



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0095017
(43) 공개일자 2012년08월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/32 (2006.01) B01J 19/08 (2006.01)
A61L 9/22 (2006.01) B01J 19/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0014388
(22) 출원일자 2011년02월18일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내
(72) 발명자
전영남
광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 제2공학
관 환경공학과
(74) 대리인
특허법인 충정

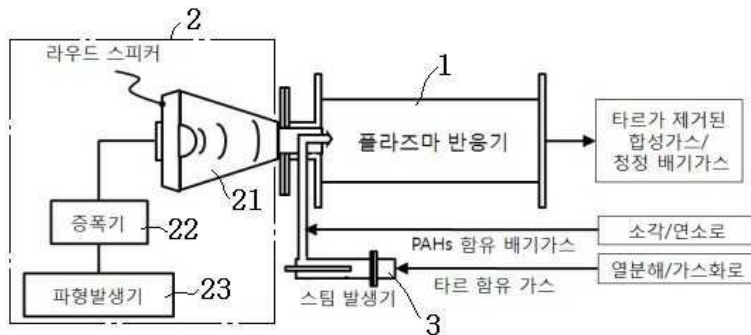
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치

(57) 요약

본 발명은 플라즈마 반응기의 플라즈마 영역 전단부에 외부가진부를 설치하여 플라즈마 반응기 내부로 음파에너지를 공급함으로써 플라즈마 반응기 내부에 투입되는 유체에 포함된 유해물질을 효과적으로 제거할 수 있도록 한 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치에 관하여 개시한다. 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치는 투입된 유해물질을 제거하기 위한 플라즈마 반응기와; 플라즈마 반응기와 연결설치되어 플라즈마 방전영역의 유체에 가진 전달력을 높여 플라즈마 반응기에 투입되는 유해물질을 더욱 효과적으로 제거할 수 있도록 하는 외부가진부;를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0004156

부처명 교육과학기술부

연구사업명 일반연구자 지원사업(지역우수자과학자)

연구과제명 열분해/가스화 타르제거 및 고수율 가스생산 외부가진 플라즈마 개질기 개발

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

내부로 투입된 유체에 포함된 유해물질을 제거하기 위한 플라즈마 반응기와;

플라즈마 반응기와 연결설치되어 플라즈마 방전영역의 유체에 가진 전달력을 높여 플라즈마 반응기에 투입되는 유체에 포함된 유해물질을 더욱 효과적으로 제거할 수 있도록 하는 외부가진부;

를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

외부가진부는,

플라즈마 반응기와 연결설치되어 플라즈마 반응기 내부로 음파를 전달하는 라우드스피커와;

라우드스피커와 연결설치되는 것으로서 입력측에 들어가는 작은 신호를 출력측인 라우드스피커에 큰 신호로 변환시키는 증폭기와;

증폭기와 연결설치되는 것으로서 파형발생기;

를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

플라즈마 반응기는,

저온 플라즈마 반응기, 아크 플라즈마 반응기, 글라이딩 아크 플라즈마 반응기 중 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

라우드스피커는,

라우드스피커에서 발생하는 음파 에너지가 플라즈마 전극 중심부에 집중되도록 플라즈마 반응기의 플라즈마 영역의 전단부 중심에 설치됨을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

증폭기 및 파형발생기는,

유해가스 유량 및 플라즈마 반응기 내부 플라즈마 형상에 따라 변하는 라우드스피커에서 발생된 음파 에너지를 조절할 수 있도록 설치됨을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스

중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

청구항 6

청구항 2에 있어서,

플라즈마 반응기 일단에는,

스팀발생기를 연결설치하여 플라즈마 반응기 내부 투입되는 유체가 스팀과 혼합된 상태로 플라즈마 반응기 내부로 공급되게 함으로써, 플라즈마 반응기 내부로 투입된 유체에 포함된 타르의 제거 효과를 높일 수 있도록 함을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 반응기의 플라즈마 영역 전단부에 외부가진부를 설치하여 플라즈마 반응기 내부로 음파에너지를 공급함으로써 플라즈마 반응기 내부에 투입되는 유체에 포함된 유해물질을 효과적으로 제거할 수 있도록 한 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 바이오매스의 연소 배기가스 중 다환방향족탄화수소(PAHs; polycyclic aromatic hydrocarbons)는 불완전 연소 시 배출되며, 인체에 발암성, 유전성 변이 및 독성을 유발시키고 환경오염의 원인 물질로 알려져 있다. 열분해/가스화는 유기성 폐기물 등의 다양한 폐자원을 공업적으로 유용한 합성가스로 생산하는 에너지 전환기술이므로 기존의 소각 및 매립 처리 방법에서 열분해/가스화 기술로 변경되고 있다. 그러나 열분해/가스화 공정상에 발생하는 가스 중 복잡한 탄화수소 계열로 구성된 타르로 인해 가스를 이용하는 기술 적용이 쉽지 않은 상태이다. 이는 공정상에서 응축된 타르는 장치와 관로의 장애와 일부 유기산에 의한 부식문제를 발생시키며, 장비의 운전과 유지에 어려움을 야기하며, 가스를 이용하는 가스엔진 및 터빈의 밸브의 막힘 및 고장의 원인을 일으키기 때문이다. 따라서 상기 문제점을 해결하기 위한 효과적인 기술개발이 필요하다.

