



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년11월07일  
 (11) 등록번호 10-1458410  
 (24) 등록일자 2014년10월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C01B 3/08 (2006.01) C01G 9/02 (2006.01)  
 B01J 19/12 (2006.01) H05H 1/26 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0107773  
 (22) 출원일자 2012년09월27일  
 심사청구일자 2012년09월27일  
 (65) 공개번호 10-2014-0041003  
 (43) 공개일자 2014년04월04일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110138461 A\*  
 KR1020110094748 A\*  
 KR101166444 B1  
 CARBON SCIENCE, 2007  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국기초과학지원연구원  
 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)  
 (72) 발명자  
 홍용철  
 대전광역시 유성구 과학로 133 국가핵융합연구소 (어은동52)  
 천세민  
 대전광역시 유성구 과학로 133 국가핵융합연구소 (어은동52)  
 (74) 대리인  
 남건필, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 6 항

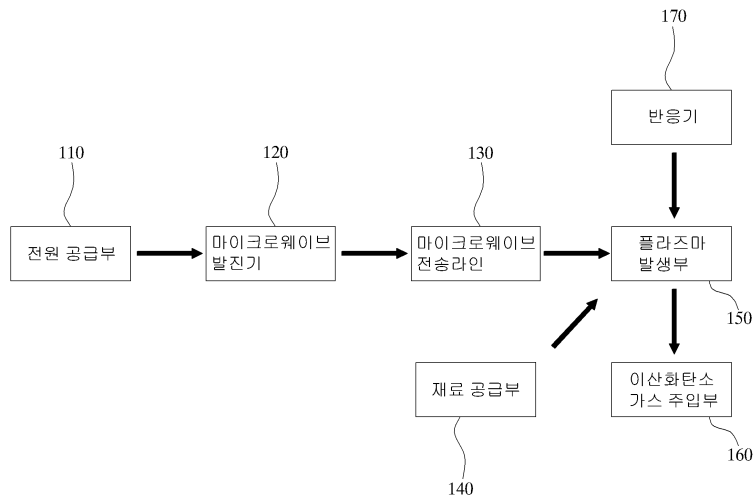
심사관 : 김은희

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 플라즈마 토치를 이용한 산화물 및 합성가스 제공 방법 및 이의 산화물

**(57) 요약**

본 발명은 이산화탄소 플라즈마를 이용한 산화물 및 합성가스 제공 방법으로서, 상기 방법은, 전자파를 발생하여 플라즈마 발생기 내부로 상기 전자파를 전송하고, 상기 플라즈마 발생기로 이산화탄소 가스 공급시켜 이산화탄소 플라즈마 토치를 생성하며, 상기 이산화탄소 플라즈마 토치에 반응재료를 공급함을 포함하며, 상기 이산화탄소는 분해되어, 상기 반응재료와 반응하여, 합성가스 및 산화물을 생성하는, 이산화탄소 플라즈마를 이용한 산화물 및 합성가스 제공 방법에 관한 것이다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응물질의 산화물로서,

상기 산화물은,

플라즈마 발생기 내부로 전자파를 전송하고, 상기 플라즈마 발생기로 이산화탄소 가스 공급시켜 이산화탄소 플라즈마 토치를 생성하며, 상기 이산화탄소 플라즈마 토치에 반응재료를 공급하여,

상기 이산화탄소는 분해되고, 상기 반응재료와 반응하여 생성되며,

상기 산화물은 C<sub>2</sub> 도핑된 산화물임을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 반응재료는 전이금속임을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

상기 전이 금속은, Zn(Zinc), Ti(titanium), Mg(magnesium), V(vanadium), Fe(iron), Cd(cadmium), Cu(copper), Sn(tin), Te(tellurium) 및 Si(silicon)로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 금속임을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**청구항 13**

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 전자파는 2.45GHz, 902 내지 928 MHz, 또는 886~896 MHz 임을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**청구항 14**

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 반응재료를 상기 이산화탄소 플라즈마 토치의 가장 밝은 영역에 주입함을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

상기 산화물의 흡수 파장이 Red-shift됨을 특징으로 하는,

이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 생성된 반응재료의 산화물.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 이산화탄소 플라즈마 토치를 이용하여 이산화탄소를 재이용하여, 산업공정 및 실생활에 필요한 화합물 및 합성 가스를 생성할 수 있는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 이산화탄소는 지구온난화를 유발하는 가장 중요한 원인이다. 이러한 이산화탄소를 분해하여 소멸시키는 것은 환경적 측면에서 매우 중요하다. 나아가, 이산화탄소를 분해하면서, 이산화탄소를 새로운 재생원료로 사용할 수 있다면 활용가치는 높을 것이다.

