

염화네오디뮴 수용액으로부터 탄산네오디뮴 결정화[†]

†金哲主* · 尹虎成* · 金俊秀* · 李承遠**

*韓國地質資源研究院 資源活用素材研究部, **忠南大學校 工科學 金屬工學科

Crystallization of Neodymium carbonate from Neodymium Chloride Solution[†]

†Chul-Joo Kim*, Ho-Sung Yoon*, Joon-Soo Kim* and Seung-Won Lee**

*Mineral & Materials Processing Division, Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources

**Chungnam National University, Dept. of Metallurgical Engineering

요 약

본 연구는 염화네오디뮴 수용액으로부터 탄산수소암모늄의 첨가에 의한 탄산네오디뮴 합성 시, 반응에 따라 형성되는 탄산네오디뮴 결정에 대하여 고찰하였다. 결정형의 탄산네오디뮴을 얻기 위해서는 염화네오디뮴 수용액에 투입되는 탄산수소암모늄 수용액의 농도와 반응온도가 중요한 역할을 한다. 무정형의 탄산네오디뮴은 핵생성을 통한 일차입자들의 응집에 의하여 형성되며, 반응물의 농도 및 반응온도 등을 증가시켜 반응속도를 빠르게 함으로서 결정형의 탄산네오디뮴을 얻을 수 있었다. 또한 반응조건에 따라 lanthanite[Nd₂(CO₃)₃·8H₂O]와 tengerite[Nd₂(CO₃)₃·2.5H₂O] 결정구조를 갖는 탄산네오디뮴을 합성할 수 있었으며, lanthanite 구조의 탄산네오디뮴은 온도에 민감하고 불규칙한 모양의 덩어리 형태를 가지며, 반면에 tengerite 구조의 탄산네오디뮴은 침상의 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 열분해 거동 고찰 결과 250까지 탄산네오디뮴의 결정수가 분해되고 420°C 부근에서 CO₂가 분해되어 Nd₂O₂CO₃가 형성되며, 620°C 에서 산화네오디뮴 결정화가 시작하여 700°C 부근에서 최종적으로 산화네오디뮴의 형성되는 것을 알 수 있다. 또한 소성된 산화네오디뮴의 형상은 탄산네오디뮴의 형상에 의하여 영향 받고 있음을 알 수 있다.

주요어 : 탄산네오디뮴, 수산화네오디뮴, 염화네오디뮴 수용액, 복염침전

Abstract

In this study, the crystallization of neodymium carbonate from neodymium chloride solution by addition of ammonium bicarbonate was investigated. The concentration of reactants such as neodymium chloride and ammonium bicarbonate, and reaction temperature play an important part in order to obtain the crystal of neodymium carbonate. It seemed that amorphous neodymium carbonate was prepared by aggregation of primary particles formed through nucleation. If reaction rate was increased by increasing the concentration of reactants and reaction temperature, then neodymium carbonate crystal could be obtained. Lanthanite-type neodymium carbonate[Nd₂(CO₃)₃·8H₂O] and tengerite-type neodymium carbonate[Nd₂(CO₃)₃·2.5H₂O] could be obtained with reaction conditions. Lanthanite-type neodymium carbonate was sensitive to temperature. The thermal decomposition of neodymium carbonate contained the processes of dehydration, decarbonation and crystallization of Nd₂O₃. The shape of lanthanite-type neodymium carbonate was irregular lump type, and tengerite-type neodymium carbonate had the shape of needle type. The shape of Nd₂O₃ was affected by the shape of neodymium carbonate.

Key words : lanthanite/tengerite-type neodymium carbonate, neodymium hydroxide, neodymium chloride solution, double salt precipitation

1. 서 론

희토류 탄산염은 물에 용해되지 않으며(용해도적는

1×10^{-6} mol/l), 다른 형태의 화합물, 즉 희토류 산화물로 전환이 쉽게 이루어지며, 저장과 취급이 용이하다^{1,2)}. 탄산염에서 산화물로의 손쉬운 전환 특성은 electronic glass와 세라믹 산업에서 널리 사용되고 있다. 또한 탄산염의 소성과 분해공정을 조절함으로써 비표면적이 큰

† 2005년 9월 22일 접수, 2007년 2월 12일 수리

*E-mail: cjkim@kigam.re.kr

희토류 산화물의 제조가 가능하다¹⁾.

여러 조성의 탄산희토류들의 합성과 열적 거동 고찰에 대한 결과가 많이 보고되었다³⁾. 그러나 희토류 탄산염의 조성과 특성에 관하여 보고된 많은 결과들은 서로 상반되는데, 이러한 이유는 제조의 어려움과 희토류 탄산염 구조의 데이터 부족에 기인한다.

희토류 탄산염을 제조하는 일반적인 방법은 희토류 3염화아세테이트[$\text{Re}(\text{C}_2\text{Cl}_3\text{O}_2)_3$, $\text{Re}=\text{rare earth}$]의 가수분해에 의하여 용액에서 균일침전시키는 것이다⁴⁾. 이러한 방법으로 제조된 희토류 탄산염은 쉽게 여과되며, 금속 불순물의 혼입을 제어할 수 있다. 그러나 침전물은 일반적으로 X-선 회절분석 결과 무정형으로 나타난다. 또 다른 제조방법은 희토류염을 함유하고 있는 용액에 탄산알칼리를 첨가하여 침전시키는 것인데, 이렇게 제조된 희토류 탄산염 역시 무정형의 구조를 가지고 있다⁵⁾.

