



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월10일
(11) 등록번호 10-1647590
(24) 등록일자 2016년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23L 15/04 (2006.01) F23D 14/20 (2006.01)
F24H 1/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F23L 15/04 (2013.01)
F23D 14/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0038154
(22) 출원일자 2015년03월19일
심사청구일자 2015년03월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005069665 A*
KR1020010056546 A*
W01996036840 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
이창언
경기도 부천시 원미구 중동로280번길 63, 606동 302호(중동, 중흥마을 두산극동아파트)
유병훈
인천광역시 서구 청라커널로 163, 485동 2301호(경서동, 청라29블럭호반베르디움아파트)
김수익
인천광역시 남구 인하로133번길 46, 205호(용현동, 아크로빌)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김창섭

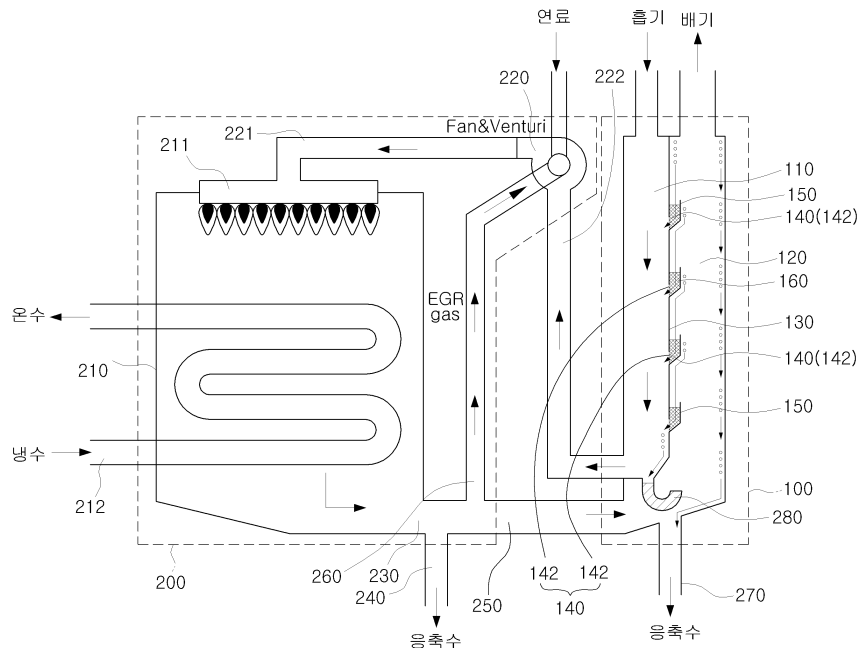
(54) 발명의 명칭 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러

(57) 요약

본 발명은 외부에서 인입되어 연소실로 공급되는 흡기가 통하는 흡기부; 연소실에서 연소 후 배출되는 배기가 통하는 배기부; 흡기와 배기가 서로 열교환하여 흡기가 예열하도록 흡기부와 배기부가 서로 인접하게 구획하는 격벽; 상기 격벽의 길이방향을 따라 일정한 간격으로 흡기부와 배기부가 연통하도록 형성되며, 흡기부와 배기부

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



의 온도 차에 의해 격벽의 배기부측 내면을 따라 생성된 응축수의 일부가 상기 흡기부로 침입하여 열교환으로 인해 예열된 흡기가 응축수를 기화시켜, 기화된 수증기를 포함한 흡기가 연소실로 공급되도록 하는 복수개의 연통공으로 이루어지는 연통부; 상기 연통부의 각 연통공의 주변에 구비되고, 상기 격벽의 배기부측 내면에서 응집되어 상기 격벽의 배기부측 내면을 따라 유동하는 응축수를 수집하여 상기 각 연통공으로 안내하는 복수개의 가이드포켓; 및 상기 각 가이드포켓에 배치되는 것으로, 수집된 응축수의 상변화를 빠르게 하여 열전달율을 높이도록 다공이 형성된 다공부를 포함하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러에 관한 것이다.

따라서, 흡기부와 배기부를 격벽으로 구획하고, 격벽에 형성된 연통부의 각 연통공을 통해 흡기부와 배기부의 열교환에 의해 생성된 응축수를 흡기부로 순환시켜 흡기와 함께 연소실로 공급되도록 하여 열효율을 높이고, 연통공으로 응축수를 안내하는 가이드포켓에 구비되는 다공부에 의해 응축수에 표면장력이 발생하여 열교환효율을 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

F24H 1/34 (2013.01)

F23L 2900/15043 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	B0008307
부처명	산업통산자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신센터조성사업
연구과제명	인하대학교 자동차동력계부품지역혁신센터
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교
연구기간	2003.09.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2012R1A2A2A01013884
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업 (핵심개인연구)
연구과제명	가변 EGR Hybrid 연소시스템을 이용하여 각 연소방식에서의 NOx 저감기구 및 한계점 규명
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교
연구기간	2012.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

외부에서 인입되어 연소실로 공급되는 흡기가 통하는 흡기부;

연소실에서 연소 후 배출되는 배기가 통하는 배기부;

흡기와 배기가 서로 열교환하여 흡기가 예열하도록 흡기부와 배기부가 서로 인접하게 구획하는 격벽;

