



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월16일
(11) 등록번호 10-1308399
(24) 등록일자 2013년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C10L 5/44 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0039487

(22) 출원일자 2012년04월17일

심사청구일자 2012년04월17일

(56) 선행기술조사문헌

US20110209392 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

박수진

대전광역시 유성구 도룡동 로텐하우스 102-301

김기석

인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교

(74) 대리인

이은철

전체 청구항 수 : 총 9 항

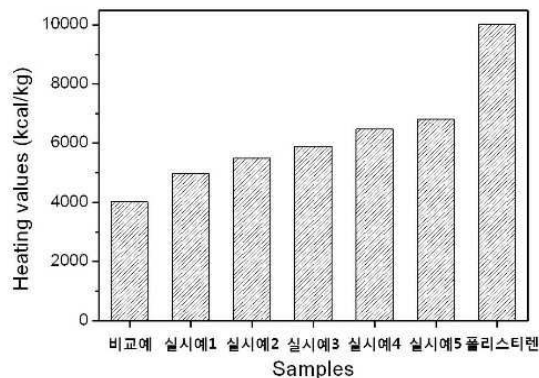
심사관 : 오정아

(54) 발명의 명칭 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법에 관한 것으로서, 상기와 같은 본 발명에 따르면, 고분자 수지의 코팅량을 변화함으로써 우드칩의 발열량을 조절할 수 있으며, 상대적으로 적은 고분자 함량인 20 중량부 코팅으로 우드칩이 5,000 kcal/kg 이상의 높은 발열량을 나타낼 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 우드칩의 수분 조절을 위해 건조 오븐을 이용하여 50 내지 120℃에서 30분 내지 120분 동안 건조하는 단계;
- (b) 상기 건조된 우드칩을 분쇄하는 단계; 및
- (c) 상기 분쇄된 우드칩을 고분자 수지 코팅하여 고분자/우드칩 혼합물로 제조하는 단계;로 구성되는 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (a)단계에 의해 건조된 우드칩은 수분의 함량이 3 내지 15 wt%로 조절된 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (b)단계의 우드칩의 분쇄는 우드칩을 크기 5 내지 15mm, 폭 1 내지 10mm로 분쇄하는 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 (c)단계에서 사용되는 고분자 수지는 올레핀 구조에 벤젠링과 메틸기와 같은 치환기를 포함하는 범용 고분자 수지인 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 범용 고분자 수지는 벤젠링 치환기를 포함하는 폴리스타이렌인 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 (c)단계의 고분자/우드칩 혼합물은 50 : 50 내지 20 : 80 중량부의 혼합비를 나타내는 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 8

제 1항 에 있어서,

상기 (c)단계에 의해 고분자/우드칩 혼합물로 제조한 후, (d) 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물을 건조하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료의 제조방법.

청구항 9

제1항의 제조방법으로 제조된 고발열량 목질계 고형연료.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 목질계 고형연료는 3,000 내지 8,000kcal/kg의 발열량을 갖는 것을 특징으로 하는 고발열량 목질계 고형연료.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유동층 화력발전용 원료로 사용하기 위하여 임목부산물에 의해 얻어지는 우드칩의 발열량을 향상시키기 위한 목질계 고형연료의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유동층 보일러에 적합한 크기인 15 mm 이하의 우드칩의 제조를 위한 파쇄 단계 및 석탄에 비해 낮은 발열량을 갖는 우드칩에 용액 혼합법에 의한 코팅 방법으로 고발열량을 갖는 고분자 수지를 코팅하여 고분자/우드칩 복합체를 제조함으로써, 최종적으로 입자크기가 조절되고 고분자 수지가 코팅되어 5,000 kcal/kg 이상의 고발열량을 갖는 목질계 고형연료의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리나라는 에너지 수요의 95%를 수입에 의존하는 에너지 소비국가로 전체 국가수입액의 약 25%를 에너지 수입으로 소비하고 있다. 따라서, 장래 화석에너지 고갈 및 지구온난화에 대비한 대체 에너지의 개발과 보급의 필요성이 크게 부각되고 있는 실정이다.