[0003] 이산화탄소 관련 기술은 크게 저감기술과 처리기술로 나눌 수 있다. 현재 이산화탄소를 포집, 이송, 및 저장하는 기술(Carbon dioxide capture and storage, CCS)이 주요 개발 방향이지만, 이산화탄소를 단순히 포집 및 저

장하는 기술개발에서 벗어나 이산화탄소를 재생 가능한 물질 및 에너지 자원으로 활용할 수 있게 해주는 자원화 기술이 필요하다.

- [0004] 이산화탄소 자원화 기술은 지구온난화 문제와 자원 고갈 문제를 동시에 해결할 수 있는 기술 중 하나로써 에너지뿐만 아니라 기초화학 원료로서의 그 중요성이 커지고 이를 유용한 화합물질로 전환하고자 하는 노력이 큰 관심사로 대두되고 있다.
- [0005] 이산화탄소는 화학적, 생물학적, 광학적, 또는 전기화학적인 방법을 이용해 다양한 화합물질을 합성하여 자원화할 수 있다. 따라서 이산화탄소의 재이용기술, 즉 전환에 따른 새로운 화합물의 생성기술은 매우 유용한 기술일 것이다.
- [0006] 본원 발명은, 이러한 이산화탄소의 재이용과 새로운 화합물의 생성을 전자파를 이용한 이산화탄소 플라즈마 토치 기술을 활용하려 한다.
- [0007] 전자파를 이용한 플라즈마토치로 이산화탄소의 재이용기술에 대한 종래 기술로서, 대한민국 등록특허 제 10-1166444호가 있다. 이 특허는 본 발명은 전자파로 발생한 이산화탄소 토치 및 그 응용에 관한 것으로, 그 목적은 이산화탄소가스를 전자파로 가열하여 순수한 이산화탄소 플라즈마 토치를 발생하고 발생된 이산화탄소 플라즈마에 기체, 액체 또는 고체 상태의 탄화수소 화합물을 공급하여 합성가스 원료를 생산함을 제시하고 있다.
- [0008] 또한, 마이크로웨이브 플라즈마를 이용한 매연 제거 기술로서, 대한민국 등록특허 제10-0375423호가 있다.

**발명의 내용**

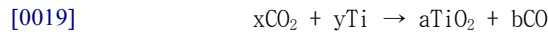
**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명의 목적은 상기 설명된 바와 같이 필요성이 대두 되고 있는 이산화탄소 재이용기술을, 전자파를 이용한 플라즈마 토치 기술을 활용하여 달성함에 있다.
- [0010] 나아가, 본 발명의 목적은, 지구온난화를 일으킬 수 있는 물질인 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 이용하여 안정화된 고온, 고밀도 마이크로웨이브 플라즈마를 발생시키고 상기 고온의 플라즈마에 전이금속과 같은 반응재료를 주입하여 산업공정 및 실생활에 필요한 화합물 및 합성 가스를 만드는 장치와 방법을 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명은, 이산화탄소 플라즈마를 이용한 산화물 및 합성가스 제공 방법을 제공한다.
- [0012] 상기 방법은, 전자파를 발생하여 플라즈마 발생기 내부로 상기 전자파를 전송하고, 상기 플라즈마 발생기로 이산화탄소 가스를 공급시켜 이산화탄소 플라즈마 토치를 생성하며, 상기 이산화탄소 플라즈마 토치에 반응재료를 공급함을 포함하며, 상기 이산화탄소는 분해되어, 상기 반응재료와 반응하여, 합성가스 및 산화물을 생성한다.
- [0013] 본 발명의 다른 측면으로서, 본 발명은 이산화탄소 플라즈마를 이용하여 생성된 산화물을 제공한다.
- [0014] 상기 산화물은, 전자파를 발생하여 플라즈마 발생기 내부로 상기 전자파를 전송하고, 상기 플라즈마 발생기로 이산화탄소 가스를 공급시켜 이산화탄소 플라즈마 토치를 생성하며, 상기 이산화탄소 플라즈마 토치에 반응재료를 공급하여, 상기 이산화탄소는 분해되고, 상기 반응재료와 반응하여 생성되는 산화물이다.
- [0015] 상기 반응재료는 전이금속이다. 바람직하게는, Zn(Zinc), Ti(titanium), Mg(magnesium), V(vanadium), Fe(iron), Cd(cadmium), Cu(copper), Sn(tin), Te(tellurium) 및 Si(silicon)로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 금속이다.
- [0016] 예를 들어, Zn, Ti 또는 Mg의 경우에, 상기 산화물은 각각 ZnO, TiO<sub>2</sub>, 또는 MgO이다.
- [0017] 이의 반응식은 다음과 같다.