상기 격벽의 길이방향을 따라 일정한 간격으로 흡기부와 배기부가 연통하도록 형성되며, 흡기부와 배기부의 온도 차에 의해 격벽의 배기부측 내면을 따라 생성된 응축수의 일부가 상기 흡기부로 침입하여 열교환으로 인해 예열된 흡기가 응축수를 기화시켜, 기화된 수증기를 포함한 흡기가 연소실로 공급되도록 하는 복수개의 연통공으로 이루어지는 연통부;

상기 연통부의 각 연통공의 주변에 구비되고, 상기 격벽의 배기부측 내면에서 응집되어 상기 격벽의 배기부측 내면을 따라 유동하는 응축수를 수집하여 상기 각 연통공으로 안내하는 복수개의 가이드포켓; 및

상기 각 가이드포켓에 배치되는 것으로, 수집된 응축수의 상변화를 빠르게 하여 열전달율을 높이도록 다공이 형성된 다공부를 포함하되,

상기 다공부는 내열성을 갖는 금속재질로 만들어지고,

상기 다공부는 상기 가이드포켓에 의해 수집된 응축수의 열전달율을 높이도록 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수개의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되며,

상기 다공부의 다공도 반지름은 하기의 수학식 1을 만족시킴으로써 상기 응축수가 상기 다공부 내로 흡수가 용이하고 상기 다공부 내의 응축수에서 표면장력이 발생하여 열교환 효율을 향상시키는 것을 특징으로 하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치.

(수학식 1)

$$r = \frac{2Y \cos \theta}{\gamma h}$$

여기서, r은 다공도의 반지름, h는 다공성 물질의 높이, Y는 표면장력, θ 는 접촉각, γ 는 액체의 밀도×중력가속도이다.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

연료를 연소시키면서 발열하는 버너를 내부에 포함하는 연소실;

상기 버너와 인접하게 상기 연소실의 내부에 배치되고, 상기 버너가 발열함에 따라 데워진 온수를 순환하는 온수순환라인;

상기 연소실의 버너와 연결되고, 상기 버너로 공급되는 연료가 이동하는 연료공급라인;

상기 연료공급라인의 후방측에 연결되고, 외부에서 공급되는 연료를 흡기와 혼합하여 공급하는 연료공급장치;

상기 연료공급라인의 후방측에 연결되고, 상기 연료공급장치로 공급되는 흡기가 이동하는 흡기라인;

상기 연소실의 일측에 형성한 개방부와 연결되고, 상기 연소실에서 배출하는 배기가 이동하는 제1배기라인;

상기 제1배기라인에서 분기되며, 상기 제1배기라인을 통해 배출되는 배기 중에 포함된 응축수를 배출하는 제1응축수배출관;

상기 제1배기라인의 후방측에 연결되고, 배기가 이동하는 제2배기라인;

흡기부, 배기부, 격벽, 연통부, 복수개의 가이드포켓, 다공부를 포함하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치; 및

상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 흡기부에서 배기부로 연통하게 분기되고, 상기 흡기부로 침투하여 흡기에 의해 기화되지 않고 잔류하는 응축수를 수집하여 상기 배기부로 다시 유도하는 응축수유도관을 포함하되,

상기 다공부는 내열성을 갖는 금속재질로 만들어지고,

상기 다공부는 상기 가이드포켓에 의해 수집된 응축수의 열전달율을 높이도록 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수개의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되며,

상기 다공부의 다공도 반지름은 하기의 수학식 1을 만족시킴으로써 상기 응축수가 상기 다공부 내로 흡수가 용이하고 상기 다공부 내의 응축수에서 표면장력이 발생하여 열교환 효율을 향상시키는 것을 특징으로 하는 보일러.

(수학식 1)

$$r = \frac{2Y \cos \theta}{\gamma h}$$

여기서, r은 다공도의 반지름, h는 다공성 물질의 높이, Y는 표면장력, θ 는 접촉각, γ 는 액체의 밀도×중력가속도이다.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1배기라인의 후방측에서 분기하며, 상기 제1배기라인을 통해 배출되는 배기의 일부를 상기 연료공급장치로 공급하는 EGR라인을 더 포함하는 보일러.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 배기부에서 분기하며, 상기 흡기부와 배기부의 온도 차에 의해 상기 배기부 내면을 따라 생성된 응축수를 배출하는 제2응축수배출관을 더 포함하는 보일러.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 폐열 회수장치의 배기부 측에서 생성된 응축수를 상기 격벽에 형성되는 연통부의 각 연통공을 통해 흡기로 순환시켜 예열과 동시에 가습이 일어나도록 하여 보일러의 열효율을 상승시키도록 하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 산업기술의 급속한 발달과 더불어 유해성 각종 물질의 다량 배출로 인한 지구의 환경오염 문제는 점차 심각해지고 있고 이러한 공해물질 제거에 관한 연구의 중요성이 그 어느 때보다도 절실히 요구되고 있다.

[0003] 특히 산업 발달과 인구 증가로 화석 연료의 사용량이 급격히 증가함에 따라 자연이 정화할 수 있는 한계를 벗어나고 있으며, 화석 연료의 연소시 많은 유해 물질이 발생하는데, 특히 다른 유해 물질보다 질소산화물에 의한 피해가 가장 크다.

[0004] 질소산화물은 특히 광화학 스모그 생성에 관여하여 햇빛의 존재하에 탄화수소계와 반응하여 광화학적 산화물과 오존을 생성하게 되며, 이러한 문제 때문에 질소산화물의 배출량은 엄격히 규제되고 있다.

