



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월13일
(11) 등록번호 10-1947857
(24) 등록일자 2019년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01K 13/00 (2006.01) F01K 11/02 (2006.01)
F01K 7/16 (2006.01) F01K 7/40 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7031473
(22) 출원일자(국제) 2012년08월29일
심사청구일자 2017년06월21일
(85) 번역문제출일자 2014년11월07일
(65) 공개번호 10-2015-0014448
(43) 공개일자 2015년02월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/052875
(87) 국제공개번호 WO 2013/154601
국제공개일자 2013년10월17일
(30) 우선권주장
13/596,945 2012년08월28일 미국(US)
61/621,772 2012년04월09일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US03016712 A1*
US20110140453 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이아이에프 엔티이 하이브리드 인텔렉추얼 프로퍼티 홀딩 컴퍼니, 엘엘씨
미국 매사추세츠 02494 니덤 스위트 101 켄드릭 스트리트 63 찰스 리버 플레이스 3
(72) 발명자
스미스, 알란
미국, 플로리다 32137, 팜 코스트, #614, 서프뷰 드라이브 60
밀러, 맥켄지
미국, 플로리다 32084, 세인트 어거스틴, 히폴리타 스트리트 64C
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강진섭, 문용호, 홍성우, 이용우

전체 청구항 수 : 총 14 항

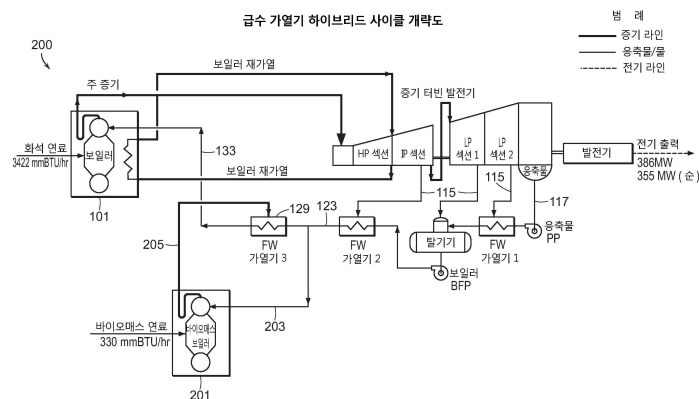
심사관 : 박종오

(54) 발명의 명칭 급수 가열 하이브리드 발전

(57) 요약

본 기술은, 하이브리드 공정에서 이차 연료 공급 보일러를 일차 연료 공급 랭킨 스팀 사이클 연소 시스템과 결합한다. 이차 연료 공급 연소 시스템으로부터의 출력을 일차 연료 공급 랭킨 시스템의 급수 가열기(들), 탈기기, 급수 가열 라인, 및/또는 재가열 라인에 공급한다. 집적된 증기 유량은, 증기 터빈 발전기로부터의 하나 이상의 추출물을 제거하거나 감소시켜, 증기 터빈 발전기가 동일한 랭킨 시스템 입력 에너지를 사용하여 더욱 많은 전력을 발생하게 하거나 또는 다수의 연료 소스들로부터의 에너지 입력을 사용하여 균등한 전력을 발생할 수 있게 한다. 기술은, 이차 연료 또는 이차 연료 공급 연소 기술의 임의의 유형 및/또는 구성에서 이용될 수 있고, 및/또는 일차 연료 공급 증기 소스의 임의의 유형을 이용할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

더크스, 필립

미국, 플로리다 32080, 세인트 어거스틴, 유닛 3에
이, 코마레스 에비뉴 83

쇼트리지, 세트

미국, 플로리다 32080, 세인트 어거스틴, 이지언
비스타 웨이 314

명세서

청구범위

청구항 1

발전 방법(generating electrical power)으로서,

제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량(steam flow)을 생성하는 단계;

상기 제1 증기 유량을 증기 터빈을 통해 처리하여 전기를 생성하는 단계;

상기 증기 터빈의 하나 이상의 낮은 압력(Low Pressure; LP) 섹션들 및 하나 이상의 중간 압력(Intermediate Pressure; IP) 섹션들로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기(deaerator)내의 급수 유량을 가열하는 단계;

적어도 하나의 추가 보일러 시스템을 통해 적어도 하나의 추가 에너지 소스를 처리하여 적어도 하나의 추가 증기 유량을 생성하는 단계, 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템은 상기 제1 보일러 시스템이 작동하는 동안 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량을 연속적으로 생성함;

상기 급수 유량을 더 가열하기 위하여 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 일부를 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기 중 적어도 하나로 경로 설정(route)하는 단계, 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기 내의 상기 급수 유량은 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 및 상기 하나 이상의 낮은 압력 섹션들 및 상기 하나 이상의 중간 압력 섹션들로부터의 상기 하나 이상의 추출물에 의해서만 가열됨;

상기 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기로부터 상기 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 제2 일부를 상기 증기 터빈과 상기 제1 보일러 시스템의 재가열 섹션 사이의 저온 재가열 라인(cold reheat line)으로 경로 설정하는 단계를 포함하는, 발전 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기 중 적어도 하나는 열 교환기인, 발전 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 에너지 소스는, 화석 연료, 도시 고형 폐기물(municipal solid waste), 폐기물 연료(refuse derived fuel), 고유 재생 연료(specific recovered fuel), 및 바이오매스(biomass) 중 적어도 하나를 더 포함하는, 발전 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 추가 에너지 소스는, 화석 연료, 도시 고형 폐기물, 폐기물 연료, 고유 재생 연료, 및 바이오매스 중 적어도 하나를 더 포함하는, 발전 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템은 랭킨 스팀 사이클 시스템을 포함하는, 발전 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 에너지 소스는 화석 연료를 포함하고, 상기 적어도 하나의 추가 에너지 소스는 바이오매스를 포함하는, 발전 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템의 배출과 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템의 배출을 결합된 배출 제어 시스템으로 경로 설정하는 단계를 더 포함하는, 발전 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템의 배출을 제1 배출 제어 시스템으로 경로 설정하고 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템의 배출을 적어도 하나의 추가 배출 제어 시스템으로 경로 설정하는 단계를 더 포함하는, 발전 방법.

청구항 12

발전 시스템으로서,

제1 증기 유량을 생성하도록 구성된 제1 보일러 시스템;

상기 제1 증기 유량을 처리하여 전기를 생성하도록 구성된 터빈;

하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기 내의 급수 유량을 가열하도록 구성된, 상기 터빈의 하나 이상의 낮은 압력(Low Pressure; LP) 섹션들 및 상기 터빈의 하나 이상의 중간 압력(Intermediate Pressure; IP) 섹션들로부터의 하나 이상의 추출물;

상기 제1 보일러 시스템이 작동하는 동안 적어도 하나의 추가 증기 유량을 연속적으로 생성하도록 구성된 적어도 하나의 추가 보일러 시스템; 및

상기 급수 유량을 더 가열하기 위하여 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 제1 일부를 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기 중 적어도 하나로 경로 설정하도록 구성된 적어도 하나의 증기 라인을 포함하되, 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기 내의 상기 급수 유량은 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 및 상기 하나 이상의 낮은 압력 섹션들 및 상기 하나 이상의 중간 압력 섹션들로부터의 상기 하나 이상의 추출물에 의해 서만 가열되고,

상기 적어도 하나의 증기 라인은, 또한, 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 제2 일부를 상기 터빈과 상기 제1 보일러의 재가열 섹션 사이의 저온 재가열 라인으로 경로 설정하도록 구성된, 발전 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기 중 적어도 하나는 열 교환기인, 발전 시스템.

