



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0091501  
(43) 공개일자 2017년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C01B 32/60 (2017.01) B01J 31/16 (2006.01)  
C01D 7/00 (2006.01) C01F 5/24 (2006.01)  
C01G 49/00 (2006.01) C01G 9/00 (2006.01)  
C07F 15/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C01B 31/24 (2013.01)  
B01J 31/1616 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0142881

(22) 출원일자 2016년10월31일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

105103196 2016년02월01일 대만(TW)

(71) 출원인  
타이그린 사이언스 인코퍼레이티드  
대만 타이시티 100 중정 디스트릭트 루스벨트 로  
드 섹션 2 넘버 44 4층-1

(72) 발명자  
치오우 쟁-웬  
대만 타이시티 100 중정 디스트릭트 루스벨트 로  
드 섹션 2 넘버 44 4층-1

리우 쿠안-푸  
대만 타이시티 100 중정 디스트릭트 루스벨트 로  
드 섹션 2 넘버 44 4층-1

리아우 웬-평  
대만 타이시티 100 중정 디스트릭트 루스벨트 로  
드 섹션 2 넘버 44 4층-1

(74) 대리인  
두호특허법인

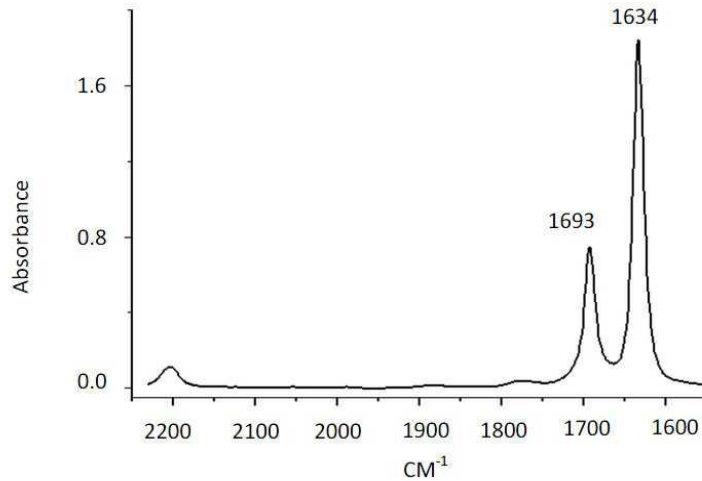
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **금속 카보네이트의 제조 방법 및 그 제조용 촉매**

**(57) 요약**

금속 카보네이트를 제조하기 위한 방법이 개시된다. 상기 방법은 먼저 금속과 철, NO 기, 및 N 함유 리간드를 함유하는 촉매의 제1 혼합물을 제공하는 단계; 그 다음에 제2 혼합물을 형성하기 위하여 상기 제1 혼합물에 이산화탄소를 도입하여 생성물을 얻는 단계를 포함한다. 여기에 기재된 방법은 수율을 향상시키고 금속 카보네이트의 생산 비용을 감소시킬 수 있다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

- C01D 7/00* (2013.01)
  - C01F 5/24* (2013.01)
  - C01G 49/00* (2013.01)
  - C01G 9/00* (2013.01)
  - C07F 15/02* (2013.01)
-

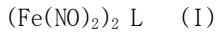
**명세서**

**청구범위**

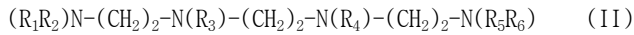
**청구항 1**

하기 단계를 포함하는, 금속 카보네이트의 제조 방법:

(A) 금속 및 하기 화학식 (I)로 표시되는 촉매의 용액의 제1 혼합물을 제공하는 단계;



상기 L은 하기 화학식 (II)로 표시되는 리간드이며,



$\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ ,  $\text{R}_3$ ,  $\text{R}_4$ ,  $\text{R}_5$  및  $\text{R}_6$ 는 각각 독립적으로 수소 또는  $\text{C}_1$  내지  $\text{C}_3$ 의 알킬기이며; 및