[0005] 또한 화석 연료의 사용량 증가로 인해 CO₂ 배출량이 증가하고 있으나, 전 세계적으로 CO₂의 배출량을 1990년 이전 수준으로 낮추고자 하고 있다.

[0006] 이와 같은 화석 연료의 사용에 의해 질소 산화물과 같은 유해 물질과 CO₂가 발생되지만 이를 저감하기 위해서는 동일한 화석 연료를 사용하는 상황하에서 연소 기법의 개선과 연소 효율을 증대시킬 필요성이 있었다.

[0007] 보일러의 열효율은 배기가스가 갖고 나가는 열량과 반비례하기 때문에 효율을 높이기 위해서는 배기가스의 온도 및 질량을 낮추어야 한다.

[0008] 배기가스의 질량은 공기비 1에 접근할수록 적어지나, 공기비 1에 접근할수록 질소산화물과 일산화탄소의 배출량이 크게 증가하는 문제점이 있어, 종래의 보일러에서는 공기비를 1에 접근시키지 못하고 1.3 ~ 1.4 범위에서 연소하고 있어, 보일러의 열효율 향상에는 한계가 있었다.

[0009] 상기한 문제를 해소하기 위해 종래에는 등록특허 제10-1000002호(2010.12.03)호에서와 같이 버너와, 상기 버너를 내부에 포함하면서 상단부에 배기공을 형성하는 가열봉과, 상기 가열봉을 내부에 포함하면서 하부에 안내공을 관통 형성하는 열순환기와, 상기 열순환기를 내부에 포함하면서 상단부에 배기관을 결합하는 보일러통과, 상기 가열봉 외주에 감겨지는 1,2차히팅관과, 상기 보일러통 내주에 감겨지는 3차히팅관 및 상기 버너에 의해 가열된 물이 순환되도록 상기 1, 2차히팅관의 입구와 출구를 양측에 각각 관통하여 결합하는 중공형의 하우징과, 상기 하우징 중간에 횡 방향으로 설치되어 상,하부챔버를 분리 형성하는 분리벽과, 상기 상,하부챔버 각각에 횡 방향으로 배치되면서 하우징의 양측을 각각 관통결합하는 수도관을 포함하는 급탕 열교환기를 포함하여 이루어지며, 상기 급탕 열교환기에 수도관을 연결하여 물이 통과하면서 열교환 되도록 하는 급탕 열교환기가 장착된 급탕식 보일러를 제공하였다.

[0010] 하지만 상기 제안된 종래에서도 일차적인 보일러의 열효율 향상에는 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 창출된 것으로, 배기가스 일부를 연소실로 재순환시킬 수 있는 유로가 추가되어 있으며, 폐열회수장치에는 배기가스 열회수 과정에서 생긴 응축수가 흡기부로 전달되면서 예열 공기에 의해 증기로 전환되며, 응축수의 상변화를 빠르게 하는 다공부가 구비되는 새로운 기능이 추가된 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 외부에서 인입되어 연소실로 공급되는 흡기가 통하는 흡기부; 연소실에서 연소 후 배출되는 배기가 통하는 배기부; 흡기와 배기가 서로 열교환하여 흡기가 예열하도록 흡기부와 배기부가 서로 인접하게 구획하는 격벽; 상기 격벽의 길이방향을 따라 일정한 간격으로 흡기부와 배기부가

연통하도록 형성되며, 흡기부와 배기부의 온도 차에 의해 격벽의 배기부측 내면을 따라 생성된 응축수의 일부가 상기 흡기부로 침입하여 열교환으로 인해 예열된 흡기가 응축수를 기화시켜, 기화된 수증기를 포함한 흡기가 연소실로 공급되도록 하는 복수개의 연통공으로 이루어지는 연통부; 상기 연통부의 각 연통공의 주변에 구비되고, 상기 격벽의 배기부측 내면에서 응집되어 상기 격벽의 배기부측 내면을 따라 유동하는 응축수를 수집하여 상기 각 연통공으로 안내하는 복수개의 가이드포켓; 및 상기 각 가이드포켓에 배치되는 것으로, 수집된 응축수의 상변화를 빠르게 하여 열전달율을 높이도록 다공이 형성된 다공부를 포함하되, 상기 다공부는 내열성을 갖는 금속재질로 만들어지고, 상기 다공부는 상기 가이드포켓에 의해 수집된 응축수의 열전달율을 높이도록 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수개의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되며, 상기 다공부의 다공도 반지름은 하기의 수학적 식 1을 만족시킴으로써 상기 응축수가 상기 다공부 내로 흡수가 용이하고 상기 다공부 내의 응축수에서 표면장력이 발생하여 열교환 효율을 향상시키는 것을 특징으로 하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치를 제공한다.

(수학적 식 1)

$$r = \frac{2Y \cos \theta}{\gamma h}$$

여기서, r은 다공도의 반지름, h는 다공성 물질의 높이, Y는 표면장력, θ 는 접촉각, γ 는 액체의 밀도×중력이 속도이다.