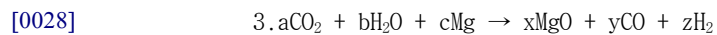
[0021] ZnO, TiO<sub>2</sub>, 또는 MgO는 주로 광촉매적 특성을 가진다. VOC(volatile organic compounds)를 분해하고 세균 등을 제거하여, 공기청정기나 에어컨 등에 이용되고, 건물 내벽이나 수조, 유리등에 코팅하여 사용된다. 또한 친수성의 원리로 김서림 방지제 등에 사용된다. 반도체로서 넓은 밴드갭(3.37eV, 3.2eV)에 해당되는 파장(380nm)을 가지고 있으며, 상온에서 결합에너지가 크다는 것이 장점이다.

[0022] 본 발명의 방법을 통해 얻어진, 전이금속 산화물, 예를 들어 ZnO, TiO<sub>2</sub>, 또는 MgO는 C<sub>2</sub>(불순물)가 도핑되어, 줄어드는 밴드갭 에너지를 가져서, 보다 효율적으로 광촉매 반응을 높일 수 있다.

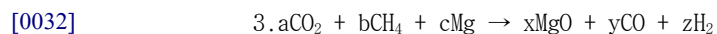
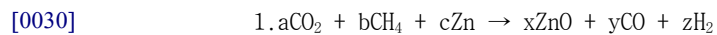
[0023] 상기 반응재료는 H<sub>2</sub>O, 탄화수소화합물 또는 H<sub>2</sub>O 및 탄화수소화합물을 추가로 포함할 수 있다. 이를 통해 생성물의 물 비를 제어 할 수 있다.

[0024] 특히, 탄화수소화합물을 주입함에 의해 합성된 금속 산화물의 밴드갭 에너지를 더 좁힐 수 있다.

[0025] H<sub>2</sub>O를 반응재료로 더 추가하는 경우는 아래 식과 같은 반응이 이뤄진다.



[0029] 탄화수소 화합물의 예로서, CH<sub>4</sub>를 반응재료로 더 추가하는 경우는 아래 식과 같은 반응이 이뤄진다.



[0033] 바람직하게, 상기 전자파는 2.45GHz, 902 내지 928 MHz, 또는 886~896 MHz 임을 특징으로 한다.

[0034] 상기 반응재료를 상기 이산화탄소 플라즈마 토치의 가장 밝은 영역에 주입함을 특징으로 한다.

[0035] 상기 산화물은 C<sub>2</sub> 도핑된 산화물임을 특징으로 한다.

[0036] 상기 산화물의 흡수 파장이 Red-shift된다.

**발명의 효과**

[0037] 본 발명은, 지구온난화 물질인 이산화탄소를 합성재료와 반응시켜 유용한 물질로 전환시킴으로써 이산화탄소의 원료로서의 활용기술과 저감 방법 제공하며, 이산화탄소 마이크로웨이브 플라즈마에 전이금속과 같은 합성재료를 주입하여 상업공정 및 실생활에 필요한 화합물 생성하고, 이산화탄소 플라즈마 재료 합성으로부터 이산화탄소 생산기술을 제공한다.

[0038] 본 발명에 따라 생성된 전이금속산화물 특히 ZnO, TiO<sub>2</sub> 및 MgO는 광촉매로서, C<sub>2</sub> 라디칼(불순물)의 도핑에 의해 red-shift가 일어난다. 즉, 자외선 영역보다 작은 에너지인 가시광선 영역에서 촉매 반응을 일으킬 수 있으며 보다 효율적으로 광촉매 반응을 높일 수 있다.

[0039] 특히, 이산화탄소 및 탄화수소화합물에 의한 플라즈마 토치 하에서 얻어진 전이금속산화물은 더 많은 C<sub>2</sub> 라디칼(불순물)의 도핑에 의해 red-shift가 일어나며, 밴드갭이 줄어든다.

