

PDP 불순가스 제거를 위한 nano size 의 getter 재료 제조

김헌창 , 황일선 , 정민희

호서대학교 화학공학과

초록

Getter는 진공을 이루고 유지하는데 사용되는 물질로, 잔존가스 및 불순가스를 흡수 & 제거하는 물질을 말한다. FPD나 PDP같은 평판 디스플레이는 내부에 진공을 요구하며 작동중에 발생하는 불순가스에 의해 진공도가 떨어져, plasma 방전시 방전개시전압이 상승하는 결과를 초래하기에 이에 적절한 getter의 필요성이 대두 되고 있다. 본 연구의 최종 목적은 PDP 제조시 발생하는 잔존가스 및 운전중 발생하는 불순가스의 제거를 효율적으로 하여 PDP의 수명이 연장되는 고성능 getter 재료를 제조 하고자 하는 것이며, 이에 thermal plasma를 이용하여 nano size로 getter를 제조하였다. 전체적으로 10-30 [nm] 크기의 getter가 제조 되었지만 응집이 많이 일어나 균집된 형상이 발생 하였으며, 이는 입자가 완전히 성장하기 까지 충분한 열을 받지 못하여 응집이 먼저 발생한 것으로 생각된다.

1. 서론

PDP 는 front/back panel 사이에 barrier 를 경계로 하여 작은 cell 이 구성된다. 이 cell 안에는 phosphors 가 얇게 입혀져 있으며 He, Ne, Xe 와 같은 초고순도 가스가 충전되어 있는데, 방전시 이 가스들이 plasma 를 형성하여 여기된 원자나 분자가 발생하고, 이것이 phosphors 들을 자극하여 가시광의 빛을 발하게 된다.

PDP 의 제조공정을 살펴보면 front/back panel 을 frit 공정을 통해 sealing 하는데, 이때 내부를 He + Ne or Xe 과 같은 초고순도 혼합가스를 채우며 (pressure 300 ~ 500 mbar), baking 과 exhaust 를 병행하게 된다.^[1] 이때 getter 는 activation 을 시작하여 panel 내부를 진공 상태로 유지하게 된다. PDP 의 혼합가스에서 발생하는 UV 파장 (150 ~ 170 nm)은 phosphors 에 가해져 가시광의 빛이 발하게 되는데, 이는 plasma 방전시간으로 조절된다. 결국 방전가스와 방전조건을 맞추어야 하는데, 이때의 방전 조건은 Paschen 법칙에 따라 방전가스, 압력, 전극거리로 조절되며, 압력은 panel 내부의 불순가스의 발생에 따라 그 변화가 생기고, 방전개시전압 및 UV 파장의 변화를 야기시켜 이의 제어가 필요하므로 getter 의 활용성이 높다.

< 그림 1 >의 PDP 내부 cell 의 형태와 발광 원리를 보면, plasma 방전과 함께 이온과 전자가 발생하고, 이들이 phosphors 를 자극하여 발광을 일으키며, 가시광의 형태를 띄어 우리 눈에 인지되는 것이다. 방전과 함께 발생한 이온은 MgO 유전체층 이나 phosphors 들을 자극하여 불순가스 (H₂, O₂, CO, CO₂...)를 발생시키며, 이때 getter 는 이 불순가스를 흡착하여 내부의 진공도를 지속적으로 유지시키는 역할을 수행하게 된다. 이러한 원인들에 기인하여