[0003] 대체에너지원으로서 바이오매스 연료는 광합성에 의한 이산화탄소 흡수효과로 인하여 탄소 중립적인 에너지원으로 전 세계적으로 많은 관심을 받고 있다. 특히 목질계 바이오매스의 연소 시 석유 연소에 비하여 NOx와 SO₂ 배출량이 1/12, CO₂ 배출량은 약 1/27의 저감효과를 가지는 것으로 알려져 있어 기후변화 대응 및 온실가스 감축을 위한 유용한 에너지원으로 주목받고 있다.

[0004] 목질계 바이오매스란 농작물, 목재, 폐목재, 또는 부산물, 축산분뇨, 도시쓰레기 등의 재생에너지로 쓰일 수 있는 모든 유기물 중 셀룰로오스 및 리그닌으로 구성된 목질계 자원을 뜻하며, 고체, 액체, 기체의 세 가지 형태의 연료로 활용할 수 있다. 고체 연료로는 우드칩, 펠릿, 브라켓, 목탄이 있고, 액체 연료로는 바이오 오일 또는 바이오 에탄올이 있으며, 기체 연료로는 합성가스가 있다. 목질계 바이오매스를 에너지 원료로 사용하기 위해서는 직접 연소하거나 열화학적 변환 및 생물학적 변환 과정을 거쳐야하며, 이 중 우드칩, 펠릿, 바이오에탄올은 열, 전력, 수송연료 등의 용도로 사용이 가능하다.

[0005] 목질계 바이오매스를 이용한 대체에너지 개발 중 가장 일반적이며 쉽게 사용할 수 있는 형태는 우드칩이라 할 수 있다. 우드칩은 주변 나무의 벌채 및 폐목재로부터 얻을 수 있으며, 간단한 파쇄 공정만을 거쳐 쉽게 에너지 원료로 사용이 가능하며, 잘 건조된 우드칩의 경우 4,000 kcal/kg 이상의 높은 발열량을 갖는 장점을 있다. 이러한 특성으로 최근에는 석탄을 대체하여 열병합발전용 에너지원으로 사용하고자 많은 연구가 진행되고 있다. 최근 미국에서는 심각한 폐기물 처리 문제를 해결하기 위해 목재 폐기물을 연료로 사용한 발전소 건설 등 에너지 전환 시스템 개발에 노력하고 있으며, 일본의 경우 1980년부터 폐목재 대체에너지 개발 연구를 시작하여 산학연 공동으로 폐목재를 이용한 연료개발 및 연소장치 개발에 착수하여 점차 실용화 하고 있다고 보고된다.

[0006] 하지만 우드칩의 위와 같은 특성 및 장점 장점에도 불구하고 석탄과 비교하여 높은 수분함량 (20 wt% 이상)과

낮은 발열량으로 단일 연료로는 만족스럽지 못한 단점을 갖는다. 따라서 최근에는 높은 발열량을 갖는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌과 같은 올레핀계 고분자 수지와 복합화 및 혼소를 통하여 우드칩의 낮은 발열량을 해결하고자 하는 연구가 진행 중이다. 그러나, 폴리에틸렌과 폴리프로필렌은 발열량이 약 11,000 kcal/kg으로 매우 높은 발열량을 갖지만 소각 시 노벽에 특수재료를 사용하여야 하고 공기 공급이 과잉으로 요구되고 가벼워 원료 공급구에 특수 장치를 설계해야하는 등 연소 장비에 부가적인 설비의 장착이 필요한 단점을 갖는다. 또한, 폴리에틸렌과 폴리프로필렌 수지는 일반 용매에 대한 용해성이 매우 낮아 혼소를 위해서는 단순 혼합 또는 용융혼합법만을 이용해야하며, 용융혼합법에 의해 제조된 연료는 고분자/우드칩이 불균일하게 혼합되어 연료의 발열량이 불균일한 단점을 갖는다.

[0007] 이에 본 발명자들은 전술한 폴리에틸렌과 폴리프로필렌과 비교하여 범용 용매에 대한 용해성이 우수하고, 높은 발열량(9,000 kcal/kg 이상)을 갖는 폴리스타이렌을 사용 시 용액 혼합법을 이용하여 쉽게 고분자 수지가 균일하게 코팅된 우드칩 복합체로 구성된 목질계 고형연료를 제조할 수 있고, 이러한 복합체는 높은 발열량과 균일한 발열량 값을 보이는 것을 발견하고 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명은 임목부산물로부터 얻어진 우드칩의 건조 및 분쇄 공정으로 유동층 연소장치에 적합한 우드칩을 제조하고, 용매 혼합법으로 우드칩 표면에 고분자 수지의 균일한 코팅을 통하여 우수한 연소효율과 더불어 고발열량을 갖는 목질계 고형연료의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 상기 제조방법으로 제조된 고발열량 목질계 고형연료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 임목부산물로부터 얻어진 우드칩의 건조 및 분쇄 공정으로 높은 연소효율을 갖는 우드칩을 제조하고, 높은 발열량을 갖는 고분자 수지의 코팅을 통하여 고발열량을 갖는 목질계 고형연료의 제조방법을 제공한다.