(B) 상기 제1 혼합물에 이산화탄소를 도입하여 제2 혼합물을 형성하고 생성물을 수득하는 단계.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서, 상기 (B)단계의 생성물을 수득하기 위해 상기 제2 혼합물을 건조 또는 여과하는 (C)단계를 더 포함하는 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 3**

청구항 1에 있어서, 상기 금속은 소듐(Na), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 철(Fe) 또는 이들의 조합인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서, 상기 (B)단계는 실온에서 실시되는 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서, 상기  $\text{R}_1$ 과  $\text{R}_2$ 는 동일한 것인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 6**

청구항 1에 있어서, 상기  $\text{R}_3$ 과  $\text{R}_4$ 는 동일한 것인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 7**

청구항 1에 있어서, 상기  $\text{R}_5$ 과  $\text{R}_6$ 는 동일한 것인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 8**

청구항 1에 있어서, 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> 및 R<sub>6</sub>는 수소 또는 메틸기인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서, 상기 L은 1,1,4,7,10,10-헥사메틸트리에틸렌테트라아민인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 10**

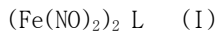
청구항 1에 있어서, 상기 L은 트리에틸렌테트라아민인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 11**

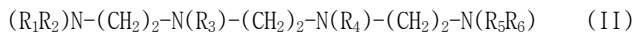
청구항 1에 있어서, 상기 (A)단계에서 상기 촉매의 용액은 수용액 또는 유기 용액인 금속 카보네이트의 제조 방법.

**청구항 12**

하기 화학식 (I)로 표시되는 화합물:



상기 L은 하기 화학식 (II)로 표시되는 리간드이며,



R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> 및 R<sub>6</sub>는 각각 독립적으로 수소 또는 C<sub>1</sub> 내지 C<sub>3</sub>의 알킬기임.

**청구항 13**

청구항 12에 있어서, 상기 R<sub>1</sub>과 R<sub>2</sub>는 동일한 것인 화합물.

**청구항 14**

청구항 12에 있어서, 상기 R<sub>5</sub>과 R<sub>6</sub>는 동일한 것인 화합물.

**청구항 15**

청구항 12에 있어서, 상기 R<sub>3</sub>과 R<sub>4</sub>는 동일한 것인 화합물.

**청구항 16**

청구항 12에 있어서, 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> 및 R<sub>6</sub>는 수소 또는 메틸기인 화합물.

**청구항 17**

청구항 12에 있어서, 상기 L은 1,1,4,7,10,10-헥사메틸트리에틸렌테트라아민인 화합물.

**청구항 18**

청구항 12에 있어서, 상기 L은 트리에틸렌테트라아민인 화합물.

**청구항 19**

청구항 12에 있어서, 금속 카보네이트를 제조하기 위한 반응에 촉매 작용을 미치기 위해 사용되는 화합물.

**청구항 20**

청구항 19에 있어서, 상기 금속은 소듐(Na), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 철(Fe) 또는 이들의 조합인 화합물.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원의 상호 참조

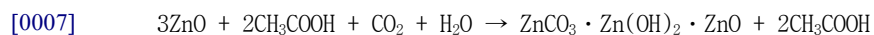
[0002] 본 출원은 2016년 2월 1일에 출원된 대만 특허출원 일련번호 105103196호에 대해 우선권을 주장하며, 그 주요 사항이 참조로서 본 출원에 통합된다.

[0003] 본 발명은 카보네이트 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 금속 카보네이트의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 금속 카보네이트는 중요한 산업 재료이며, 의료 및 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 예를 들면, 아연 카보네이트는 아연 결핍 질환의 약물 또는 영양제나 화장품의 수렴제로 사용된다. 또한, 아연 카보네이트는 석유 크래킹에서 사용되는 황화수소의 흡착제 또는 내화성 조성물의 주요 성분이다. 철 카보네이트는 황화수소의 흡착제 또는 동물 사료용 첨가제로서도 사용될 수 있다.

