

전구체에 따른 $Mg(OH)_2$ 의 저온합성에서 형상변화

강국현¹, 정선인¹, 이동규^{1*}
¹충북대학교 공과대학 공업화학과

Shape Changes of $Mg(OH)_2$ with Different Magnesium Precursors in Low Temperature

Kuk-Hyoun Kang¹, Sun-In Jeong¹ and Dong-Kyu Lee^{1*}

¹Department of Engineering Chemistry, Chungbuk National University

요 약 최근 수산화마그네슘은 비독성, 비부식성 및 열적 안정성 같은 우수한 특성에 의해 다양한 분야에 적용된다. 본 연구는 황산마그네슘과 염화마그네슘 그리고 질산마그네슘을 전구체로 하고, 수산화나트륨과 암모니아수를 알칼리 원료로 하여 상온에서 침전법을 통해 플라워 그리고 플레이크 형의 수산화마그네슘을 합성하였다. 전구체의 종류 및 합성 변수에 따른 수산화마그네슘의 형태와 크기 영향 확인하였다. 수산화마그네슘의 형상은 마그네슘전구체와 알칼리 원료에 의존한다. 생성된 플라워형 입자의 평균 크기는 대략 1 μm 그리고 플레이크형의 입자는 20 ~ 50 nm의 크기를 갖는 것을 확인하였다. 합성된 수산화마그네슘의 특성은 XRD, FE-SEM, FT-IR, EDS, PSA 그리고 TG를 통해 확인하였다.

Abstract Recently, magnesium hydroxide ($Mg(OH)_2$) has many applications in various field, due to its outstanding characteristics such as a nontoxic, noncorrosive and thermal stable properties. In this study, different shapes of flower and flake type magnesium hydroxide were synthesized by precipitation method at room temperature using $MgSO_4$, $MgCl_2$ and $Mg(NO_3)_2$ as magnesium sources, NaOH and NH_3 as alkaline sources. Influence of synthesis on the morphological characteristics, sizes and shapes of magnesium hydroxide particles, was investigated, such as different precursors and parameters. The shape of magnesium hydroxide depend on magnesium and alkali sources. Average size of flower particle had about 1 μm , and flake had about 20 ~ 50 nm. The synthesised magnesium hydroxide groups were characterized by XRD, FE-SEM, FT-IR, EDS, PSA and TG.

Key Words : Flower, Magnesium hydroxide, Shape change, Precipitation method

1. 서론

수산화마그네슘(magnesium hydroxide, $Mg(OH)_2$)은 1990년대 중후반 탈황설비가 확대되면서 배연탈황의 환경용으로 성장이 급격히 진행되었다. 또한 산성폐수중화, 의약품과 고분자 혼합용 첨가제인 난연제, 인조 대리석 첨가제 등 다양한 용도에 적용되고 있다. 특히 수산화마그네슘은 단위 질량당 열함유량이 우수하여 금속에 결합된 OH 작용기가 흡열반응으로 주변의 열을 흡수하여 가연성 물질의 온도를 감소시켜 발화시간을 연장시키는 효과가 있다. 또한 연소에 의해 생성된 산화마그네슘은 활

성이 높은 촉매로서 고분자 연소시 공기를 차단하여 난연 물질의 연소 속도를 감소시키는 효과가 있다. 또한 연소시 연기 그을음, 일산화탄소 등 유독가스의 발생을 억제하여 산화물 자체로 난연 효과를 나타내는 친환경적 물질이다. 이러한 장점을 갖는 수산화마그네슘은 플라스틱, 고무 및 할로겐-프리 고분자 물질과 같은 많은 응용분야에서 열가소성 난연제, 기타 기능성재료의 첨가제 및 강화물질로서 많은 관심을 받고 있으며, 이 외에도 반도체 등의 응용분야에서도 중요한 전구물질로서의 활용성이 주목받고 있다[1-3].

수산화마그네슘은 난연제로서의 기본적인 성질을 고

*Corresponding Author : Dong-Kyu Lee(Chungbuk National Univ.)

