



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0039215  
 (43) 공개일자 2014년04월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C07G 1/00 (2011.01) C08B 7/00 (2006.01)  
 C09K 8/20 (2006.01) D21H 17/23 (2006.01)  
 B01J 3/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7032018
- (22) 출원일자(국제) 2012년05월04일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년12월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/036591
- (87) 국제공개번호 WO 2012/151524  
 국제공개일자 2012년11월08일
- (30) 우선권주장  
 61/482,479 2011년05월04일 미국(US)

- (71) 출원인  
**렌매틱스, 인코포레이티드.**  
 미국 펜실베이니아 19406, 킹 오브 프리시아, 660  
 앨런데일 로드
- (72) 발명자  
**카담, 키란**  
 미국 콜로라도 80401, 16696 더블유. 바야우드 드  
 라이브 골든  
**시마르드, 미셸, 에이.**  
 미국 펜실베이니아 19312, 2127 인버네스 레인 베르  
 웬  
**다운, 조지, 에스.**  
 미국 에스씨 20601, 그린빌, 221 클리블랜드 스트  
 리트
- (74) 대리인  
**손민**

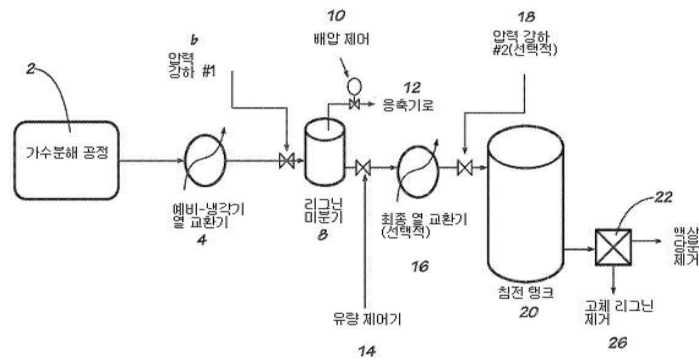
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **목질계 바이오매스로부터의 리그닌 제조**

**(57) 요약**

장비를 오염시키지 않으면서 향상된 에너지 회수율로 리그닌을 분리하고 미분화하기 위해 급속한 완전 또는 부분 감압을 이용하여 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법이 개시되었다.

**대표도** - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법으로서,

불용성 리그닌을 포함하는 제1 고체 부분, 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류와 선택적으로 가용성 리그닌을 포함하는 제1 액체 부분을 포함하는 목질계 바이오매스를 제1 압력과 제1 온도에서 제공하는 단계;

상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 온도를 상기 제1 압력 하에서 리그닌의 유리 전이 온도보다 적어도 약 1℃ 높은 제2 온도로 감소시키는 단계; 및

상기 제1 액체 부분에 있는 상기 가용성 리그닌을 침전시키고 혼합물을 형성하기 위해, 상기 제2 온도에서의 상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 압력을 약 1 초 미만의 시간 이내에 제2 압력으로 감소시키는 단계로서, 상기 혼합물은 불용성 리그닌과 침전된 리그닌을 포함하는 제2 고체 부분 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류를 포함하는 제2 액체 부분을 포함하는 것인, 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 방법은 연속적인, 방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 혼합물의 온도를 감소시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 불용성 리그닌과 상기 침전된 리그닌이 중력에 의해 분리되도록 하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 제2 고체 부분과 상기 제2 액체 부분을 분리시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 제2 압력은 대기압보다 더 큰, 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제2 압력을 대기압으로 감소시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 제2 압력은 대기압인, 방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

적어도 하나의 열 교환기를 이용하여 열을 회수하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 목질계 바이오매스는, 상기 제공하는 단계 이전에 C<sub>5</sub> 당류의 적어도 일부를 제거하기 위해 분별되는 것인, 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 불용성 리그닌과 침전된 리그닌의 평균 입자 크기는 약 500 마이크로 미만인, 방법.

**청구항 12**

제1항의 방법에 의해 제조되는 리그닌 제품.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 리그닌 제품은 연료, 점착제, 파티클 보드 및 합판의 제조에서 페놀 포름알데히드 레진 증량제, 몰딩 화합물의 제조에서, 우레탄 및 에폭시 레진, 항산화제, 서방성 제제, 유량 조절제, 시멘트/콘크리트 혼합, 석고 보드 제조, 석유 굴착, 일반 분산, 태닝 가죽, 도로 복개, 바닐린 제조, 디메틸 설페이드 및 디메틸 술폰사이드 제조, 폴리올레핀 혼합물에 페놀 레진이 내포된 페놀 치환, 방향족 (페놀) 단량체, 추가적인 다양한 단량체, 탄소 섬유, 용액에서 금속 제거, 젤 형성의 기초, 폴리우레탄 공중합체, 및 그 조합들로서 사용될 수 있는, 리그닌 제품.

**청구항 14**

초임계 또는 근임계 유체 추출을 이용하여 목질계 바이오매스로부터 처리되는 리그닌을 포함하는, 조성물.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 리그닌은 약 500 마이크로 미만의 평균 입자 크기를 가지는 것인, 조성물.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

ASTM-D240에 의해 측정된 상기 리그닌의 발열량은 30% 수분 함량에서 적어도 약 5,000 BTU/lb인, 조성물.

**청구항 17**

제14항에 있어서,

ASTM-D240에 의해 측정된 상기 리그닌의 발열량은 15% 수분 함량에서 적어도 약 7,500 BTU/lb인, 조성물.

**청구항 18**

제14항에 있어서,

ASTM-D240에 의해 측정된 상기 리그닌의 발열량은 5% 수분 함량에서 적어도 약 8,000 BTU/lb인, 조성물.

**청구항 19**

제14항에 있어서,

상기 조성물은 유기 용매가 실질적으로 없는, 조성물.

