수를 첨가하여 농도를 1% 수준으로 조절하였으며, 100rpm의 저전단력 와류를 가하여 종이용기 슬러리의 해리를 실시하였다.

[0093] 이후, 5mesh 크기의 스크린을 이용하여 해리된 종이컵 슬러리를 분급한 후, 스크린 상에 존재하는 잔류 고분자 필름 및 펄프섬유의 무게를 측정하여 수학식 1에 따라 고분자 필름의 무게를 제외한 분급되지 않은 미해리 섬유의 중량비를 계산하여 종이컵의 고분자 필름과 펄프섬유의 분리 효율을 평가하였다.

실시예 5

[0094] 종이용기의 알칼리 용액 침지 액비에 따른 미해리 섬유 발생량

[0095] 도 3에 도시된 바와 같이, 침지처리 시 적용 액비에 따른 종이컵으로부터 회수된 펄프섬유의 양을 비교한 결과, 종이컵 중량 대비 3 중량%의 수산화나트륨 적용 및 1:3과 1:6 액비의 용액을 첨가한 경우 종이컵 펄프섬유 총량 대비 약 10 중량%의 펄프섬유가 미해리되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, 종이컵 무게 9배의 회석용 공정수를 첨가하여 1:9 액비의 알칼리 용액을 적용한 경우, 미해리 섬유분의 발생량이 약 73 중량% 수준으로 크게 증가하는 것을 확인하였다.

[0096] 이는 알칼리 용액에 적용되는 회석용 공정수의 양이 많아져 상대적으로 침지 용액의 알칼리 농도가 낮아짐에 따른 영향으로 판단되었다. 따라서 종이용기의 침지 전처리 공정에서 종이컵 중량의 6배 이하의 조건이 바람직한 것을 확인할 수 있었다.

실시예 6

[0097] 종이용기의 알칼리 용액 침지시간에 따른 고분자 필름 및 펄프섬유의 분리 효율 평가

[0098] 실시예 6에서는 일정한 농도의 알칼리 용액 적용 시 알칼리 용액의 침지시간에 따른 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 펄프섬유 분리 효율을 평가하였다.

[0099] 구체적으로, 대표적인 종이용기인 종이컵에 종이컵 중량에 대하여 3 중량%의 수산화나트륨을 첨가하고, 6배의 회석용 공정수를 첨가하여 1:6의 액비의 알칼리 용액을 제조한 후, 10분, 30분, 60분, 120분 동안 침지시간을 상이하게 하여 침지시켜 종이컵의 펄프섬유를 처리하였다. 이후, 압착 탈수를 실시하여 농도 30%의 종이컵 슬러리를 제조하였다. 준비된 종이컵 슬러리에 추가적으로 공정수를 첨가하여 농도를 1% 이하 수준이 되도록 조절하였으며, 100rpm의 저전단력 와류를 가하여 해리를 실시하였다. 이후, 5mesh 크기의 스크린을 이용하여 해리된 종이컵 슬러리를 분급한 후, 스크린 상에 잔류하는 고분자 필름 및 미해리 섬유의 무게를 측정하여, 수학적 1과 같이 분리되지 않은 섬유의 중량비를 계산하여 종이컵의 고분자 필름과 펄프섬유의 분리 효율을 평가하였다.

실시예 7

[0100] 적용 알칼리 용액의 침지시간에 따른 미해리 섬유 발생량

[0101] 도 4에 도시된 바와 같이, 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 효율적 재활용 공정을 위한 알칼리 용액의 액비에 따른 펄프섬유의 분리 효율을 평가한 결과, 종이용기의 알칼리 용액 침지시간이 증가할수록 미해리 펄프섬유분의 발생량이 현저히 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 60분 이상 침지처리시 침지시간에 따른 미해리 펄프섬유의 발생량 변화량이 크게 나타나지 않아 효율성이 떨어지는 것을 확인하였으며, 이에 따라, 약 60분의 침지시간에서 종이컵 펄프섬유의 회수를 효율적으로 할 수 있는 것을 확인하였다.