청구항 14

삭제

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템은 랭킨 스팀 사이클 시스템을 포함하는, 발전 시스템.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템의 배출과 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템의 배출을 결합된 배출 제어 시스템으로 경로 설정하도록 구성된 배기 시스템을 더 포함하는, 발전 시스템.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 제1 보일러 시스템의 배출을 제1 배출 제어 시스템으로 경로 설정하도록 구성된 제1 배기 시스템, 및 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템의 배출을 적어도 하나의 추가 배출 제어 시스템으로 경로 설정하도록 구성된 제2 배기 시스템을 더 포함하는, 발전 시스템.

청구항 20

발전 방법으로서,

제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계;

상기 제1 증기 유량을 증기 터빈을 통해 처리하여 전기를 생성하는 단계;

상기 증기 터빈의 하나 이상의 낮은 압력(Low Pressure; LP) 섹션들 및 하나 이상의 중간 압력(Intermediate Pressure; IP) 섹션들로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기내의 급수 유량을 가열하는 단계, 하나 이상의 급수 가열기 또는 탈기기 내의 상기 급수 유량은 상기 하나 이상의 낮은 압력 섹션들 및 상기 하나 이상의 중간 압력 섹션들로부터의 상기 하나 이상의 추출물에 의해서만 가열됨;

상기 급수 유량 중 적어도 일부를 적어도 하나의 추가 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계;

상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템을 통해 적어도 하나의 추가 연료 소스를 처리하여 적어도 하나의 추가 증기 유량을 생성하는 단계, 상기 적어도 하나의 추가 보일러 시스템은 상기 제1 보일러 시스템이 작동하는 동안 상기 적어도 하나의 추가 증기 유량을 연속적으로 생성함; 및

상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 일부를 상기 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 추가 증기 유량 중 적어도 제2 일부를 상기 증기 터빈과 상기 제1 보일러 시스템의 재가열 섹션 사이의 저온 재가열 라인(cold reheat line)으로 경로 설정하는 단계를 포함하는, 발전 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원

[0002]

본 출원은 2012년 4월 9일자로 제출된 미국 가특허출원번호 제61/621,772호인 우선권을 주장하며, 그 전문은 본 명세서에 참고로 인용된다.

[0003]

설명하는 기술은 일반적으로 하이브리드 연소계 에너지 시스템을 통한 발전 방법과 시스템에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 기술은, 이차 연소 시스템으로부터 랭킨 스팀 사이클 연소 시스템(기술이라고도 함)의 하나 이상의 급수 가열기(들)로 증기 출력을 공급하기 위한 방법과 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004]

흔히, 연소계 에너지 발생 시스템의 유틸리티 및 기타 사용자는 전력을 생성하는 데 사용되는 연료의 유형과 양에 있어서 유연성을 추구한다. 연료 유연성은 이러한 실체(entity)들이 연료 공급 부족에 노출되는 것을 줄일 수 있게 하며, 연료 가격의 변동을 완화 및/또는 활용할 수 있게 하고, 심지어 정부 인센티브 프로그램의 이점을 취할 수 있게 한다. 그러나, 연료 유연성은, 배출 컴플라이언스, 작동 가능성, 및 유지보수성 사항들로 인해 하나의 연소 시스템에서 다수의 연료들을 혼소(co-firing)하는 경우에(예를 들어, 동일한 로(furnace) 내에서 석탄과 바이오매스를 태우는 경우) 크게 제한된다. 이러한 사항들은, 통상적으로, 가변되는 배출 프로파일들 및/또는 오염물과 응집물의 제어 어려움을 포함하지만, 이러한 예들로 한정되지는 않는다. 따라서, 추가 유연성을 얻으려면 각 연료 유형마다 별도의 연소 시스템이 필요할 수 있다.

[0005]

그러나, 다수의 병렬 독립적인 에너지 생산 작동 시설들에 많은 단점들도 있다. 별도의 시설들을 작동시키려면, 병렬 장비와 노동을 필요로 하며, 더욱 높은 고정된 작동 비용과 유지보수 비용을 요구하고, 병렬 기생 부하들 등으로 인해 더욱 큰 비효율성을 겪게 된다. 또한, (예를 들어, 저온 능력, 압력 능력, 고 습

도 함량 등으로 인해) 소정의 연료 유형에 대하여 지지 가능한 연소 시스템 크기에 대한 제한으로 인해, 비효율성이 더욱 커질 수 있다. 이에 따라, 별도의 에너지 생성 시설들은 큰 단일 집적 시설에서 얻을 수 있는 것보다 상당히 덜 효율적인 에너지를 생산하게 된다.

발명의 내용

- [0006] 따라서, 다수의 연료 유형들을 이용할 수 있는 하이브리드 연소계 에너지 시스템이 필요하다.
- [0007] 기술의 향상된 효율은, 하이브리드 공정에서 이차 연료 공급 보일러(secondarily-fueled boiler)를 일차 연료 공급 랭킨 스팀 사이클 연소 시스템 발전 장치(primary-fueled Rankine steam cycle combustion system power plant)(랭킨 시스템(Rankine system))와 결합함으로써 달성된다. 이차 연료 공급 보일러 시스템으로부터의 출력은 급수 가열기(들), 탈기기들(deaerators), 및/또는 랭킨 시스템의 재가열 라인들에 공급된다. 집적된 증기 유량(steam flow)은, 증기 터빈 발전기로부터의 하나 이상의 추출물을 제거 또는 감소시키고, 이에 따라, 동일한 랭킨 시스템 입력 에너지를 이용하여 증기 터빈 발전기가 더 많은 전력을 발생시킬 수 있게 하거나 다수의 연료 소스들로부터의 에너지 입력을 이용하여 균등한 전력을 발생시킬 수 있게 한다. 본 기술은, 이차 연료 또는 이차 연료 공급 연소 기술의 임의의 유형 및/또는 구성으로 이용될 수 있고, 및/또는 일차 연료 공급 증기 소스의 임의의 유형을 이용할 수 있다.
- [0008] 일부 실시예들에서는, 제1 증기 유량을 생성하도록 구성된 제1 보일러 시스템; 제1 증기 유량을 처리하여 전기를 생성하도록 구성된 터빈; 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하도록 구성된, 터빈으로부터의 하나 이상의 추출물; 제2 증기 유량을 생성하도록 구성된 제2 보일러 시스템; 및 제2 증기 유량 중 적어도 제1 일부를 하나 이상의 급수 가열기/탈기기 중 적어도 하나로 경로 설정(route)하도록 구성된 적어도 하나의 증기 라인을 포함하는, 발전 시스템을 제공한다.
- [0009] 다른 실시예들에서는, 발전 방법을 제공하며, 이 방법은, 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계; 제1 증기 유량을 증기 터빈을 통해 처리하여 전기를 생성하는 단계; 증기 터빈으로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계; 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계; 제2 증기 유량 중 적어도 일부를 하나 이상의 급수 가열기/탈기기 중 적어도 하나로 경로 설정하는 단계; 및 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또 다른 실시예들에서는, 발전 방법을 제공하며, 이 방법은, 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계; 제1 증기 유량을 증기 터빈을 통해 처리하여 전기를 생성하는 단계; 증기 터빈으로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계; 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제2 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계; 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계; 및 제2 증기 유량 중 적어도 일부를 재가열하는 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계를 포함한다.
- [0011] 본 기술의 시스템과 방법은, 하나 이상의 병렬 독립형 시설에서 달성 가능한, 다수의 연료 소스들에서보다 더욱 효율적인 에너지 생산이 가능하게 하며, 이에 따라 특정한 각 연료로부터 전기를 생성하는 비용을 감소시킬 수 있다. 이 기술은 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기를 일차 연료 공급 랭킨 시스템으로부터의 증기와 결합할 수 있기 때문에, 이 기술은 다수의 연료들 및/또는 연료 유형들로부터 에너지를 생성하기 위한 더욱 큰 단일 유틸리티급 증기 터빈 발전기를 사용할 수 있게 한다. 단일 유틸리티급 증기 터빈 발전기를 사용함으로써, 다수의 개별적인 독립형 유틸리티 스케일 증기 터빈 발전기들을 작동시키는 것에 비해 증기 사이클 효율에 있어서 여러 장점들이 있는데, 예를 들어, 전술한 비효율과 병렬 비용을 감소시키거나 근절할 수 있다.
- [0012] 다른 장점들은, 온도와 압력 제약들에 의해 제한되는 소정의 이차 연료들이 본 기술에 의해 사용되는 경우에 실현된다. 이러한 제한 사항들은 낮은 압력과 온도의 보조 증기를 높은 압력과 온도의 유틸리티 스케일 랭킨 시스템에 집적하는 능력을 제한한다. 따라서, 이러한 이차 연료들(예를 들어, 다양한 유형의 바이오매스, 고 염소 MSW, RDF, SRF)은 더욱 작은 산업형 증기 터빈 발전기들로 종종 제한된다. 유틸리티급 증기 터빈 발전기들은 산업형 증기 터빈 발전기들보다 훨씬 효율적이기 때문에, 유틸리티급 증기 터빈 발전기와 함께 이러한 제약된 이차 연료를 사용하는 능력은, 이러한 연료로부터 발전을 행하기 위한 기존의 시스템들에 비해 본 시스템과 방법에 더욱 큰 효율을 제공한다.
- [0013] 이에 따라, 일부 실시예들에서, 본 기술은, 낮은 압력과 온도의 이차 연료 공급 보일러를 높은 압력과 온도의 일차 연료 공급 랭킨 시스템에 집적함으로써, 하이브리드 유틸리티 스케일 발전 사이클의 작동 효율 및 자본으