[0006] 아연 카보네이트는 여러 방법을 통해 제조될 수 있는 것으로 알려져 있다. 일반적으로, 다수의 아연 카보네이트는 다음의 공지된 합성 경로를 통해 합성된다(이는 미국 특허 제 1944415호의 명세서에서 알 수 있다):



[0008] 상기 반응식에 기재된 바와 같이,  $Zn(OH)_2$  와  $ZnO$ 가 혼합된 아연 카보네이트 생성물을 얻을 수 있다. 그러나, 아연 카보네이트 또는 금속 카보네이트를 제조하기 위한 종래의 방법은 복잡하고 에너지 소비적이다. 게다가, 추가적인 생성물 분리 또는 정제가 종종 고순도 제품에 요구된다.

[0009] 따라서, 전술한 문제점을 미연에 방지 및/또는 완화하기 위해서 금속 카보네이트를 제조하기 위한 개선된 방법을 제공하는 것이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명의 목적은 보다 적은 에너지 소비 및 향상된 수율을 가지는 금속 카보네이트를 제조하기 위한 간단한 방법을 제공하는 것이다.

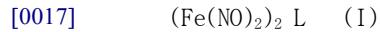
[0012] 본 발명의 또 다른 목적은 실온에서 금속 카보네이트를 제조하기 위한 간단한 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 또 다른 목적은 금속 카보네이트의 제조방법을 개선하기 위한 화합물을 제공하는 것이다.

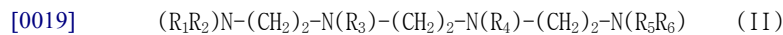
**과제의 해결 수단**

[0015] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 금속 카보네이트의 제조 방법은 하기 단계들을 포함한다:

[0016] (A) 금속 및 하기 화학식 (I)로 표시되는 촉매의 용액의 제1 혼합물을 제공하는 단계:



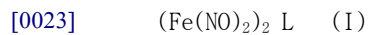
[0018] 상기 L은 하기 화학식 (II)로 표시되는 리간드이며;



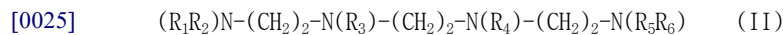
[0020]  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  및  $R_6$ 은 각각 독립적으로 수소 또는  $C_1$  내지  $C_3$ 의 알킬기이며; 및

[0021] (B) 상기 제1 혼합물에 이산화탄소를 도입하여 제2 혼합물을 형성하고 생성물을 수득하는 단계.

[0022] 본 발명의 화합물은 하기 화학식 (I)로 표시된다:



[0024] 상기 L은 하기 화학식 (II)로 표시되는 리간드이고;

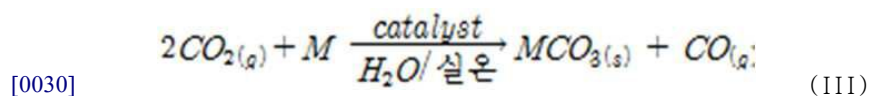


[0026]  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  및  $R_6$ 은 각각 독립적으로 수소 또는  $C_1$  내지  $C_3$ 의 알킬기이다.

[0027] 본 발명의 L의  $R_1$  및  $R_2$ 는 동일하거나 상이할 수 있다. 바람직하게는, L의  $R_1$  및  $R_2$ 은 동일하다. 본 발명의 L의  $R_3$  및  $R_4$ 는 동일하거나 상이할 수 있다. 바람직하게는, L의  $R_3$  및  $R_4$ 은 동일하다. 본 발명의 L의  $R_5$  및  $R_6$ 는 동일하거나 상이할 수 있다. 바람직하게는, L의  $R_5$  및  $R_6$ 은 동일하다. 본 발명의 L의  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ , 및  $R_6$ 는 각각, 상기 예시한 바와 같이, 독립적으로 수소 또는  $C_1$  내지  $C_3$ 의 알킬기이다. 바람직하게는, L의  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ , 및  $R_6$ 는 수소 또는 메틸기이다. 더욱 바람직하게는, L은 1,1,4,7,10,10-헥사메틸트리에틸렌테트라아민 또는 트리에틸렌테트라아민이다. 본 발명의 금속 카보네이트는 제한되지 않는다. 바람직하게는 본 발명의 금속 카보네이트의 금속은 소듐(Na), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 철(Fe) 또는 이들의 조합이다. 본 발명의 화합물은 반응용 촉매로 이용될 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 화합물은 금속 카보네이트를 제조하기 위한 반응용 촉매로 이용된다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 화합물은 소듐 카보네이트, 마그네슘 카보네이트, 아연 카보네이트, 철 카보네이트, 또는 이들 조합을 제조하기 위한 반응용 촉매로 이용된다.