**도면의 간단한 설명**

- [0040] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이산화탄소 플라즈마를 이용한 합성가스 제조 장치를 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 이산화탄소 플라즈마를 이용한 합성가스 제조 장치를 더욱 구체적으로 예시한다.
- 도 3은 플라즈마 발생부(150) 및 반응기(170)의 더욱 자세히 설명하는 도면이다.
- 도 4a는 2.45 GHz 전자파를 이용한 본 발명의 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치로부터 발생된 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃을 보여주는 사진이다.
- 도 4b는 915 MHz 전자파를 이용한 본 발명의 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치로부터 발생된 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃을 보여주는 사진이다.
- 도 5는 OES 스펙트로미터에 의한, 2.45 GHz 전자파에 따른 상기 이산화탄소(검은색 그래프) 및 이산화탄소와 메탄의 혼합가스(파란색 그래프)의 플라즈마 토치 불꽃의 방출 스펙트럼이다.
- 도 6a는 통상의 상업적으로 구입 가능한 ZnO 분말을 EDX 분석 결과를 보여준다. 도 6b는 상기 실시예를 통해 얻어진 ZnO 분말의 EDX 분석 결과를 보여준다.
- 도 7은 본 발명의 실시예의 샘플(a), 샘플(b), 샘플(c) 및 상용 ZnO의 UV-Visible 스펙트럼을 보여준다.
- 도 8은 실시예2의 반응재료 및 산화물을 보여주는 TEM 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0041] 1. 전자파를 이용한 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치
- [0042] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전자파를 이용한 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치를 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- [0043] 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치에 대해서는 본원 특허의 발명자의 이전 등록 특허인, 대한민국 특허공보 10-0394994호가 참조된다. 이 특허는 본원에 그대로 참조로서 통합된다.
- [0044] 도 1을 참조하면, 본 발명의 장치는 전원공급부(110), 마이크로웨이브 발진기(120), 마이크로웨이브 전송라인(130), 재료공급부(140), 플라즈마 발생부(150), 이산화탄소주입부(160), 및 반응기(170)를 포함한다.
- [0045] 상기 전원공급부(110)는 전파전압배출기와 펄스 및 직류(DC)장치로 구성되어 상기 마이크로웨이브 발진기(120)로 전력을 공급하도록 구성된다.
- [0046] 상기 마이크로웨이브 발진기(120)는 10 MHz 내지 10 GHz 대역의 전자파를 발진하는 마그네트론이 사용된다. 바람직하게는 상기 마이크로웨이브 발진기(120)는 2.45GHz 전자파를 발진한다.
- [0047] 상기 마이크로웨이브 전송라인(130)은 도파관으로서, 상기 마이크로웨이브를 플라즈마 발생부(150)로 전송하도록 구성된다.
- [0048] 상기 플라즈마 발생부(150)는 상기 마이크로웨이브 전송라인(130)의 종단에 설치되어 상기 마이크로웨이브 전송라인(130)을 통해 입력되는 전자파에 의해 플라즈마가 생성되는 공간을 제공하도록 구성된다.
- [0049] 상기 이산화탄소주입부(160)는 이산화탄소 플라즈마 토치가 발생되도록, 플라즈마 발생부(150) 내에 주입되도록 구성된다. 도 3이 참조된다.
- [0050] 상기 반응기(170)는 상기 플라즈마 발생부로부터 상기 이산화탄소주입부의 주입 방향에 따른 반대편에 생성된 이산화탄소 플라즈마 토치가 위치하는 공간이다.
- [0051] 상기 재료공급부(140)는 상기 반응기로, 반응재료를 공급하도록 구성된다. 특히, 상기 재료공급부(140)는 상기 이산화탄소 플라즈마 토치로, 반응재료를 공급하도록 구성된다.
- [0052] 도 2는 본 발명의 이산화탄소 플라즈마를 이용한 합성가스 제조 장치를 더욱 구체적으로 예시한다.
- [0053] 전원공급부(110)는 마이크로웨이브 발진기(120)로 전력을 공급한다. 상기 마이크로웨이브 발진기는 전자파를 발생시킨다. 상기 발생된 전자파는 순차적으로 순환기(210), 방향성 결합기(220), 정합기(230), 및 마이크로웨이브

브 전송라인(130)을 통해 플라즈마 발생부(150)로 전송된다.