이전의 연구 결과에 의하면 탄산세륨의 결정을 얻기 위해서는 탄산수소암모늄(ammonium bicarbonate)이 적합한 침전제인 것을 알 수 있었다⁶⁾. 그러므로 본 연구에서는 침전제로서 탄산수소암모늄을 사용하여 탄산네

오디움을 제조하고, XRD 및 TGA를 이용하여 반응조건에 따라 생성된 탄산네오디움의 결정구조와 열분석 거동을 고찰하였다. 또한 SEM을 이용하여 탄산네오디움과 이로부터 얻어지는 산화네오디움 결정 형상에 대하여 알아보았다.

2. 실험방법

본 연구에서는 NdFeB 영구자석 스크랩의 분해 및 침출을 거쳐 얻은 황산나트륨네오디움 복염을⁷⁾ 수산화나트륨 수용액에 투입하여, 수산화네오디움으로 전환시킨 후, 수산화네오디움을 염산수용액에 용해시킨 염화네오디움 수용액을 출발물질로 사용하였다.

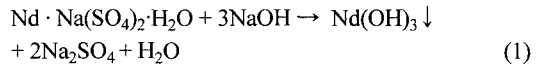


Fig. 1은 황산나트륨네오디움 복염으로부터 전환된 수산화네오디움의 X-선 회절분석 결과를 나타내고 있는데, 수산화네오디움 참고피크와 일치하며, 따라서 수산

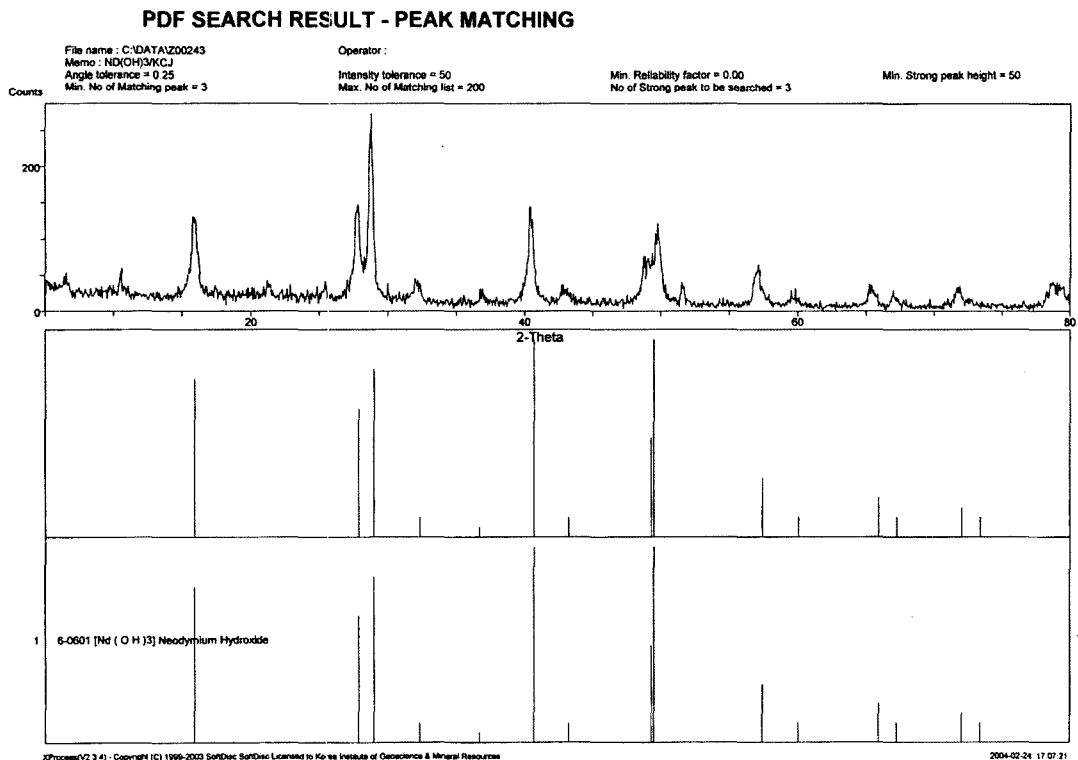
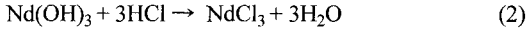


Fig. 1. XRD patterns of neodymium hydroxide from Nd-Na sulfate salt.

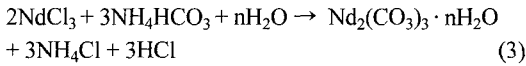
화네오디뮴으로 전환이 잘 이루어졌음을 알 수 있다.

이와 같이 제조된 수산화나트륨을 염산에 투입하여 출발물질인 염화네오디뮴 수용액을 얻을 수 있다.



일정량의 수산화네오디뮴을 화학양론적인 35% 염산에 투입하면 수산화네오디뮴은 모두 용해되며, 이 후 증류수를 첨가하여 염산네오디뮴 수용액의 농도를 조절하였다. 제조된 염화네오디뮴 수용액의 pH는 4정도 이었다.

염화네오디뮴 수용액에 탄산수소암모늄 수용액을 투입하면 다음과 같은 반응에 의하여 탄산네오디뮴 결정이 형성된다.