[0011] 본 발명에 있어서, 임목부산물로부터 얻어진 우드칩은 80 내지 120℃에서 건조하여 수분 함량을 15% 이하로 조절하고, 분쇄기를 이용하여 우드칩을 미세 분쇄하여 15 mm 이하로 조절한 후, 용액 코팅법을 이용하여 고분자/우드칩 함량이 50:50 내지 20:80 중량부로 고분자 수지 함량을 최소화하며 5,000 kcal/kg 이상의 고발열량을 갖는 목질계 고형연료의 제조방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 상기 제조방법으로 제조된 고발열량 목질계 고형연료를 제공한다.

발명의 효과

[0013] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 우드칩의 높은 연소율과 발열량을 위하여 우드칩의 입자크기를 15 mm 이하로 조절 하였으며, 우드칩을 미세 분쇄함으로써 우드칩의 비표면적 증가에 의한 연소 효율이 90% 이상 증가하는 효과가 있다.

[0014] 또한, 고분자 수지의 코팅량을 변화함으로써 우드칩의 발열량을 조절할 수 있으며, 상대적으로 적은 고분자 함량인 20 중량부 코팅으로 우드칩이 5,000 kcal/kg 이상의 높은 발열량을 나타낼 수 있는 효과가 있다. 이는 분쇄 과정을 통한 우드칩의 반응 비표면적 증가와 함께 고발열량을 갖는 고분자 수지의 첨가에 의한 우드칩과 고분자 수지간의 상호보완 작용에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1 은 파쇄 전, 후 우드칩의 형태를 나타내는 것이다.

도 2 는 파쇄 전, 후 우드칩의 연소 후 미연소분을 나타내는 것이다.

도 3 은 고분자 수지와 고분자/우드칩 혼합물의 형태를 나타내는 것이다.

도 4 는 고분자/우드칩 혼합물의 열분해 거동을 나타내는 것이다.