로부터 이익을 얻을 수 있는 시설들의 개수를 상당히 증가시킨다.

[0014] 이차 연료는 별도의 이차 연료 공급 보일러에서 랭킨 시스템의 연소 공정들과는 별도로 연소되기 때문에, 더욱 많은 장점들을 실현한다. 독립적인 보일러들 및/또는 로들 내에서 서로 다른 연료들을 연소함으로써, 응집물 등의 조작 복잡성(operability complications)을 피하게 된다. 또한, 이렇게 분리된 연소는 연소된 가스들을 처리할 때 유연성을 생성한다. 일부 실시예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 가스들은, 이차 연료에 맞춤화된 전용 배출 제어 시스템을 이용함으로써 별도로 처리될 수 있다. 다른 실시예들에서, 가스들은, 일차 연료 공급 보일러로부터의 연소된 가스들과 결합될 수 있고 공통 장비 트레인(common equipment train)을 통해 처리될 수 있다. 이는, 동일한 로 내에서 다수의 연료들을 혼소(co-firing)함으로써 인해 발생하는 배출이나 조작 복잡성 없이, 급수 가열 증기를 제공하는 데 일반적으로 사용되는 일차 연료들을 이차 연료들이 상쇄하게 할 수 있다.

[0015] 따라서, 본 기술은 다음에 따르는 장점들 중 하나 이상을 갖는다. 첫째, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 재가열형 랭킨 시스템에서 동작할 수 있고, 이는 증분형 이차 연료 에너지 발전 효율을 증가시킨다. 둘째, 유틸리티 스케일 증기 터빈 발전기는 산업형 증기 터빈 발전기보다 고유하게 높은 효율을 갖는다. 셋째, 공유되는 냉각 사이클과 기타 보조 장비로부터의 기생 부하들이, 균등한 발전에 있어서 병렬 독립형 부하들에 대한 기생 부하들보다 적다. 넷째, 유틸리티 스케일 증기 사이클에서 이용 가능한 저 등급의 가열 소스들이 이차 연료 공급 보일러와 함께 더욱 효율적으로 이용된다. 다섯째, 이차 연료 공급 시설과 일차 연료 공급 시설이 공동으로 위치함으로써, 공통 발전 인력과 인프라스트럭처를 공유하는 능력 때문에 고정된 작동 및 유지보수 비용들이 단위당 적게 된다. 여섯째, 본 기술은, 급수 가열을 위한 이차 연료 공급 증기 발전을 일차 연료 공급 랭킨 시스템 증기 발전을 위한 보조물로서 도입할 수 있고, 이는 연료 유연성을 유리하게 제공한다. 일곱째, 별도의 보일러들을 사용하는 유연성에 의해, 다양한 연료 유형들을 혼소하는 것에 연관된 배출 및 공통 조작성 이슈들을 피하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 전술한 목적, 특징, 장점, 및 다른 목적, 특징, 장점은, 유사한 참조 부호들이 서로 다른 도들 전체에 걸쳐 동일한 부분들을 가리키는 첨부 도면에 예시한 바와 같이 다음에 따르는 실시예들의 더욱 구체적인 설명으로부터 명백할 것이다. 도면은 반드시 일정한 비율로 된 것이 아니며, 실시예들의 원리를 예시하고자 강조되어 있다.

도 1은 멀티스테이지 증기 터빈 발전기를 갖는 기존의 일차 연료 공급 재가열 랭킨 시스템을 도시하는 도.

도 2는 멀티스테이지 증기 터빈 발전기를 갖는 일차 연료 공급 랭킨 시스템과 집적된 이차 연료 공급 보일러를 갖는 본 개시 내용의 다양한 실시예들에 따른 하이브리드 연소계 에너지 시스템을 도시하는 도.

도 3은 본 개시 내용의 다양한 실시예들에 따라 전력을 발생시키는 방법을 도시하는 도.

도 4는 본 개시 내용의 다양한 실시예들에 따라 전력을 발생시키는 추가 방법을 도시하는 도.

도 5는 이차 연료 공급 연소 시스템이 601MMBtu/hr(HHV)의 연소 속도로 바이오매스를 사용하여 제2 및 제3 급수 가열기들에 보조 증기를 제공하는 기술의 예시적인 구성의 예시적인 가열 밸런스를 도시하는 도.

도 6은 이차 연료 공급 보일러가 617MMBtu/hr(HHV)의 연소 속도로 바이오매스를 사용하여 제3 급수 가열기와 저온 재가열 라인에 보조 증기를 제공하는 기술의 예시적인 구성의 예시적인 가열 밸런스를 도시하는 도.

도 7은 기술의 세 개의 예시적인 구성 및 예시적인 통상적 랭킨 시스템에 대한 열 밸런스 요약 테이블을 도시하는 도로서, 도 1, 도 2, 도 5, 및 도 6은 도 7의 테이블에 의해 기술되는 네 개의 구성에 상응하는 것인, 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 기술은, 적어도 하나의 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기를 일차 연료 공급 랭킨 시스템으로부터의 증기와 결합함으로써 다수의 연료 소스들을 하나의 하이브리드 연소계 에너지 시스템 내에 병합을 가능하게 하는 것이다. 일부 실시예들에서는, 이차 연료 공급 연소 시스템으로부터의 증기 출력을 일차 연료 공급 랭킨 시스템의 급수 가열기(들) 내에 공급할 수 있다. 이러한 일부 실시예들의 급수 가열기들은 열 교환기를 통해 이차 연료 공급 증기 출력을 집적할 수 있는 한편, 다른 급수 가열기들은 이 증기를 급수 또는 재가열 라인 내에 직접 도입할 수 있다. 이러한 많은 실시예들에서, 집적된 증기 유량은, 증기 터빈 발전기로부터의 하나 이상의 추출물을 제거하거나 또는 감소시킬 수 있고, 이에 따라 동일한 랭킨 시스템의 일차 연료 입력 에너지를 이용하여 증기 터빈 발전기가 더욱 많은 전력을 발생시킬 수 있다. 또한, 온도와 압력 제약들은, 일부 이차 연료들을,

별도로 사용되는 경우, 산업적(또는 더욱 작은 스케일의) 보일러/터빈 에너지 시스템으로 제한하지만, 본 명세서에서 개시하는 바와 같이 이차 연료 증기를 집적함으로써, 증기를 임의의 압력과 온도에서 성공적으로 집적할 수 있다.