Tel: +82-43-261-2487 email: dklee@cbnu.ac.kr

Received February 8, 2013

Revised March 7, 2013

Accepted April 11, 2013

루 가지고 있으나, 실용적인 난연화 수준을 달성하려면 수지에의 다량 배합이 필요하며, 수산화마그네슘에는 수지 특성을 손상하지 않고 난연화를 달성할 수 있는 필러로서의 성질을 부여하지 않으면 안된다. 즉 수산화마그네슘에서는 입자크기, 분산상, 비표면적 및 표면처리제가 난연화 수지의 특성을 결정하는 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서 수산화마그네슘의 표면개질을 통하여 고분자와 잘 결합할 수 있는 방법들이 많이 연구되고 있다[4-6].

수산화마그네슘을 합성하는 방법에는 침전법, 졸-겔법, 마이크로에멀전법, 수열합성법 및 용매열법 등이 있고, 혼합시 초음파 교반을 이용한 방법, 출발물질에 계면활성제 혹은 분산제를 첨가하여 입자 크기 및 형상을 제어하는 방법 등이 있다[7-10]. 합성에 사용되는 물질에는 마그네슘 전구체로 황산마그네슘과 염화마그네슘, 질산마그네슘 및 탄산마그네슘 등이 있으며, 수산기의 전구체로 수산화나트륨, 요소 및 암모니아수 등의 알칼리성 물질이 있다. 합성된 입자의 크기는 pH, 온도, 시간, 염기의 농도, 첨가제 그리고 염의 농도에 따라서 다양하게 합성된다. 대부분 입자 형상은 구형 판상의 수산화마그네슘을 형성하지만 실험조건의 변화에 따라 라멜라, 플라워, 로드 및 니들 등의 형태를 나타내며, 이러한 형태에 따라 다양한 용도로 사용될 수 있다. 수산화마그네슘 나노로드 형태는 마그네슘의 직접원소반응과 수열 및 가수분해법을 통해 합성이 가능하며, 나노플라워 형태는 염화마그네슘과 요소의 수열합성법으로 합성이 가능하다. 또한 다양한 마그네슘 전구체와 반응물로서 용매를 사용한 수열합성법으로 다양한 형태를 갖는 수산화마그네슘 나노입자가 합성될 수 있다[11-13].

본 논문에서는 수산화마그네슘을 합성하기 위해 침전법을 이용하여 수산화마그네슘을 합성하였다. 조건에 따른 수산화마그네슘의 변화를 확인하기 위해 마그네슘의 전구체로 황산, 염화 및 질산마그네슘을 사용하였고, 수산기에 따른 변화를 비교하기 위해 수산화나트륨과 암모니아수를 이용하여 합성하였다. 합성의 온도는 상온에서 진행하였고, 전구체와 알칼리원의 농도를 동일하게 하여 형상 및 특성을 비교하였다. 합성된 각 생성물의 형태와 결정성 및 열적 특성 등을 기기분석을 통하여 확인하였다.

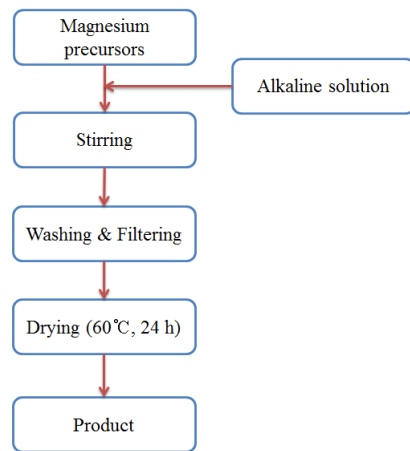
2. 실험

2.1 실험 재료 및 방법

수산화마그네슘을 합성하기 위해 사용된 전구체는 마그네슘원으로 황산마그네슘 칠수화물(magnesium sulfate heptahydrate, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 99.2%, Samchun chemical

Co., Ltd.), 염화마그네슘 육수화물(magnesium chloride hexahydrate, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, 98%, Samchun chemical Co., Ltd.), 그리고 질산마그네슘 육수화물(magnesium nitrate hexahydrate, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, 98%, Samchun chemical Co., Ltd.)을 사용하였다. 수산기를 제공하기 위한 전구체로는 수산화나트륨(sodium hydroxide, NaOH, 98.0%, Samchun chemical Co., Ltd.)과 암모니아수(ammonia solution, NH_4OH , 98.0%, Samchun chemical Co., Ltd.)를 사용하였다.