본 연구에서 사용한 반응기는 Rushton type의 표준 반응기로서 pyrex 재질을 사용하여 자체 제작하였으며, 아크릴로 된 4개의 baffle을 반응기 내벽에 90°각도로 설치하였다. Impeller는 6-paddle turbine type으로 재질은

스테인레스 스틸로 제작하였다. 반응기에 먼저 일정 농도의 염화네오디뮴 용액 200 ml를 넣고, peristaltic pump (Master Flex, No. 7520-00)를 통해 일정한 유량으로 적정 농도의 탄산수소암모늄 수용액을 주입하여 탄산네오디뮴을 합성하였다. 탄산수소암모늄 수용액을 주입할 때, 균질의 혼합을 유도하기 위하여 impeller의 회전에 의하여 형성되는 vortex 부분에 주입하였다. 일정 농도의 염화네오디뮴 수용액에 펌프를 이용하여 일정 농도의 탄산수소암모늄 수용액을 천천히 투입되며, 반응 종료 후 투입된 탄산수소암모늄 수용액의 총 부피를 질량으로 환산하면 염화네오디뮴 몰수의 약 2배인 탄산수소암모늄이 투입되었다.

투입되는 탄산수소암모늄 수용액의 pH는 7.5 정도이며, 초기 탄산네오디뮴 합성반응이 진행될 때 반응용액의 pH는 5정도가 유지되는데, 이러한 이유는 반응식 (3)과 같이 탄산네오디뮴 형성 시 반응부산물로 생성되는 염산때문이라 사료된다. 반응 종료 후에는 탄산수소암모늄의 과량 존재로 인하여 반응용액의 pH가 증가한다. 그러므로 반응용액의 pH가 6 정도에 근접하면 반

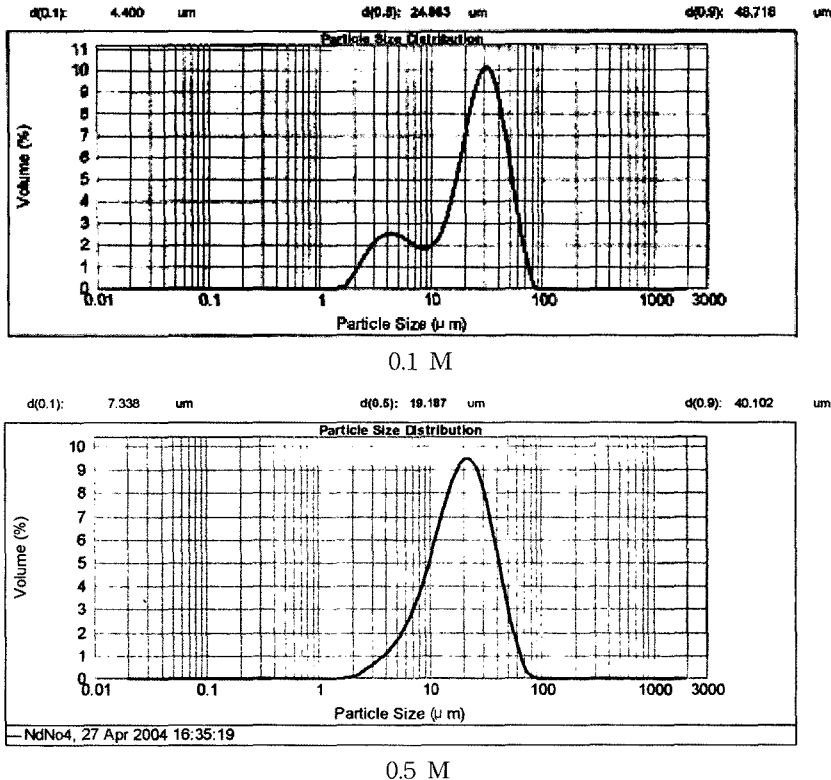


Fig. 2. PSD of neodymium carbonate with conc. of neodymium chloride.

응이 종료되었음을 알 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

염화네오디뮴 수용액으로부터 탄산수소암모늄 첨가에 의한 탄산네오디뮴 제조 시, 염화네오디뮴 및 탄산수소암모늄 수용액의 농도를 변화시키면서 실험을 수행하였다.

Fig. 2는 반응온도 25°C에서 염화네오디뮴 수용액의 농도 0.1M과 0.5M에 대하여, 각각 0.1M과 0.5M의 같은 농도를 갖는 탄산수소암모늄 수용액을 첨가하여 탄산네오디뮴을 합성한 후, 입도분석기(Malvern Mastersizer

2000)를 이용하여 분석한 입자분포도를 나타내고 있다. 이 결과에 의하면, 염화네오디뮴과 탄산수소암모늄의 농도가 0.1M에서 합성된 탄산네오디뮴은 입자분포곡선이 이중분포 형태를 그리고 0.5M에서 합성된 탄산네오디뮴은 단일 분포형태를 가지고 있다. Fig. 3은 각 실험 조건에서 합성된 탄산네오디뮴 입자들을 SEM 분석한 결과인데, 염화네오디뮴 농도 0.1M 그리고 탄산수소암모늄 농도 0.1M에서 합성된 탄산네오디뮴 입자표면은 작은 입자들의 응집에 의하여 형성된 것을 알 수 있으며, 따라서 핵생성을 통하여 형성된 일차입자들의 응집에 의하여 최종 생성물이 형성되며 이에 따라 입자분포