[0013] 삭제

[0014] 또한, 본 발명은 연료를 연소시키면서 발열하는 버너를 내부에 포함하는 연소실; 상기 버너와 인접하게 상기 연소실의 내부에 배치되고, 상기 버너가 발열함에 따라 데워진 온수를 순환하는 온수순환라인; 상기 연소실의 버너와 연결되고, 상기 버너로 공급되는 연료가 이동하는 연료공급라인; 상기 연료공급라인의 후방측에 연결되고, 외부에서 공급되는 연료를 흡기와 혼합하여 공급하는 연료공급장치; 상기 연료공급라인의 후방측에 연결되고, 상기 연료공급장치로 공급되는 흡기가 이동하는 흡기라인; 상기 연소실의 일측에 형성한 개방부와 연결되고, 상기 연소실에서 배출하는 배기가 이동하는 제1배기라인; 상기 제1배기라인에서 분기되며, 상기 제1배기라인을 통해 배출되는 배기 중에 포함된 응축수를 배출하는 제1응축수배출관; 상기 제1배기라인의 후방측에 연결되고, 배기가 이동하는 제2배기라인; 흡기부, 배기부, 격벽, 연통부, 복수개의 가이드포켓, 다공부를 포함하는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치; 및 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 흡기부에서 배기부로 연통하게 분기되고, 상기 흡기부로 침투하여 흡기에 의해 기화되지 않고 잔류하는 응축수를 수집하여 상기 배기부로 다시 유도하는 응축수유도관을 포함하되, 상기 다공부는 내열성을 갖는 금속재질로 만들어지고, 상기 다공부는 상기 가이드포켓에 의해 수집된 응축수의 열전달율을 높이도록 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수개의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되며, 상기 다공부의 다공도 반지름은 하기의 수학적 식 1을 만족시킴으로써 상기 응축수가 상기 다공부 내로 흡수가 용이하고 상기 다공부 내의 응축수에서 표면장력이 발생하여 열교환 효율을 향상시키는 것을 특징으로 하는 보일러를 제공한다.

(수학적 식 1)

$$r = \frac{2Y \cos \theta}{\gamma h}$$

여기서, r은 다공도의 반지름, h는 다공성 물질의 높이, Y는 표면장력, θ 는 접촉각, γ 는 액체의 밀도×중력이 속도이다.

[0015] 본 발명에 따른 보일러는 상기 제1배기라인의 후방측에서 분기하며, 상기 제1배기라인을 통해 배출되는 배기의 일부를 상기 연료공급장치로 공급하는 EGR라인을 더 포함할 수 있고, 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 배기부에서 분기하며, 상기 흡기부와 배기부의 온도 차에 의해 상기 배기부 내면을 따라 생성된 응축수를 배출하는 제2응축수배출관을 더 포함할 수 있다.

[0016] 삭제

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러는 다음과 같은 효과를 가진다.

[0018] 첫째, 흡기부와 배기부를 격벽으로 구획하고, 격벽에 형성되는 연통부의 각 연통공을 통해 흡기부와 배기부의 열교환에 의해 생성된 응축수를 흡기부로 순환시켜 흡기와 함께 연소실로 공급되도록 하여 열효율을 높이는 효과를 가지고, 연통공으로 응축수를 안내하는 가이드포켓에 다공부를 구비하여 다공부에 의해 응축수에 표면장력이 발생하여 열교환효율을 향상시킬 수 있다.

[0019] 둘째, 보일러의 구동에 의해 발생하는 배기의 EGR라인을 통해 다시 버너로 순환시킨 후 연료와 공기 혼합기와 혼합시킨 후 버너로 공급하여 화염온도를 제어함으로써 질소산화물과 일산화탄소 발생량을 줄이고 열효율을 높이는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일반적인 응축형 폐열회수 보일러의 구성을 나타낸 예시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 다공성 응축수 순환 폐열회수장치를 구비한 보일러의 구성을 나타낸 예시도이다.

도 3은 도 2에 도시된 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 흡기부와 배기부를 확대하여 도시한 사시도이다.

도 4는 도 3에 도시된 흡기부와 배기부에서 유체의 흐름을 도시한 도면이다.

도 5는 가이드포켓에 구비되는 다공성물질을 확대하여 도시한 도면이다.

도 6은 다공성물질에 의해 응축수에 표면장력이 발생하는 상태를 확대하여 도시한 도면이다.

도 7은 배기가스의 온도와 보일러의 효율 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0022] 도 2는 본 발명에 따른 다공성 응축수 순환 폐열회수장치를 구비한 보일러의 구성을 나타낸 예시도, 도 3은 도 2에 도시된 다공성 응축수 순환 폐열회수장치의 흡기부와 배기부를 확대하여 도시한 사시도, 도 4는 도 3에 도시된 흡기부와 배기부에서 유체의 흐름을 도시한 도면, 도 5는 가이드포켓에 구비되는 다공성물질을 확대하여 도시한 도면, 도 6은 다공성물질에 의해 응축수에 표면장력이 발생하는 상태를 확대하여 도시한 도면, 도 7은 배기가스의 온도와 보일러의 효율 변화를 나타낸 그래프이다.

[0023] 본 발명은 배기 열회수 과정에 생긴 응축수가 흡기부와 배기부를 구획하는 격벽에 형성된 연통공에 의해 흡기로 전달되면서 응축수의 일부가 예열 흡기에 의해 증기로 전환되어, 흡기와 함께 연소실로 공급되도록 하며, 연통공으로 응축수를 안내하는 가이드포켓에 다공부를 구비하여 다공부에 의해 응축수에 표면장력이 발생하여 열교환효율을 향상시킬 수 있는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치 및 그 장치를 구비한 보일러에 관한 것으로, 도면을 참조하여 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.

[0024] 먼저 본 발명에 따른 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)를 살펴보면 다음과 같다.