**명세서**

**기술분야**

- [0001] 한 관련 출원에 대교차 참조
- [0002] 본 출원은 그 전체가 참조로써 포함된, 2011년 5월 4일 출원된 US 61/482,479의 이익을 주장한다.
- [0003] 본 발명은 일반적으로 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 설비를 오염시키지 않으면서 향상된 에너지 회수율로 리그닌을 분리하고 미분화하기 위해 급속한 완전 또는 부분 감압을 이용하여 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법에 관한 것이다

**배경기술**

- [0004] 기존의 공정은 용매 또는 다른 화학물질을 이용하여 셀룰로오스 변환 공정으로 들어가기 전에 목질계 바이오매스에서 리그닌을 제거한다. 이러한 리그닌 제거 공정에서는, 복합 설비가 일반적으로 요구되고 용매 또는 화학적 용도 그리고 회수 방법의 부족 때문에 작업 비용이 많이 든다. 다른 기존의 공정에서는, 전처리와 가수분해 시 목질계 바이오매스의 고체 변환은 존재하고 있는 리그닌을 완전히 또는 부분적으로 용해시키기 위해 높은 온도를 요구한다. 냉각이 되면, 리그닌은 용액으로부터 침전된다. 리그닌은 공정으로부터 회수되어 열 에너지를 위해 연소될 수 있다. 회수된 리그닌의 입자 크기는 가변적이어서 효율적으로 연소하기에는 너무 클 수 있으므로, 별도의 미분화 단계를 필요로 한다. 또한, 용액 내의 리그닌이 냉각됨에 따라, (일반적으로 주위 압력 하에서 약 100°C인, 리그닌의 유리 전이 온도 범위에서) 끈적끈적하게 되어 공정을 동작 불능으로 만드는 지점까지 공정 설비를 오염시키는 경향이 있다. 연소 효율을 향상시키기 위해서, 다른 화학물질의 제조를 위한 공급 원료로서 리그닌의 사용에 대한 향상된 특성들을 위해서, 그리고 일반적인 설비 오염 문제를 방지하기 위해서는, 실질적으로 균일하고 작은 입자 크기의 리그닌을 제공하는 방법을 갖도록 하는 것이 유용할 것이다. 또한, 에너지 회수를 최대화하는 것이 유용할 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 본 발명의 방법 및 조성은 이러한 목적들뿐만 아니라 다른 중요한 목적들에 관한 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 일 구현예에서, 본 발명은 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법에 관한 것으로, 그 방법은,
- [0007] 불용성 리그닌을 포함하는 제1 고체 부분, 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류와 가용성 리그닌을 포함하는 제1 액체 부분을 포함하는 목질계 바이오매스를 제1 압력과 제1 온도에서 제공하는 단계;
- [0008] 상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 온도를 상기 제1 압력 하에서 리그닌의 유리 전이 온도보다 적어도 약 1°C 높은 제2 온도로 감소시키는 단계; 및
- [0009] 상기 제1 액체 부분에 있는 상기 가용성 리그닌을 침전시키고 혼합물을 형성하기 위해, 상기 제2 온도에서의 상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 압력을 약 1 초 미만의 시간 이내에 제2 압력으로 감소시키는 단계로서, 상기 혼합물은 불용성 리그닌과 침전된 리그닌을 포함하는 제2 고체 부분 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류를 포함하는 제2 액체 부분을 포함하는 것인, 단계를 포함하되,
- [0010] 상기 불용성 리그닌 및 침전된 리그닌의 평균 입자 크기는 약 500 미크론 미만이다.
- [0011] 다른 구현예에서, 본 발명은 본 발명의 방법에 의해 제조되는 리그닌 제품에 관한 것이다.
- [0012] 다른 구현예에서, 본 발명은, 약 500 미크론 이하의 평균 크기를 가지는 리그닌을 포함하되, 상기 리그닌은 초임계(supercritical) 또는 근임계 (near critical) 유체 추출을 이용하여 목질계 바이오매스로부터 처리되는 것인, 조성물에 관한 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 본 발명에 대한 추가의 이해를 제공하기 위해 포함되며 본 명세서에 통합되어 그 일부를 구성하는 첨부 도면들은, 본 발명의 구현예들을 예시하고 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.  
 도 1은 본 발명의 일 구현예에서 셀룰로오스 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법의 개략도이다.  
 도 2는 리그닌에 대한 누적 건조 시간(단위: 시)의 함수로서 % 수분 함량(습윤 기준)의 도표이다.  
 도 3은 추출된 리그닌과 여과된 리그닌에 대한 수분 함량의 함수로서 고위발열량(HHV)의 도표이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 상기에서 그리고 개시 내용의 전체에 걸쳐 사용된 바와 같이, 다음의 용어들은, 달리 표시되지 않는 한, 다음의 의미를 가지는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 본원에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태들(a, an, the)은 문맥이 명확히 달리 나타내지 않는 한 복수의 기준을 포함한다.
- [0016] 본 발명은 다양한 형태로 구현될 수 있지만, 몇몇 구현예들에 대한 아래의 설명은, 본 개시가 본 발명의 예시로서 여겨져야 하고 예시된 특정 구현예로 본 발명을 제한하도록 의도되지는 않는다는 이해를 가지고 이루어진 것이다. 소제목들은 단지 편의상 제공되었을 뿐, 어떤 방법으로도 발명을 제한하는 것으로 해석되지는 않아야 한다. 임의의 소제목하에 예시된 구현예들은 임의의 다른 소제목 하에 예시된 구현예들과 결합될 수 있다.
- [0017] 본 출원에서 명시된 다양한 정량적인 값들에서 수치들의 사용은, 달리 명확히 나타내지 않는 한, 언급된 범위들 이내의 최소 및 최대 값이 "약" 이라는 단어가 앞에 있는 것처럼 근사치로서 언급된다. 이러한 방식으로, 언급된 값으로부터 약간의 변화는 언급된 값과 실질적으로 동일한 결과를 얻기 위해 사용될 수 있다. 또한, 범위의 개시는 인용된 최소값과 최대값 사이의 모든 값을 포함하는 연속적인 범위뿐만 아니라 이러한 값들에 의해 만들어질 수 있는 임의의 범위로서 의도된다. 또한, 임의의 다른 인용된 수치로 인용된 수치를 나눔으로써 생성될 수 있는 임의의 그리고 모든 비율(및 임의의 그러한 비율의 범위들)이 본원에서 개시된다. 따라서, 당업자는 많은 그러한 비율들, 범위들 및 비율들의 범위들이 본원에서 제공되는 수치들로부터 명확하게 유도될 수 있으며, 모든 경우에 있어서 그러한 비율들, 범위들 및 비율들의 범위들은 본 발명의 다양한 구현예를 나타내는 것임을 이해할 것이다.
- [0018] 본원에서 사용되는 바와 같이, "실질적으로 없는" 이라는 문구는, 구성요소를 포함하는 임의의 조성물의 총 중량을 기준으로, 중량으로 약 1% 이하, 바람직하게는 약 0.5% 미만, 보다 바람직하게는 0.1% 미만의 구성요소를 가지는 것으로 의미한다.
- [0019] 본원에서 사용되는 바와 같이, "당화" 및 "당화된" 이라는 용어는, 가수분해를 통해서든지, 효소나 다른 수단의 사용을 통해서든지, 다당류를, 올리고당 및 단당류를 포함하는 더 작은 다당류로 분해시켜 일반적으로 액상 부분과 고상 부분으로 만드는 것을 말한다.
- [0020] 초임계 유체는 자신의 임계 온도 이상의 온도와 임계 압력 이상의 압력에 있는 유체이다. 초임계 유체는 액상과 기상이 서로 평형으로 존재할 수 있는 가장 높은 온도와 압력의 지점인 "임계점"에 또는 그 이상에 존재한다. 임계 압력과 임계 온도 이상에서, 액상과 기상 사이의 구분은 없어진다. 초임계 유체는 대략적으로 액체의 용매 특성과 동시에 기체의 침투 특성을 가진다. 따라서, 초임계 유체 추출은 높은 침투성과 우수한 용매화의 이점을 가진다.
- [0021] 보고된 임계 온도 및 압력은: 순수한 물에 대해, 약 374.2℃의 임계 온도 및 약 221 bar의 임계 압력; 이산화탄소에 대해, 약 31℃의 임계 온도 및 약 72.9 기압(약 1072 psig)의 임계 압력을 포함한다. 근임계수는 약 300℃ 또는 그 이상 그리고 물의 임계 온도(374.2℃) 미만의 온도를 가지고 모든 유체가 액상으로 있도록 충분히 높은 압력을 가진다. 아임계수(sub-critical water)는 약 300℃ 미만의 온도와 모든 유체가 액상으로 있도록 충분히 높은 압력을 가진다. 아임계수 온도는 약 250℃ 초과 그리고 약 300℃ 미만일 수 있고, 많은 경우에 아임계수는 약 250℃ 내지 약 280℃ 사이의 온도를 가진다. "고온 응축수" 라는 용어는 그 임계 상태에 있거나 그 이상인 물, 또는 본원에서 근임계나 아임계로서 정의되는 물, 또는 약 50℃ 초과(바람직하게, 적어도 약 100℃)이지만 아임계 미만인 임의의 다른 온도이며 물이 액체 상태에 있도록 하는 압력에 있는 물에 대해 본원에서 호환해서 사용된다.