[0018] 급수 가열기라는 용어는, 증기 소스로부터 급수로 열을 전달하도록 설계된 임의의 직접적 또는 간접적 열 교환기를 가리킬 수 있다. 급수 가열기는, 또한, 본 명세서에서 탈기기(들)를 포함하는 것으로 이해된다. 또한, 급수 가열기로 경로 설정된 임의의 증기가 대안적으로 또는 추가로 임의의 급수 및/또는 재가열 라인들로 경로 설정될 수도 있다는 점을 이해하기 바란다.

[0019] 연료라는 용어는, 본 명세서에서 임의의 화석 연료, 도시 고형 폐기물(municipal solid waste; MSW), 폐기물 연료(refuse derived fuel; RDF), 고유 재생 연료(specific recovered fuel, SRF), 또는 바이오매스(biomass)를 포함하는 것으로 이해된다. 화석 연료는, 예를 들어, 가솔린, 오일, 천연 가스, 석탄 등을 포함할 수 있다. MSW는, 음식 폐기물, 정원 폐기물, 컨테이너와 제품 패키징, 및 주거 소스, 상업 소스, 기관 소스 및 산업 소스로부터의 기타 다양한 폐기물을 포함하지만, 이러한 예들로 한정되지 않는다. RDF는, 가장 통상적으로, MSW의 연소 가능 요소들이 분리되고, 탈수되고, 및/또는 조각난 후에, 임의의 MSW 또는 쓰레기의 다른 형태로부터 생산되는 임의의 연료를 포함한다. SRF는 특정한 명세를 충족하도록 생산되는 임의의 RDF를 포함한다. 바이오매스는, 예를 들어, 나무, 풀, 옥수수, 사탕수수, 농작물 폐기물, 동물 배설물(예를 들어, 똥, 지방, 또는 고기 부산물), 녹색 나무 부스러기, 산림 잔류물, 마당 깎음물, 목편, 도시 폐목재, 건설 및 폭약 폐목재, 사탕수수 섬유(버개스), 기타 농산 폐기물, 및/또는 다른 임의의 식물 또는 동물 재료를 포함하는 임의의 식물 또는 동물 연료 등의 연료들을 포함할 수 있지만, 이러한 예들로 한정되지는 않는다. 본 개시 내용에서 볼 때 두 개 이상의 연료의 임의의 조합도 본 명세서에서 연료라는 용어라 칭할 수도 있다는 점은 더욱 명백할 것이다.

[0020] 이차 연료 공급 연소 기술이라는 용어는, 예를 들어, 스토키 파이어링(stoker firing)의 사용, 버블 유체 베드(bubbling fluid bed) 기술, 순환 유체 베드 기술, 및/또는 증기 생성을 위한 연소 또는 연료 처리의 다른 임의의 방법을 포함하는 연료를 연소하기 위한 임의의 방법을 가리킨다. 일차 연료로부터 발생하는 증기는 당해 기술에 알려져 있는 임의의 수단에 의해 동시에 얻을 수 있으며, 본 기술은 임의의 특정한 방법으로 한정되지 않는다.

[0021] 도 1은, 멀티스테이지 증기 터빈 발전기를 갖는 기존의 일차 연료 공급 랭킨 시스템(100)을 도시한다. 이 종래 기술의 예는, 주 증기(103)와 재가열된 증기(105) 모두를 발생시키는 일차 연료 공급 보일러(101)를 포함하며, 이어서, 주 증기와 재가열된 증기는 다수의 섹션들이나 스테이지들(107)을 갖는 증기 터빈 발전기로 경로 설정된다. 터빈(107)은 발전기(111)를 구동하고, 이 발전기는 주 증기(103)와 재가열 증기(105)로부터 워크(work)를 추출한다. 증기 터빈의 출력은, 저온 재가열 증기(112), 급수 가열부(115)의 증기 추출물, 및/또는 응축물(117)이다. 저온 재가열 증기(112)는, (예를 들어, 응축 펌프(119) 및/또는 보일러 급수 펌프(121)에 의해) 급수 가열부(115) 및/또는 응축물(117)을 위한 증기 추출물이 급수 가열 라인을 통해 적어도 하나의 탈기기(125) 및/또는 급수 가열기(예를 들어, 제1 급수 가열기(127) 등의 비교적 저온의 급수 가열기, 제3 급수 가열기(129) 등의 비교적 고온의 급수 가열기, 및/또는 제2 급수 가열기(131) 등의 임의의 중간 급수 가열기)로 경로 설정되거나 펌핑되는 동안, 저온 재가열 라인(113)을 경유하여 다시 일차 연료 공급 보일러(101)를 통과하도록 적어도 부분적으로 경로 설정된다. 급수 가열에 이어서, 가열된 급수(133)가 다시 일차 연료 공급 보일러(101) 내로 경로 설정되고 사이클이 새롭게 시작된다.

[0022] 구체적으로, 도 1은 하나의 일차 화석 연료에만 의존하는 이러한 발전 장치의 일례를 도시한다. 도 1에 도시한 발전 장치는, 3,422MMBtu/hr(HHV)의 화석 연료를 사용하여 증기 터빈에서 360MW를 생산하고 기생 부하로 인해 29MW를 잃어, 순 전력 331MW를 생산한다.

[0023] 도 2는 멀티스테이지 증기 터빈 발전기를 갖는 일차 연료 공급 랭킨 시스템과 집적된 이차 연료 공급 보일러를 갖는 하이브리드 연소계 에너지 시스템(200)을 도시한다. 도 2에 도시한 실시예들은, 급수 가열 라인(123)으로부터 방향 전환된 일차 급수(203)를 수용하고 보조 증기(205)를 출력하는 이차 연료 공급 보일러(201)를 포함하며, 이러한 이차 연료 공급 보일러는, 보조 증기를 급수 가열기(또는 열 교환기) 및/또는 탈기기(예를 들어, 도 1에 도시한 바와 같은 제3 급수 가열기(129))에 도입한다. 후속하여, 도 1에 대하여 설명한 바와 같이, 가열된 급수(133)가 일차 연료 공급 보일러(101)로 경로 설정된다.

[0024] 모든 가능한 실시예들에 해당되지는 않지만, 일반적으로, 이차 연료 공급 부분을 위한 증기 발생 공정은, 증기가 전용 증기 터빈 발전기에 직접 경로 설정되지는 않는다는 점을 제외하고는 병렬 독립형 이차 연료 공급 발전 프로젝트와 마찬가지로 방식으로 동작한다. 대신에, 이차 연료 공급 부분으로부터 발생하는 증기는 하나 이상의

급수 가열기 또는 탈기기로 향한다. 본 개시 내용에서 볼 때, 이차 연료 공급 보일러로부터 출력되는 증기의 양은 임의적이며 사용 가능한 특정한 이차 연료의 양, 소망하는 성능 목적, 및 일차 랭킨 사이클 장비의 제한 사항에 따라 크게 가변된다는 점은 명백할 것이다.