도 5 는 고분자/우드칩 혼합물의 발열량을 나타내는 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0017] 본 발명은 임목부산물로부터 얻어진 우드칩의 건조 및 분쇄 공정으로 높은 연소 효율을 갖는 우드칩을 제조하고, 높은 발열량을 갖는 고분자 수지의 코팅을 통하여 고발열량을 갖는 목질계 고형연료의 제조방법을 제공한다.
- [0018] 목질계 바이오매스 성상별로 함수율은 다양하게 나타나는데, 벌목 후 수일간 노천 건조한 국내 벌목재의 함수율은 40~45 wt% 정도로 연료용으로 사용하기에는 높은 수치이다. 국내 생산중인 목질계 바이오매스의 함수율은 20~35wt% 정도이며, 목질칩의 경우 함수율이 30%이상이면 자체연소가 어렵고 연소시간도 길어지며 연소온도가 낮아 불완전연소의 가능성이 높다. 따라서, 본 발명에서 사용된 우드칩의 초기 함수율은 35%이다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 상기 우드칩의 건조단계는 수분에 의한 우드칩의 불완전연소를 막기 위하여 건조 오븐을 이용하여 50 내지 120℃에서 30분 내지 2시간 동안 건조하는 것이 바람직하다. 이 때, 수분 측정기를 이용하여 시간에 따른 우드칩의 수분 함량을 측정한 결과 약 3 내지 15 wt%의 수분함량을 보여 쉽게 수분 조절이 가능하였으며, 더욱 바람직하게는 80℃에서 1시간 이상 건조하여 15 wt% 이하의 수분함량을 갖도록 한다.
- [0020] 또한, 상기 분쇄단계는 우드칩의 비표면적을 향상시켜 향상된 연소 효율을 갖는 우드칩으로 제조하는 것이 바람직하다. 더욱 상세하게는, 분쇄기를 이용하여 건조된 우드칩을 크기 5 내지 15mm, 폭 1 내지 10mm로 분쇄하여 미세 크기의 우드칩을 제조하는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 분쇄단계를 통하여 미세 분쇄된 우드칩은 용액 코팅법을 이용하여 용매에 용해된 고분자 용액에 넣고 교반하여 고분자 수지를 코팅하고, 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물을 건조하는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 용액 코팅법을 이용하여 고분자/우드칩 혼합물 제조 시 용매는 끓는점이 낮은 범용 용매를 사용하고, 고분자 수지는 일반 극성용매에 용해가 잘되는 수지를 이용하는 것이 바람직하다. 이 때, 고분자/우드칩 함량은 50:50 내지 20:80 중량부로 고분자 수지 함량을 최소화하는 것이 바람직하며, 상기 고분자 수지는 올레핀 구조에 벤젠링과 메틸기와 같은 치환기를 포함하는 범용 고분자수지이며, 더욱 바람직하게는 벤젠링 치환기를 포함하는 폴리스타이렌이다.
- [0023] 또한, 상기 제조방법으로 제조된 고발열량 목질계 고형연료를 제공한다.
- [0024] 상기 목질계 고형연료는 3,000 내지 8,000kcal/kg의 높은 발열량을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명에 있어서 각각의 특성 값들은 다음 방법에 의하여 측정하였다.
- [0026] 측정에 1. 건조된 우드칩의 수분측정
- [0027] 건조 공정에 의해 건조된 우드칩의 수분 함량은 할로젠 램프를 이용한 수분 측정기 (Moisture Analyzer; CMB25, CAS)를 이용하여 측정하였다.
- [0028] 측정에 2. 우드칩 발열량 측정
- [0029] 건조된 우드칩의 발열량 측정을 위하여 자동 타입 칼로리미터 (Calorimeter; LECO AC-350)를 이용하여 상온에서 측정하였다.
- [0030] 측정에 3. 우드칩의 연소시험
- [0031] 건조된 우드칩의 연소시험은 전기 노(Furnace)를 이용하여, 5℃/min의 승온 속도로 공기 분위기 하에서 850℃에서 측정하였다.

- [0032] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.
- [0033] **비교예 1.**
- [0034] 임목부산물로부터 얻어진 우드칩을 80 ℃에서 1시간 건조하고, 건조된 우드칩을 분쇄기를 이용하여 크기 5 내지 15 mm, 폭 1 내지 10 mm 정도로 분쇄하여 850℃로 5℃/min으로 승온시키며 전기 노를 이용하여 30분간 대기 조건하에 연소시험을 실시하였고 동일한 샘플은 칼로리메터를 이용하여 발열량을 측정하였다.
- [0035] **실시예 1.**
- [0036] 상기 비교예 1과 동일한 건조 조건하에 분쇄된 우드칩 90중량부를 10 중량부의 폴리스타이렌 수지가 용해된 용액에 넣고 교반하여 우드칩에 고분자 수지를 코팅하고 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물의 건조를 통하여 최종적으로 고분자/우드칩 (10 중량부/90 중량부) 혼합물을 연소시험과 발열량 측정을 실시하였다.
- [0037] **실시예 2.**
- [0038] 상기 비교예 1과 동일한 건조 조건하에 분쇄된 우드칩 80중량부를 20 중량부의 폴리스타이렌 수지가 용해된 용액에 넣고 교반하여 우드칩에 고분자 수지를 코팅하고 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물의 건조를 통하여 최종적으로 고분자/우드칩 (20 중량부/80 중량부) 혼합물을 연소시험과 발열량 측정을 실시하였다.
- [0039] **실시예 3.**
- [0040] 상기 비교예 1과 동일한 건조 조건하에 분쇄된 우드칩 70중량부를 30 중량부의 폴리스타이렌 수지가 용해된 용액에 넣고 교반하여 우드칩에 고분자 수지를 코팅하고 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물의 건조를 통하여 최종적으로 고분자/우드칩 (30 중량부/70 중량부) 혼합물을 연소시험과 발열량 측정을 실시하였다.
- [0041] **실시예 4.**
- [0042] 상기 비교예 1과 동일한 건조 조건하에 분쇄된 우드칩 60중량부를 40 중량부의 폴리스타이렌 수지가 용해된 용액에 넣고 교반하여 우드칩에 고분자 수지를 코팅하고 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물의 건조를 통하여 최종적으로 고분자/우드칩 (40 중량부/ 60중량부) 혼합물을 연소시험과 발열량 측정을 실시하였다.
- [0043] **실시예 5.**
- [0044] 상기 비교예 1과 동일한 건조 조건하에 분쇄된 우드칩 50중량부를 50 중량부의 폴리스타이렌 수지가 용해된 용액에 넣고 교반하여 우드칩에 고분자 수지를 코팅하고 용매 회수 및 고분자/우드칩 혼합물의 건조를 통하여 최종적으로 고분자/우드칩 (50중량부/50중량부) 혼합물을 연소시험과 발열량 측정을 실시하였다.
- [0045] 우드칩의 파쇄전과 파쇄후 연소효율을 표 1에 나타내었고, 우드칩과 고분자/우드칩 혼합물의 연소시험 후 연소율과 발열량을 표 2와 그림 5에 각각 나타내었다.

