



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2013-0036402

(43) 공개일자

2013년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/32 (2006.01)

C01B 3/04 (2006.01)

C01B 31/18 (2006.01)

(21) 출원번호

10-2011-0100446

(22) 출원일자

2011년10월04일

심사청구일자

2011년10월04일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

박수진

대전광역시 유성구 도룡동 로텐하우스 102-301

이슬이

인천광역시 계양구 계산시장길 7-12, A동 402호 (계산동, 행복아파트)

(74) 대리인

이은철

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법

(57) 요약

본 발명은 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용하여 이산화탄소 분해시 메탄가스를 주입함으로서 이산화탄소 합성 반응의 역반응인 비가역반응을 가능하게 하여 지구온난화에 심각한 영향을 미치는 온실가스인 이산화탄소를 효율적으로 제거할 수 있는 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법에 관한 것으로서, 상기와 같은 본 발명에 따르면 이산화탄소를 경제적 및 효율적으로 제거할 수 있을 뿐만 아니라, 이산화탄소를 분해한 결과 발생하는 수소와 일산화탄소를 석유화학공업의 원료로 재활용할 수 있는 효과가 있다.

특허청구의 범위

청구항 1

- (1) 반응가스로 이산화탄소와 메탄을 토치형 플라즈마 제트장치 반응관에 주입하는 단계;
- (2) 상기 (1)단계에 의해 주입된 이산화탄소를 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 군에서 선택되는 1개를 이용하여 발생시킨 플라즈마 제트로 일산화탄소와 수소로 분해시키는 단계; 및
- (3) 상기 (2)단계에서 분해된 고온의 가스를 냉각관으로 주입시키는 단계;를 포함하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (1)단계에서 이산화탄소를 500 내지 20000 sccm의 주입속도로 주입하는 것을 특징으로 하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (1)단계에서 메탄을 10 내지 10000 sccm의 주입속도로 주입하는 것을 특징으로 하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (2)단계에서 토치형 플라즈마 제트장치의 입력전원은 1 내지 5 kW인 것을 특징으로 하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 (2)단계에서 사용되는 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 군에서 선택되는 1가지를 1 내지 15 L/min의 유량속도로 주입하는 것을 특징으로 하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 이산화탄소 분해방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용하여 이산화탄소 분해시 메탄가스를 주입함으로써 이산화탄소 합성반응의 역반응인 비가역반응을 가능하게 하여 지구온난화에 심각한 영향을 미치는 온실가스인 이산화탄소를 효율적으로 제거할 뿐만 아니라 이산화탄소를 분해한 결과 발생하는 수소와 일산화탄소를 석유화학공업의 원료로 재활용할 수 있는 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 온실가스에 의한 지구온난화현상이 인류의 생존을 심각하게 위협하는 작금의 실정에서 지난 100년 동안 세계평균기온이 0.74℃ 상승하였으며, 21세기말 최고 6.4℃ 상승할 것으로 예상된다. 반면, 우리나라의 경우 지난 100년간(1912~2008) 평균기온이 1.7℃ 상승하였고, 지구온난화는 가뭄○홍수○폭염 및 생태계파괴 등의 형태로 표출되며, 기후변화로 인한 경제손실이 매년 세계 GDP의 5~20%(향후 10년간 약 \$2500억=300조원/\$1=1,200원)일 것으로 추정되고 있다.
- [0003] 그 중, 대표적인 온실가스가 이산화탄소이며 지구전체 온실가스의 약 77%를 차지한다. 대표적인 이산화탄소 발생원은 화력발전소 및 산업체(제철○정유산업 등)이며 지구전체 이산화탄소 배출량의 약 45%를 차지한다. 2005년 전 세계 이산화탄소 배출량 270억t 중 한국은 약 6억t 배출로 2.2%를 차지하는 것으로 발표되었으며(세계 10위), 국내 이산화탄소 배출량은 에너지부문(발전소, 83%) 및 산업공정(12%)이 약 94% 차지하는 실정이다.
- [0004] 따라서, 이에 본 발명자들은 저비용으로 이산화탄소를 저장 및 처리하는 방법을 개발하기 위해 최적의 분해 조건을 찾고자 예의 노력을 한 결과, 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법으로서, 이산화탄소와 메탄을 대기압 토치형 플라즈마 제트 장치속으로 통과시켜 이산화탄소의 합성반응의 역반응인 비가역반응을 고효율로 가능하게 하여 이산화탄소의 화학결합을 수소와 일산화탄소로 분해하는 방법을 개발하였다.
- [0005] 한편, 이산화탄소를 분해하는 방법에 관한 종래기술로는 한국 등록특허 제10-0991754호(열플라즈마에 의한 이산화탄소 분해와 동시에 이산화티탄 나노입자를 제조하는 방법), 한국 등록특허 제10-0898813호(이산화탄소의 플라즈마 분해 장치 및 방법) 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은, 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용하여 이산화탄소 분해시 메탄가스를 주입함으로써 이산화탄소 합성반응의 역반응인 비가역반응을 가능하게 하여 이산화탄소를 효율적으로 제거할 수 있는 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 (1) 반응가스로 이산화탄소와 메탄을 토치형 플라즈마 제트장치 반응관에 주입하는 단계;와 (2) 상기 (1)단계에 의해 주입된 이산화탄소를 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 군에서 선택되는 1개를 이용하여 발생시킨 플라즈마 제트로 일산화탄소와 수소로 분해시키는 단계;와 (3) 상기 (2)단계에서 분해된 고온의 가스를 냉각관으로 주입시키는 단계;를 포함하는 토치형 플라즈마 제트를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법을 제공한다.