[0025] 구체적으로, 도 2는 이러한 하이브리드 발전 장치의 일례를 도시하며, 여기서, 일차 연료는 화석 연료이며, 이차 연료 공급 보일러가 사용되며, 이차 연료는 바이오매스이다. 그러나, 본 개시 내용에서 볼 때, 전술한 바와 같은 연료들 중 임의의 연료 또는 적절한 조합을 일차 연료로서 및/또는 이차 연료로서 사용할 수도 있다는 점은 명백할 것이다. 예시를 위해, 도 2에서는 도 1에서 설명한 화석 연료 보일러 발전 장치를 계속 이용하며, 최종 스테이지 급수 가열기에 증기를 공급하는 330MMBtu/hr(HHV) 바이오매스 보일러를 추가한다. 이러한 하이브리드 발전장치의 예는, 증기 터빈에서 386MW를 생산하는 한편 기생 부하로 인해 31MW를 잃어, 355MW인 순 전력을 생산한다.

[0026] 도 2에서는 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기가 최종 스테이지 급수 가열기로 경로 설정되는 것을 도시하고 있지만, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는, 임의의 스테이지 급수 가열기, 임의의 탈기기, 임의의 저온 또는 가열된 급수 가열 라인, 임의의 저온 또는 가열된 재가열 라인으로 경로 설정되고, 일차 연료 공급 보일러(101), 및/또는 다른 임의의 소망 위치로 직접 경로 설정될 수 있다. 본 기술은, 이차 연료 또는 이차 연료 공급 연소 기술의 임의의 유형 및/또는 조합으로 이용될 수 있고, 및/또는 일차 연료 공급 증기 소스의 임의의 유형을 이용할 수 있다. 예를 들어, 한 구성은 증기를 이차 연료 공급 보일러로부터 하나 이상의 급수 가열기로 경로 설정할 수 있다. 다른 실시예들에서, 일차 급수(203)의 적어도 일부는 하나 이상의 이차 연료 공급 보일러(201)로 방향 전환되고, 이러한 보일러의 출력 증기는, 가열된 급수(133) 및/또는 저온 재가열 증기(112)가 흐름에 따라 일차 연료 공급 보일러로 직접 경로 설정된다.

[0027] 일부 예들에서, 하이브리드 사이클은 단일 스테이지 급수 가열기를 포함하고, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 단일 스테이지 급수 가열기로 경로 설정된다. 다른 예들에서, 하이브리드 사이클은 급수 가열의 복수의 스테이지를 포함한다. 이러한 예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 급수 가열기의 스테이지들 중 하나 이상으로 경로 설정될 수 있다. 추가 예들에서, 급수 가열 스테이지는 복수의 캐스케이드형 급수 가열기를 포함한다. 캐스케이드형 급수 가열기들은 상호 연결될 수 있고, 증기 터빈 발전기, 이차 연료 공급 보일러, 및/또는 발전 부품들의 다른 임의의 부분에 상호 연결될 수 있다. 다른 추가 예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 임의의 급수 가열기, 재가열 라인, 및/또는 일차 연료 공급 보일러로 직접 경로 설정될 수 있다.

[0028] 추가 대체 실시예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 열 교환기(예를 들어, 도식한 바와 같은 125, 127, 129, 131)를 이용하여 열을 급수 가열기 내의 물로 전달한다. 다른 예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기의 온도와 압력은, 특정한 급수 가열기에 공급되고 이에 따라 급수 가열기에 직접 공급되는 증기 터빈 추출물의 온도와 압력과 일치(예를 들어, $\pm 10\%$ 내에서, $\pm 1\%$ 등 내에서 일치)할 수 있다. 다른 예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기는 탈기기(125) 또는 비교적 저온의 급수 가열기(예를 들어, 제1 급수 가열기(127)) 내의 물과 결합될 수 있다. 추가 실시예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기의 일부는, 열병합(cogeneration) 응용 분야(예를 들어, 결합된 열과 전력) 및/또는 랭킨 시스템 터빈 추출물이 일반적으로 사용될 수 있는 다른 임의의 응용 분야를 위한 호스트 증기로서 사용되도록 방향 전환될 수 있다.

[0029] 본 기술은, 잠재적인 하이브리드 시스템의 일차 연료 공급 부품이 높은 증기 온도와 압력에서 가장 효율적으로 작동하는 기존의 발전 장치들에 특히 유용하다. 이러한 시설들에서는, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기를 통합하는 것에 관련된 일치 또는 집적이 불가능하였을 수 있다. 그러나, 본 기술은, 증기 터빈 고압 입구에서 요구되는 고온과 압력 증기 조건들을 일치시키는 이차 연료 공급 보일러의 능력에 상관없이 이차 연료 공급 보일러가 하이브리드 사이클에서 사용될 수 있게 하며, 이에 따라 기존의 임의의 발전 장치가 그 기술을 통합할 수 있게 한다. 다시 말하면, 이차 연료 공급 보일러로부터의 증기의 압력과 온도 조건은, 일차 연료 공급 보일러로부터의 주 증기(또는 심지어 추출 증기)의 온도와 압력 조건들과 일치할 필요가 없으며, 또는 대략적으로 일치할 필요도 없다.

[0030] 또한, 이차 연료는 별도의 이차 연료 공급 보일러의 랭킨 시스템의 연소 공정들로부터 별도로 연소되기 때문에, 응집물 등의 조작 복잡성(operability complications)을 피한다. 또한, 이러한 분리 연소는 연소되는 가스들의 처리에 있어서 유연성을 생성한다. 일부 실시예들에서, 이차 연료 공급 보일러로부터의 가스들은, 특정한 이차 연료의 연소로부터 발생하는 오염 물질을 제어하도록 맞춤형된 전용 배출 제어 시스템을 이용함으로써, 별도로 처리될 수 있다. 다른 실시예들에서, 가스들은 일차 연료 공급 보일러로부터의 연소된 가스들과 결합될 수 있

고 공통 장비 트레인을 통해 처리될 수 있다. 이는, 다수의 연료들을 동일한 로 내에서 혼소함으로써 인해 발생하는 배출이나 조작 복잡성 없이, 이차 연료들이 급수 가열 증기를 제공하는 데 사용되는 일차 연료들을 상쇄할 수 있게 한다.

[0031] 도 3은 전력을 발생시키는 방법(300)을 도시한다. 다양한 실시예들에 따라, 방법들은, 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계(301), 증기 터빈을 통해 제1 증기 유량을 처리하여 전기를 생성하는 단계(303), 증기 터빈으로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계(305), 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계(307), 제2 증기 유량 중 적어도 일부를 하나 이상의 급수 가열기/탈기기 중 적어도 하나로 경로 설정하는 단계(309), 및 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(311)를 포함할 수 있다.

[0032] 다양한 실시예들에서, 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계(301)는, 일차 연료 공급 보일러를 사용하여 일차 연료를 연소하고 이에 따라 적절한 온도와 압력의 증기 유량을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 본 개시 내용에서 볼 때, 이러한 일부 실시예들에서, 제1 보일러 시스템이 다수의 증기 유량(예를 들어, 주 증기(103)와 재가열 증기(105))을 생성한다는 점은 명백할 것이다.

[0033] 증기 터빈을 통해 제1 증기 유량을 처리하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계(303)는, 일부 실시예들에서, 전술한 바와 같이 증기 유량을 다수의 섹션들이나 스테이지들(109)을 갖는 증기 터빈 발전기(107)를 통하도록 경로 설정하는 단계를 포함할 수 있다. 가열된 급수 유량은, 도 1과 도 2를 참조하여 전술한 바와 같이 급수를 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통하도록 경로 설정함으로써 발생할 수 있고, 및/또는 다른 임의의 적절한 수단에 의해 발생할 수 있다.