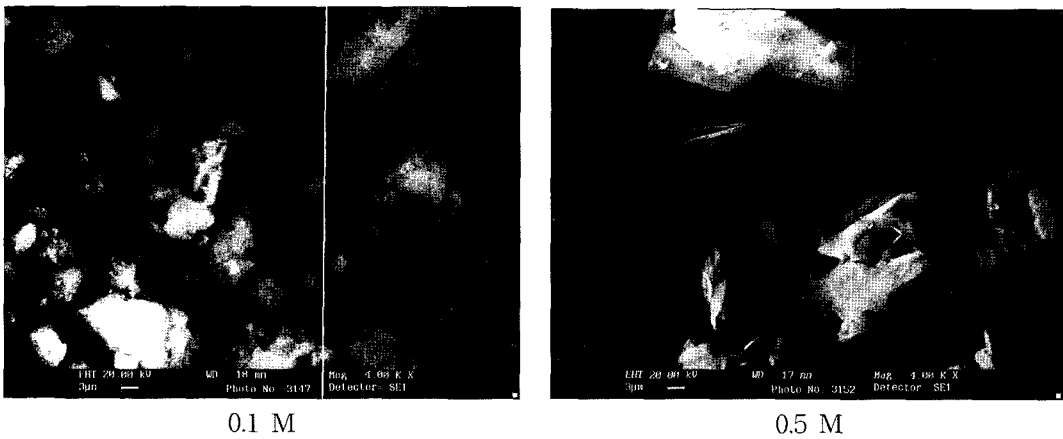


Fig. 3. SEM of neodymium carbonate with conc. of neodymium chloride.

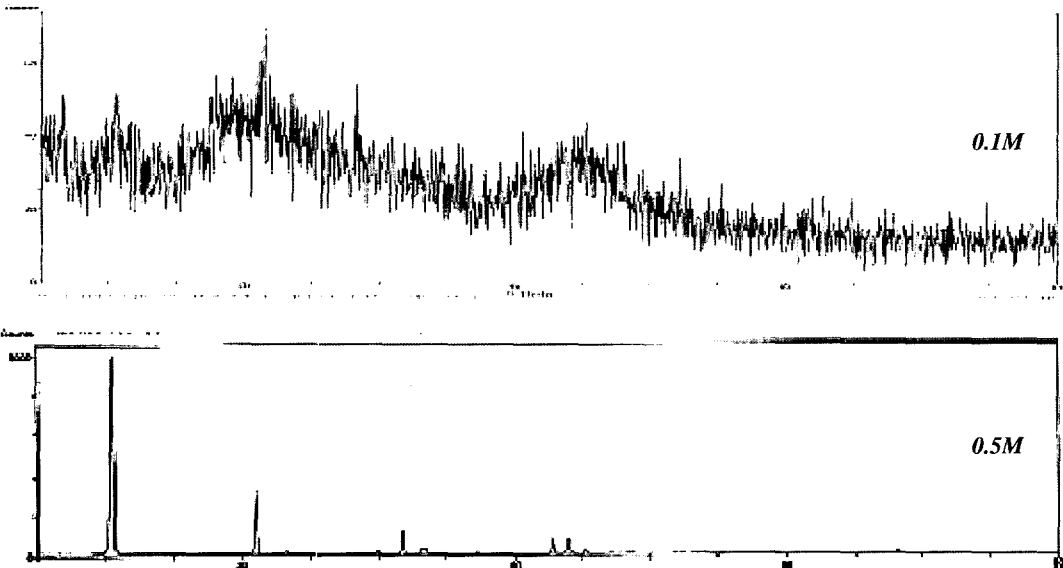


Fig. 4. XRD patterns of neodymium carbonate with the concentration of neodymium chloride.

곡선이 이중분포 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 반면에 염화네오디뮴 농도 0.5M과 탄산수소암모늄 농도 0.5M에서 합성된 탄산네오디뮴 입자들의 표면은 매끄러운 형태를 가지며, 따라서 핵생성을 통하여 형성된 일차입자들이 성장한 것으로 사료된다. 이러한 결과로부터 염화네오디뮴과 탄산수소암모늄의 저농도(0.1M)와 고농도(0.5M)에서 합성된 최종 탄산네오디뮴의 결정형태는 서로 다른 것을 알 수 있다. Fig. 4는 두 조건에서 합성된 탄산네오디뮴의 XRD 분석결과를 나타내고 있는데, 0.1M 조건에서 합성된 탄산네오디뮴은 무정형이며, 0.5M 조건에서는 결정형의 탄산네오디뮴이 합성되는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 반응온도 25°C에서 염화네오디뮴 농도가 0.1M인 수용액에 0.25M인 탄산수소암모늄 수용액을 투입하여 합성된 탄산네오디뮴의 X선 회절분석 결과를 나타내고 있는데, 결정구조가 $Nd_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ 인 lanthanite 형태를 보이고 있다⁸⁾.

Liu 연구진은 무정형의 탄산세륨을 합성한 후 숙성시간에 따른 탄산세륨의 결정도를 고찰한 결과 숙성시간

이 증가함에 따라 탄산세륨은 무정형에서 결정형으로 전이가 일어나며 탄산세륨의 입자크기도 증가한다고 하였다³⁾. 즉 숙성시간의 증가는 미반응물들의 완전반응을 유도하기 때문에 무정형에서 결정형으로의 전이를 유도한다고 사료되며, 따라서 Le Chatelier 원리에 의하여 반응물을 증가시켜 반응속도를 빠르게 하면 결정형의 탄산네오디뮴을 얻을 수 있을 것으로 사료된다. Fig. 5는 염화네오디뮴 0.1M에서 탄산수소암모늄 0.25M을 투입하여 합성된 탄산네오디뮴의 X선 회절분석 결과를 나타내고 있는데, Fig. 4와 비교하여 탄산수소암모늄 농도 0.1M에서는 무정형인 탄산네오디뮴이, 탄산수소암모늄 농도 0.25M에서는 결정형의 탄산네오디뮴으로 합성되는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 탄산네오디뮴은 합성조건에 따라 무정형과 결정형을 얻을 수 있으며, 구체적인 반응변수들에 대해서는 추후 연구를 통하여 고찰하고자 한다.