수산화마그네슘을 합성하기 위한 간략한 실험 과정의 개요는 Fig. 1에 나타내었다.



[Fig. 1] Preparation procedure of magnesium hydroxide.

0.5 M의 황산마그네슘 수용액과 0.5 M의 수산화나트륨 수용액과 암모니아수를 준비한다. 황산마그네슘 용액에 정량펌프(Eyela SMP-23, Japan)를 사용하여 수산화나트륨 수용액과 암모니아수를 각각 상온에서 적가 하여 혼합한다. 알칼리 수용액의 적가가 완료되면 반응을 종료한다. 침전된 생성물을 증류수로 수회 세척 후, 여과하여 60°C에서 24시간 건조시키면 흰색의 수산화마그네슘을 얻을 수 있다. 실험의 변수는 Table 1에 나타내었다.

[Table 1] Formulation of Reaction Materials for Magnesium Hydroxide Preparation

No.	Precursor	Concentration / volum	NaOH (concentration / volum)	NH_4OH (concentration / volum)	Time (h)	Temp (°C)
MH-1	$MgSO_4$	0.5 M/100 mL	0.5 M/200 mL	-	3	ambient
MH-2			-	0.5 M/200 mL		
MH-3	$MgCl_2$	0.5 M/100 mL	0.5 M/200 mL	-		
MH-4			-	0.5 M/200 mL		
MH-5	$Mg(NO_3)_2$	0.5 M/100 mL	0.5 M/200 mL	-		
MH-6			-	0.5 M/200 mL		

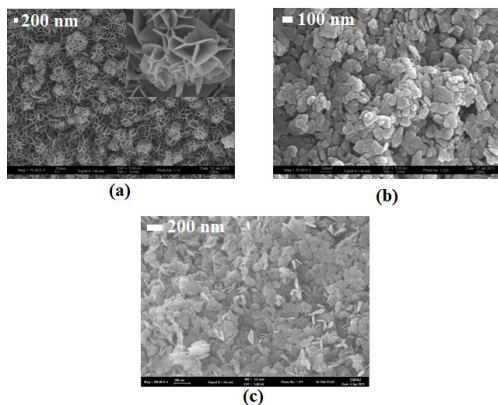
2.2 분석

합성한 생성물의 특성은 다음과 같은 방법에 의해 분석하였다. 결정성 및 합성물의 확인을 위하여 X-ray Diffractometer(XRD, Model RTP300RC, Rigaku Co., Ltd)를 이용하였고, 결과는 JCPDS card와 비교해서 확인하였다. 수산화마그네슘의 형태 및 입자크기는 Field Emission Scanning Electron Microscope(FE-SEM, Model LEO-1530FE, Hitachi Co.)으로 관찰하였고, 합성물내의 작용기는 Fourier Transform Infrared spectroscopy(FT-IR, Model-480 plus, Jasco)을 이용하여 확인하였다. 열분석기(TG/DTA, SDT2960, TA Instruments)를 이용하여 온도 상승에 의한 열 안정성 및 중량 변화를 측정하였고, 생성물의 구성 원소 확인과 불순물의 확인은 Energy dispersive spectroscopy (EDS, IXRF Analyzer Model 550i)를 통하여 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수산화나트륨에 의한 형상 변화

수산화마그네슘은 수열합성법이나 가압반응기를 이용하여 고온, 고압 조건에서 형상이나 결정성을 조절하는 방법이 주로 사용된다[14,15]. 마그네슘전구체를 3가지로 선택하였고 수산화나트륨을 첨가하여 같은 조건에서 합성된 수산화마그네슘의 형상 변화를 측정한 SEM 분석 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 황산마그네슘을 사용한 수산화마그네슘인 MH-1은 플라워형태의 입자를 형성하는 것을 확인할 수 있다. 이와 달리 염화마그네슘과 질산마그네슘으로 생성된 MH-3과 MH-5는 플레이크 형태로 입