- [0022] 본원에서 사용되는 바와 같이, "초임계" 인 유체(예를 들어, 초임계수, 초임계 CO<sub>2</sub> 등)는 주어진 온도 및 압력 조건의 세트에서 순수한 형태로 존재하면 초임계인 유체를 나타낸다. 예를 들어, "초임계수" 는, 물이 순수한 물이든 혼합물(예를 들어, 물과 에탄올, 물과 CO<sub>2</sub> 등)로 존재하든지 간에, 적어도 약 374.2°C의 온도 및 적어도 약 221 bar의 압력에서 존재하는 물을 나타낸다. 따라서, 예를 들어, "아임계수와 초임계 이산화탄소의 혼합물" 은 초임계상이 물을 포함하는지 여부와 수상이 임의의 이산화탄소를 포함하는지 여부에 관계 없이, 이산화탄소의 임계점보다 높지만 물의 임계점보다 낮은 온도와 압력에 있는 물과 이산화탄소의 혼합물을 나타낸다. 예를 들어, 아임계수와 초임계 CO<sub>2</sub>의 혼합물은 약 250°C 내지 약 280°C의 온도와 적어도 약 225 bar의 압력을 가질 수 있다.
- [0023] 본원에서 사용되는 바와 같이, "연속적" 은 공정의 지속기간 중 중단되지 않는 공정, 또는 공정의 지속기간에 대해 단지 잠깐 중단되거나, 멈추거나 또는 중지되는 공정을 나타낸다. 바이오매스의 처리는 바이오매스가 중단 또는 실질적인 중단 없이 장치로 공급될 때, 또는 상기 바이오 매스의 처리가 회분식 공정에서 이루어지지 않을 때 "연속적" 이다.
- [0024] 본원에서 사용되는 바와 같이, "체류" 는 재료의 소정 부분 또는 덩어리가 반응 구역 또는 반응 용기 내에 있는 시간의 길이를 나타낸다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 예들과 데이터를 포함하는 "체류 시간" 은 외기 조건에서 보고되고, 실제 경과된 시간일 필요는 없다.
- [0025] 본원에서 사용되는 바와 같이, "실질적으로 없는" 이라는 용어는, 조성의 총 중량을 기준으로, 언급된 재료를 중량으로 약 1% 미만, 바람직하게는 약 0.5% 미만, 보다 바람직하게는 0.1% 미만을 가지는 조성을 말한다.
- [0026] 본원에서 사용되는 바와 같이, "유리 전이 온도" 또는 "T<sub>g</sub>" 라는 용어는 비정질 재료가 취성의 유리질 상태에서 소성 상태로 변하는 온도를 의미한다. 유리 전이 온도는 수분 함량, 어닐링 정도 및 재료에 가해지는 압력을 포함하여, 테스트되는 재료의 조성에 좌우된다. 유리 전이 온도는 시차 주사 열량법, 열기계적 분석법, 동적 기계적 분석법 등으로 측정될 수 있다.
- [0027] 본원에서 사용되는 바와 같은, "미분화" 는, 예컨대 분무 또는 아토마이징을 통해 작은 입자 크기를 제공하거나, 또는 기계적 수단의 이용을 통해서든 아니든, 소정의 재료의 입자 크기를 줄여주는 것을 의미한다.
- [0028] 본원에서 사용되는 바와 같이, "목질계 바이오매스 또는 그 구성요소 부분" 아라 함은, 다양한 소스로부터의 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 및 리그닌을 함유하는 플랜트 바이오매스를 지칭하는 것으로서, 다음을 제한 없이 포함한다: (1) 농업 잔존물(옥수수 대 및 수수 찌꺼기를 포함함); (2) 에너지 전용 작물; (3) 나무 잔존물(제재소 및 제지 공장 폐기물을 포함함); 및 (4) 목질계 바이오매스 그 자체, 리그닌, C<sub>6</sub> 당류(셀룰로오스, 셀로비오스, C<sub>6</sub> 올리고당, C<sub>6</sub> 단당류를 포함함), 및 C<sub>5</sub> 당류(헤미셀룰로오스, C<sub>5</sub> 올리고당, 및 C<sub>5</sub> 단당류를 포함함)를, 제한 없이 포함하는 도시 폐기물 및 그 구성 부분들.
- [0029] 일반적으로, 본 발명의 방법은 열 회수를 최대화시키면서, 리그닌을 침전시키고 미분화(작은 입자 크기로 제공하거나 입자 크기를 줄임)하고 공정 설비의 오염을 방지한다. 이는, 끈적해짐을 막기 위해 유리 전이 온도(T<sub>g</sub>) 바로 위까지 리그닌을 함유하는 스트림을 냉각시키고, 이 후 리그닌이 용액으로부터 작은 입자 크기로 침전될 때 새로운 압력에서 T<sub>g</sub> 미만으로 잘 존재하도록 압력을 빠르게 떨어뜨림으로써 달성된다.
- [0030] 따라서, 일 구현예에서, 본 발명은 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 제조하는 방법에 관한 것으로서, 그 방법은,
- [0031] 불용성 리그닌을 포함하는 제1 고체 부분, 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류와 가용성 리그닌을 포함하는 제1 액체 부분을 포함하는 목질계 바이오매스를 제1 압력과 제1 온도에서 제공하는 단계;
- [0032] 상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 온도를 상기 제1 압력 하에서 리그닌의 유리 전이 온도보다 적어도 약 1°C 높은 제2 온도로 감소시키는 단계; 및
- [0033] 상기 제1 액체 부분에 있는 상기 가용성 리그닌을 침전시키고 혼합물을 형성하기 위해, 상기 제2 온도에서의 상기 목질계 바이오매스의 상기 제1 압력을 약 1 초 미만의 시간 이내에 제2 압력으로 감소시키는 단계로서, 상기 혼합물은 불용성 리그닌과 침전된 리그닌을 포함하는 제2 고체 부분 및 가용성 C<sub>6</sub> 당류를 포함하는 제2 액체 부분을 포함하는 것인, 단계를 포함하되,