getter로서의 물질은 여러 필요조건을 성립하여야 한다. 불순가스들은 getter의 표면에 van der waals 힘에 의한 물리적 흡착후 해리과정을 거쳐 화학적 흡착으로 제거되므로 고다공성 getter의 제조가 요구되어, 입자의 크기가 작을수록 표면적이 증가하는 nano size의 크기가 요구된다. 이에 thermal plasma를 이용하여 getter를 제조하고자 하는데, thermal plasma법은 ① 고온($> 10^4$ K) ② 빠른 화학반응($< 10^{-2}$ s), 초급냉($> 10^6$ K/s) ③ 청정공정, 연속공정 ④ 공정의 자동화가 용이 ⑤ 원료 선택의 다양성(고상, 액상, 기상)등의 많은 장점을 가지고 있어서 그 적용 범위가 넓다. thermal plasma는 발생법에 따라 크게 AC형, DC형, 고주파형으로 구분할 수 있다. AC형은 torch내에 3개의 전극이 있어서 음·양극이 교대로 반복하여 별도의 정류장치가 필요 없지만, 전류 극성이 바뀌는 교차점에서 전류값이 0이 되기에 재점화에 필요한 pilot arc가 필요하다. DC형은 텅스텐 봉의 음극과 동으로 된 양극 노즐사이에 발생하는 DC arc방전이 carrier gas를 고온·가열하여 jet류로 분출하는 DC-plasma jet가 대표적이다. ICP로 대표되는 고주파형은 석영관 외부에 감은 코일에 전류를 인가하여 carrier gas에 유도전류를 보내는 것으로, 깨끗한 plasma를 얻을 수 있다는 장점이 있는 반면 전자기적 제어의 곤란에 의한 불안정성을 가지고 있다.^[3] 본 연구에서는 plasma 발생원인 arc의 발생이 용이하고, 안정적인 plasma를 형성시킬 수 있으며, 별도의 정류장치가 필요 없고, target material에 전극을 인가하지 않아도 되는 DC-plasma jet를 이용하여 nano 입자를 제조하고자 한다.

2. 실험 장치 및 방법

nano 입자를 만들기 위해 본 연구에서 사용된 DC-plasma jet의 계략도를 < 그림 2 >에 나타내었다. 토치부는 텅스텐 음극봉과 13 [mm]의 동 양극 노즐부로 이루어져 있으며, 수냉관의 형태를 띤다. 토치 앞에는 pellet을 장착할 시료 투입구가 있으며, 이후 250 [mm]의 포집관이 연결되어 있다. Plasma의 형성은 방전가스로 Ar을 3 [bar], 20 [ℓ/min]로 흘렸으며, 냉각수는 60 [°C]를 넘지 않게 작동하며, 8 [Kw]의 power를 사용하였다. 원료물질인 Zr-V-Fe는 getter로 사용되는 ST707과 같은 57:36:7의 비로 각각의 원료를 powder 형태로 arc melting과 HDH process에 의해 900 [°C]에서 소결한 pellet 형태를 사용하였다. Pellet은 노즐에서 발생하는 plasma column의 중심부에서 기화시켰으며, 생성된 입자는 후단 (a) 도입부, (b) 중간부 (냉각관), (c) 배출부에서 포집하였다.

3. 실험결과 및 고찰

< 그림 3 >는 TEM을 이용하여 포집된 입자의 크기 분포를 분석한 것이다. (a)는 후단 도입부에서 포집한 것으로 대략 10 [nm]이하의 크기를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 후단 중간부인 (b)에서는 (a)에 비해 조금 커진 20~30 [nm]의 크기를 확인하였으나 냉각관의 영향으로 갑작스런 급냉에 의해 입자가 성장하지 못하고 응집된 형태를 가지고 있었다.

배출부인 (c)에서는 (b)와 비슷한 크기를 확인할 수 있으나 상대적으로 입자가 더욱 많이 응집이 발생됨을 확인할 수 있었다. 포집된 대부분의 입자들은 10~30 [nm]의 크기분포를 가지고 있으나 전체적으로 입자들이 엉켜 있으며 응집된 형태를 나타내고 있는데, 이는 plasma 불꽃이

길게 뻗어 나오지 못하여 입자가 성장할 만큼의 충분한 온도를 받지 못하여 응집된 형태를 띄는 것으로 생각된다.