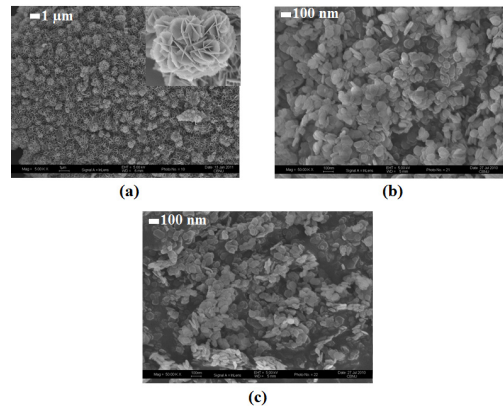


[Fig. 2] SEM images of magnesium hydroxide synthesized with different magnesium source by NaOH. (a) MH-1, (b) MH-3, (c) MH-5

자가 생성된 것을 볼 수 있다. MH-1의 플라워 형태의 수산화마그네슘은 입자 크기가 대략 1 μm를 갖고, 플레이크 입자인 MH-3과 5번은 상대적으로 입자가 작은 20 ~ 100 nm 정도의 크기를 확인할 수 있다. MH-1과 MH-3은 입자간 응집이 적고, 고르게 분산된 것을 볼 수 있다.

3.2 암모니아수에 의한 입자 형상

마그네슘전구체를 3가지로 조절한 뒤 암모니아수를 이용하여 같은 조건에서 합성한 시료의 SEM 분석 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 황산마그네슘과 암모니아수를 사용한 수산화마그네슘인 MH-2는 수산화나트륨을 사용하였을 때와 같이 플라워형태의 입자를 형성하는 것을 확인할 수 있다. 염화마그네슘과 질산마그네슘을 전구체로 생성한 MH-4와 MH-6은 수산화나트륨을 알카리원으로 사용한 샘플과 같이 플레이크 형태의 입자가 생성됨을 볼 수 있다. 플라워 형태의 MH-2는 MH-1과 크기가 비슷하고, 생성된 형태가 유사하다. MH-4와 MH-6은 MH-3과 MH-5에 비해 입자간 분산도가 높고, 플레이크 형태가 잘 형성됨을 보이며 크기는 대략 20 ~ 100 nm 크기를 갖는다. 수산화나트륨과 암모니아수를 이용한 플라워형 수산화마그네슘은 상온에서 형상조절이 가능한 것을 확인하였으며, 플레이크형의 수산화마그네슘에 비해 비표면적이 증가함을 문헌을 통해 알 수 있다[16].

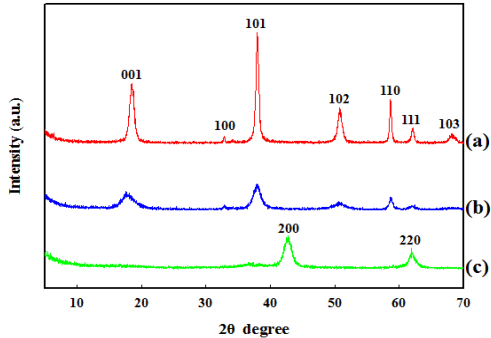


[Fig. 3] SEM images of magnesium hydroxide synthesized with different magnesium source by ammonia solution. (a) MH-2, (b) MH-4, (c) MH-6

3.3 XRD 분석

형상에 따른 생성물의 결정성 분석 결과를 Fig. 4에 나타내었다. (a)는 플레이크 형태로 생성된 샘플로서 JCPDS card No. 7-239와 같은 결과로 육방정계형의 수산화마그네슘이 생성되었다. (b)는 플라워 형태의 수산화마

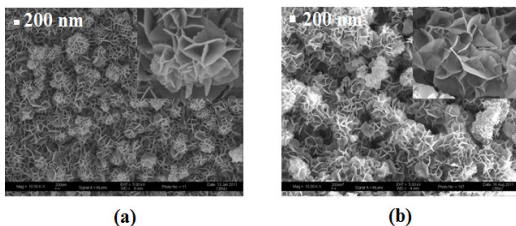
그네슘의 결과로 (a)와 같이 육방정계형의 수산화마그네슘이 생성된 것을 확인할 수 있다. (c)는 플라워 형태의 수산화마그네슘을 500°C 에서 소성한 뒤 결정성 분석을 진행한 결과이다. 이는 JCPDS card No. 65-0476에 의해 산화마그네슘으로 전환됨이 확인된다. 플레이크형의 입자는 상온에서 생성되었음에도 101면의 피크가 우수하며, 플라워 형태의 입자에 비해 입자의 치밀도가 높아 결정성이 높음을 알 수 있다.