[0025] 도 2 및 도 4 내지 도 6에 도시한 바와 같이 외부에서 인입되어 연소실(210)로 공급되는 흡기가 통하는 흡기부(110)를 구성하고, 상기 연소실(210)에서 연소 후 배출되는 배기(가스)가 통하는 배기부(120)를 구성하는데, 상기 흡기부(110)를 이동하는 흡기와 상기 배기부(120)를 이동하는 배기(가스)가 서로 열교환하여 흡기가 예열되도록 상기 흡기부(110)와 배기부(120)를 서로 인접하게 구획하는 격벽(130)을 구비한다.

[0026] 이때 상기 격벽(130)의 길이방향을 따라 일정한 간격으로 복수개의 연통공(142)으로 형성되는 연통부(140)가 구비되며, 상기 연통부(140)의 연통공(142)은 상기 흡기부(110)와 배기부(120)가 서로 연통하도록 하고, 상기 흡

기부(110)와 배기부(120)의 온도 차에 의해 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면을 따라 생성된 응축수의 일부가 상기 흡기부(110)로 침입하여 열교환으로 인해 예열된 흡기가 상기 응축수를 기화시켜 기화된 수증기를 포함한 흡기가 상기 연소실(210)로 공급되도록 한다.

[0027] 상기 연통공(142)의 주변에는 가이드포켓(150)을 더 형성하는데, 상기 가이드포켓(150)은 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면에서 응집되어, 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면을 따라 유동하는 응축수를 수집하여 상기 연통공(142)으로 안내하는 역할을 한다.

[0028] 상기 가이드포켓(150)에는 다공부(160)가 배치되며, 상기 다공부(160)는 상기 가이드포켓(150)에 의해 수집된 응축수의 상변화를 빠르게 하여 열전달율을 높이도록 하는 역할을 하며, 열전달율을 높이도록 상기 다공부(160)에는 다공이 형성되는 것이 바람직하다.

[0029] 상기 다공부(160)는 물질 내부에 빈 공간을 갖는 것으로서, 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수개의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되는 것이 바람직하며, 상기 다공부(160)의 다공도 반지름은 하기의 식을 이용하여 도출할 수 있다.

수학식 1

$$r = \frac{2Yc \cos \theta}{\gamma h}$$

[0030]

[0031] 상기 수학식 1은 표면장력을 기초로 둔 식으로 모세관 현상으로 인해 올라가는 높이에 따른 다공의 크기를 구할 수 있는 식으로, 상기 수학식 1을 기초로 하여 다공성 물질의 높이(h)에 따라 다공도의 반지름(r)을 구할 수 있다. 반지름(r)을 수학식 1을 이용하여 설정을 하면, 모세관 현상으로 인해 물은 상기 다공부(160) 내로 흡수가 용이하게 도면서 상기 다공부(160) 내에 머무르게 된다. 상기 다공부(160)는 내열성을 갖는 금속재질을 가지는 것이 바람직하며, 복수개의 금속부재가 철수세미와 같이 뭉쳐져 있는 것이 바람직하다.

[0032] 상기 흡기부(110)와 상기 배기부(120)를 통해 다른 두 유체가 역방향으로 흐르면서 격벽을 통해 열교환을 시작하며, 열교환에 따라 상기 배기부(120)를 이동하는 배기가스는 온도가 감소하면서 상기 격벽(130)에 응축수를 생성시키며, 계속해서 응축이 되면 응축수는 커지게 되면서 상기 격벽(130)을 타고 흐르게 되고, 상기 격벽(130)을 흐르는 응축수는 가이드포켓(150)으로 흘러가게 된다.

[0033] 상기 가이드포켓(150)에는 다공부(160)가 구비되며, 상기 다공부(160)는 물질 내의 작은 지름의 다공과 더불어 다공과 응축수 사이의 표면장력으로 인해 모세관 현상이 발생하여 응축수는 상기 다공부(160) 내로 더 잘 스며들게 되며, 상기 다공부(160)에 스며든 응축수에 의해 상기 배기부(120)를 이동하는 배기가스의 일부가 상기 연통부(140)의 연통공(142)을 통해 상기 흡기부(110)로 빠져나가는 것을 방지할 수 있다.

[0034] 상기 흡기부(110)의 압력은 상기 배기부(120)의 압력보다 낮기 때문에 응축수는 상기 흡기부(110)로 배출이 잘 되며, 상기 다공부(160)에서 발생하는 표면장력은 모세관 현상뿐만 아니라 공기와 물이 닿는 표면적을 넓히므로 응축수의 표면이 넓어짐으로 인하여 응축수의 기화가 더욱 잘 일어나게 된다.

[0035] 본 발명에 따른 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)를 구비한 보일러를 살펴보면 다음과 같다.

[0036] 도 2에 도시한 바와 같이 연료를 연소시키면서 발열하는 버너(211)를 내부에 포함하는 연소실(210)을 구성하고, 상기 연소실(210) 내부에는 상기 버너(211)와 인접하게 온수순환라인(212)을 배치하여, 상기 버너(211)가 발열함에 따라 데워진 온수를 순환한다.

[0037] 상기 연소실(210)의 버너(211)에는 연료공급라인(221)이 연결되며, 상기 연료공급라인(221)을 통해 상기 버너(211)로 연료가 공급되고, 상기 연료공급라인(221)의 후방측에는 연료공급장치(220)가 연결된다.