[0046] [표 1] 우드칩 파쇄 전·후의 연소효율

	함수율(%)	시료 투여량(g)	잔존량(g)	미연소분 함량(%) (Ash 함량(%))	공기주입량 (ml/min)
파쇄전	12	20	0.528	2.64	50
파쇄후	12	20	0.128	0.64	50

[0047]

[0048] [표 2] 우드칩과 고분자/우드칩 혼합물의 연소효율

	시료 투여량(g)	잔존량(g)	미연소분 함량(%) (Ash 함량(%))	공기주입량 (ml/min)
비교예	20	0.128	0.64	50
실시예 1	20	0.126	0.63	50
실시예 2	20	0.122	0.61	50
실시예 3	20	0.116	0.58	50
실시예 4	20	0.108	0.54	50
실시예 5	20	0.107	0.54	50

[0049]

[0050] 상기 표 1에서 나타난 바와 같이, 파쇄 공정을 통하여 파쇄된 우드칩은 파쇄전 우드칩과 비교하여 높은 연소효율을 보이는 것을 확인하였다. 또한, 순수 우드칩과 고분자/우드칩 혼합물의 연소시험결과, 모두 99% 이상의 높은 연소율을 나타내었고, 고분자 수지 함량의 증가에 따라 연소율은 다소 증가하는 것을 확인하였으며 이는 고분자 수지의 높은 분해도에 의한 것으로 판단된다.

[0051] 또한, 도 3으로부터 고분자 수지의 30 중량부 이하에서 고분자수지가 우드칩 표면에 균일하게 코팅되며, 30 중량부 이상에서는 과량의 고분자 수지 사용으로 코팅되지 않고 응집된 고분자 수지가 형성됨을 확인하였다.

[0052] 또한, 도 4로부터 순수 우드칩 및 폴리스티렌과 비교하여 고분자/우드칩 복합체의 경우 우드칩과 폴리스티렌의 연소거동이 모두 나타나는 것을 알 수 있었다.

[0053] 또한, 도 5로부터 고분자 수지의 코팅에 의하여 우드칩의 발열량은 크게 증가하는 것을 확인하였고, 발열량은 투입된 고분자 수지의 함량 조절을 통하여 쉽게 조절이 가능함을 확인하였다.

[0054] 이상, 본 발명의 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

도면1



<파쇄전>



<파쇄후>

도면2



<파쇄전>



<파쇄후>

도면3

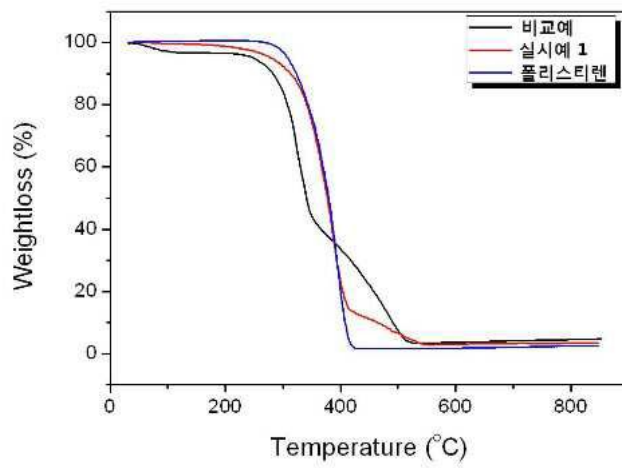


<실시예2>



<실시예3>

도면4



도면5