[0028] 본 발명의 방법은 상기 (B)단계의 생성물을 수득하기 위해 상기 제2 혼합물을 건조하거나 여과하는 (C)단계를 선택적으로 더 포함할 수 있다. 본 발명의 방법을 수행하기 위한 온도는 제한되지 않는다. 바람직하게는, 본 발명의 방법은 250°C이하의 온도에서 수행된다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 방법은 실온에서 수행된다. (A)단계에서 본 발명의 방법의 상기 용액은 한정되는 것은 아니다. 바람직하게는, 상기 용액은 유기용액 또는 수용액이다.

[0029] 본 발명의 방법은 화학식(I)로 표시되는 화합물을 이용하여 완료될 수 있다. 본 발명의 방법의 일반적인 반응은 하기 반응식(III)에 의해 설명될 수 있다 :



[0031] 상기 M은 금속이다.

**발명의 효과**

[0033] 상술한 본 발명의 화합물의 도움을 통해, 금속 카보네이트를 보다 적은 에너지 소비 및 향상된 수율을 가지는 간편한 방법으로 합성할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0035] 도 1은 실시예1-1의 [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 IR 스펙트럼이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0036] 본 발명의 다른 목적, 효과 및 신규한 특징은 첨부 도면과 함께 다음의 상세한 설명으로부터 더욱 명확해질 것이다.

[0038] 실시예 1-1 [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 합성

[0039] (HMTETA: 1,1,4,7,10,10-헥사메틸트리에틸렌테트라아민)

[0040] 화합물 [Na][NO<sub>2</sub>](10.0 mmol, 0.690 g) 및 18-크라운-6-에테르 (10.0 mmol, 2.643 g)를 50mL Schlenk flask에 THF로 용해시키고, 상용 [Fe(CO)<sub>5</sub>](10.0 mmol, 1.348 mL)를 0℃에서 상기 THF 혼합 용액에 첨가하였다. 생성된 용액을 상온에서 하룻밤 동안 교반하였다. 상기 반응을 FTIR로 측정하였다. IR 스펙트럼(IR 1983 m, 1877 s (n<sub>CO</sub>), 1647 m (n<sub>NO</sub>) cm<sup>-1</sup> (THF))은 [Na-18-크라운-6-에테르][Fe(CO)<sub>3</sub>(NO)]의 형성을 나타내었다. 황색 고체 [소듐-18-크라운-6-에테르][Fe(CO)<sub>3</sub>(NO)](3.885g, 85%)를 침전시키기 위하여 헥산을 첨가하였다.

[0041] 50mL Schlenk flask에 [18-크라운-6-에테르-소듐][Fe(CO)<sub>3</sub>NO](1.828 g, 3 mmol) 및 [NO][BF<sub>4</sub>](니트로소듐 테트라플루오로보레이트)(0.467 g, 3 mmol)를 정량하였다. 그리고 나서 THF(~20 mL)를 첨가하였다. 대략 20분 동안 실온에서 혼합하면서 반응시킨 후에, Fe(CO)<sub>2</sub>(NO)<sub>2</sub>(IR: 2088s, 2037s, (n<sub>CO</sub>), 1808s, 1760s (n<sub>O</sub>) cm<sup>-1</sup> (THF))를 제조하였다. 그 다음에 1,1,4,7,10,10-헥사메틸트리에틸렌테트라아민(HMTETA)(0.408 mL, 1.5 mmol)을 플라스틱 주사기를 이용하여 반응액에 첨가하였다. 30분 동안 혼합하면서 반응시킨 후에, 반응액의 IR 진동 주파수가 1693s, 1634s cm<sup>-1</sup> (n<sub>NO</sub>) (THF)에서 측정되었다. [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]가 형성된 것으로 예상되었다. 그 다음에 헥산을 상부 층에 첨가하였다(헥산:THF의 부피비는 대략 4:1). 상기 반응액을 대략 3일간 방치한 후에, 진한 갈색 결정물을 수득하였다. 그리고 나서 수득한 상기 진한 갈색 결정물의 구조를 X-선 단결정 회절 분석 및 IR (n<sub>NO</sub>): 1693s, 1634 cm<sup>-1</sup> (THF) 을 이용하여 확인하였다(도 1 참조).