[0034] 일부 실시예들에서, 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계(307) 및 제2 증기 유량 중 적어도 일부를 하나 이상의 급수 가열기/탈기기 중 적어도 하나로 경로 설정하는 단계(309)는, 이차 연료 공급 보일러를 사용하여 이차 연료를 연소하고 이에 따라 적절한 온도와 압력의 증기 유량을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 이차 연료는 전술한 바와 같은 임의의 연료일 수 있고, 급수 가열기/탈기기는 전술한 바와 같은 임의의 급수 가열기/탈기기일 수 있다. 본 개시 내용에서 볼 때, 이러한 일부 실시예들에서, 제2 보일러 시스템이 다수의 증기 유량을 생성하거나 또는 다수의 위치(예를 들어, 하나 이상의 급수 가열기로의 유량, 재가열 라인으로의 유량, 탈기기, 열병합 호스트 증기로의 유량 등)로 경로 설정된 단일 증기 유량을 갖는다는 점은 명백할 것이다.

[0035] 많은 실시예들에서, 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(311)는, 가열된 급수 유량(133) 중 적어도 일부를 처리를 위해 일차 연료 공급 보일러(101)로 경로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 도 4는 전력(400)을 발생시키는 추가 방법을 도시한다. 다양한 실시예들에 따라, 방법들은, 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계(401), 증기 터빈을 통해 제1 증기 유량을 처리하여 전기를 생성하는 단계(403), 증기 터빈으로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계(405), 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제2 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(407), 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계(409), 및 제2 증기 유량 중 적어도 일부를 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(411)를 포함할 수 있다.

[0037] 제1 보일러 시스템을 통해 제1 에너지 소스를 처리하여 제1 증기 유량을 생성하는 단계(401), 증기 터빈을 통해 제1 증기 유량을 처리하여 전기를 생성하는 단계(403), 증기 터빈으로부터 하나 이상의 추출물을 취하여 하나 이상의 급수 가열기/탈기기를 통해 가열된 급수 유량을 생성하는 단계(405), 및 제2 보일러 시스템을 통해 제2 연료 소스를 처리하여 제2 증기 유량을 생성하는 단계(409)는, 도 3에 관하여 전술한 바와 같은 단계들(301, 303, 305, 307)을 포함하지만, 이러한 예들로 한정되지는 않는다.

[0038] 일부 실시예들에서, 가열된 급수 유량 중 적어도 일부를 제2 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(407)는, 일차 급수 유량(203)의 일부를 처리를 위해 이차 연료 공급 보일러(201)로 방향 전환하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 일부 예들에서, 일차 급수 유량(203) 모두를 이차 연료 공급 보일러(201)로 방향 전환할 수 있다.

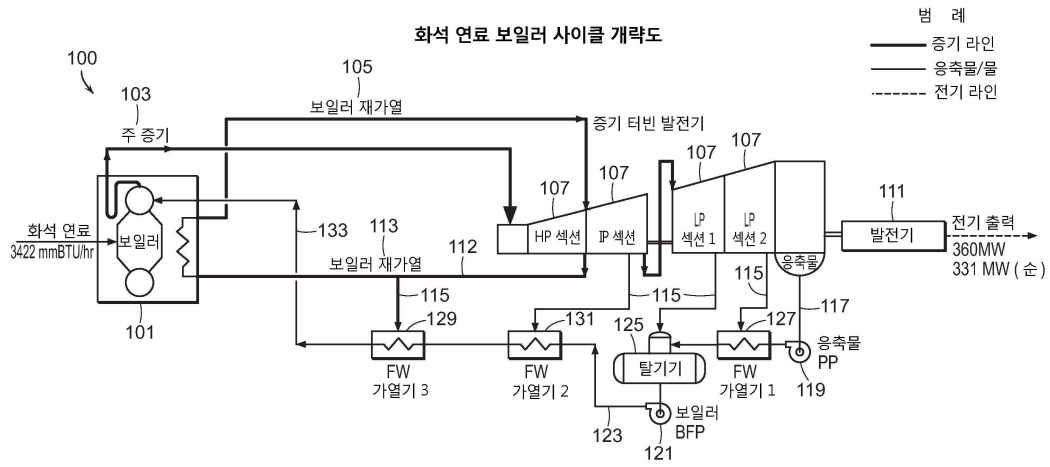
[0039] 이차 증기 유량 중 적어도 일부를 제1 보일러 시스템으로 경로 설정하는 단계(411)는, 일부 실시예들에서, 보조 증기 유량 중 일부 또는 전부를 저온 재가열 증기(112)의 대체물로서 일차 연료 공급 보일러(101)로 직접 경로

설정하는 단계를 포함할 수 있다.