- [0054] 플라즈마 발생부(150) 및 반응기(170)의 더욱 자세한 설명은 도 3이 참조된다.
- [0055] 상기 이산화탄소 가스는 상기 플라즈마 발생부(150)의 일 측을 통해 주입된다.
- [0056] 이산화탄소 플라즈마 토치는 이산화탄소가 상기 플라즈마 발생부(150)로 공급되고, 상기 마이크로웨이브 전송라인(130)을 통해 전자파가 플라즈마 발생부(150)로 전송되면서, 상기 반응기(170)에 생성된다.
- [0057] 상기 이산화탄소 플라즈마 토치(310)의 임의의 선택된 위치로 상기 재료공급부(140)를 통해 반응재료(320)가 공급된다.
- [0058] 2. 실시예1
- [0059] 상기 설명된 전자파를 이용한 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치를 이용하였다. 상기 마이크로웨이브 발진기(120)는 2.45 GHz 및 915 MHz 마이크로웨이브를 발진시켰다. 소정의 주입 속도로 이산화탄소를 이산화탄소주입부(160)로부터 플라즈마 발생부(150)로 주입시켰다. 이로써 2.45GHz 및 915 MHz 전자파를 이용한 이산화탄소 플라즈마 토치를 발생시켰다.
- [0060] 도 4a는 2.45 GHz 전자파를 이용한 본 발명의 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치로부터 발생된 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃을 보여주는 사진이다.
- [0061] 도 4b는 915 MHz 전자파를 이용한 본 발명의 이산화탄소 플라즈마 토치 발생 장치로부터 발생된 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃을 보여주는 사진이다.
- [0062] 도 4a를 참조하면, 상기 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃은 온도가 증가함에 따라 파란색 영역에서 밝게 영역으로 나뉘진다.
- [0063] 도 5는 OES 스펙트로미터에 의한, 2.45 GHz 전자파에 따른 상기 이산화탄소(검은색 그래프) 및 이산화탄소와 메탄의 혼합가스(파란색 그래프)의 플라즈마 토치 불꽃의 방출 스펙트럼이다.
- [0064] Zn 분말을 재료공급부(140)를 통해 2.45 GHz 전자파에 따른 상기 이산화탄소 플라즈마 토치 불꽃으로 주입하였다. 주입 위치는 이산화탄소 플라즈마 불꽃의 위치에 따라 달리하였다.
- [0065] Zn 분말은 이산화탄소와 반응하여 아래 반응식과 같이 ZnO 및 CO를 발생시킨다.
- [0066] 
$$xCO_2 + yZn \rightarrow aZnO + bCO$$
- [0067] 본 발명에 따른 ZnO는 C<sub>2</sub>가 도핑된다.
- [0068] Zn 분말을 이산화탄소 플라즈마 불꽃의 가장 밝은 영역(410)에 주입하여 얻은 반응물을 샘플(a)로 정의하였고, 이산화탄소 플라즈마 불꽃의 약간 흰 영역(420)에 주입하여 얻은 반응물을 샘플(b)로 정의하였으며, 이산화탄소 플라즈마 불꽃의 파란 영역(430)에 주입하여 얻은 반응물을 샘플(c)로 정의하였다.
- [0069] 상기와 같이 실시예를 통해 얻어진 샘플(c)의 C<sub>2</sub> 도핑 여부를 확인하기 위해 아래와 같이 분석하였다.
- [0070] 도 6a는 통상의 상업적으로 구입가능한 상용 ZnO 분말을 EDX 분석 결과를 보여준다. 도 6b는 상기 실시예를 통해 얻어진 ZnO 분말의 EDX 분석 결과를 보여준다.
- [0071] 도 6b에서 보는 바와 같이, C원소의 중량%가 상용 ZnO보다 증가하였음을 볼 수 있다. CO<sub>2</sub> 플라즈마의 C<sub>2</sub> 라디칼(불순물) 도핑에 의한 C-specie의 세기 증가함을 확인할 수 있다.
- [0072] 상기와 같이 실시예를 통해 얻어진 ZnO의 Red-Shift 현상을 확인하기 위해 아래와 같이 분석하였다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 실시예의 샘플(a), 샘플(b), 샘플(c) 및 상용 ZnO의 UV-Visible 스펙트럼을 보여준다.
- [0074] 본 발명의 실시예의 샘플들은 플라즈마 내의 C<sub>2</sub> 라디칼(불순물)의 도핑에 의해 ZnO의 red-shift 현상이 발생되고 있음을 확인할 수 있다. 자외선 영역보다 작은 에너지인 가시광선 영역에서 촉매 반응을 일으킬 수 있음을

확인할 수 있다. 특히, 샘플(a)가 많이 red-shift 되었음을 확인할 수 있다.

[0075] 또한, 이산화탄소 및 탄화수소가스의 혼합가스의 플라즈마 토치에 의한 더 많은 C<sub>2</sub> 도핑 및 밴드갭 줄어듬은 다 음과 같이 확인할 수 있다.