- [0034] 상기 불용성 리그닌 및 침전된 리그닌의 평균 입자 크기는 약 500 미크론 미만이다.
- [0035] 본 발명의 일 구현예의 개략도를 도 1에 나타내었다. 리그닌 슬러리는 가수분해 공정(2)을 빠져 나온다. 리그닌 슬러리는, 예를 들어, 예비-냉각기 열교환기(4)에서 열 회수를 최대화하기 위해 유리 전이 온도 바로 위까지 냉각된다. 리그닌 슬러리는 이후, 예를 들어, 압력 강하 밸브(6)를 통해 급속 압력 강하를 거치게 되고, 이어서 슬러리 내의 액체(즉, 물) 성분이 플래쉬 증발(flash evaporate)된다. 이는, 리그닌 미분기(8) 내부에서 가용성 리그닌을 미세 입자로 갑작스럽게 침전되도록 한다. 특정 구현예에서, 미분기는 슬러리 이동을 유지하고 리그닌 침전을 막기 위해 비교적 작은 부피를 갖는다. 다른 구현예에서, 미분기는, 특히 풀(full) 플래쉬를 사용할 때 기계 장치에 의해 회수될 수 있는, 리그닌의 침전을 허용하기 위해 큰 부피를 가질 수 있다. 미분기로의 주입 파이프는 미분기의 위, 아래 또는 양 측면으로 있을 수 있다. 완전 감압을 위한 대기압, 또는 부분 감압의 경우에 있어서의 중간 압력은 배압 제어 밸브(10)에 의해 미분기 내에서 유지된다. 대기압에 대해 풀 플래쉬를 이용하는 구현예에서는, 배압 제어가 필요하지 않다. 임의의 회수된 스트림은 열 회수를 위한 응축기(12)(미도시)로 들어간다. 미분기 이후에, 슬러리는 유량 제어기(14)를 통해 흐른 후 열 교환기(16)에서 더 많은 열을 회수하기 위해 더 냉각되고, 만일 아직 대기 온도가 아니라면, 침전 탱크(20)에 있는 압력 강하 밸브(18)를 통해 대기압으로 감소된다. 탱크에서, 리그닌은 바닥으로 침전될 수 있다. 마지막으로, 슬러리는 액체(24)와 리그닌(26)의 최종 분리를 위해 고체/액체 여과 장치(22)를 통과될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 방법의 장점들은, 가용성 및 불용성 리그닌의 미분화(작은 입자의 제조 및/또는 평균 입자 크기 감소)가 취급을 향상시키고, 건조를 빠르게 하며, 리그닌의 연소를 향상시킨다는 것이다. 본 발명의 다른 장점은, 공정 설비의 오염을 방지하고 리그닌을 미분화할 수 있도록 가용성 및 불용성 리그닌 모두의 유리 전이상을 회피한다는 것이다.
- [0037] 본 방법의 특정 구현예들에서, 목질계 바이오매스는, 수열 처리(예컨대, 다른 유체(예컨대, 알코올, 산 또는 염기)를 포함할 수 있는, 고온 응축수, 아임계수, 근임계수 또는 초임계수), 효소 처리 등을 제한 없이 포함하는, 임의의 적절한 수단들에 의해 C<sub>6</sub> 당류의 적어도 일부를 제거하기 위해 분별된다.
- [0038] 본 방법의 특정 구현예에서, 상기 불용성 리그닌 및 침전된 리그닌의 평균 입자 크기는 약 500 미크론 미만이다.
- [0039] 본 발명의 방법은, 바람직하게는 연속적으로 가동되지만, 회분식(batch) 또는 반회분식(semi-batch) 공정으로 가동될 수도 있다.
- [0040] 본 발명의 방법은, 튜브형 반응기, 소화조(수직형, 수평형 또는 사선형) 등을 제한 없이 포함하는, 임의의 적절한 반응기에서 수행될 수 있다. 적합한 소화조로는, 소화조 및 증기 폭발 유닛을 포함하는 US-B-8,057,639에서 기술된 소화조 시스템이 포함되는 데, 이는 그 전체가 참조로써 포함한다.
- [0041] 특정 구현예들에서, 방법은 상기 혼합물의 온도를 감소시키는 단계를 더 포함한다. 본 발명의 모든 구현예들은, 일반적으로 약 280℃ 내지 375℃(가수분해 온도)인, 당화된 목질계 바이오매스가 제공되는 온도로부터 최종적으로는, 일반적으로 약 20℃ 내지 약 60℃인, 주위 온도 또는 거의 주위 온도로의 온도 감소를 포함한다. 온도 감소에 있어 중요한 점은 온도가 리그닌의 미분화를 허용하도록 리그닌의 유리 전이 온도 범위에 걸쳐 순차적으로 감소된다는 것이다.
- [0042] 방법에 부분 감압이 있는 경우의 구현예에서, 제2 압력은 대기압보다 더 크다.
- [0043] 방법에 완전 감압이 있는 경우의 구현예에서, 제2 압력은 대략 대기압이다.
- [0044] 특정 구현예들에서, 방법은 상기 혼합물에서의 압력을 제3 압력으로 감소시키는 단계를 더 포함한다. 압력 제어는 당화된 목질계 바이오매스가 매우 짧은 시간(예를 들어, 1초 미만)에 냉각되는 플래쉬 공정에서 온도에 영향을 미친다. 주입 압력은 부분 증의 액상 구성요소가 액상으로 남도록 소정의 온도에서 포화 압력 이상이어야 한다. 목질계 바이오매스의 처리와 관련해서, 일반적 처리 조건 하에서 리그닌의 유리 전이 온도 범위인 약 180℃ 내지 약 240℃의 온도 범위를 피하도록 하는 것이 바람직하다. 따라서, 만일 주입 온도가 적어도 240℃+1℃ 라면, 최소 주입 압력은 약 34 bar일 필요가 있지만 훨씬 더 높을 수 있다. 예를 들어, 40 bar인 주입 압력을 가지는 것이 일반적이다. 배출 온도는 배출 압력에 좌우되어 결정된다. 예를 들어, 당화된 목질계 바이오매스를 180℃까지 플래쉬 냉각시킨다면, 배출 압력은 180℃에서 포화 압력과 같은, 약 10 bar일 필요가 있다. 배출 압력은 배압 밸브에 의해 제어되고, 배출 온도는 배출 압력에 의해 결정된다. 배출 압력이 변하게 된다면, 배출 온도도 또한 변할 것이다. 배출 온도는 선택된 압력에서의 포화 온도이다.