실시예 8

[0102] 종이용기의 차아염소산나트륨 적용과 알칼리 용액 적용 시 재활용 효율성 비교 평가

[0103] 실시예 8에서는 종이용기 펄프섬유의 해리를 촉진시켜 고분자 필름과 펄프섬유를 분리하는데 대표적으로 사용되는 차아염소산나트륨(NaOCl)을 본 공정에 적용하였을 시 알칼리 용액을 적용한 경우와 비교하여 고분자 필름 및 펄프섬유의 분리 효율성을 비교 평가하였다.

[0104] 구체적으로, 6.5온스 용량의 일반적인 종이컵을 아래 등근면을 분리한 후 4등분하여 세절하여 준비한 후, 종이컵 중량에 대하여 차아염소산나트륨을 각각 1 중량%, 3 중량%, 5 중량%, 9 중량%, 15 중량%를 첨가한 후 종이컵 무게 6배의 회석용 공정수를 첨가하여 30분간 침지시켰으며, 이후, 실시예 2와 같은 방법으로 알칼리 용액 침지를 제외한 압착탈수 및 물리적 처리, 해리, 분급 공정을 시행하였다.

실시예 9

[0105] 도 5에 도시된 바와 같이, 차아염소산나트륨 첨가에 의한 고분자 필름의 정제 결과, 차아염소산나트륨을 알칼리 용액을 대체하여 적용할 경우 대부분의 섬유들이 고분자 필름으로부터 완전히 분리되지 않아 5mesh 스크린 위에 고분자 필름에 미해리 펄프섬유가 부착되어 발생되거나 분리된 펄프섬유가 미해리되어 응집된 형태로 발생하여 분급이 되지 않아 회수가 어려워 재활용이 용이하지 않은 것을 확인하였다.

[0106] 또한, 도 6에 도시된 바와 같이, 종이컵 전체 섬유에 대하여 분급되어 회수된 섬유의 양을 비교한 결과, 차아염소산나트륨을 종이컵 무게에 대하여 15 중량% 수준으로 적용시에도 알칼리 용액 3 중량% 적용시에 비하여 종이컵 펄프섬유 총량 대비 50 중량% 이하의 섬유만이 회수되었으며, 알칼리 용액과 같은 수준의 차아염소산나트륨 적용 시 섬유의 회수가 거의되지 않았다. 이에 따라, 차아염소산나트륨 첨가 시 종이용기의 고분자 펄프로부터 펄프섬유의 분리가 완전히 발생되지 않아, 15 중량% 이상의 약품 첨가가 필요하며, 고전단의 해리 공정이 추가적으로 필요한 것을 확인할 수 있어 재활용 공정의 적용이 어려운 것으로 판단되었다.

실시예 10

[0107] 물리적 섬유 분리 구획의 펄프 농도에 따른 종이컵 펄프섬유의 분리 특성 비교 평가

[0108] 실시예 10에서는 세절 및 알칼리 용액 침지, 압착탈수 공정을 거친 종이컵 슬러리의 효율적인 재활용을 위한 3개 구획공간으로 구성된 연속식 공정 적용을 위하여 첫 구획공간인 물리적 분획 구역을 적용해보았다. 이를 위하여, 압착탈수된 종이컵 슬러리에 회석용 공정수를 가하여 농도를 일정수준으로 조절한 후 회전하는 드럼 속에서 드럼 내부 배플에 의한 낙하에 의해 물리적 타격이 가해질 경우, 조절된 종이컵 슬러리의 농도에 따른 해리 효율성의 변화를 비교 평가하였다. 이때, 적용된 드럼의 직경은 1m이고, 실제 종이컵 슬러리의 낙하는 약 50~60cm에서 이루어졌다.

[0109] 본 실시예를 위하여, 종이컵 시료인 6.5온스 용량의 단면코팅 종이컵을 분리한 후 4등분하여 절단한 후, 종이컵 무게에 대하여 3 중량%의 수산화나트륨과 6배의 회석수를 첨가한 후 30분간 침지시켰으며, 침지된 종이컵 시료를 압착탈수하여 농도 30% 수준의 종이컵 슬러리를 준비하였다.