[0003] 이러한 문제점을 해결하기 위해 도 1에 도시된 바와 같이 특허등록 제0983630호에는 『반응기 절연체(102); 상기 반응기 절연체(102)의 하부에 연결되는 다전극 절연체(101) 상기 다전극 절연체(101)와 연결되며, 상기 반응기 절연체(102)의 내부에 전기적 에너지를 공급하는 부채꼴 형상의 다수의 전극(103); 및 상기 반응기 절연체에 제공되며, 상기 반응기 절연체의 내부로 원료 가스를 제공하는 노즐(106)을 포함하는 것을 특징으로 하는 부분 산화에 의한 연료 가스 생성용 플라즈마 개질 장치』에 관한 기술이 개시된바 있다.

[0004] 그러나 종래의 부분 산화에 의한 연료 가스 생성용 플라즈마 개질 장치에는 유해물질 제거 효과를 향상시킬 수 있는 별도의 장치가 마련되어 있지않아 유해물질 제거의 효율성이 떨어지는 단점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 전술한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명은 플라즈마 반응기에 외부가진부를 설치하여 플라즈마 반응기 내부로 음파를 전달함으로써 플라즈마 반응기 내부에 투입되는 유체에 포함된 다환방향족탄화수소 및 타르를 효과적으로 제거할 수 있도록 한 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 전술한 목적을 이루기 위해, 본 발명은 내부로 투입된 유체에 포함된 유해물질을 제거하기 위한 플라즈마 반응기와; 플라즈마 반응기와 연결설치되어 플라즈마 방전영역의 유체에 가진 전달력을 높여 플라즈마 반응기에 투입되는 유체에 포함된 유해물질을 더욱 효과적으로 제거할 수 있도록 하는 외부가진부; 를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 바이오매스 연소 배기가스 및 폐기물의 열분해/가스화 생성가스 중 타르저감 외부가진 플라즈마 장치를 제공한다.
- [0007] 또한, 외부가진부는 플라즈마 반응기와 연결설치되어 플라즈마 반응기 내부로 음파를 전달하는 라우드스피커와; 라우드스피커와 연결설치되는 것으로서 입력측에 들어가는 작은 신호를 출력측인 라우드스피커에 큰 신호로 변환시키는 증폭기와; 증폭기와 연결설치되는 것으로서 파형발생기;를 포함하여 구성됨이 바람직하다.
- [0008] 또한, 플라즈마 반응기는 저온 플라즈마 반응기, 아크 플라즈마 반응기, 글라이딩 아크 플라즈마 반응기 중 선택되는 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0009] 또한, 라우드스피커는 라우드스피커에서 발생하는 음파 에너지가 플라즈마 전극 중심부에 집중되도록 플라즈마 반응기의 플라즈마 영역의 전단부 중심에 설치됨이 바람직하다.
- [0010] 또한, 증폭기 및 파형발생기는 유해가스 유량 및 플라즈마 반응기 내부 플라즈마 형상에 따라 변하는 라우드스피커에서 발생된 음파 에너지를 조절할 수 있도록 설치됨이 바람직하다.
- [0011] 또한, 플라즈마 반응기 일단에는 스팀발생기를 연결설치하여 플라즈마 반응기 내부 투입되는 유체가 스팀과 혼합된 상태로 플라즈마 반응기 내부로 공급되게 함으로써, 플라즈마 반응기 내부로 투입된 유체에 포함된 타르의 제거 효과를 높일 수 있도록 함이 바람직하다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치는, 촉매를 이용한 기존의 방식에 비교하여 경제적이며 촉매의 피독 문제가 없다. 또한, 제거효율은 연소처리 및 기존의 플라즈마에 비해 높고 장치의 구조가 간단하며, 유지보수가 용이한 장점이 있다.
- [0013] 그리고 바이오매스의 불완전 연소물 및 열분해/가스화 시 발생하는 타르의 제거뿐만 아니라 매립 가스(LFG; landfill gas), 폐수처리장 등의 혐기반응조 발생가스의 수소가스 전환에 효과적으로 활용될 수 있으며, 각종 공정에서 배출되는 유해가스 처리에 응용이 가능함에 따라 관련된 열병합 발전, 폐기물 처리 및 폐자원 에너지화 공정에 적용 가능하며, 유해가스 배출 시설물에 설치하여 다양한 시장을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 종래의 플라즈마 개질 장치의 구성도.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전체구성도.
- 도 3, 4는 본 발명의 실시예에 따른 유해가스 처리과정도.
- 도 5는 수증기 주입유량 변화에 따른 실험 결과 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전체구성도이며, 도 3, 4는 본 발명의 실시예에 따른 유해가스 처리과정도를 각각 도시한 것으로, 이하 첨부되는 도면을 참조하여 본 발명의 구성에 대하여 설명한다.
- [0016] 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치는, 도 2에 도시된 바와 같이 유해가스를 제거하기 위한 플라즈마 반응기(1)와, 플라즈마 반응기(1) 내부에 음파에너지를 전달하는 외부가진부(2)로 구성된다.