[0076] 도 5에서 확인되는 바와 같이, 이산화탄소와 메탄의 혼합가스의 플라즈마 토치의 경우, C<sub>2</sub>의 세기가 이산화탄소 만의 경우보다 강하였다. 이는 C<sub>2</sub> 종이 더 많이 존재한다는 것이며, 이러한 분위기에서 전이금속을 반응시키면, 전이금속 산화물은 C<sub>2</sub>가 더 많이 도핑될 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 이산화탄소 및 메탄가스의 혼합 가스의 플라즈마 토치로 전이금속을 반응시켜 얻은 전이금속산화물은 밴드갭이 좁은 촉매일 것이다.

[0077] 3. 실시예2

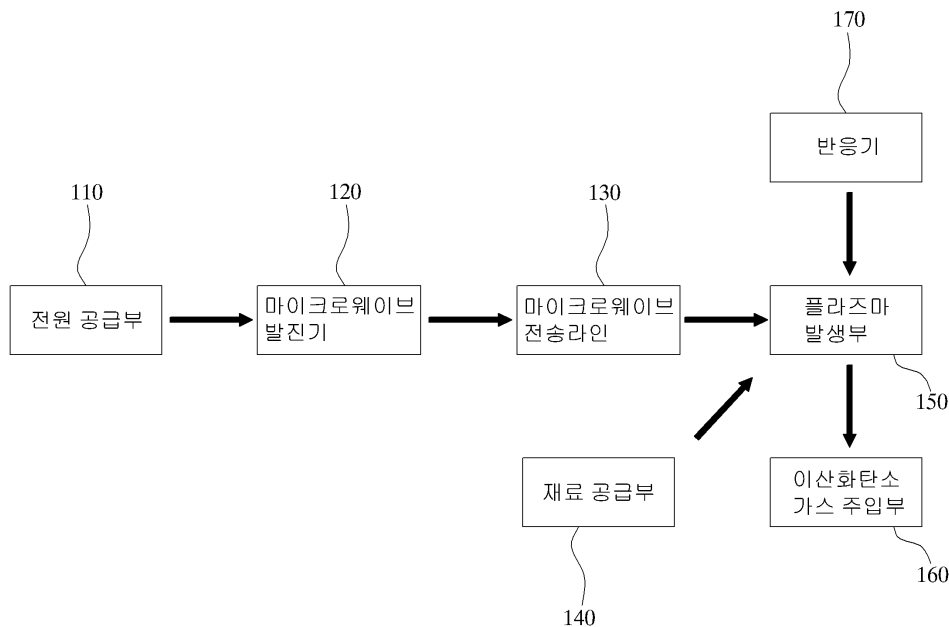
[0078] 이산화탄소 플라즈마 토치에 Cd 및 Zn의 혼합 금속 분말을 반응재료로 사용한 점 이외에, 상기 설명된 실시예1 와 동일한 실험을 하였다.

[0079] 도 8은 실시예2의 반응재료 및 산화물을 보여주는 TEM 사진이다.

[0080] 도 8에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 이산화탄소 플라즈마 토치에 전이금속 혼합 분말을 반응재료로서 사용 한 경우, 다양한 구조의 산화물의 나노 입자를 제조할 수 있음이 확인된다.