[Fig. 4] XRD patterns of magnesium hydroxide by different shape of magnesium hydroxide. (a) platelet like, (b) flower like, (c) flower like after calcination

3.4 소성 후 입자 형상

플라워형으로 제조된 수산화마그네슘을 500°C에서 소성한 후 형태의 변화를 분석한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 소성 결과 입자는 XRD 분석에 의해 산화마그네슘으로 전환됨이 확인되며, 이의 입자 형태가 유지되는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 소성 후 생성된 입자는 수분의 증발이나 불순물에 의한 손상이 없는 수산화마그네슘입자가 형성됨이 확인된다.

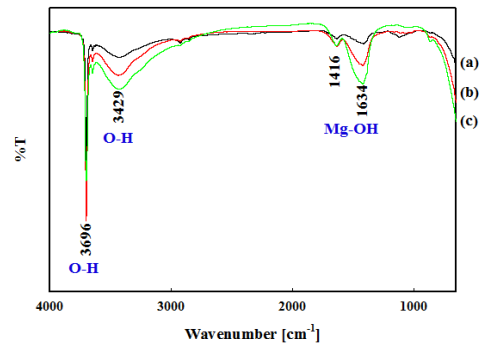


[Fig. 5] SEM images of flower like magnesium hydroxide. (a) before (b) after calcination of MH-1

3.5 FT-IR 분석

생성된 수산화마그네슘의 FT-IR 분석 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 각각의 결과는 전구체가 다른 경우로서 (a)

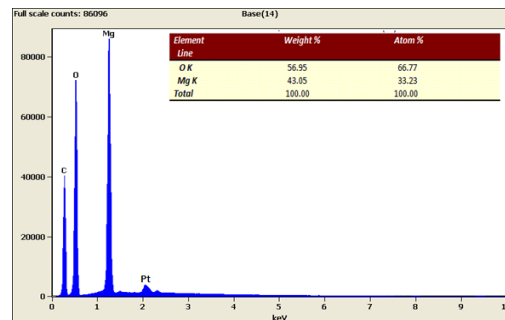
는 황산마그네슘, (b)는 염화마그네슘, (c)는 질산마그네슘에 의한 수산화마그네슘으로 피크의 크기는 차이가 있으나 모두 동일한 위치에 신축진동이 일어남을 확인할 수 있다. 3429 cm⁻¹에 의한 넓은 피크는 입자 표면의 수분에 의한 수산기(OH)의 진동임을 확인할 수 있고, 3696 cm⁻¹의 날카로운 피크는 수산화마그네슘 결정 내에 존재하는 수산기에 의한 값으로 확인할 수 있다. 1634 cm⁻¹와 1416 cm⁻¹의 신축진동은 수산화마그네슘의 마그네슘과 수산기 결합에 의한 진동으로 알 수 있고, 이를 통해 생성물의 결합 상태를 확인할 수 있었다. 암모니아수에 의해 합성된 각각의 샘플 또한 같은 결과를 나타내었다.



[Fig. 6] FT-IR spectra of magnesium hydroxide by different magnesium precursors. (a) MH-1, (b) MH-3, and (c) MH

3.6 EDS 분석

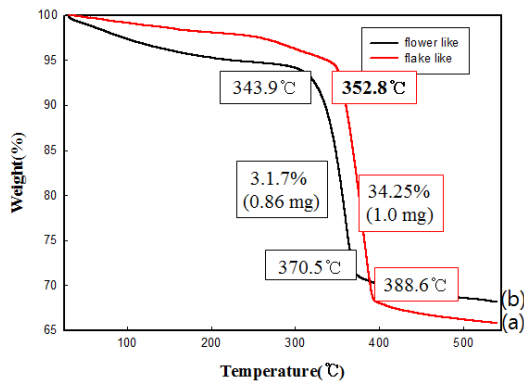
수산화마그네슘의 구성원소와 불순물 확인을 위해 EDS로 분석한 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 이 결과 합성된 물질은 마그네슘과 산소로 구성되어 있으며, 그 비율 확인한 결과 이론적 수산화마그네슘의 조성비와 거의 일치함이 확인되어 생성된 물질이 수산화마그네슘임을 확인할 수 있었다. 또한 구성 원소 이외의 다른 물질이 없는 것으로 보아 합성된 물질이 불순물이 없음을 확인되었다.