[0038] 상기 연료공급장치(220)가 외부에서 공급하는 연료를 흡기와 혼합하여 상기 연료공급라인(221)을 통해 상기 연소실(210)의 버너(211)로 공급하게 되며, 상기 연료공급라인(220)의 후방측에는 흡기라인(222)이 연결되어 상기 연료공급장치(220)로 공급되는 흡기가 이동하게 된다.

[0039] 상기 연소실(210)의 일측에는 개방부가 형성되는데, 상기 개방부에는 제1배기라인(230)이 연결되며, 상기 제1배기라인(230)으로는 상기 연소실(210)에서 배출되는 배기가 이동하고, 상기 제1배기라인(230)에서는 제1응축수배

출관(240)이 분기되며, 상기 제1응축수배출관(240)으로는 상기 제1배기라인(230)을 통해 배출되는 배기 중 응축되어 배기 중에 포함된 응축수를 배출한다.

- [0040] 상기 제1배기라인(230)의 후방측에는 제2배기라인(250)이 연결되며, 상기 제1배기라인(230)을 이동한 배기가 이어서 상기 제2배기라인(250)으로 이동하게 된다.
- [0041] 본 발명에 따른 보일러에는 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)가 구비되는데, 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)를 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0042] 먼저 상기 흡기라인(222)의 후방측에는 흡기부(110)가 연결되며, 외부에서 인입되어 상기 연소실(210)로 공급되는 흡기가 이동하고, 상기 제2배기라인(250)의 후방측에는 배기부(120)가 연결되며, 상기 연소실(210)에서 연소 후 배출되는 배기가 이동한다.
- [0043] 상기 흡기부(110)를 이동하는 흡기와 상기 배기부(120)를 이동하는 배기가 서로 열교환하여 흡기가 예열하도록 상기 흡기부(110)와 상기 배기부(120)를 서로 인접하게 구획하는 격벽(130)을 구비한다.
- [0044] 상기 격벽(130)에는 길이방향을 따라 일정한 간격으로 상기 흡기부(110)와 배기부(120)가 서로 연통하도록 연통공(142)으로 형성되는 연통부(140)가 형성되며, 상기 각 연통공(132)으로는 상기 흡기부(110)와 배기부(120)의 온도 차에 의해 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면을 따라 생성된 응축수의 일부가 상기 흡기부(110)로 침입하여, 열교환으로 인해 예열된 흡기가 상기 응축수를 기화시켜 기화된 수증기를 포함한 흡기가 상기 연소실(210)로 공급된다.
- [0045] 상기 연통공(142)의 주변에는 가이드포켓(150)이 형성되며, 상기 가이드포켓(150)은 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면에서 응집되어 상기 격벽(130)의 배기부(120) 측 내면을 따라 유동하는 응축수를 수집하여 상기 연통공(142)으로 안내한다.
- [0046] 상기 가이드포켓(150)에는 다공부(160)가 배치되며, 상기 다공부(160)는 상기 가이드포켓(150)에 의해 수집된 응축수의 상변화를 빠르게 하여 열전달율을 높이도록 하는 역할을 하며, 열전달율을 높이도록 상기 다공부(160)에는 다공이 형성된다. 상기 다공부(160)는 0.1 ~ 0.3mm의 직경을 가지는 복수의 금속부재가 0.1 ~ 1mm의 다공도를 가지도록 중첩 배치되어 형성되는 것이 바람직하다.
- [0047] 상기 연소실(210)의 일측에 형성된 개방부와 연결되는 제1배기라인(230)의 후방측에는 EGR라인(260)이 분기되며, 상기 EGR라인(260)은 상기 제1배기라인(230)을 통해 배출되는 배기의 일부를 상기 연료공급장치(220)로 공급한다.
- [0048] 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)의 배기부(120)에는 제2응축수배출관(270)이 분기하며, 상기 제2응축수배출관(270)은 상기 흡기부(110)와 배기부(120)의 온도 차에 의해 상기 배기부(120) 내면을 따라 생성된 응축수를 외부로 배출한다.
- [0049] 그리고, 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)의 흡기부(110)에는 상기 배기부(120)와 연통하게 응축수유도관(280)이 분기하며, 상기 응축수유도관(280)은 상기 흡기부(110)로 침투하여 흡기에 의해 기화되지 않고 잔류하는 응축수를 수집하여, 상기 배기부(120)로 유도한다.
- [0050] 상기 응축수유도관(280)은 'U'자 형태를 가지며, 지정 수위의 응축수가 수집되면, 수위를 넘은 응축수는 상기 배기부(120)의 제2응축수배출관(270)을 통해 배출되게 된다.
- [0051] 상기 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)를 지난 흡기공기는 열교환과 응축수의 증발로 인해 온도뿐만 아니라 습도도 증가하게 되며, 그로 인하여 본 발명에 따른 보일러의 효율을 증대시키게 된다.
- [0052] 도 7을 참조하면, 흡기공기의 상대습도에 따라 열교환기의 성능(Waste heat recovery performance, β)이 변하면서 나타나는 흡기공기와 배기가스의 온도 변화, 보일러의 효율 변화를 그래프를 참조하여 확인할 수 있다. 여기서, x축은 열교환 장치의 성능을 나타내며, y축은 각각 보일러의 효율과 두 유체(배기가스, 흡입공기)의 온도를 나타내며, 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)의 성능은 하기와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$\beta = \frac{T_{ap} - T_{ai}}{T_{EG} - T_{ai}}$$

[0053]

[0054]

상기 식에서 Tap는 예열공기의 온도, Tai는 흡기공기(외부공기)의 온도를 나타내며, TEG배기가스의 온도를 나타낸다.