- [0008] 상기 (1)단계에서 이산화탄소를 500 내지 20000 sccm의 주입속도로 주입하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 (1)단계에서 메탄을 10 내지 10000 sccm의 주입속도로 주입하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 (2)단계에서 토치형 플라즈마 제트장치의 입력전원은 1 내지 5kW인 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 (2)단계에서 사용되는 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 군에서 선택되는 1가지를 1 내지 15L/min의 유량속도로 주입하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0012] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용하여 이산화탄소 분해시 메탄가스를 주입함으로써 이산화탄소 합성반응의 역반응인 비가역반응을 가능하게 하여 이산화탄소를 효율적으로 제거할 수 있는 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 고효율 이산화탄소 분해방법을 제공함으로써, 이산화탄소를 경제적 및 효율적으로 제거할 수 있을 뿐만 아니라 이산화탄소가 분해되어 나온 일산화탄소와 수소를 석유화학공업의 원료로 재활용할 수 있는 효과가 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0014] 본원발명 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용한 이산화탄소 분해방법은 이산화탄소와 메탄을 대기압 토치형 플라즈마 제트 장치속으로 통과시켜 이산화탄소의 합성반응의 역반응인 비가역반응을 고효율로 가능하게 하여 이산화탄소의 화학결합을 수소와 일산화탄소로 분해하는 방법에 관한 것이다.
- [0015] 본원발명은 (1) 반응가스로 이산화탄소와 메탄을 토치형 플라즈마 제트장치 반응관에 주입하는 단계;와 (2) 상기 (1)단계에 의해 주입된 이산화탄소를 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 균에서 선택되는 1개를 이용하여 발생시킨 플라즈마 제트로 일산화탄소와 수소로 분해시키는 단계; 및 (3) 상기 (2)단계에서 분해된 고온의 가스를 냉각관으로 주입시키는 단계;를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0016] 상기 (1)단계에서 이산화탄소를 500 내지 20000 sccm의 주입속도로 주입하는 것이 바람직하고, 1000 내지 5000 sccm의 주입속도로 주입하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0017] 상기 (1)단계에서 메탄가스를 10 내지 10000 sccm의 주입속도로 주입할 수 있으며 다만, 500 내지 1500 sccm의 주입속도로 주입하는 것이 바람직하다.
- [0018] 상기 (2)단계에서 토치형 플라즈마 제트장치의 입력전원은 1 내지 5kW인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 2 내지 3.5kW의 입력전원으로 하는 것이다.
- [0019] 상기 (2)단계에서 사용되는 아르곤, 산소, 질소 및 공기로 이루어진 균에서 선택되는 1가지를 1 내지 15L/min의 유량속도로 주입할 수 있으며 다만, 5 내지 8L/min의 유량속도로 주입하는 것이 바람직하다.
- [0020] 한편, 상기 방법으로 이산화탄소를 분해시 메탄가스가 존재하지 않을 경우 이산화탄소는 물리적 반응에 의해서만 분해되고, 메탄가스가 존재할 경우 이산화탄소와 혼합된 상태에서 고열반응에 의해 화학적 냉각반응이 적용되어 더 높은 이산화탄소 분해율을 얻을 수 있다. 이러한 메탄가스와 이산화탄소의 흡열반응은 이산화탄소의 가역반응인 재결합을 막는 냉각효과를 나타내어 이산화탄소 분해율의 증가에 큰 영향을 미친다. 그러나 지나치게 과량의 메탄가스 주입은 이산화탄소와 메탄가스 반응을 저해하여 오히려 이산화탄소의 분해가 효율적으로 이루어지지 않으므로 바람직하지 않다.
- [0021] 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 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.
- [0022] **실시예 1.**
- [0023] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 3 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 7 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 3,000 sccm, 메탄가스를 1,000 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.
- [0024] **실시예 2.**
- [0025] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 3 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 5.5 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 3,000 sccm, 메탄가스를 1,000 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0026] 실시예 3.