[0043] 실시예 1-2 [(TETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 합성

[0044] (TETA: 트리에틸렌테트라아민)

[0045] Fe(CO)<sub>2</sub>(NO)<sub>2</sub> 의 THF 용액 (THF (20 mL)에 [18-크라운-6-에테르-소듐][Fe(CO)<sub>3</sub>(NO)] (1.182 g, 3 mmol) 및 [NO][BF<sub>4</sub>] (0.467 g, 3 mmol)의 반응으로부터 제조된) 및 트리에틸렌테트라아민(TETA) (0.223 mL, 1.5 mmol) 을 30분 동안 상온에서 교반하였다. 1688, 1630 cm<sup>-1</sup> 의 IR n<sub>NO</sub> 주파수는 [(TETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]의 형성을 나타내었다. 그 다음에 반응액에 헥산을 첨가하여 진한 갈색 반고체(semi-solid) [(TETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]를 얻었다(구체적인 내용은 실험 부분에 기재되어 있음). IR n<sub>NO</sub>: 1688, 1630 cm<sup>-1</sup> (THF).

[0047] 실시예 2 - 카보네이트 착화합물의 합성

[0048] 100mL Schlenk flask 내에 소듐 금속 조각 (0.069 g, 3 mmol)을 정량하였다. 다음으로 상기 반응 플라스크를 질소 기체로 채워진 글로브 박스에 넣었다. 철 금속 착화합물 [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] (0.0138 g, 0.03 mmol)를 상기 글로브 박스에서 정량하였다. 그리고 나서 THF(~20mL)를 첨가한 직후에 상기 글로브 박스로 이산화 탄소 기체(~73.5mL, 3mmol)를 공급하였다. 환기 없이 밀폐된 환경에서 대략 3일 동안 혼합면서 반응시킨 후에, 백색의 소듐 카보네이트(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)를 상기 반응 플라스크에서 제조하였다. 3일 후에 헤드스페이스의 기체를 가스 크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. 일산화탄소의 피크가 검출되었다(반응식 1). 그리고 나서 THF를 제거하고, 물을 첨가하고, 용액을 여과하여 물이 자연적으로 증발 할 때까지 수일동안 방치하여 소듐 카보네이트(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 결정(0.144 g, 90% 수율)을 얻었다. 그 다음에 상기 소듐 카보네이트(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 결정의 구조를 x-선 단결정 회절 분석을 이용하여 확인하였다.

[0050] 실시예 3-1 내지 3-4

[0051] 500mL 유리 반응 플라스크 내의 아연 금속 분말(0.6538 g, 10 mmol)을 공기 중에서 정량하였다. 다음으로 상기 반응 플라스크를 질소 가스가 채워진 글로브 박스에 넣었다. [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물(0.046 g, 0.1 mmol)를 정량하여 상기 글로브 박스 내의 상기 플라스크에 넣었다. 그리고나서 수성 용매(~100mL)를 첨가하였다. 이산화탄소 가스(490 mL, 20 mmol)를 상온 상압에서 반응 수용액에 거품 형태로 투입시켰다. 15 시간 동안 상온 상압에서 혼합하면서 반응시킨 후에, 순백색의 아연 카보네이트(ZnCO<sub>3</sub>)를 상기 반응 플라스크에서 제조하였다. 계산된 수율은 1.125g(89.7%)이었다(표 1, 실시예 3-1). 헤드 스페이스의 기체를 가스 크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. 일산화탄소의 피크가 검출되었다.