탄산네오디뮴 합성 시 반응온도가 탄산네오디뮴 결정에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 반응온도 35°C와 45°C에서 0.1M의 염화네오디뮴 수용액에 0.1M의 탄산

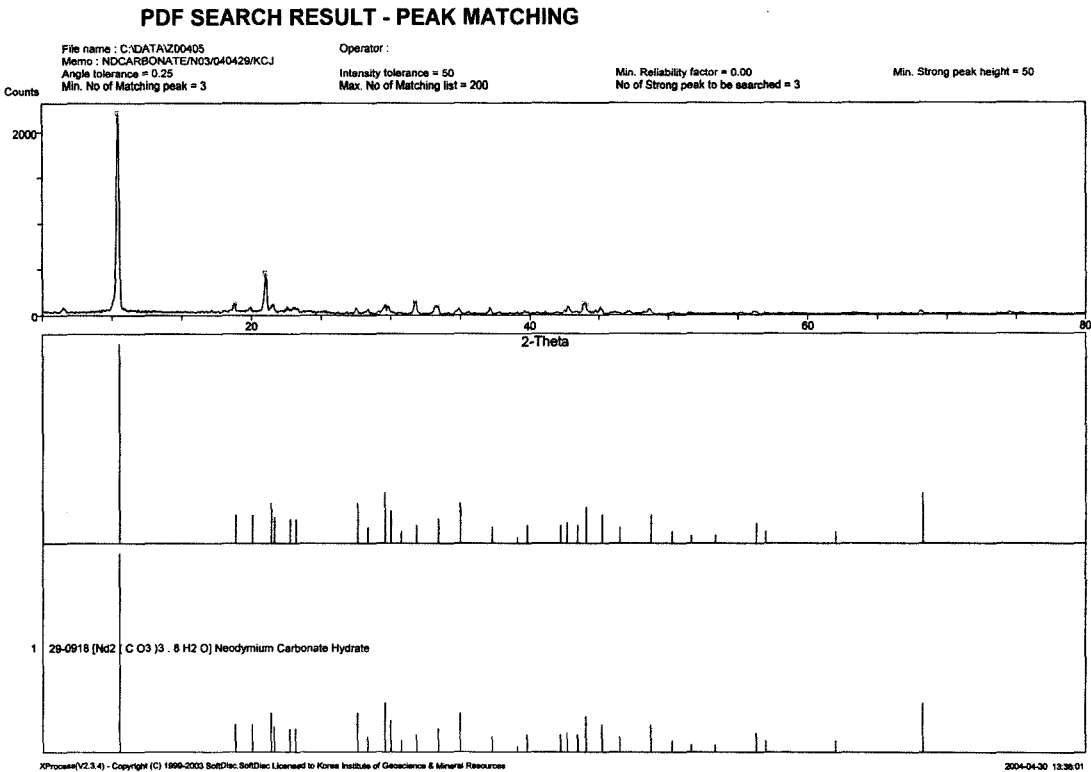


Fig. 5. XRD patterns of neodymium carbonate prepared with 0.1M $NdCl_3$ and 0.25M NH_4HCO_3 solution.