[0027] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 2.2 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 7 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 3,000 sccm, 메탄가스를 1,000 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0028] 실시예 4.

[0029] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 3 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 7 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 3,000 sccm, 메탄가스를 600 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0030] 실시예 5.

[0031] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 3 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 7 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 4,500 sccm, 메탄가스를 1,000 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0032] 실시예 6.

[0033] 상기 실시예 1와 동일하게 과정을 실시하되, 플라즈마 발생가스로 산소를 사용하여 이산화탄소를 분해하였다.

[0034] 실시예 7.

[0035] 상기 실시예 1와 동일하게 과정을 실시하되, 플라즈마 발생가스로 질소를 사용하여 이산화탄소를 분해하였다.

[0036] 비교예 1.

[0037] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 1.5 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 4 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 5,500 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0038] 비교예 2.

[0039] 토치형 플라즈마 제트 장치의 기체주입구에 고순도의 이산화탄소 가스와 메탄가스를 준비하고 플라즈마 장치의 전력을 1.8 kW로 입력하고 아르곤을 플라즈마 발생가스로 사용하여 9 L/min의 유량속도로 유지하여 일정하게 주

입한 후 상기 토치형 플라즈마 제트 장치의 반응관에 고온의 플라즈마가 발생되면, 장치의 주입 가스밸브를 조절하여 이산화탄소 가스를 5,500 sccm, 메탄가스를 400 sccm의 유량속도로 각각 주입하여 10 분간 유지하였다. 그 다음 고온 플라즈마 제트 반응관으로부터 생성되어 분리 및 유입된 수소와 일산화탄소 기체를 냉각관으로 이동시켜 냉각한 후에, 분리된 가스들을 가스 수집구에서 수집하였다.

[0040] 하기 표 1 및 표 2는 본 발명에 따른 상기 실시예 1, 내지 실시예 7, 및 비교예 1, 내지 비교예 2,의 이산화탄소 분해처리조건 및 이산화탄소 분해율을 나타낸 결과이다.

표 1

[0041]	토치형 플라즈마 제트 장치의 전력(kW)	플라즈마발생가스의 종류 및 유량속도(sccm)		메탄의 유량속도 (sccm)	이산화탄소 유량속도(sccm)
실시예 1	3	아르곤	7	1,000	3,000
실시예 2	3	아르곤	5.5	1,000	3,000
실시예 3	2.2	아르곤	7	1,000	3,000
실시예 4	3	아르곤	7	600	3,000
실시예 5	3	아르곤	7	1,000	4,500
실시예 6	3	산소	7	1,000	3,000
실시예 7	3	질소	7	1,000	3,000
비교예 1	1.5	아르곤	3	0	5,500
비교예 2	1.8	아르곤	9	400	5,500

표 2

[0042]	이산화탄소 분해효율 (%)
실시예 1	99.9
실시예 2	99.2
실시예 3	98.2
실시예 4	98.5
실시예 5	98.9
실시예 6	99.9
실시예 7	99.8
비교예 1	95.2
비교예 2	96.7

[0043] 상기 표 2에 나타난 바와 같이 본원 발명의 토치형 플라즈마 제트 장치를 이용하여 이산화탄소를 분해할 경우 분해율이 98% 이상의 고효율을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0044] 한편, 본 발명에 따른 상기 표 2에 나타난 이산화탄소의 분해율은 플라즈마 처리 전·후의 이산화탄소의 분해정도 및 생성된 수소와 일산화탄소를 측정하여 가스크로마토그래피를 주입 및 배출 이산화탄소의 농도를 측정하여 아래의 식을 이용하여 분해효율을 계산하였다.

[0045]

$$\text{이산화탄소의 분해효율} = \frac{\text{주입된 } CO_2 \text{의 양} - \text{배출된 } CO_2 \text{의 양}}{\text{주입된 } CO_2 \text{의 양}} \times 100$$

[0046] 이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시태양일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이

다.