[0052] 다음으로, Zn : [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 서로 다른 비율을 사용한 반응으로부터 아연 카보네이트(ZnCO<sub>3</sub>)를 전술한 동일한 실험방법을 사용하여 제조하였다(표 1). 아연 금속의 비율이 증가할수록, 이산화탄소의 공급 비율 역시 증가하였다. 반응 플라스크에서 생성물이 모두 백색의 아연 카보네이트로 전환될 때 반응이 완료되는 것으로 여겼다. 상기 백색의 아연 카보네이트를 FTIR(IR:  $\nu_{\text{CO}_3}$  1445 cm<sup>-1</sup> (KBr)) 및 원소 분석(Calc. C 9.58%, found C, 9.55%) 에 의해 확인하였다.

표 1

실시예	금속	용매	Zn:[(HMTETA)(Fe(NO) <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ]	ZnCO <sub>3</sub> (수율)
3-1	Zn	H <sub>2</sub> O	10 mmol:0.1 mmol	89.7%
3-2	Zn	H <sub>2</sub> O	50 mmol:0.1 mmol	91.24%
3-3	Zn	H <sub>2</sub> O	0.1 mmol:0.1 mmol	96.3%
3-4	Zn	H <sub>2</sub> O	0.5 mmol:0.1 mmol	94.8%

[0056] 실시예 4

[0057] 착화합물[(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] (0.046g, 0.1 mmol) 및 마그네슘 금속(0.243 g, 10mmol)을 500mL 플라스크에 넣고, H<sub>2</sub>O(100mL)에 용해시켰다. 그 다음에 상온에서 CO<sub>2</sub> 가스 (490 mL, 20 mmol)를 기밀 시린지(gastight syringe)로 Mg-[(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 H<sub>2</sub>O 용액에 주입하였다. 상기 불균질 혼합 용액을 20시간 동안 상온에서 교반한 후, 백색 고체 마그네슘 카보네이트(MgCO<sub>3</sub>)를 헤드스페이스의 가스 시료의 GC(gas chromatography) 분석으로 특정된 CO의 배출을 수반하며 H<sub>2</sub>O 수용액으로부터 침전시켰다. 여과를 통해 상기 백색의 침전물을 수집하고, 건조하여 순수한 MgCO<sub>3</sub> 를 수득하였다(수율 0.674g, 80%). IR  $\nu_{\text{CO}_3}$  뻗침(stretching) 진동수 1486, 1424cm<sup>-1</sup>(KBr)는 MgCO<sub>3</sub>의 형성을 나타낸다.

- [0059] 실시예 5
- [0060] 철 금속(0.559g, 10mmol) 및 [(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물(0.046g, 0.1 mmol)를 500mL 플라스크에 넣고, H<sub>2</sub>O(100mL)에 용해시켰다. 상온에서 CO<sub>2</sub> 가스 (490 mL, 20 mmol)를 기밀 시린지(gastight syringe)로 Fe-[(HMTETA)(Fe(NO)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 착화합물의 H<sub>2</sub>O 용액에 주입하였다. 상기 불균질 혼합 용액을 72시간 동안 상온에서 교반한 후, 적갈색 고체 철 카보네이트(FeCO<sub>3</sub>)를 헤드스페이스의 가스 시료의 GC(gas chromatography) 분석으로 특정된 CO의 배출을 수반하며 H<sub>2</sub>O 용액으로부터 침전시켰다. 상기 적갈색의 침전물을 여과를 통해 수집하고, 건조하여 순수한 FeCO<sub>3</sub> 를 수득하였다(수율 0.928g, 80%). IR n<sub>CO3</sub> 뻘침(stretching) 진동수 1419cm<sup>-1</sup>(KBr)는 FeCO<sub>3</sub> 의 형성을 나타낸다.
- [0061] 본 발명에 있어서, 금속 카보네이트는 실온 및 약 1atm의 압력 하에서 부가적인 전기 또는 광 에너지의 필요 없이 본 발명의 방법에 의해서 제조될 수 있다. 더욱이, 전술한 바와 같이, 본 발명의 방법의 반응은 촉매의 존재 하에 유기상 또는 수용액에서 이루어질 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 방법은 종래의 방법과 비교하여 간단하고, 에너지를 절약하며, 저렴하다.
- [0062] 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명했지만, 이는 다른 많은 수정과 변형이 하기 청구된 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있음을 이해하여야 한다.

## 도면

### 도면1