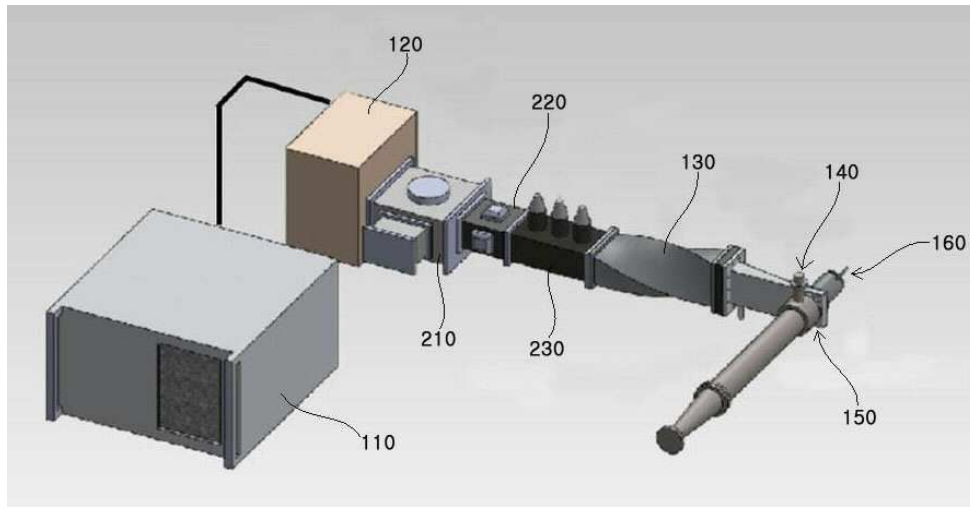
**도면**

**도면1**

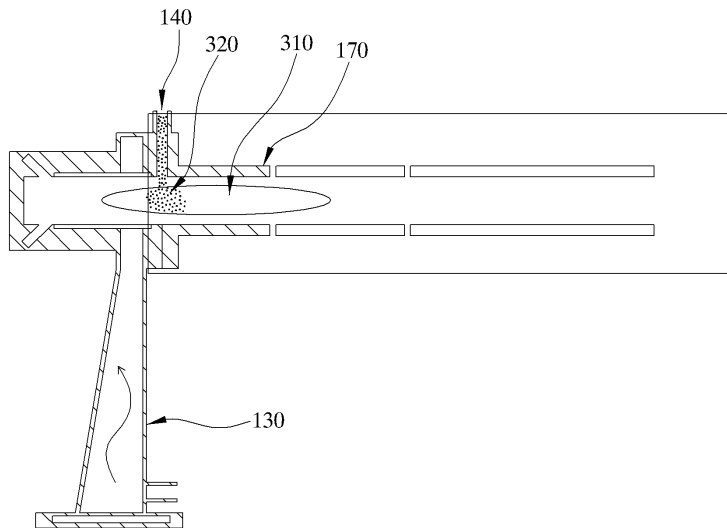




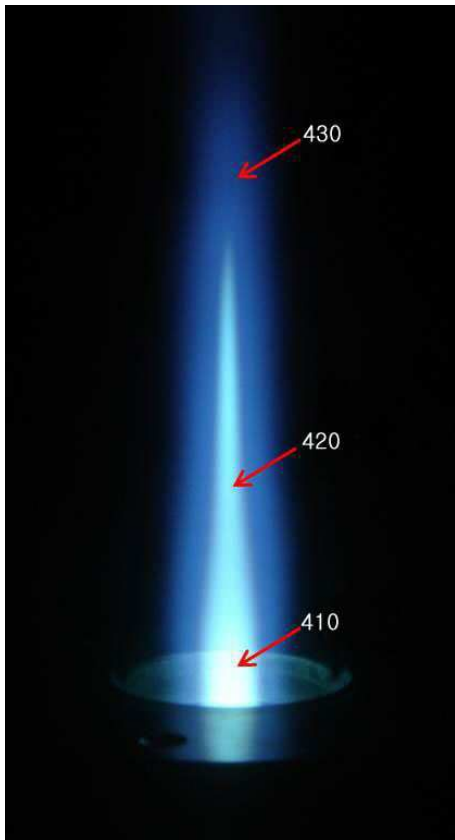
도면2



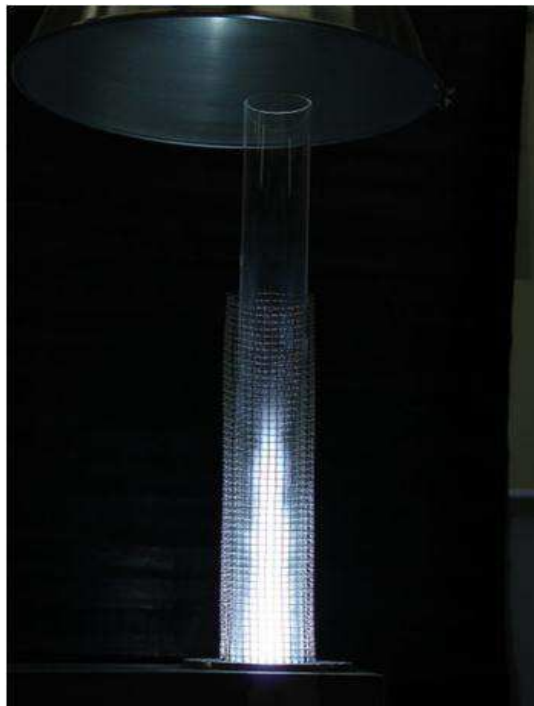
도면3