- [0045] 특정 구현예들에서, 방법은, 리그닌이 미분화된(작은 입자 크기로 제공되었거나 또는 입자 크기가 감소된) 경우의 상기 불용성 리그닌과 상기 침전된 리그닌이 중력에 의해 분리되도록 하는 단계를 더 포함한다.
- [0046] 특정 구현예들에서, 방법은 상기 제2 고체 부분과 상기 제2 액체 부분을 분리하는 단계를 더 포함한다. 당업자들에게 잘 알려진 여과 방법을 포함하는 적절한 분리 방법, 예컨대 디켄터 필터, 필터 프레스, 역삼투압 및 나노필터, 원심분리 디켄터 등이 있다.
- [0047] 특정 구현예들에서, 방법은, 적어도 하나의 열 교환기, 예를 들어 예비-냉각기 열 교환기(4) 또는 최종 열 교환기(16)를 사용하여 열을 회수하는 단계를 더 포함한다.
- [0048] 다른 구현예에서, 발명은, 공정 열보일러에서 사용되는 것들과 같은, 연료를 포함하는, 본 발명의 방법에 의해 제조된 리그닌 제품에 관한 것이다. 리그닌 제품은 또한 폐놀에 대한 기능성 대체물로서, 폴리올에 대한 기능성 대체물로서, 또는 탄소 섬유에 대한 빌딩 블록으로서 사용될 수 있다. 다른 구현예들에서, 리그닌을 포함하는 본 발명의 조성물은, 연료, 점착제, 파티클 보드(particle board) 및 합판의 제조에서 폐놀 포름알데히드 레진 증량제, 몰딩 화합물의 제조에서, 우레탄 및 에폭시 레진, 향산화제, 서방성 제제, 유량 조절제, 시멘트/콘크리트 혼합, 석고 보드 제조, 석유 굴착, 일반 분산, 태닝(tanning) 가죽, 도로 복개, 바닐린 제조, 디메틸 설파이드 및 디메틸 술폰사이드 제조, 폴리올레핀 혼합물에 폐놀 레진이 내포된 폐놀 치환, 방향족 (폐놀) 단량체, 추가적인 다양한 단량체, 탄소 섬유, 용액에서 금속 제거, 젤 형성의 기초, 재생가능한 필터/증량제로서 폴리우레탄 공중합체 등을 제한 없이 포함하는, 다양한 적용분야에서 활용될 수 있다.
- [0049] 다른 구현예에서, 본 발명은 초임계 또는 근임계 유체 추출을 이용하여 목질계 바이오매스로부터 처리되는 리그닌을 포함하는 조성물에 관한 것이다.
- [0050] 바람직한 구현예들에서, 조성은 유기 용매가 실질적으로 없다. 바람직한 구현예들에서, 리그닌 제품의 평균 입자 크기는 약 500 미크론 미만, 더 바람직하게는 300 미크론 미만, 더욱 더 바람직하게는 약 250 미크론 미만, 그리고 보다 더 더욱 바람직하게는 약 50 미크론 미만이다. 리그닌의 입자 크기는 표준 체 진탕기(standard sieve shaker), 현미경 검사, 광 산란, 레이저 회절, 및 기타 표준 크기 분석 기술에 의해 측정될 수 있다.
- [0051] 바람직한 구현예에서, ASTM-D240에 의해 측정된 리그닌의 발열량은 30%의 수분 함량에서 적어도 약 5,000 BTU/lb이다. 바람직한 구현예에서, ASTM-D240에 의해 측정된 리그닌의 발열량은 15%인 수분 함량에서 적어도 약 7,500 BTU/lb이다. 바람직한 구현예에서, ASTM-D240에 의해 측정된 리그닌의 발열량은 5%인 수분 함량에서 적어도 약 8,000 BTU/lb이다.
- [0052] 본 발명은 다음의 실시예들에서 더 정의되는데, 실시예들에서 모든 부(part) 및 퍼센트는 달리 언급되지 않는 한 중량 기준이다. 이러한 실시예들은, 발명의 바람직한 구현예들을 나타내지만, 단지 예시로서 주어진 것이며 임의의 방식으로 제한하는 것으로서 해석되어서는 안 된다는 점을 이해할 것이다. 위의 설명과 이러한 실시예들로부터, 당업자는 본 발명의 중요한 특성들을 확인할 수 있고, 본 발명의 사상과 범주로부터 벗어남 없이, 다양한 용도와 조건들로 적응시키기 위해 본 발명의 다양한 변경예들 및 변형예들을 만들 수 있다.
- [0053] 실시예
- [0054] 실시예 1 :
- [0055] 전처리(분별) 및 셀룰로오스 가수분해 공정은 공급 원료로서 활용되는 목질계 바이오매스로부터 리그닌을 분리시킨다. 본 실시예에서의 테스트를 위해, 셀룰로오스 폐수의 플라쉬로부터 발생하는 리그닌 샘플을, 발열량, 일반, 최종 및 회유점, 애쉬 산화물 조성, 수분 함량, 및 입자 크기를 알아내기 위해 테스트하였다.
- [0056] 건조 속도 및 수분 함량
- [0057] 리그닌이 중력과 20  $\mu$ m 필터지를 활용하여 플라쉬된 셀룰로오스 가수분해 폐수 글루코스 스트림으로부터 분리될 때, 리그닌은 65wt% 내지 75wt% 사이의 평균 수분 함량을 가진다. 평균 수분 함량은 모상 액체로부터 고체를 보다 효율적으로 분리하기 위해 원심분리 또는 진공 필터 유닛을 이용함에 의해 더 감소될 수 있다. 대표적인 리그닌 샘플은 글루코스 제품 탱크의 바닥에서 수집되는 슬러지로부터 얻어졌는데, 그 제품은 약 225 bar 및 375  $^{\circ}$ C의 셀룰로오스 가수분해 조건에서 100 메쉬의 목분의 복수 번의 실행들로부터 생성되었다. 이어서 샘플은 대기 상에서 건조되도록 하여 샘플의 건조 속도를 측정하였다.
- [0058] 결과들을 도 2에 나타내었다. 곡선은, 리그닌이 대략 105 시간 후에, 10wt% 수분 함량까지 건조 되어 약 5wt% 침전된다는 것을 나타낸다. 이는 예상보다 더 건조되는 것으로 건조 실험이 수행되는 (플랜트 내부에서의) 위치