표 2

	침지처리 전 종이컵 슬러리	침지처리 후 압착탈수된 종이컵 슬러리
농도%	94.8	30.1

[0111] 평가 결과, 종이컵 슬러리의 농도 변화는 표 2에서 확인할 수 있는 바와 같이, 알칼리 용액 침지처리 후 압착탈수 결과 종이컵 슬러리의 농도는 약 30.07%의 농도를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이후, 압착탈수된 종이컵 슬러리에 회석수를 가하여 슬러리의 농도가 각각 20%, 14%이 되도록 회석용 공정수를 투입하였으며, 물리적 처리를 실시하지 않은 미처리 종이컵 슬러리 및 20%, 14% 슬러리를 약 50cm의 높이에서 10회 낙하에 의한 물리적 처리를 하였다. 이후, 물리적 처리가 완료된 슬러리의 농도가 2%가 되도록 회석수를 첨가한 후 물리적 처리에 따른 2% 슬러리의 고분자 펄프 및 펄프섬유의 분리 형상을 확인하였으며, 80rpm의 속도로 5 분간 저전단력 와류를 가하여 5mesh 크기의 망에 분급하여 회수된 펄프섬유의 회수율을 비교 평가하였다.

[0112] 도 7에 도시된 바와 같이, 물리적 처리 미 실시 및 실시 종이컵 슬러리를 같은 조건에서 해리를 실시한 경우, 물리적 처리를 한 종이컵 슬러리로부터 펄프섬유의 회수율이 증가하여 해리의 효율성을 증가시키는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 물리적 공정 적용 시 적용된 종이용기 슬러리의 농도도 낮아짐에 따라 해리의 효율성을 증가되는 것을 확인하였는데, 첨가된 회석용 공정수에 의해 종이용기 펄프섬유의 일부가 물리적 처리에 의해 해리됨에 따라 발생하는 것으로 판단되었다.

실시예 11

[0113] 섬유 해리 구획의 슬러리 농도에 따른 섬유의 해리 특성 비교 평가

[0114] 실시예 11에서는 실시예 10에서 물리적 처리에 의해 분리된 슬러리에 섬유 해리 구획 공정을 적용하여 종이컵 펄프의 해리 특성을 비교평가 하였다.

[0115] 구체적으로, 실시예 10에 따라 절단, 알칼리 용액 침지 및 압착탈수 공정을 거친 종이컵 슬러리의 농도를 14%로 조절하여 10회 물리적 처리를 가하여 슬러리를 분리시켰다. 이후, 분리된 슬러리에 회석용 공정수를 가하여 슬러리의 농도를 각각 10%, 8%, 6%, 4%로 조절한 후 약 50cm 높이에서 펄프를 1회 내지 15회 낙하시켜 펄프섬유의 해리를 실시하였으며, 해리시마다 5mesh 크기의 스크린을 이용해 분급하여 분급된 펄프섬유의 무게를 측정하여 슬러리 농도 및 해리 횟수에 따른 해리 특성을 비교 평가하였다.

[0116] 도 8에 도시된 바와 같이, 슬러리의 농도를 낮게 조절한 조건일수록 해리 횟수에 따라 분급된 펄프섬유의 양이

증가하는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 4% 농도의 슬러리를 제외한 모든 조건의 슬러리에서 5회 이상 해리함에 따라 해리의 효율성이 감소하는 것을 확인하였으며, 4% 농도의 슬러리의 경우 타 농도의 슬러리에 비하여 해리의 효율성이 상대적으로 큰 것을 확인할 수 있었다. 이는 슬러리에 회석수가 첨가되어 낙하에 의해 회석수 내에서 섬유가 해리가 일어남에 따라 그 효율성이 증대되어 나타나는 것으로 사료된다.

[0117] 또한, 도 9에 도시된 바와 같이, 슬러리 농도 조절 및 해리 후 메쉬 스크린 위에 남아있는 종이컵 슬러리의 형상을 비교한 결과, 조절된 슬러리의 농도가 낮아질수록 고분자 필름으로부터 펄프섬유가 분리 및 해리의 효율성이 증대되어 고분자 필름으로부터 분리되지 않은 펄프섬유가 거의 잔류하지 않은 것을 확인할 수 있었으며, 슬러리의 농도가 높아짐에 따라 고분자 필름으로부터 펄프섬유가 분리되지 않거나 미해리 되어 뭉쳐져 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

실시예 12

[0118] 섬유 분급처리 적용 시 펄프 농도에 따른 종이컵 고분자 필름의 정제 특성 비교 평가

[0119] 실시예 12에서는 실시예 11에 의해 각 종이컵 슬러리의 농도 조절 및 해리된 종이컵 슬러리에 회석수를 일정 압력으로 분사하여 종이컵 고분자 필름에 잔류하는 종이컵 펄프섬유를 분리 및 해리하였고, 이후, 본 방법에 의해 종이컵으로부터 최종적으로 회수된 섬유의 양을 비교 평가하였다.