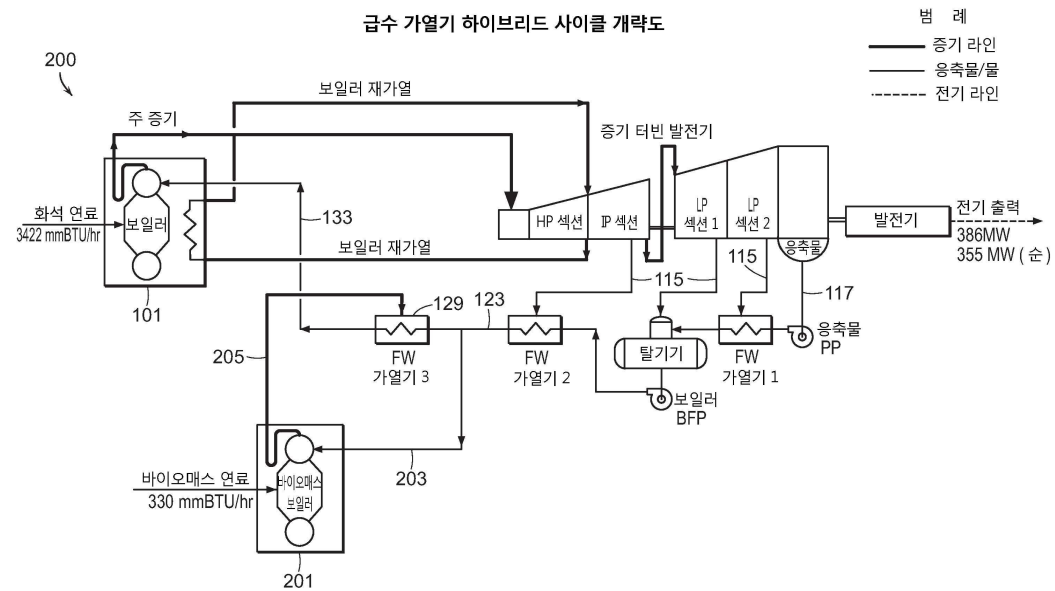
- [0040] 도 5는 기술(500)의 예시적인 구성의 예시적인 가열 밸런스를 도시하며, 여기서, 이차 연료 공급 보일러는 601MMBtu/hr(HHV)의 연소 속도로 바이오매스를 사용하여, 보조 증기를 제2 및 제3 급수 가열기들에 제공한다.
- [0041] 이 구성은, 이차 연료 공급 보일러(501)를 도 1을 참조하여 설명한 구성에 추가한다. 이차 연료 공급 보일러(501)는, 방향 전환된 일차 급수(503) 및/또는 응축물(117)을 급수 가열 라인(123)으로부터 수용하고, 보조 증기 출력 라인(505)을 통해 보조 증기를 출력한다. 이어서, 보조 증기 출력 라인(505)은 보조 증기를 제2 급수 가열기(131)와 제3 급수 가열기(129)로 경로 설정하고, 이어서, 도 1에서 설명한 바와 같이 가열된 급수(133)가 일차 연료 공급 보일러(101)로 경로 설정된다.
- [0042] 구체적으로, 도 5는 이러한 발전 장치의 일례를 도시하며, 이 발전 장치는 석탄인 일차 연료와 목재 바이오매스인 이차 연료를 사용한다. 도 5에 도시한 발전 장치의 예는, 화석 연료의 3,570MMBtu/hr(HHV)와 바이오매스의 601MMBtu/hr(HHV)를 사용하여 증기 터빈에서 419MW를 생산하고 기생 부하에 34MW를 잃어, 순 전력 385MW를 생산한다.
- [0043] 도 6은 기술(600)의 예시적인 구성의 예시적인 가열 밸런스를 도시하며, 이차 연료 공급 보일러들은 617MMBtu/hr(HHV) 연소 속도에서 바이오매스를 사용하여, 제3 급수 가열기와 저온 재가열 라인에 보조 증기를 제공한다.
- [0044] 이 구성은 이차 연료 공급 보일러(601)를 도 1을 참조하여 설명한 구성에 추가한다. 이차 연료 공급 보일러(601)는, 급수 가열 라인(123)으로부터 방향 전환된 일차 급수(603) 및/또는 응축물(117)을 수용하고, 보조 증기 출력 라인(605)을 통해 보조 증기를 출력한다. 이어서, 보조 증기를 제3 급수 가열기(129)와 저온 재가열 라인(113)으로 재도입한다.
- [0045] 구체적으로, 도 6은 이러한 발전 장치를 도시하며, 이는 석탄인 일차 연료 및 목재 바이오매스인 이차 연료를 사용한다. 도 6에 도시한 발전 장치는, 화석 연료의 3,535MMBtu/hr(HHV) 및 바이오매스의 617MMBtu/hr(HHV)를 사용하여 증기 터빈에서 423MW를 생산하고 기생 부하에 35MW를 잃고, 이에 따라 388MW인 순 전력이 생산된다.
- [0046] 도 7은 기술의 세 개의 예시적인 구성뿐만 아니라 예시적이며 통상적인 랭킨 시스템을 위한 가열 밸런스 요약 테이블을 도시한다. 도 1, 도 2, 도 5, 및 도 6은 도 7의 테이블에 의해 설명되는 네 개의 구성에 대응한다.
- [0047] 도 7은 도 1, 도 2, 도 5, 및 도 6에서 예시한 각 구성의 개선된 성능을 요약한다. 설명하자면, 도 2의 하이브리드 사이클 예에서 사용되는 바이오매스의 동일한 양은, 17,500Btu/kWh의 가열 속도를 갖는 종래의 병렬 독립형 바이오매스 발전 장치에 매립된 경우에 약 19MW를 발생시킨다. 대조적으로, 도 7에 요약한 바와 같이, 도 2에서 예시한 하이브리드 사이클은 바이오매스 연료의 연소에 따라 새로운 전력의 24MW(355MW - 331MW)를 발생시킨다. 따라서, 본 기술의 특정한 일 실시예는, 바이오매스 연료 에너지 생산의 26% 증가를 입증하며, 하이브리드 사이클의 바이오매스 성분에 대하여 13,750Btu/kWh라는 더욱 효율적인 가열 속도를 달성한다.
- [0048] 도 1, 도 2, 도 5, 및 도 6에 도시하고 도 7에서 요약한 바와 같이, 이차 연료 공급 보일러를 기존의 일차 연료 공급 전력 생산 사이트에 추가함으로써, 일차적 연료 입력의 대응하는 증가 없이 전력 생산의 일부를 증가시키거나 부분적으로 대체할 수 있다. 이는, 전력 생산 동안 시너지 효과를 제공하도록 본 명세서에서 설명하는 기술을 이용하는 일차적 연료와 이차적 연료의 결합에 의해 달성된다. 그 시너지는, 도 1 내지 도 7을 참조하여 기술한 바와 같이, 증기를 이차 연료 보일러(예를 들어, 201, 501, 601)로부터 일차 연료 공급 발생 사이클의 급수 가열기(예를 들어, 125 내지 131), 탈기(예를 들어, 125), 재가열 라인(예를 들어, 113) 등으로 경로 설정하고 증기 터빈(예를 들어, 107, 507)에서 변위된 증기 추출물을 이용하여 더욱 많은 전력을 발생시킴으로써, 활용된다.
- [0049] 전술한 명세서에 있어서, 특정 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였다. 그러나, 통상의 기술자라면, 본 발명의 사상이나 본질적 특징으로부터 벗어나지 않고서 본 발명을 다른 특정한 형태로 구체화할 수 있다는 점을 인식할 것이다. 따라서, 전술한 실시예들은 모든 면에서 본 명세서에서 설명하는 본 발명을 한정하기보다는 예시하는 것으로 여겨야 한다. 예를 들어, 일 실시예의 각 특징을 다른 실시예들에 개시된 다른 특징들과 혼합하고 매칭할 수 있다. 통상의 기술자에게 알려져 있는 특징들과 공정들은 마찬가지로 필요시 통합할 수도 있다. 또한 그리고 명백하게, 특징들을 필요시 더하거나 뺄 수 있다. 따라서, 본 발명의 범위는, 전술한 설명보다는 청구범위에 의해 정해지며, 청구범위의 균등물의 의미와 범위 내에 속하는 모든 변화도 포함하려는 것이다.