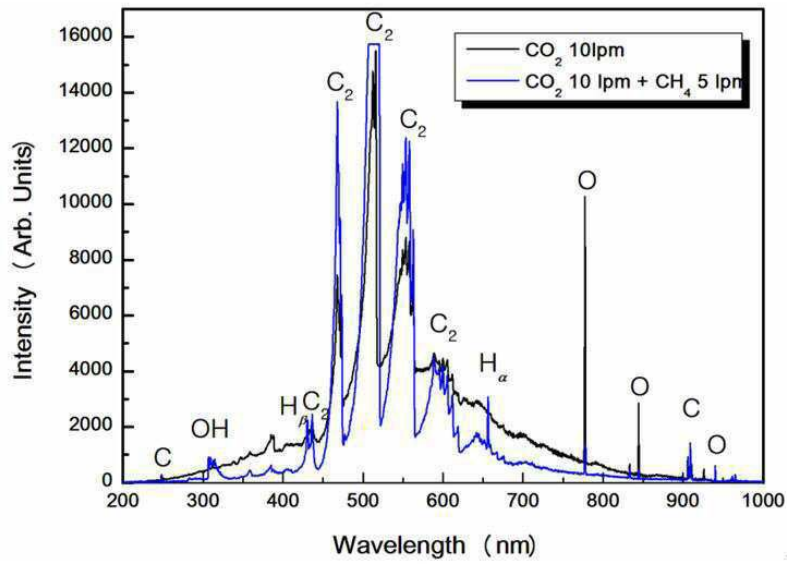
도면4a



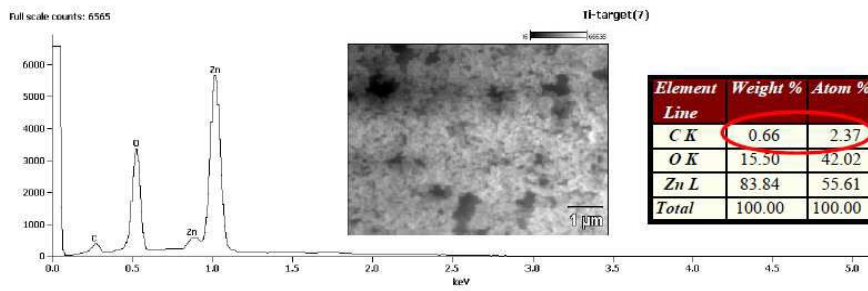
도면4b



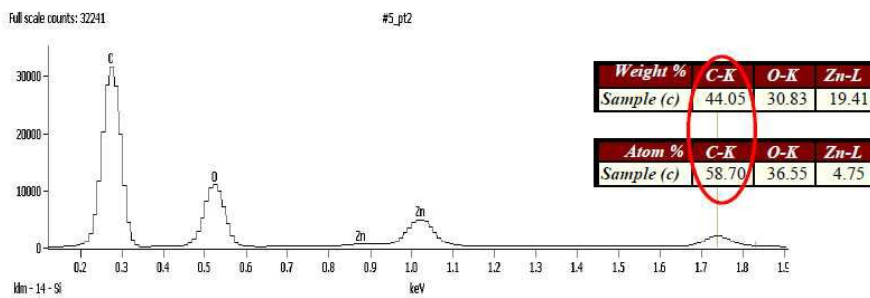
도면5



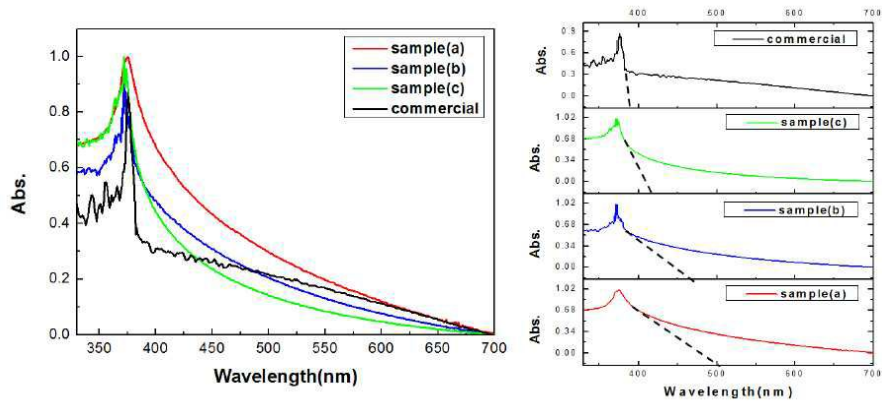
도면6a



도면6b



도면7



도면8