에 기인하는 것이었을 수 있다. 리그닌이 태양 단열, 일교차, 습도 및 침전이 20wt% 내지 25wt% 인 최종 수분 함량을 유지하도록 예상되는 외부에서 건조된다면, 주위 조건들은 예측되는 것보다 더 따뜻하고 더 건조하다. 건조 단계의 처음 75시간은 표면에서의 포화 조건을 유지하기 위한 충분히 빨리 입자 표면으로의 수분 이동이 있는 일반적인 일정한 속도의 건조 구간을 따른다. 이는, 건조 속도가 증발 표면으로 전달되는 열의 속도에 의해 제어된다는 것을 나타낸다. 75부터 125 시간인, 곡선의 하부는, 건조의 제어 메커니즘 변화를 나타내는 건조 속도가 연속적으로 변화하는(보통 감소시키는) 것을 전형적으로 보여준다. 입자의 표면적은 완전히 포화된 상태를 더 이상 유지하지 못하며, 내부 입자의 물 확산 속도가 건조 공정을 제어하기 시작하는 입자 내부로 증발이 이동하기 시작한다.

[0059] 발열량

[0060] 다양한 수분 함량에서 리그닌의 발열량을 분석하였다. 연료의 발열량은 그것의 산소와의 완전 연소 중 방출되는 열의 측정값이다. 임의의 연료는 수소를 함유할 것이고, 물은 수소가 공기에서 태워질 때 연소 생성물로서 만들어질 수 있다. 이렇게 발생한 물은 증기 상태로 남아있거나 또는 액체로 응축되어 상 변화와 관련된 증발 잠열로 인해 측정되는 발열량에서 상당한 차이를 야기할 수 있다. 연료의 단위로 주어지는 열을 결정할 때, 고위(또는 총) 발열량(HHV)은 임의의 발생한 물이 모두 응축되는 것보다 추정되는 경우에 일반적으로 보고되므로, 발열량은 증발 잠열을 포함한다. 저위(또는 순) 발열량(LHV)의 경우, 물이 전혀 응축되지 않는 것으로 추정되고 남은 연소 생성물 모두는 기체 상태이다. HHV는 연소열 측정장치(oxygen bomb calorimeter)를 이용하여 측정될 수 있고 연료의 단위 중량 당 관련된 열(Btu/lb<sub>f</sub>)로서 표시된다. LHV의 산정은 다음의 식으로부터 계산될 수 있다:

[0061]  $HHV = LHV + nH_{vp}$

[0062] 여기서, HHV = 연료 고 발열량(Btu/lb<sub>f</sub>)

[0063] LHV = 연료 고 발열량(Btu/lb<sub>f</sub>)

[0064]  $n = \text{연소된 연료의 질량 당 발생한 물의 화학양론비적 질량}(lb_w/lb_f)$

[0065]  $H_{vp} = \text{물의 증발 잠열}(Btu/lb_w)$  이다.

[0066] ASTM D240에 따른 연소열 측정장치를 이용한 테스트 결과를 추출된 리그닌 및 여과된 리그닌에 대해 도 3에 나타내었다. 발열량 데이터는 수분 함량이 증가함에 따라 감소한다. 여과된 리그닌은 대기 조건으로 셀룰로오스 가수분해 폐수를 플래쉬함으로부터 얻어지는 리그닌이다. 추출된 리그닌은 에탄올을 활용한 분별 슬러리로 부터 추출된다. 25% 수분 함량에서 여과된 리그닌에 대한 평균 발열량은 대략 8,200 Btu/lb이다.

[0067] 입자 크기

[0068] 개별 입자들의 표면적/질량 비율은, 연소 효율, 보일러 설계 및 연소 공기의 주입 방법에 영향을 미치기 때문에 연료로서 리그닌의 유용성의 중요한 측면이다. 부적절한 크기의 연료는 완전히 연소되지 않을 수 있으며, 열 에너지는 탄소가 많은 바닥 및/또는 플라이 애쉬의 형태로 잃게 될 수 있다. 입자 크기를 측정하는 것은 분급, 예를 들어 체 거름, 또는 대표적인 샘플을 현미경으로 관찰하여 적절한 눈금과 비교함에 의해 수행될 수 있다. 평균 입자 크기는 Magnaview DC5-153 현미경과 보정된 눈금 슬라이드를 이용하여 결정되었다. 관찰된 평균 입자 직경은 셀룰로오스 가수분해로부터 유도되는 분리된 고체에 대해 37% 수분 함량에서 10 μm 내지 30 μm 였고, 여기서 고체는 대략 80% 리그닌으로 확인되었다.

[0069] 공업 분석(Proximate Analysis)

[0070] 연료의 공업 분석은 건조한 연료 중량의 퍼센트로서 연료에 존재하는 휘발성분, 고정된 탄소, 수분 함량, 및 애쉬를 나타낸다. 휘발성분 및 고정된 탄소의 퍼센트는 모두 일반적으로 연료의 발열량, 화염 온도 및 연소 공정에 직접적인 영향을 미친다. 탄소 및 금속 이외의 것인 모든 다른 연료는 기체로 연소된다. 휘발성분의 퍼센트는 그레이트(grate)에 있는 고체로서 또는 미세한 입자로서 연소하는 남아있는 탄소와 기체 상으로 연소할 수 있는 연료의 양을 나타낸다. 애쉬 함량은 공기 오염 제어 설비, 보일러 그레이트, 및 바닥 애쉬 처리 설비의 설계에 있어 중요하다.

[0071] 단일 샘플에 대한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

샘플 번호	% 수분 함량	% 애쉬 함량	% 휘발성 물질	% 고정 탄소
1	18.57	0.44	56.75	24.24

[0072]

[0073] 원소 분석(Ultimate Analysis)

[0074] 연료의 원소 분석은 연료 샘플의 건조 중량의 퍼센트로서 원료의 원소 조성을 나타낸다. 일반적으로 고려되는 주요 원소는 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 황(S) 및 산소(O)이고, 반면에 애쉬는 원소가 아니다. 황 및 애쉬 퍼센트는 공기 정화 제어 설비 및 공기 허용의 효율적인 설계에 사용되기 위해 이산화황(SO<sub>x</sub>) 및 입자 물질(PM)에 대한 공기 배출 속도를 정확하게 측정할 필요가 있기 때문에 특히 중요하다.