[0120] 구체적으로, 실시예 11에 따라 종이컵 슬러리의 농도가 각각 10%, 8%, 6%, 4%로 조절된 종이컵 슬러리를 15회 낙하시켜 해리공정을 실시한 후 종이컵 고분자 필름으로부터 해리된 펄프섬유를 분급하여 종이컵의 전체 섬유로부터 분리 장치에서 최종적으로 회수된 펄프섬유 회수율을 평가하였다.

[0121] 도 10에 도시된 바와 같이, 종이컵 슬러리의 수압에 의해 최종적으로 해리되어 종이컵으로부터 회수된 섬유의 양은 해리단계에서 종이컵 슬러리의 농도를 낮게 조절한 조건일수록 증가하는 경향이 나타나는 것을 확인하였다. 특히 4% 농도로 조절하여 해리 및 분급된 슬러리의 경우 약 92.9 중량%의 회수 섬유율을 보여 가장 높은 회수율을 보인 반면, 10% 농도 슬러리의 경우 최종적으로 약 59.3 중량%만의 섬유가 해리 및 분급되어 효율이 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서, 해리단계에서 종이컵 슬러리의 농도는 4%이하로 조절하는 것이 바람직한 것을 확인할 수 있었다.

실시예 13

[0122] 전처리로 팽윤된 종이용기 슬러리의 펄프섬유 분급 및 2차 해리 후 회수율 평가

[0123] 실시예 13에서는 고분자 필름이 코팅된 종이용기의 효율적 재활용을 위한 공정을 적용하여 종이컵의 고분자 필름 및 펄프섬유를 분리해 보았다. 이를 위하여 실시예 10 내지 12에 따라 약 6.5온스 용량의 일반적인 종이컵을 4등분하여 세절하여 준비한 후 종이컵 무게에 대하여 3 중량%의 알칼리 용액을 첨가하고, 종이컵 무게의 6배의 회석용 공정수를 첨가하여 30분간 침지 후 압착탈수를 실시한 후 종이컵 슬러리를 제조하였다. 이후, 압착탈수된 종이컵 슬러리에 회석용 공정수를 첨가하여 펄프의 농도를 14%로 조절하였으며, 약 50cm의 높이에서 15회 낙하시켜 압착탈수에 의해 뭉쳐진 슬러리에 물리적 처리를 하여 슬러리 섬유를 분리하였다. 물리적 처리에 의해 풀어진 종이컵 슬러리에 다시 회석용 공정수를 첨가하여 펄프의 농도를 4%로 조절하였으며, 약 50cm의 높이에서 10회 낙하시켜 해리시킨 후 해리된 종이컵 슬러리를 5mesh 크기의 스크린에 옮겨 수압을 가하며 분급하여 펄프 섬유 및 고분자 필름을 분리하였다. 이후, 메쉬 스크린 위에 분급되지 않은 잔류 고분자 필름 및 미해리 섬유를 수집하여 회석용 공정수를 첨가하여 약 2%의 농도로 조절한 후 교반기를 이용하여 100rpm 속도의 저전단력의 와류를 가하여 10분간 해리시킨 후 5mesh 스크린을 이용하여 최종적으로 종이컵 펄프 섬유 및 고분자 필름을 분급하였다.

[0124] 도 11 내지 도 13에 도시된 바와 같이, 2차 해리 공정을 적용함에 따라 1차 해리 후 잔류하는 미해리 펄프섬유분이 추가적으로 해리되면서 섬유 회수율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 2차 해리공정을 적용할 경우 종이컵으로부터 펄프섬유의 회수율을 추가적으로 할 수 있음을 확인하였다.