- [0017] 본 발명의 플라즈마 반응기(1)는 도 1에 도시된 바와 같이 본 출원인이 발명하여 특허등록 제0861004호에 개시된 『반응기 절연체(102); 상기 반응기 절연체(102)의 하부에 연결되는 다전극 절연체(101) 상기 다전극 절연체(101)와 연결되며, 상기 반응기 절연체(102)의 내부에 전기적 에너지를 공급하는 부채꼴 형상의 다수의 전극(103); 및 상기 반응기 절연체에 제공되며, 상기 반응기 절연체의 내부로 원료 가스를 제공하는 노즐(106)을 포함하는 것을 특징으로 하는 부분 산화에 의한 연료 가스 생성용 플라즈마 개질 장치』를 실시예로서 설명한다. 그러나 이에 한정되는 것은 결코 아니며 예컨대 본 발명에 따른 플라즈마 반응기(1)는 일반적인 저온 및 아크 플라즈마 반응기를 포함하고 방전을 형성하는 유체에 가진이 적용 가능한 플라즈마 반응기는 모두 해당된다. 본 발명의 설명을 위하여 위 글라이딩 아크 플라즈마를 플라즈마 반응기(1)의 실시예로 한다.
- [0018] 외부가진부(2)는, 플라즈마 반응기(1) 내부로 투입되는 유체에 가진 효과를 제공할 수 있도록 플라즈마 반응기(1)의 플라즈마 영역의 전단부에 설치되는 것으로서 플라즈마 방전영역의 유체에 가진의 전단력을 높이는 라우드스피커(21)와, 가진의 신호 증폭기(22), 파형발생기(23)로 구성된다.
- [0019] 더욱 구체적으로 라우드스피커(21)는, 전기신호를 진동판의 진동으로 바꾸어 공기에 소밀파를 발생시켜 음파를 복사하는 음향기기로서, 라우드스피커(21)에서 발생하는 음파 에너지가 플라즈마 전극 중심부에 집중되도록 플라즈마 영역의 전단부 중심에 설치되어 라우드스피커(21)에서 발생하는 음파에너지가 플라즈마 전극 중심부에 집중되도록 한다.
- [0020] 증폭기(22)는, 라우드 스피커(21)와 연결설치되는 것으로서 입력측에 들어가는 작은 신호를 출력측인 라우드스피커(21)에 큰 신호로 변환시키는 역할을 한다. 파형발생기(23)는, 증폭기(22)와 연결설치되는 것으로서 서로 다른 형태의 전자기 진동을 발진하는 전자 회로. 전자 자동화 장치의 필수 구성 요소로, 구형파 발진기, 삼각파 발진기, 톱니파 발진기, 임펄스 발진기, 사인파 발진기 등이 있다.
- [0021] 이러한 증폭기(22) 및 파형발생기(23)는 열분해/가스화 가스 유량 및 플라즈마 반응기(1) 내부 플라즈마 형상에 따라 변하는 음파에너지를 조절이 용이하도록 설치된다. 따라서, 라우드스피커(21)에서 발생된 음파에너지는 증폭기(22)와 파형발생기(23)를 통해 크기와 형태가 바뀌어 플라즈마 반응기(1) 내부의 다환방향족탄화수소(PAHs; polycyclic aromatic hydrocarbons) 또는 타르가 포함된 유해가스 등과 같은 유체에 전달된다.
- [0022] 음파에너지가 전달된 유체는 음파에너지에 의해 열, 질량, 운동량이 촉진되고 이에 플라즈마 영역 확대와 반응성을 증가시키게 된다. 이는 전자 및 래디컬의 미반응된 물질에 대한 반응을 촉진시켜 다환방향족탄화수소 및 타르 제거 효율을 증가시키게 된다.
- [0023] 한편, 플라즈마 반응기(1)는 스팀발생기(3)와 연결설치된다. 스팀발생기(3)는 플라즈마 반응기(1)로 열분해/가스화의 생성가스를 투입시 스팀을 발생하여 플라즈마 반응기(1)로 투입되는 열분해/가스화의 생성가스와 스팀이 혼합되게 함으로써, 플라즈마 반응기(1) 내부로 투입되는 타르의 제거효율을 높이고 생성가스의 발열량을 증가시킨다.
- [0024] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치는, 플라즈마 반응기(1)의 플라즈마 영역 전단부에 외부가진부(2)를 설치하여 플라즈마 반응기(1) 내부로 투입되는 유체에 포함된 다환방향족탄화수소, 타르 등과 같은 유해물질을 효과적으로 제거할 수 있도록 한 것으로서, 이하 첨부되는 도면을 참조하여 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치의 다환방향족탄화수소, 타르 등과 같은 유해물질의 제거과정을 설명한다.
- [0025] 본 발명에 따른 외부가진 플라즈마 장치는, 도 3, 4에 도시된 바와 같이 소각/연소 배기가스 및 열분해/가스화 가스 중의 다환방향족탄화수소와 타르를 전자, 이온 및 래디컬에 의한 크랙킹 반응으로 제거하고 무해한