[Fig. 7] EDS spectrum of magnesium hydroxide.

3.7 TG 분석

합성된 수산화마그네슘의 형상에 따른 열분해 분석 결과를 Fig. 8에 나타내었다. (a)의 곡선은 플레이크 형태의 수산화마그네슘의 열분해 결과로서 352.8°C에서 분해가 시작되어 388.6°C도에서 산화마그네슘으로 전환되는 것을 볼 수 있다. (b)는 플라워형태의 수산화마그네슘의 열분해 곡선으로 343.9°C에서 수산기가 제거되며 370.5°C에서 산화마그네슘으로 전환되는 것을 확인할 수 있다. 형태가 다른 수산화마그네슘 모두 이론적인 수산화마그네슘의 열 분해온도인 334°C에 비해 높은 온도에서 산화마그네슘으로 전환되어 합성된 수산화마그네슘이 열적으로 안정됨을 볼 수 있다. 형태에 따른 비교 결과 플레이크가 플라워형에 비해 열적으로 좀 더 안정됨을 보인다.



[Fig. 8] TG curves of magnesium hydroxide. (a) flake, (b) flower like

4. 결론

본 연구는 상온에서 침전법을 통해 형상 조절된 수산화마그네슘을 합성하고, 이를 비교하였다. 생성물의 형태는 플레이크형과 플라워형으로 전구체와 알카리원에 따라 비교하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

상온 침전법을 이용하여 0.5 M의 황산마그네슘 수용액과 수산화나트륨, 암모니아수를 통해 평균 1 μm의 플라워형 수산화마그네슘을 합성하였고, 전구체중 염화마그네슘과 질산마그네슘을 이용하여 20 ~ 100 nm의 플레이크형 수산화마그네슘을 합성하였다. 또한 형상 조절을 위해서는 전구체의 종류와 수산기의 농도 및 양이 중요함을 알 수 있으며, 이 때 생성된 플라워형 수산화마그네슘은 고온 처리 후 산화마그네슘으로 전환하여도 안정한 형태를 유지함을 알 수 있다. 이를 통해 상온 침전법으로 생성된 플라워형과 플레이크형 수산화마그네슘은 결정이

잘 성장 되었으며, 약 388°C에서 산화마그네슘으로 전환된 결과 열적으로 안정한 물질이 생성됨을 확인하였다.