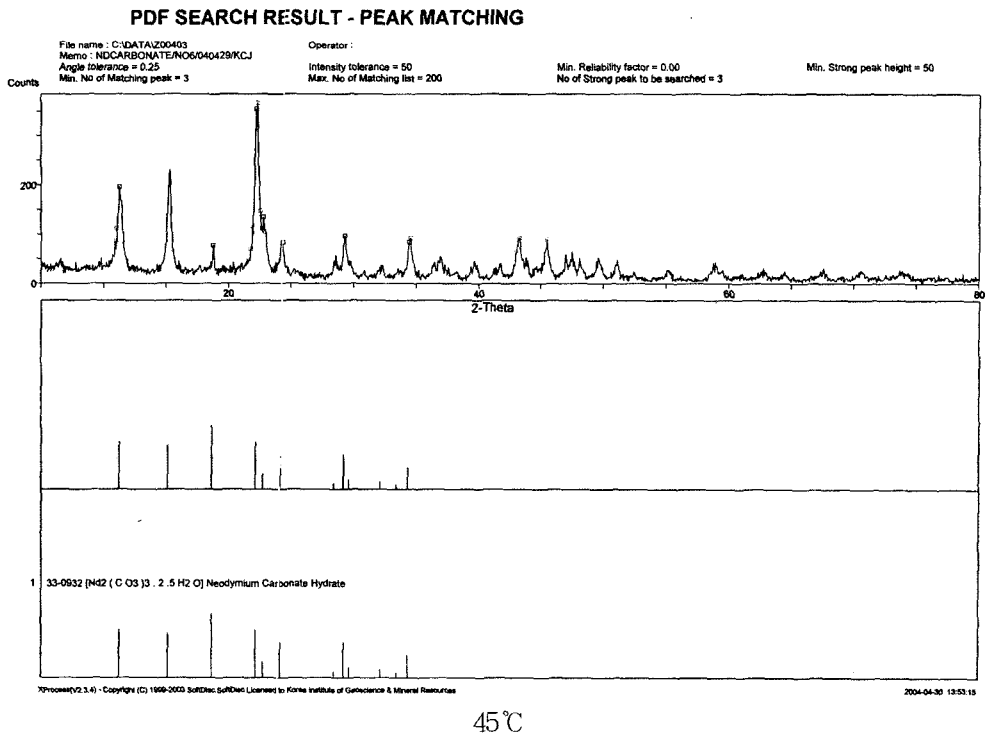
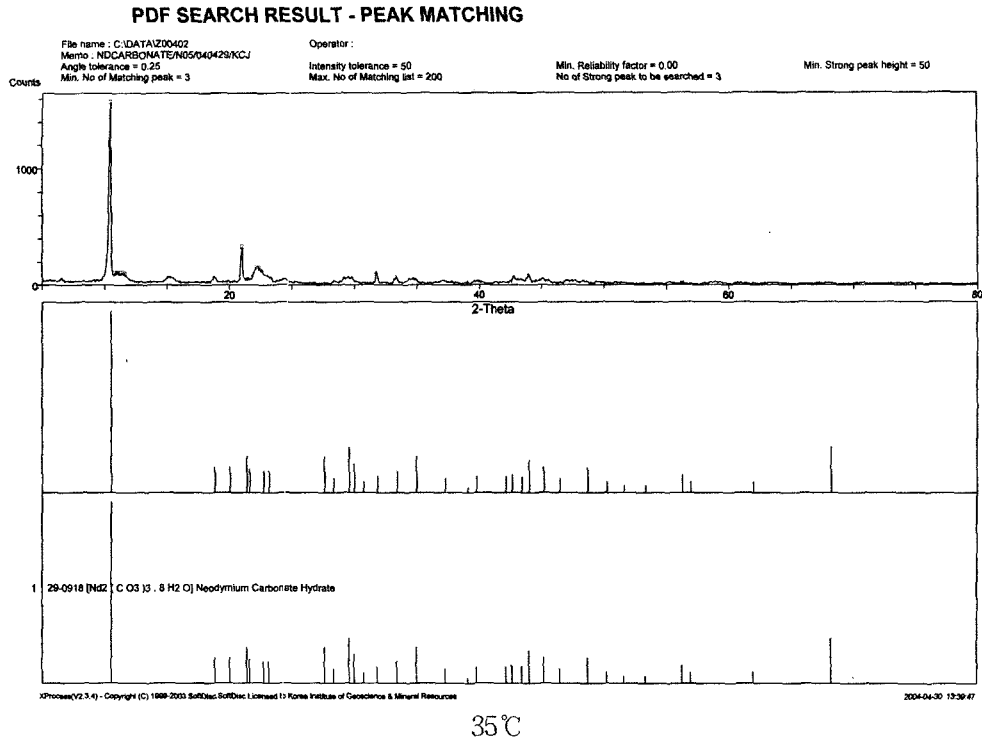


Fig. 6. XRD patterns of neodymium carbonate prepared with temperature.

수소암모늄 수용액을 투입하여 탄산네오디뮴을 합성하였으며, Fig. 6은 각 반응온도에 따라 합성된 탄산네오디뮴의 X선 회절분석 결과를 나타내고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이, 염화네오디뮴 0.1M, 탄산수소암모늄 농도 0.1M의 수용액으로부터 반응온도 25°C에서 합성된 탄산네오디뮴은 무정형이었는데, Fig. 6에 의하면 반응온도 35°C와 45°C에서 합성된 탄산네오디뮴은 결정형이며 따라서 일정 반응물의 농도에서도 반응온도의 증가로 인한 반응속도의 증가는 무정형에서 결정형의 탄산네오디뮴이 합성되는 것을 알 수 있다. 또한 염화네오디뮴 0.1M, 탄산수소암모늄 농도 0.1M의 수용액으로부터 합성되는 탄산네오디뮴 결정 형태에 대한 반응온도의 영향을 살펴보면, 반응온도 35°C에서 합성된 탄산네오디뮴은 lanthanite[$Nd_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$] 형태의 결정구조를 가지며, 반응온도 45°C에서는 tengerite[$Nd_2(CO_3)_3 \cdot 2.5H_2O$] 결정구조를 갖고 있다. 일반적으로 이온반경이 네오디뮴 보다 큰 희토류 원소들은 lanthanite 구조[$Re_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$]의 희토류 탄산염 결정화가 이루어지며, 반면에 네오디뮴 보다 이온반경이 작은 희토류 원소들은 tengerite 구조[$Re_2(CO_3)_3 \cdot 2.5H_2O$]의 희토류 탄산염 결정화가 이루어진다고 알려져 있다⁹⁾. 따라서

반응온도에 따라 두 가지 형태의 결정을 갖는 탄산네오디뮴이 합성되는 이유를 알아보기 위하여 두 결정에 대한 열분해 거동을 고찰하였다.

Fig. 7은 본 연구에서 합성된 lanthanite와 tengerite 탄산네오디뮴 결정의 열분해 거동을 나타내고 있다. 이 결과에 의하면, lanthanite와 tengerite 형태의 탄산네오디

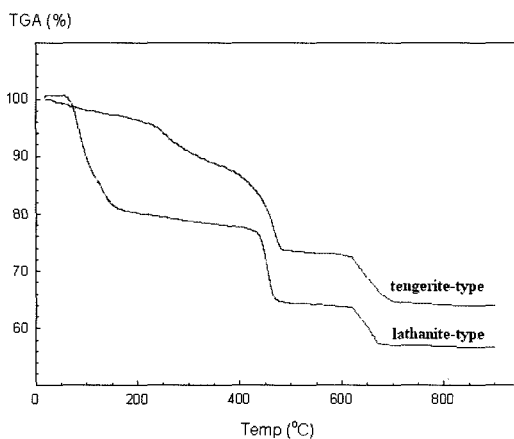


Fig. 7. TG curves of neodymium carbonate with crystal structure.