[0055]

응축수 순환이 없을 때(without CWR), 예열공기의 온도는 일정하게 상승하는 것을 확인할 수 있지만, 배기가스 온도는 성능이 0.05인 지점부터 온도감소의 기울기가 상당히 낮아진 것을 확인할 수 있다. 이는 상변화로 인해 배출되는 응축열에 의한 것으로, 기존의 폐열회수장치의 한계를 확인할 수 있다.

[0056]

반면에 다공성 응축수 순환 폐열회수장치(100)를 이용했을 때, 응축수 순환으로 상대습도가 80% ~ 100%를 맞춰줬다고 한다면, 배기가스의 온도는 특정 열교환 장치의 성능지점으로부터 급격히 감소하는 것을 볼 수 있으며 이로 인해 보일러의 효율을 급격하게 상승하는 것을 확인할 수 있다.

[0057]

본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

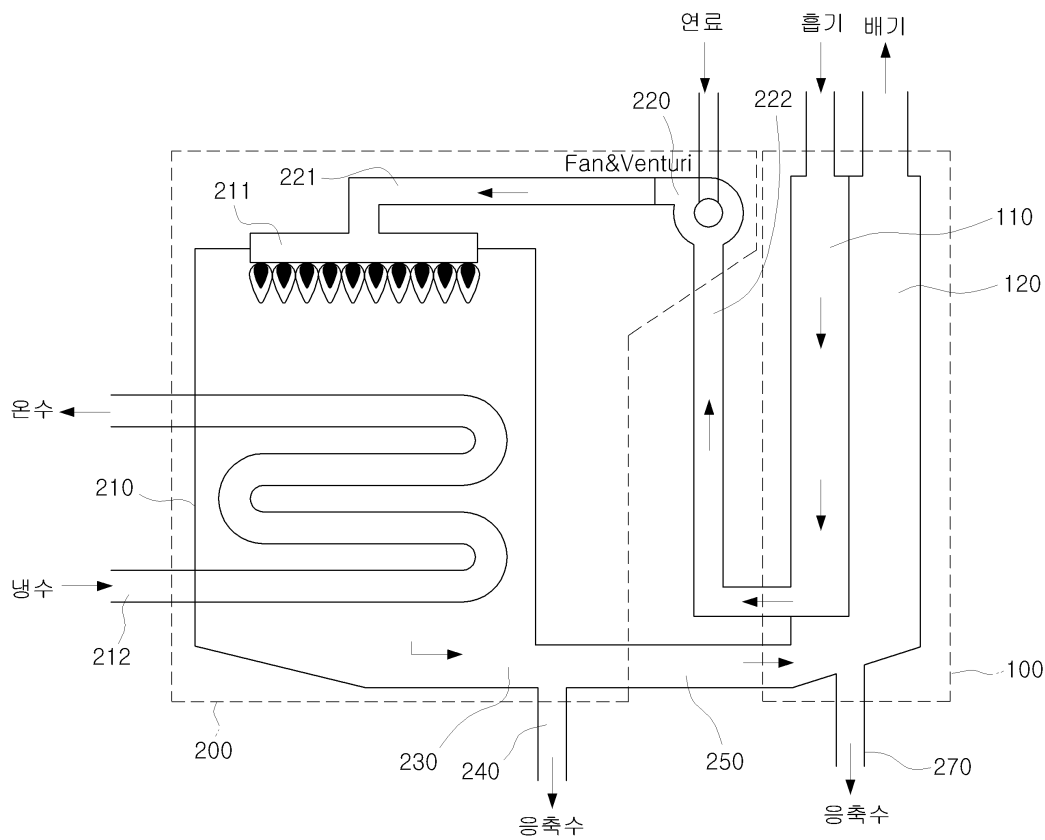
부호의 설명

[0058]