References

- [1] Wenjun Jiang, Xiao Hua, Qiaofeng Han, Xujie Yang, Lude Lu, Xin Wang, Preparation of lamellar magnesium hydroxide nanoparticles via precipitation method, *Powder Technol.*, **191**, 227 - 230 (2009). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2008.10.023>
- [2] Kuk-Hyoun Kang, Jin-Hwa Lee, Dong-Kyu Lee, Synthesis and Characteristics of Magnesium Hydroxide Group Flame Retardant for Polymer Additives. *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **26**, 385-393 (2009).
- [3] Dong-rak, Kang, Preparation and Characterization of Lightweight Fillers and Inorganic Flame Retardants are Added Polyurethane Composite Foam, *J. of the Korea Academia-Ind. Cooperation Soc.*, **13** 955-960 (2012).
- [4] Tae-Hun Park, Kuk-Hyoun Kang, Jin-Hwa Lee, Dong-Kyu Lee, Synthesis and Flame Retardant Characteristics of Melamine Cyanurate Treated with Silane Agent. *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **27**, 300-309 (2010).
- [5] Ziaotang LV, Hari-Bala, Minggang L, Xiaokun Ma, Shanshan Ma, Ye Gao, Lanqin Tang, Jingzhe Zhao, Yupeng Guo, Xu Zhao, Zichen Wang, In situ synthesis of nanolamellas of hydrophobic magnesium hydroxide, *Colloids Surf., A*, **296**, 97-103 (2007). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2006.09.029>
- [6] Dongmin An, LiliWang, Yunhui Zheng, Shuang Guan, Xiaoyan Gao, Yumei Tian, Hongxi Zhang, ZichenWang, Yanhua Liu, In situ preparation and surface modification of magnesium hydroxide nanoparticles, *Colloids Surf., A*, **348**, 9-13 (2009). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2009.06.004>
- [7] Dongmin An, Xuefeng Ding, Zichen Wang, Yanhua Liu, Synthesis of ordered arrays of magnesium hydroxide nanoparticles via a simple method, *Colloids Surf., A*, **356**, 28-31 (2010). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2009.12.027>
- [8] Xue Li, Chao Ma, Junyong Zhao, Zhitao Li, Shengbo Xu, Yunyi Liu, Preparation of magnesium hydroxide nanoplates using a bubbling setup, *Powder Technol.*, **198**, 292 - 297 (2010). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2009.11.024>
- [9] Gaoqing Yuan, Junhua Zheng, Chang Lin, Xiaoyinh Chang, Huanfeng Jiang, Electrosynthesis and catalytic

properties of magnesium oxide nanocrystals with porous structures, *Mater. Chem. Phys.*, **130**, 387-391, (2011).
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matchemphys.2011.06.058>

[10] Chenglin Wan, Dongfeng Xue, Longjiang Zou, Xiaoxing Yan, Wen Wang, Preparation of magnesium hydroxide nanoflowers, *J. Cryst. Growth*, **282**, 448-454, (2005).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2005.05.038>

[11] Jyh-Ping Hsu, Anca Nacu, Preparation of submicron-sized Mg(OH)₂ particles through precipitation, *Colloids Surf., A*, **262**, 220-231, (2005).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2005.04.038>

[12] Peipei Wang, Caihong Li, Haiyan Gong, Hongqiang Wang, Jinrong Liu, Morphology control and growth mechanism of magnesium hydroxide nanoparticles via a simple wet precipitation method, *Ceram. Int.*, **37**, 3365-3370 (2011).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2011.05.138>

[13] C. Henrist, J.-P. Mathieu, C. Vogels, A. Rulmont, R. Cloots, Morphological study of magnesium hydroxide nanoparticles precipitated in dilute aqueous solution, *J. Cryst. Growth*, **249**, 321-330 (2003).

DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0248\(02\)02068-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0248(02)02068-7)

[14] S.B. Choi, D.K. Lee, H.U. Yu, Synthesis of MgO Granule and Its Precursors via Common Ion Effect, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **12**, 5778 (2012).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1166/jnn.2012.6297>

[15] K.H. Kang, D.K. Lee, Synthesis and Characteristics of Magnesium Hydroxide using Microwave, *Korean J. Met. Mater.*, **51**, 77 (2012).

[16] Guijuan Ji, Mengmeng Li, Guanghuan Li, Guimei Gao, Haifeng Zou, Shucai Gan, Xuechu Xu, Hydrothermal synthesis of hierarchical micron flower-like γ -AlOOH and γ -Al₂O₃ superstructures from oil shale ash, *Powder Technol.*, **215**, 54 (2012).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2011.09.005>

이 동 규(Dong-Kyu Lee)

[정회원]



- 1981년 2월 : 충북대학교 화학공학과 (공학석사)
- 1989년 2월 : 충북대학교 화학공학과 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 공업화학과 교수

<관심분야>

형광체, 초음파분무 열분해, sol-gel, 필 안료

강 국 현(Kuk-Hyoum Kang)

[정회원]



- 2010년 2월 : 충북대학교 공업화학과 (공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 공업화학과 박사과정

<관심분야>

무기물 합성, 무기첨가제, 디스플레이 소재

정 선 인(Sun-In Jeong)

[정회원]



- 2013년 2월 : 충북대학교 공업화학과 (공학석사)

<관심분야>

무기물 합성, 고분자 첨가제