[0075] 단일 샘플에 대한 결과를 표 2에서 나타내었다.

표 2

샘플 번호	% C	% H	% N	% O (차이에 의함)	% S	% 애쉬
1	51.00	6.56	0.15	41.74	0.02	0.44

[0076]

[0077] 회용점

[0078] 회용점은 환원 및 산화 분위기 모두에서 고온 로에 있는 관측 창을 통해 연료(리그닌)의 애쉬의 쌓여있는 시편을 관찰함으로써 정해진다. 원뿔, 피라미드, 또는 정육면체 형태로 있는 애쉬는 1000°C 보다 높게, 가능한 높은 온도까지, 바람직하게는 1600°C(2910)까지 서서히 가열된다. 그런 다음 이하의 온도들이 기록된다:

[0079] 초기 변형 온도(IT): 마운드(mound)의 지점이 처음 변형되고 둥그렇게 되기 시작할 때 도달되는 온도.

[0080] 연화(구형화) 온도(ST): 마운드의 상부가 구형 형상이 될 때, 즉, 원뿔의 바닥이 마운드의 높이와 같아질 때 도달되는 온도.

[0081] 반구형 온도(HT): 전체 마운드가 반구형 형상일 될 때, 즉, 원뿔의 바닥이 마운드 높이의 두 배가 될 때 도달되는 온도.

[0082] 흐름(유체) 온도(FT): 용융된 애쉬가 로 바닥에 납작한 단추로 붕괴될 때, 즉, 용융된 덩어리로 퍼질 때 도달되는 온도.

[0083] 일반적으로, 환원 하의 온도는 산화 조건 하에서 해당하는 온도 이하이어야 한다. 이러한 온도들에서 차이는 일반적으로 애쉬에서 철 함량을 증가시키기에 따라 증가한다. 용융 온도는 IT, ST, HT 및 FT의 순서로 점차적으로 증가한다.

[0084] 산화 분위기에서 단일 샘플에 대한 결과를 표 3에서 나타내었다.

표 3

초기 변형 온도(IT):	2136°F(1169°C)
연화(구형화) 온도 (ST):	2141°F(1172°C)
반구형 온도 (HT):	2143°F(1173°C)
흐름(유체) 온도 (FT):	2144°F(1174°C)

[0085]

[0086]

너무 낮은, 연료 평가를 위한 임계 온도인, 구형화 온도는 보일러의 연소 챔버에서 슬래깅(slagging) 문제를 일으킨다. 애쉬가 연화되고 용융됨에 따라, 애쉬는 냉각되어 반드시 제거되어야 하는 클링커(clinker)라고 불리는 유리질 물질을 연소 챔버에서 만들어 그 연소 챔버 내의 표면에 나중에 영향을 미친다. 클링커의 제거는 보일러가 반드시 가동을 멈추어야 하기 때문에 보일러 작동을 심각하게 지연시킨다. 만일 용융된 애쉬가 열 전달 표면에서 냉각된다면, 층이 결과적으로 쌓이고, 열 교환기를 오염시켜 그 전체 효율 및 이에 따라 보일러 효율을 떨어뜨리게 된다. 영향을 최소화하기 위해 연소 챔버 출구에서 실제 연통 가스 온도 피크 보다 높은 35°C 내지 65°C(100°F 내지 150°F)의 ST를 가지는 것이 바람직하다.

[0087]

회용점은 애쉬의 연화 및 용융 거동을 보여준다.

[0088]

애쉬 미네랄 산화물 분석

[0089]

애쉬 미네랄 산화물 조성은, 또한 리그닌의 연소에 의해 발생하는 애쉬가 바이오매스 보일러의 연소 챔버에서 어떻게 거동하게 될 것인지를 이해함에 있어 유용하다. 조성물은 용융 온도의 범위, 특히 철의 수준 및 산에 대한 염기 산화물 양에 영향을 미친다. 일반적인 분석으로 다음의 미네랄 산화물, 실리카(SiO<sub>2</sub>), 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 철 산화물(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 이산화티탄(TiO<sub>2</sub>), 오산화인(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 칼슘 산화물(CaO), 마그네슘 산화물(MgO), 망간 산화물(MnO), 나트륨 산화물(Na<sub>2</sub>O), 칼륨 산화물(K<sub>2</sub>O), 및 삼산화황(SO<sub>3</sub>)의 중량 퍼센트를 결정한다. 실리카, 알루미늄 및 이산화티탄은 산성 산화물 그룹을 구성하며, 나머지 화합물은 염기성 산화물을 구성한다.

[0090]

단일 샘플에 대한 결과를 표 4에서 나타내었다.

표 4

샘플 번호	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 로서 %Al	CaO 로서 %Ca	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 로서 %Fe	MgO 로서 %Mg	MnO 로서 %Mn	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 로서 %P	K <sub>2</sub> O 로서 %K	SiO <sub>2</sub> 로서 %Si	Na <sub>2</sub> O 로서 %Na	TiO <sub>2</sub> 로서 %Ti	SO <sub>3</sub> 로서 %S	% 합계
1	7.52	18.56	22.30	1.57	0.19	1.05	1.20	29.18	1.19	3.67	13.15	99.56

[0091]

[0092]

표 5는 일반적인 고급의 동부 켄터키 석탄, 일반적인 건목재, 및 셀룰로오스 가수분해-유도 리그닌에 대한 일대일 비교를 나타낸다.

표 5

특성	동부 켄터키 석탄	일반적 견목재	셀룰로오스 가수분해-유도 리그닌
발열량(Btu/lb)	13254 @ 5% MC	8839 (오븐 건조)	8200 @ 25% MC
공업 분석			
% 수분함량	1.2	45.6	18.57
% 애쉬	10.15	0.45	0.44
% 휘발성 물질	36.82	48.58	56.75
% 고정된 탄소	53.03	5.52	24.24
원소 분석			
% C	75.0	51.64	51.09
% H	7/0	6.26	6.56
% N	1.0	0	0.15
% S	3.0	0.009	0.02
% O (차이에 의한)	6.2	41.45	41.74
% 애쉬	7.8	0.65	0.44
회유점(산화)			
IT (룻)	1627		2136
ST (룻)	1647	1652	2141
HT (룻)	1649		2143
FT( 룻)	1649		2144
애쉬 미네랄 산화물 분석			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 로서 %Al	30.67	0.03	7.52
CaO 로서 %Ca	1.16	31.35	18.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 로서 %Fe	4.87	0.09	22.30
MgO 로서 %Mg	0.42	7.57	1.57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 로서 %P	0.13	0.56	1.09
K <sub>2</sub> O 로서 %K	0.99	10.25	1.20
SiO <sub>2</sub> 로서 %Si	58.20	0.13	29.18
Na <sub>2</sub> O 로서 %Na	0.17	0.06	1.18
TiO <sub>2</sub> 로서 %Ti	2.08	-	3.67
SO <sub>3</sub> 로서 %S	1.29	1.21	13.15