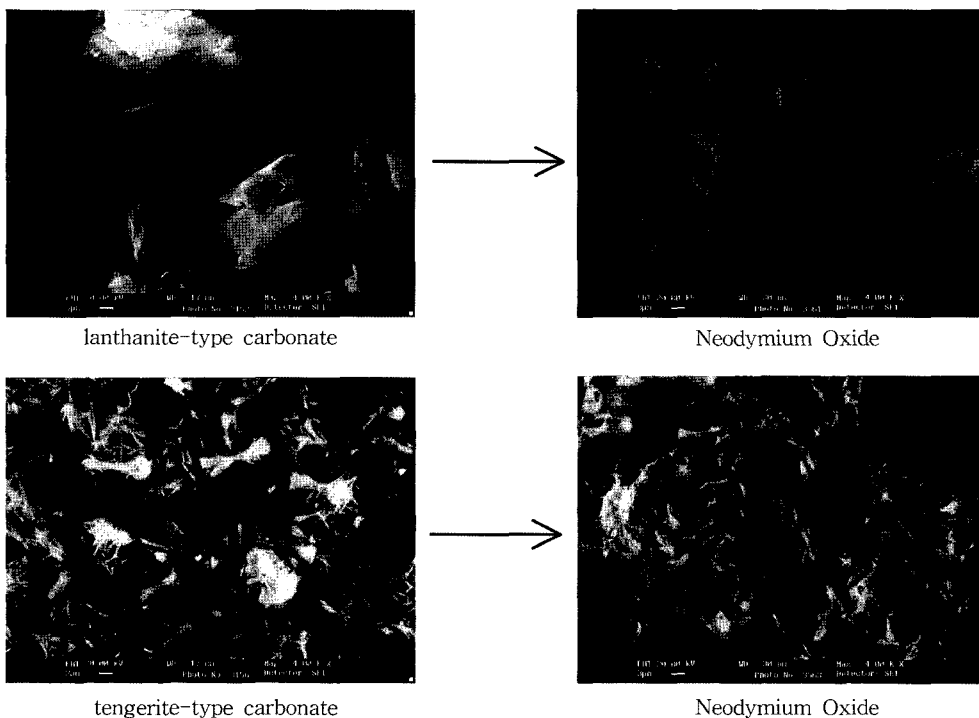


Fig. 8. SEM of neodymium oxide for different neodymium carbonate.

물 열분해 거동은 250°C까지 온도범위에서 큰 차이를 보이며, 400°C 이상에서는 같은 거동을 보이고 있다. Lanthanite 형태의 탄산네오디뮴은 일반적으로 결정수가 제거되는 250°C까지의 온도에서 무게손실이 약 21%가 일어나며 이 값은 8개의 결정수 무게에 접근하는 값이며, tengerite 형태는 250°C까지 약 8%의 무게손실로 이 또한 2.5개의 결정수 무게에 해당한다. 따라서 250°C까지의 열분해 거동의 차이는 탄산네오디뮴 내 함유된 결정수의 분해에 기인하는 것을 알 수 있다. 이 과정을 거쳐 무수의 탄산네오디뮴[Nd₂(CO₃)₃]이 형성된다. 420°C에서의 2차 무게감소는 탄산네오디뮴이 분해되어 일부 CO₂가 분해되어 Nd₂O₂CO₃가 형성되는 Liu *et al.*의 결과⁸⁾와 일치하며, 620°C 근처에서 산화네오디뮴의 결정화가 시작하여 700°C 부근에서 최종적으로 산화네오디뮴의 형성되는 것을 알 수 있다.

Lanthanite 형태의 결정구조를 갖는 여러 형태의 희토류 탄산염의 열분해 거동에 대한 연구결과¹⁰⁾들을 살펴보면, La₂(CO₃)₃·8H₂O는 80°C에서 무수(無水)의 탄산란타넘[La₂(CO₃)₃]으로 전이가 일어나며, Ce₂(CO₃)₃·8H₂O는 70°C에서 무수(無水)의 탄산세륨[Ce₂(CO₃)₃]으로 전이가 일어난다고 보고하였다. 본 연구에서도 lanthanite 형태의 탄산네오디뮴은 50°C 이상에서 분해되기 시작하며, 일반적으로 결정수가 분해되는 200-250°C 온도범위에서는 무게변화를 거의 보이지 않고 있다. 그러므로 lanthanite 형태의 탄산네오디뮴은 결정상태가 매우 불안정하여 온도에 민감한 것을 알 수 있다. 그러므로 위의 결과로부터 반응온도 45°C에서는 tengerite 형태의 탄산네오디뮴 결정이 합성되는 것을 알 수 있다.