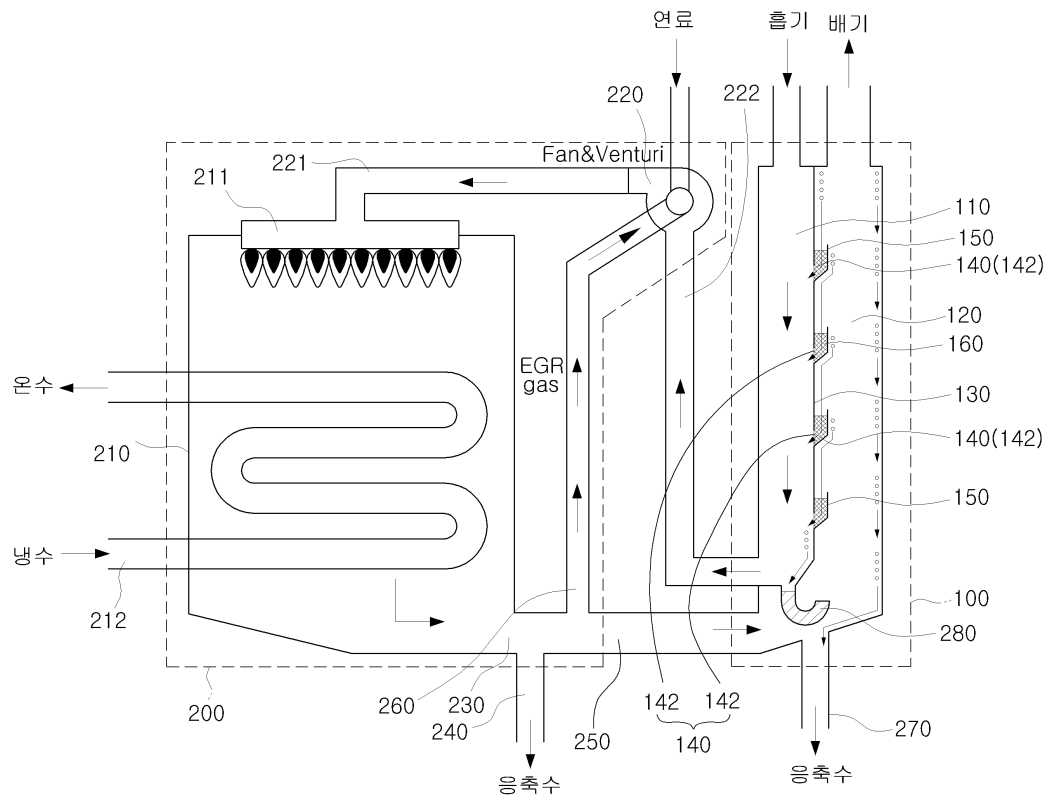
100 : 다공성 응축수 순환 폐열회수장치	110 : 흡기부
120 : 배기부	130 : 격벽
140 : 연통부	142 : 연통공
150 : 가이드포켓	160 : 다공부
200 : 보일러	210 : 연소실
211 : 버너	220 : 연료공급장치
221 : 연료공급라인	222 : 흡기라인
230 : 제1배기라인	240 : 제1응축수배출관
250 : 제2배기라인	260 : EGR라인
270 : 제2응축수배출관	280 : 응축수유도관

도면

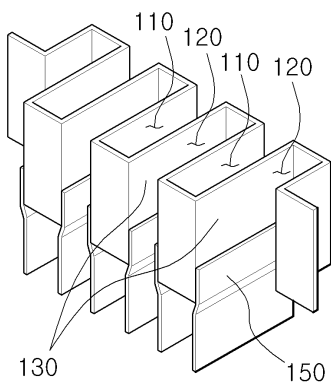
도면1



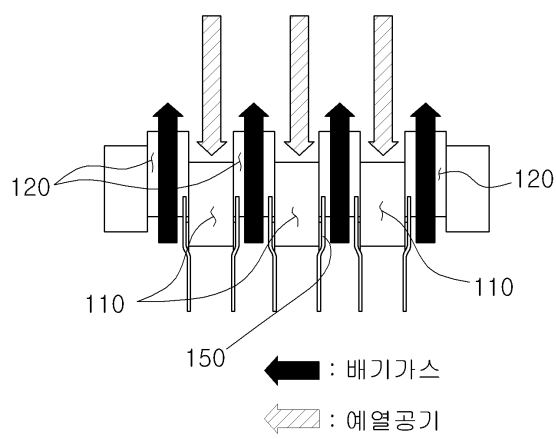
도면2



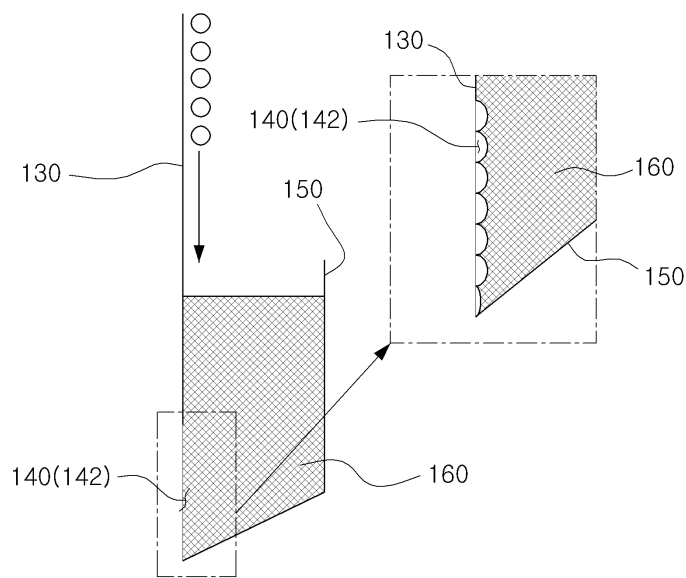
도면3



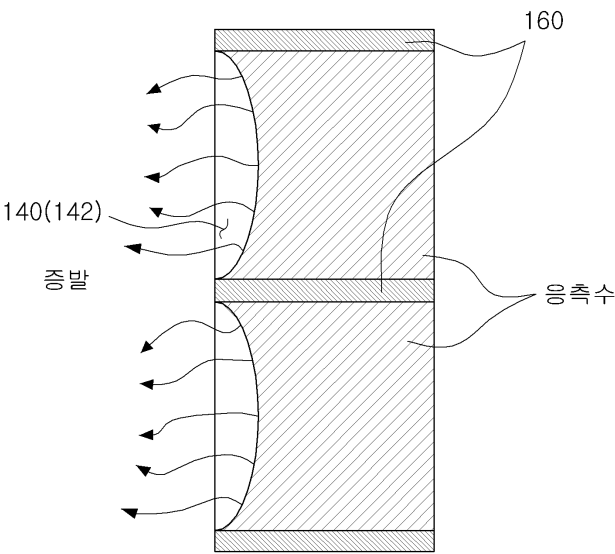
도면4



도면5



도면6



도면7