가스로 전환하는 것으로서, 바이오매스 연소 배가스 및 유기성 폐기물 열분해/가스화시 발생하는 가스가 플라즈마 반응기(1)에 주입되면, 플라즈마 반응기(1)에서 발생된 플라즈마는 주입되는 가스로부터 전자 및 래디컬을 생성하며 타르와의 반응을 일으키게 된다. 즉, 크래킹(cracking) 반응이 연쇄적으로 일어나며 최종 탄소와 수소로 전환하게 된다.

[0026] 이와 연동하여 외부가진부(2)에서는 플라즈마 반응기(1)의 플라즈마 영역이 확장될 수 있도록 음파에너지를 플라즈마 내부로 공급한다. 즉, 외부가진부(2)의 증폭기(22) 및 과형발생기(23)는 열분해/가스화 가스 유량 및 내부 플라즈마 형상에 따라 변하는 음파에너지를 조절이 용이하도록 설치되어 있어 라우드스피커(21)에서 발생된 음파가 증폭기(22)와 과형발생기(23)를 통해 크기와 형태가 바뀌어 플라즈마 반응기(1) 내부의 유체에 전달된다.

[0027] 음파가 전달된 유체는 음파에 의해 열, 질량, 운동량이 촉진되어 플라즈마의 영역 확대와 반응성을 증가시키게 된다. 이는 전자 및 래디컬의 미반응된 물질에 대한 반응을 촉진시켜 다환방향족탄화수소 및 타르 제거효율과 에너지 효율을 증가시키게 된다. 따라서, 플라즈마 반응기(1)만으로 다환방향족탄화수소 및 타르를 제거할 때보다 외부가진부(2)를 통해 플라즈마 반응기(1) 내부로 음파에너지를 공급하였을 때 플라즈마 영역이 확대되고 다환방향족탄화수소 및 타르의 제거효율이 높다.

[0028] 한편, 도 4와 같이 열분해/가스화의 생성가스는 스팀발생기(3)에서 생성된 스팀과 혼합상태로 플라즈마 반응기(1)로 주입되어 타르의 제거효율을 더욱 높이고 생성가스의 발열량을 증가시키게 된다. 이는 후속공정에서 생성가스를 이용시 에너지 효율을 높이게 된다. 스팀과 타르의 혼합시 타의 제거효과가 높일 수 있다는 것은 아래의 실시예를 통해 확인할 수 있다.

[0029] <실시예 1> 수증기 주입량 변화

[0030] 도 5는 수증기 주입량 변화를 나타낸 것이다. 전체 가스량을 12.05 L/min, SEI 0.91 kWh/m³로 고정한 상태에서 수증기 주입량 변화에 대해 실험을 수행하였다. 수증기 주입량 1.57 L/min 초과에서는 수증기 발생장치의 온도 감소 현상이 나타났다. 따라서 실험 범위를 0~1.57 L/min로 설정하고 실험을 진행하였다. 실험 결과는 수증기 주입량이 증가함에 따라 점차적으로 분해효율이 증가하다 수증기 주입량이 0.62 L/min에서 최대 96.1%를 나타내었다. 이 후 수증기 주입량이 증가함에 점차적으로 농도가 감소됨을 알 수 있다. 수증기 주입량이 0 L/min에서 61%의 타르 제거율을 나타냈다. 이는 반응식 (1)의 크래킹 반응으로 인하여 타르가 분해되고 수소 및 다른 탄화수소가 생성됨을 알 수 있으며, 또한 반응식 (2)에 의해 카본 블랙과 수소가 생성되었음을 알 수 있다.