Fig. 8은 본 연구에서 합성된 lanthanite(0.5M 염화네오디뮴 수용액, 0.5M 탄산수소암모늄 수용액, 반응온도 25°C)와 tengerite(0.1M 염화네오디뮴 수용액, 0.1M 탄산수소암모늄 수용액, 반응온도 45°C) 구조를 갖는 탄산네오디뮴의 SEM 분석 결과를 나타내고 있다. 이 결과에 의하면, lanthanite 구조의 탄산네오디뮴은 모양이 불규칙한 덩어리 형태를 가지며, 반면에 tengerite 구조는 침상의 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 이들을 700°C에서 소성한 결과 산화네오디뮴의 형상은 탄산네오디뮴의 형상에 의하여 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

염화네오디뮴 수용액으로부터 탄산수소암모늄의 첨가에 의한 탄산네오디뮴 합성에 관한 연구를 통하여 다음

과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

결정형의 탄산네오디뮴을 합성하기 위해서는 염화네오디뮴 수용액의 투입되는 탄산수소암모늄 수용액의 농도와 반응온도가 중요한 역할을 한다. 무정형의 탄산네오디뮴은 핵생성을 통한 일차입자들의 응집에 의하여 형성되며, 반응물의 농도 및 반응온도 등을 증가시켜 반응속도를 빠르게 함으로서 결정형의 탄산네오디뮴을 얻을 수 있었다. 또한 반응조건에 따라 lanthanite[Nd₂(CO₃)₃·8H₂O]와 tengerite[Nd₂(CO₃)₃·2.5H₂O] 결정구조를 갖는 탄산네오디뮴을 합성할 수 있었으며, lanthanite 구조의 탄산네오디뮴은 온도에 민감하고 불규칙한 모양의 덩어리 형태를 가지며, 반면에 tengerite 구조의 탄산네오디뮴은 침상의 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 열분해 거동 고찰 결과 250°C까지 탄산네오디뮴의 결정수가 분해되고 420°C 부근에서 CO₂가 분해되어 Nd₂O₂CO₃가 형성되며, 620°C에서 산화네오디뮴의 결정화가 시작하여 700°C 부근에서 최종적으로 산화네오디뮴의 형성되는 것을 알 수 있다. 또한 소성된 산화네오디뮴의 형상은 탄산네오디뮴의 형상에 의하여 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Firsching, F. H., and Mohammadzadel, J., 1986 : *Solubility Products of the Rare Earth Carbonates*, J. Chem. Eng. Data, **31**(1), p.40.
2. Kilbourn, B. T., 1993 : *A Lanthanide Lanthology*, Molycorp, Inc., White Plains, NY, USA.
3. Liu, S., Ma, R., Jiang, R. and Luo, F., 1999 : *Precipitation and Characterization of Cerous Carbonate*, J. of Crystal Growth, **206**, pp. 88-92.
4. Sungur, A. and Kizilyalli, M., 1983 : *Synthesis and Structure of Gd₂(CO₃)₃·nH₂O(n=2,3)*, J. of the Less-Common Metals, **93**, pp. 419-423.
5. Liu, S. and Ma, R., 1996 : *Synthesis and Structure of hydrated europium Carbonate*, J. of Crystal Growth, **169**, pp. 190-192.
6. Yoon, H. S. *et al.*, 2001 : *Preparation of High Grade Cerium Compounds*, Technical Report of MOCIE, R-ME01-P-03.
7. Yoon, H. S. *et al.*, 2003 : *Separation of Neodymium from NdFeB Permanent Magnetic Scrap*, J. of Korea Inst. of Resources Recycling, **12**(6), pp. 57-63.
8. Liu, S. *et al.*, 1999 : *Synthesis and Structure of Hydrated neodymium carbonate*, J. of Crystal Growth, **203**, pp. 454-477.

9. Wakita, H., 1978 : *The Synthesis of Hydrated rare earth Carbonate Single Crystals in Gels*, Bulletin of The Chemical Society of Japan, **51**(10), pp. 2879-2881.
 10. Wakita, H. and Kinoshita, S., 1979 : *A Study of the Solid*

Solutions in the Systems $La_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ - $Ce_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ and $La(OH)CO_3$ - $Ce(OH)_3CO_3$, Bulletin of The Chemical Society of Japan, **52**(2), pp. 428-432.

金 哲 主

- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 금속회수연구실
- 당 학회지 제11권 2호 참조

尹 虎 成

- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 금속회수연구실
- 당 학회지 제11권 2호 참조

金 俊 秀

- 현재 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 금속회수연구실
- 당 학회지 제11권 2호 참조

李 承 遠

- 현재 충남대학교 금속공학과 교수
- 당 학회지 제13권 6호 참조

학회지 광고게재 안내

격월로 연간 6회 발간되는 한국자원리싸이클링 학회지에 광고를 게재하고 있습니다. 알찬 내용의 학회지가 될 수 있도록 특별회원사 및 관련기관에서는 많은 관심을 가지고 협조하여 주시기 바랍니다. 광고게재 비용은 아래와 같으며, 기타 자세한 내용 및 광고게재에 관해서는 학회로 문의하시기 바랍니다.

	칼라인쇄 (1회)	흑백인쇄 (1회)	1년 6회 게재 기준			
			칼라 인쇄		흑백 인쇄	
			일 반	특별회원사	일 반	특별회원사
앞표지 안 쪽	50 만원	30 만원	180 만원	140 만원	130 만원	100 만원
뒷표지 안 쪽	50 만원	30 만원	180 만원	140 만원	130 만원	100 만원
뒷표지 바깥쪽	60 만원	40 만원	200 만원	150 만원	150 만원	120 만원
학회지 안(내지)	30 만원	20 만원	100 만원	80 만원	80 만원	50 만원

※Film을 주시는것을 기준으로 책정된 금액입니다.