도면

도면1

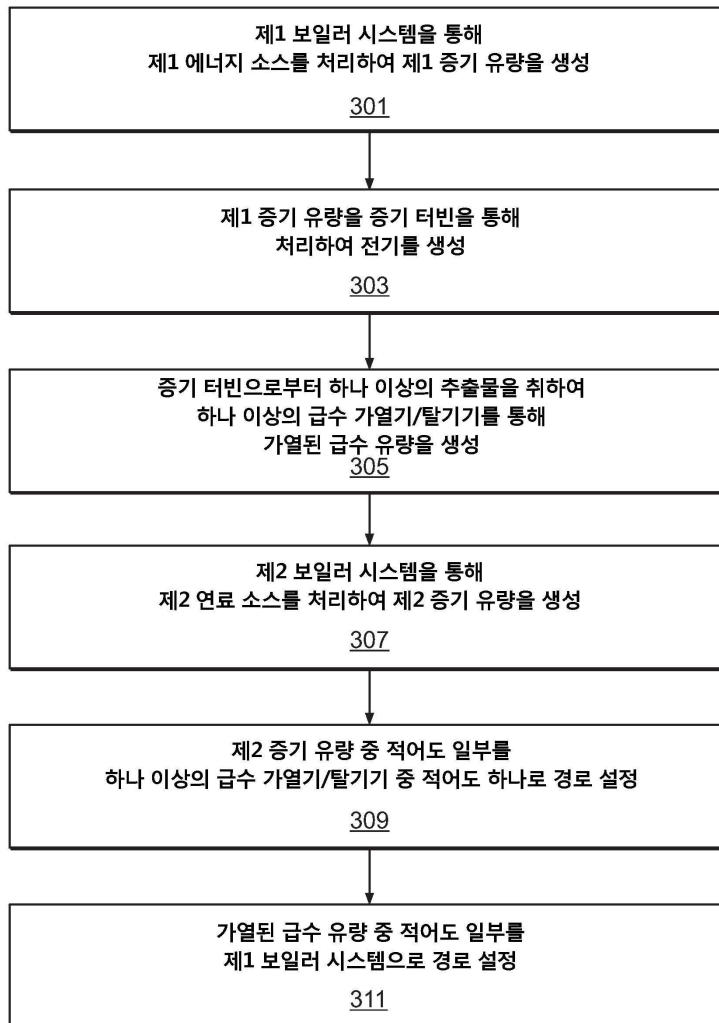


도면2



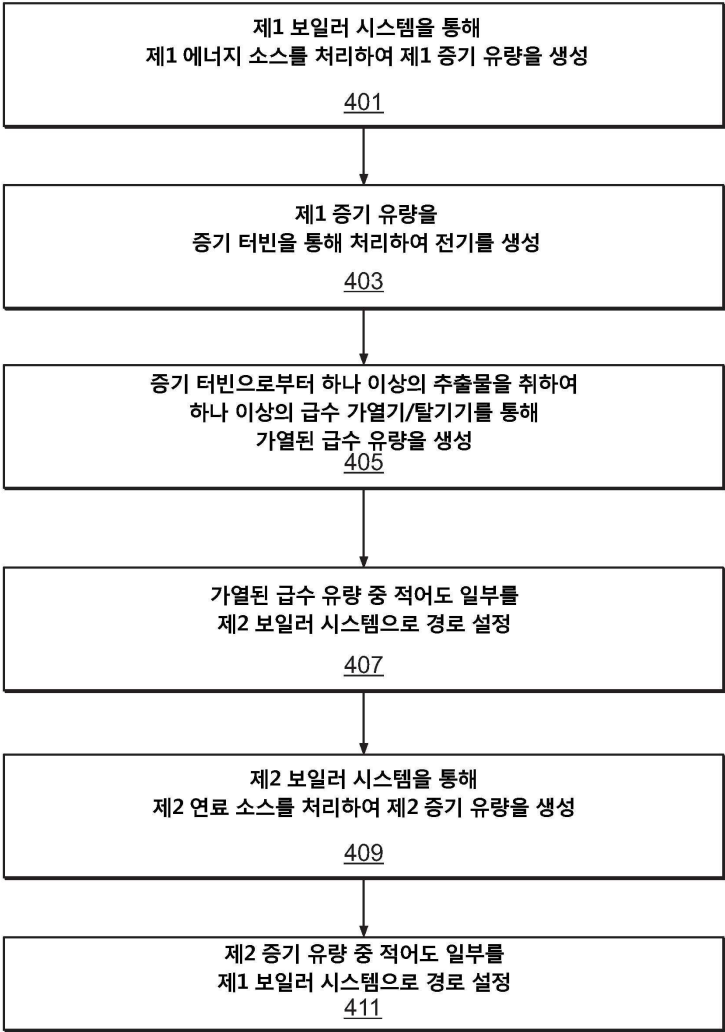
도면3

300

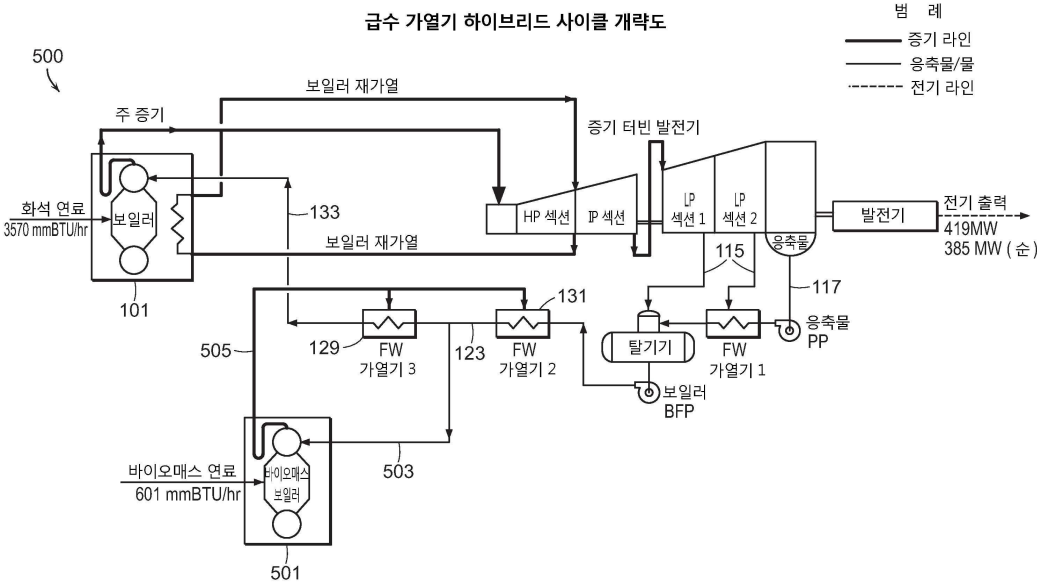


도면4

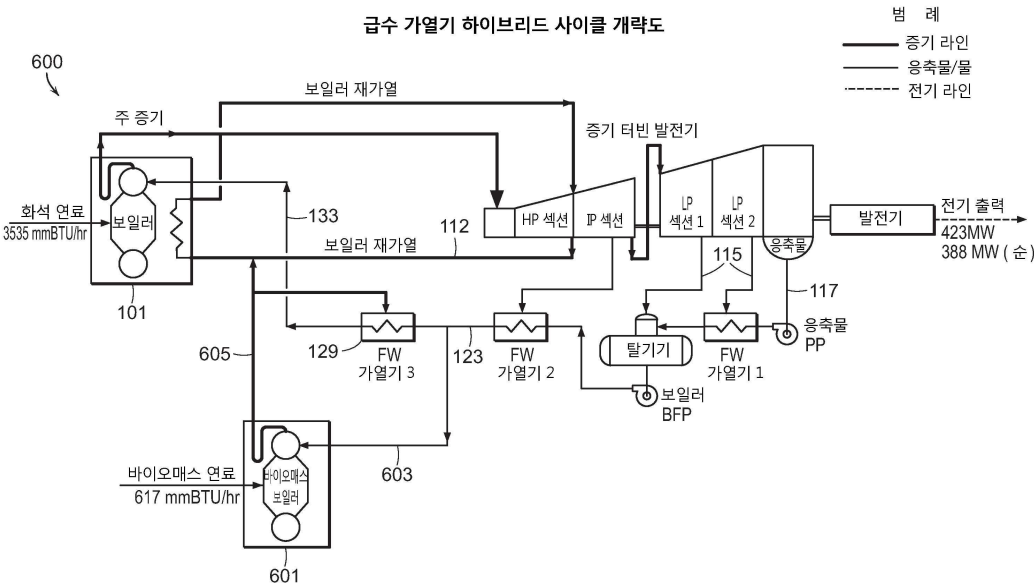
400



도면5



도면6



도면7

**요약 테이블:
급수 가열기 하이브리드 사이클 개략도**

타이틀	연료 공급		총 전력 (MW)	기생 전력 (MW)	순 전력 (Mw)	순 가열 속도 (BTU/kWh, HHV)	목재 부품 가열 속도 (BTU/kWh, HHV)
	석탄	바이오매스					
	(mmBTU/hr)	(mmBTU/hr)					
도 1	기존의 석탄 발전소	-	360	29	331	10,338	N/A
도 2	하이브리드 석탄과 바이오매스, FWH 3	330	386	31	355	10,569	13,750
도 5	하이브리드 석탄과 바이오매스, FWH 2 & 3	3,570	601	419	34	385	10,834
도 6	하이브리드 석탄과 바이오매스, FWH 3 & CRH	3,535	617	423	35	388	10,701