[0031] - Cracking



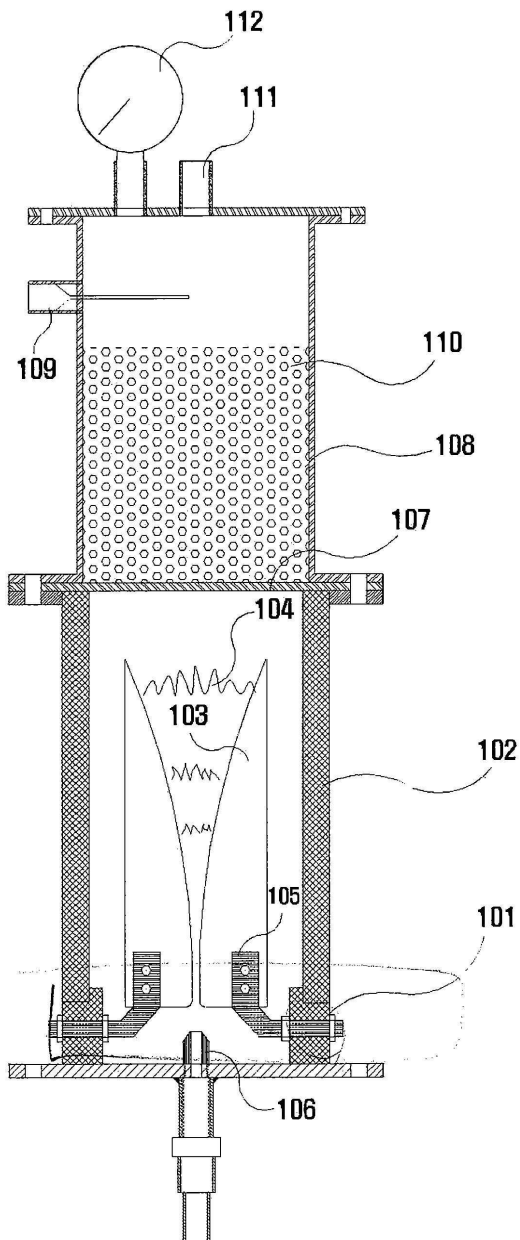
[0033] - Carbon formation



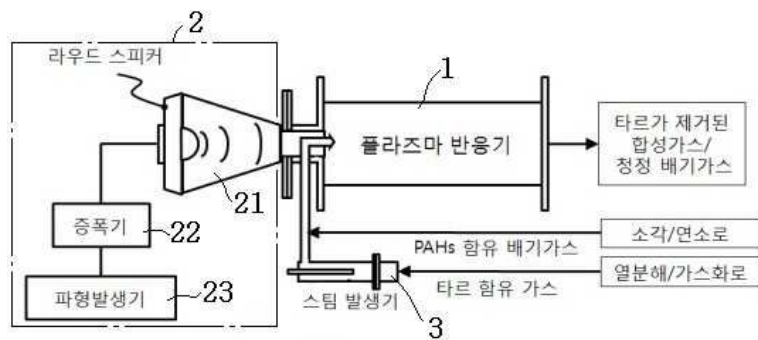
[0035] 그리고 플라즈마 반응기에 수증기가 주입되면서 플라즈마에 의해 생성되는 반응물은 반응식(3)에 따라 OH 래디컬과 전자를 생성하게 된다. 반응식(4)과 같이 생성된 전자나 OH 래디컬은 타르와 반응되면서 전환을 하게 된다. 따라서 수증기 주입과 함께 타르 제거율이 증가한 결과를 나타냈다. 그리고 생성된 OH 래디컬은 반응식(5)처럼 일산화탄소와 반응하면서 이산화탄소로 전환되는 반응을 나타내며 생성된 래디컬은 반응을 마치게 된다.

도면

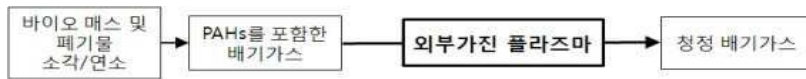
도면1



도면2



도면3



도면4



도면5