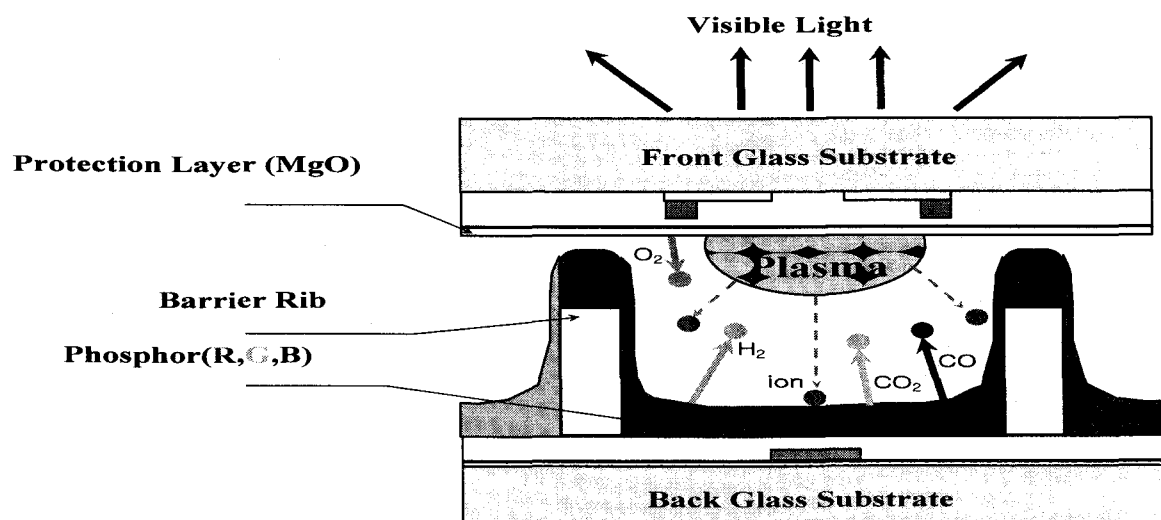
4. 결론

Thermal plasma 를 이용한 nano 입자 제조는 다른 제조 방법에 비해 초미립자를 쉽게 얻을 수 있으며, 생성 입자의 응집이 적어 수십 nm의 입자를 제조 할 수 있다는 탁월한 성능에 의해 nano 입자 제조에 각광받는 방법이다. 본 실험에서는 다소 큰 크기와 응집이 발생한 입자가 생성 되었지만 입자의 생성에 관한 변수를 충분히 제어한다면 구형의 수십 nm 크기 입자를 만들 수 있을 것으로 보여 진다. 결과에서 보여진 입자 성장의 원인을 고려하여 응집의 원인을 제거 한다면 보다 나은 getter 를 얻을 수 있을 것으로 생각 된다.

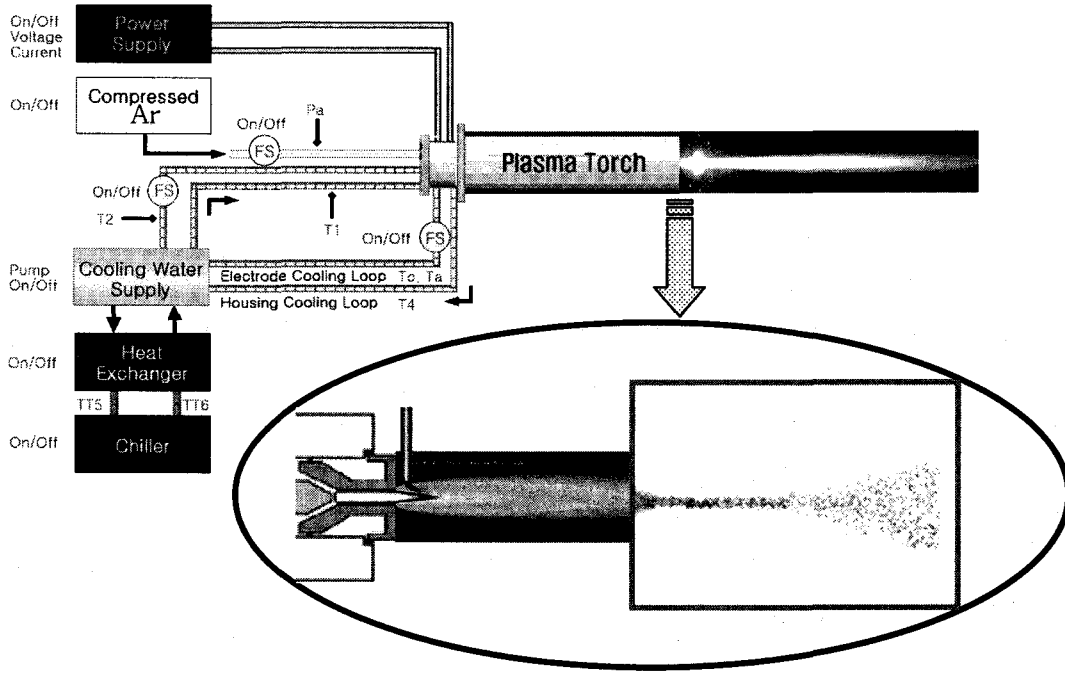
* 본 연구는 교육인적자원부와 산업자원부의 출연금 및 보조금으로 수행한 산학협력중심 대학 육성사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