[0093]

[0094]

나타낸 바와 같이, 리그닌의 HHV는 (수분 함유를 허용하는) 일반적인 견목재 보다 양호하지만, 석탄만큼 높지는 않다. 하지만, 리그닌은 비교적 높은 에너지 밀도의 연료로 여겨진다. 리그닌의 55% 이상은 휘발성 물질이고 애쉬는 0.50% 미만으로 나타나, 리그닌의 대부분은 연소되어 기체상으로 연소 챔버를 빠져나가 는 것으로 예상되어, 바이오매스 보일러에서 필요한 애쉬 처리 설비의 크기를 최소화시킨다.

[0095]

ST는 견목재의 평균보다 훨씬 더 크다. 이는 연소 챔버 벽에서 슬래깅의 영향을 최소화시키도록 도와줄 것으로 예상된다. 높은 ST는 애쉬에 있는 비교적 높은 철 및 칼슘 함량과 관련되어 있는 듯 하다. 회유점은 보일러 작동과 효율에 중요하다.

[0096]

공기 오염 제어 관점으로부터, NO<sub>x</sub> 형성(특히 연료 NO<sub>x</sub>)은 리그닌의 질소 함량이 매우 낮음에 따라 최소화될 것으로 예상된다. 입자 물질(PM)에 대해서도 동일하다.

[0097]

전체적으로, 결과는 셀룰로오스 가수분해-유도 리그닌이 공정 보일러에서 효과적으로 연소되도록 하는 연료 특성을 가진다는 것을 나타낸다. 특히, HHV, % 휘발성 물질, 구형화 온도(ST), 및 애쉬 미네랄 산화물 농도가 보일러 연료로서 사용되는 리그닌에 대해 특히 도움이 된다.

[0098]

분자량과 같은 물리적 특성들 또는 화학식과 같은 화학적 특성들을 위해 범위들이 본원에서 사용되는 경우, 특정 구현예에서 범위들의 모든 조합들 및 부조합들이 포함되는 것으로 의도된다.

[0099]

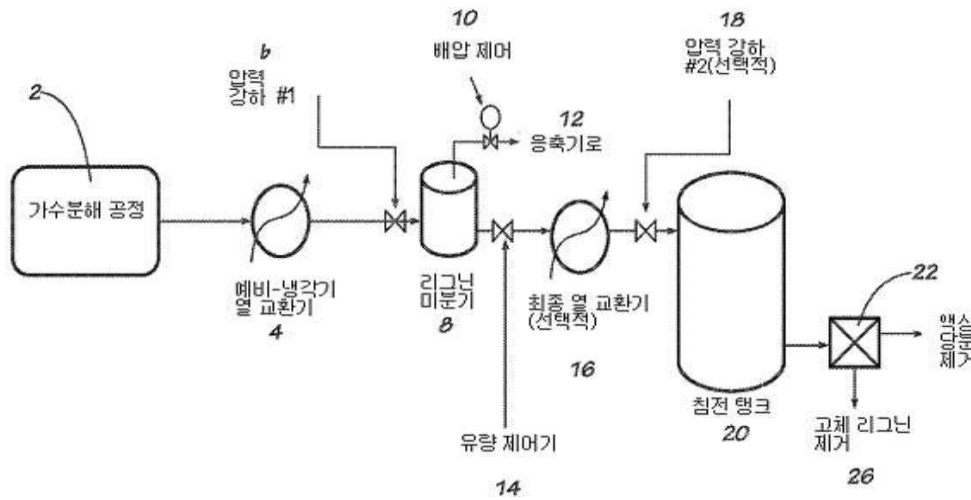
본 문헌에서 인용되거나 설명된 각 특허, 특허 출원, 및 공보의 개시는, 그 전체가 참조로써 본원에서 포함된다.

[0100]

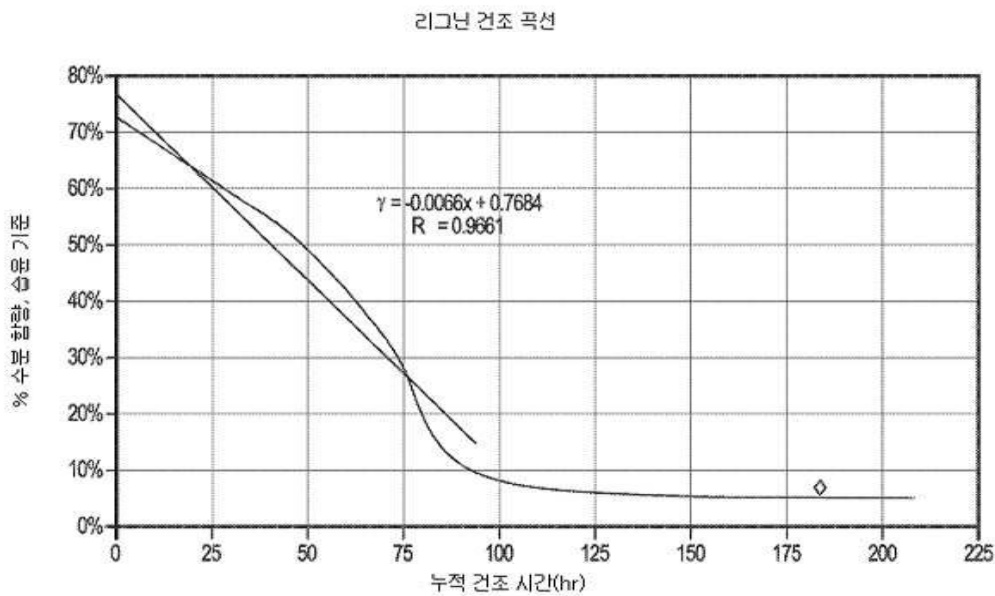
당업자는 많은 변경예들과 변형예들이 본 발명의 바람직한 구현예들에 대해 이루어 질 수 있으며, 또한 그러한 변경예들과 변형예들은 본 발명의 사상에서 벗어남 없이 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 첨부한 청구범위는 본 발명의 진정한 사상과 범주 내에 포함되는 그러한 모든 균등한 변형예들을 망라하는 것으로 의도된다.

도면

도면1



도면2



도면3