실시예 14

[0125] 종이용기 재활용을 통해 제조된 고분자 필름 및 펄프섬유의 순도 평가

[0126] 실시예 14에서는 종이용기의 재활용 공정 적용에 따른 고분자 필름의 오염도를 비교 평가하였다. 특히, 재활용 방법에 따라 종이용기의 고분자 필름으로부터 분리되는 고분자 필름에 미분리된 펄프섬유가 포함되어 있을 수

있어, 이에 따른 펄프섬유의 오염도를 비교 평가하였다.

[0127] 구체적으로, 실시예 13에 따라 2차 해리 후 최종적으로 메쉬 스크린 상에 남아있는 잔존 고분자 필름에 수산화 나트륨 7 중량%, 요소 12% 중량% 용액을 첨가하여 500rpm의 속도로 1시간 교반하여 고분자 필름에 잔존하는 펄프섬유를 팽윤, 용해시켰으며, 이후 고분자 필름을 건조하여 중량을 측정한 후 하기 수학적 식 2에 따라 고분자 필름의 오염도를 측정하였다.

수학적 식 2

$$\text{고분자필름순도} = \frac{\text{수산화나트륨/요소처리후고분자필름중량}}{\text{잔류고분자필름중량}} \times 100(\%)$$

[0128]

[0129] 또한, 회수된 펄프섬유의 순도를 정량적으로 평가하기 위하여 각각의 펄프섬유의 잔존하는 고분자 물질들을 유기용매인 디클로로메탄(dichloromethane)용액으로 완전히 용해 추출하고 남은 잔량을 측정하여 수학적 식 3에 따라 고분자 물질에 의한 펄프섬유의 오염정도를 정량적으로 비교 평가하였다.

수학적 식 3

$$\text{펄프섬유순도} = \frac{\text{디클로로메탄용액처리후펄프섬유중량}}{\text{펄프섬유중량}} \times 100(\%)$$

[0130]

[0131] 도 14에 도시된 바와 같이, 2차 해리 후 최종적으로 발생하는 고분자 필름의 오염도는 약 12.0%로 확인되었으며, 이에 따라 제조된 고분자 필름의 순도는 약 88.0%인 것을 확인할 수 있었으며, 회수된 펄프섬유의 경우 순도가 약 99.1% 수준을 나타내는 것을 확인함으로써, 본 방법을 통해 고순도의 펄프섬유를 회수할 수 있는 것으로 나타났다.

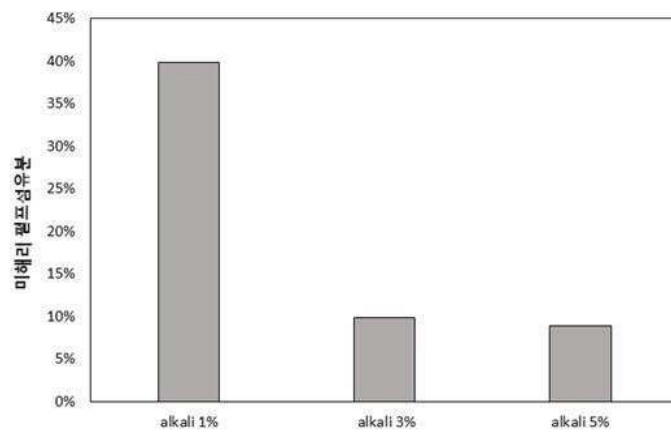
[0132] 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예를 중심으로 기술되었지만 당업자라면 이러한 기재로부터 본 발명의 범주를 벗어남이 없이 다양한 변형이 가능하다는 것은 명백하다. 따라서 본 발명의 범주는 이러한 많은 변형의 예들을 포함하도록 기술된 청구범위에 의해서 해석되어야 한다.