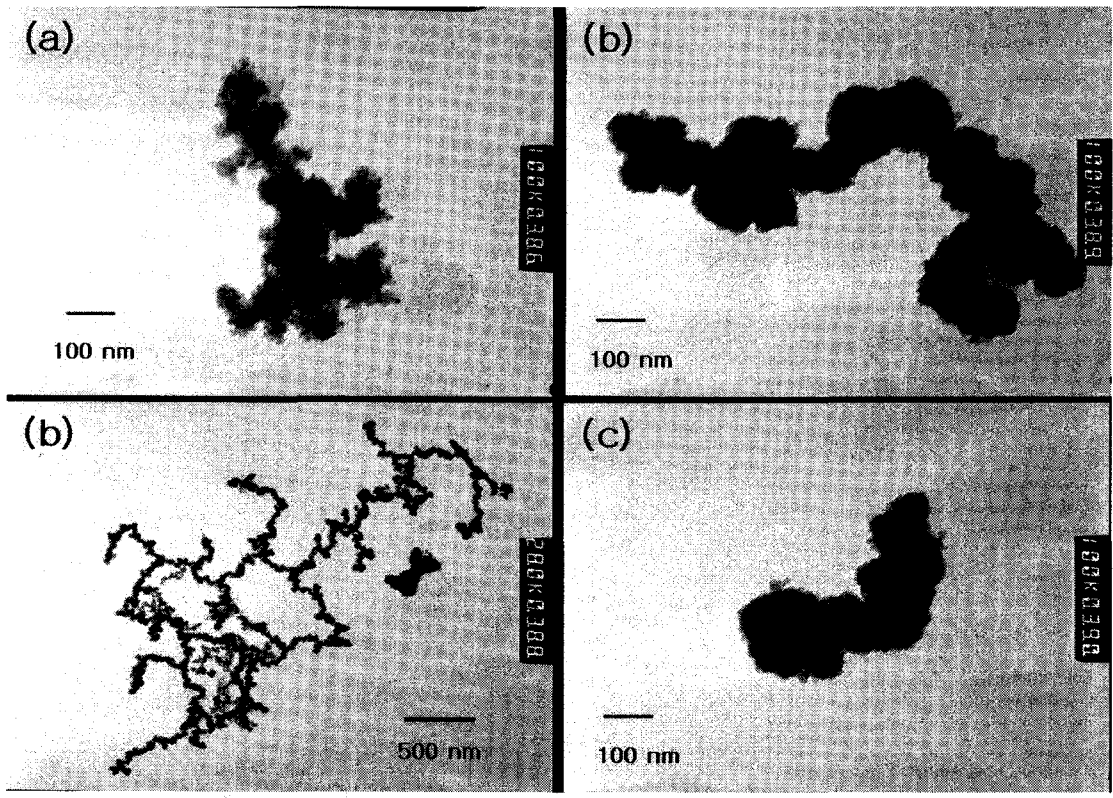
- [1] STEFANO TOMINETTI, MARCO AMIOTTI, "Getter for Flat-Panel Displays", PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL,90,NO4,APRIL 2002
- [2] R.M.Caloi, C.Carretti, "Getter and gettering in plasma display panels", J.Vac. Sci. Technol. A16(3),May/Jun 1998, 1998 American Vacuum Society
- [3] 박동화, 오성민, "열플라즈마 공정과 응용"
- [3] 최은하, 조광섭, "PDP플라즈마", Physics & high Technology, 7(9),1998
- [4] J.Deschamps and H.Doyeux Phys.World 10, 39, 1997



< 그림 1. PDP cell 구조 및 발광 원리 >



< 그림 2. thermal plasma 계략도 >



< 그림 3. TEM 으로 측정 한 입자 크기분포 >