도면

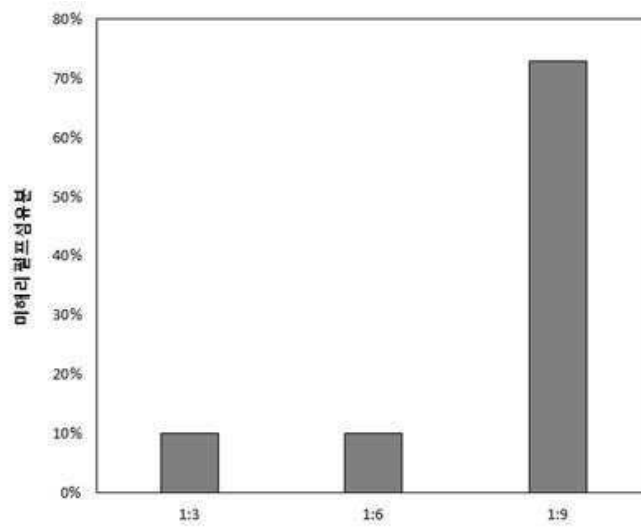
도면1



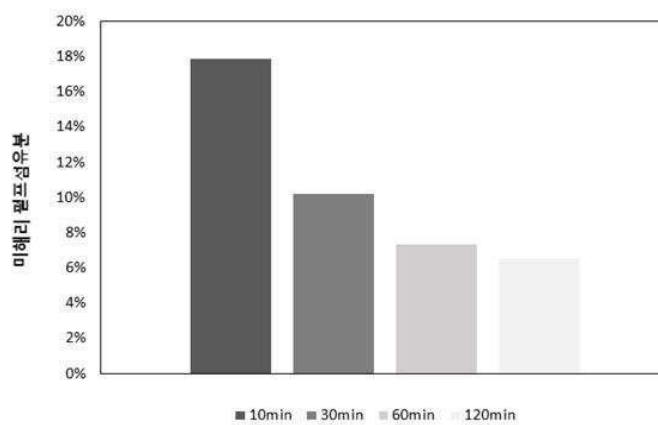
도면2



도면3



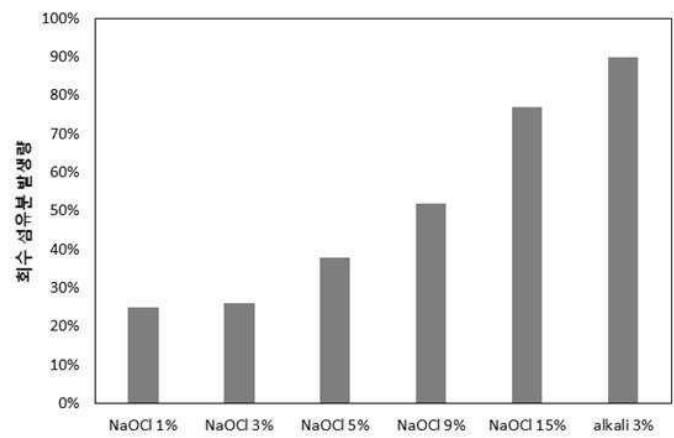
도면4



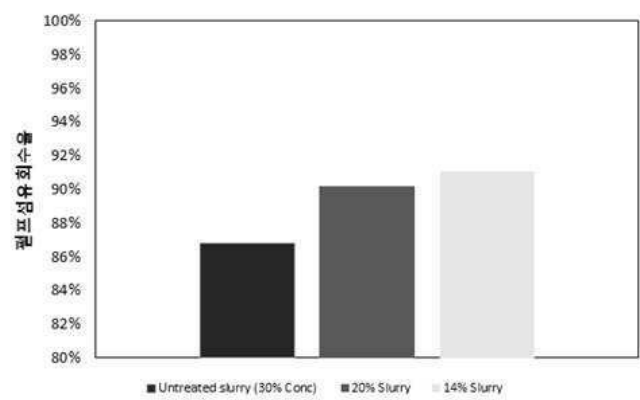
도면5



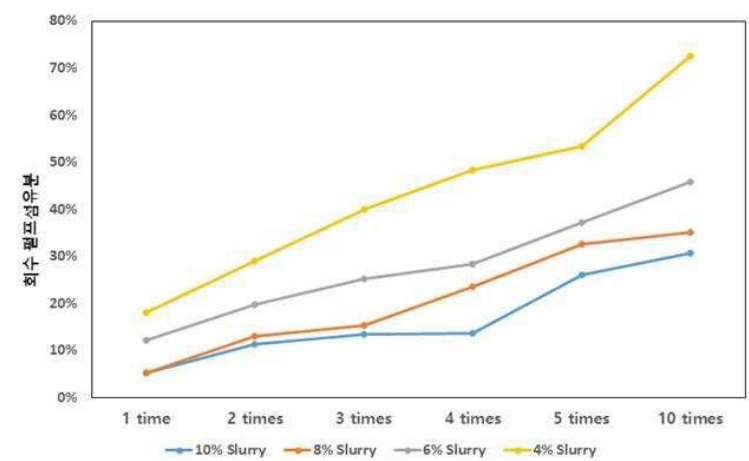
도면6



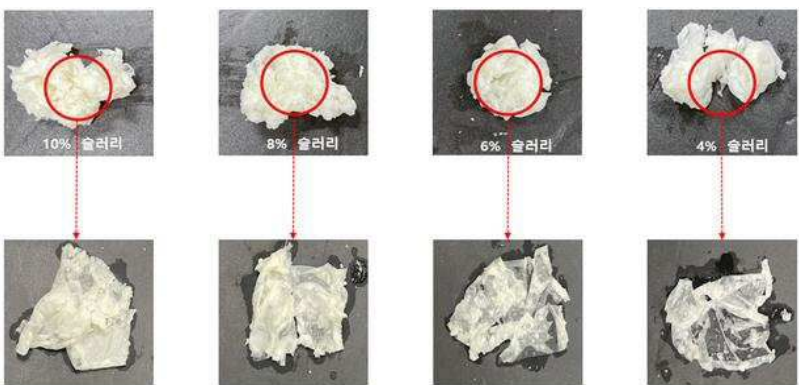
도면7



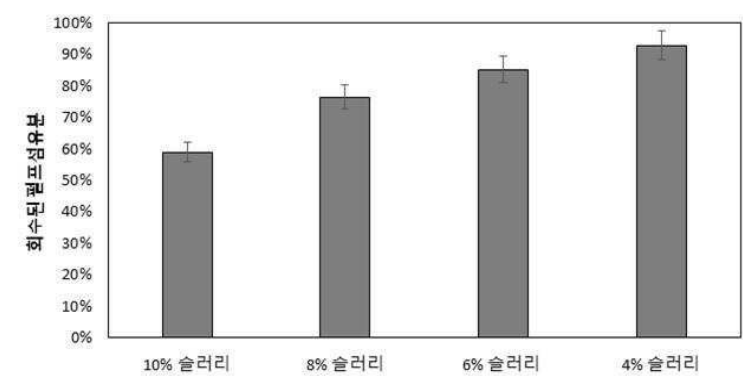
도면8



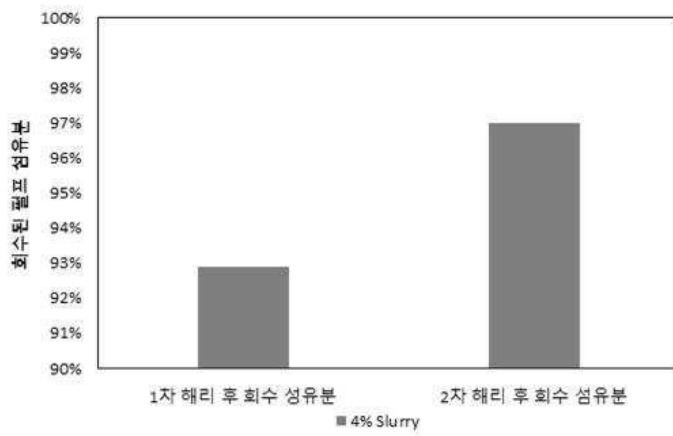
도면9



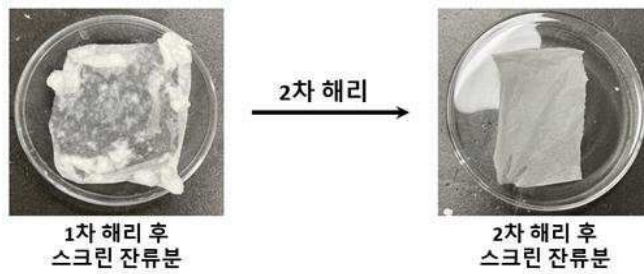
도면10



도면11



도면12



도면13



도면14

