

고순도 가스정제 일반원리

교육용

2023. 01.

1-1. 가스 순도의 정의

현재 우리가 사용하고 있는 산업용 고순도 가스를 기준으로 볼 때, 이러한 가스는 제조 공정상 불순물이 완전히 제거가 되지 않을 뿐만 아니라 가스를 운반 시 또는 운반용기(운반용 Tank 또는 Cylinder 등)에 의해 오염이 된다.

전자 반도체, 디스플레이 등의 산업 분야에 사용되는 가스 중에 포함된 불순물은 제품 제조시 불량을 발생시킬 수 있는 바 가스의 순도 관리는 대단히 중요하다.

가스의 순도는 가스 중에 포함된 전체 불순물의 농도를 분석한 후, 이 합을 전체에서 뺀 값을 mol% 농도로 나타낸다.

예를 들어 5N 가스 중에 포함된 불순물의 양을 나타내면 아래와 같다.

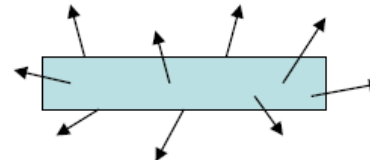
Ex) 47L 용기에 127kg/cm²으로 충전된 가스가 5N(99.999%)일 경우.

- 순도가 99.999%일 경우 포함된 불순물은 0.001%임.
- 대기압에서 가스의 총부피는, $PV = 127 \times 47 = 6,000\text{l}$ 임.
- 1mol은 이상기체로 가정할 경우 1기압 0°C에서 22.4l이므로 Cylinder 내에 포함된 가스의 총량은 267mol ($6,000 \div 22.4$)이고, 이 중 불순물은 0.00267mol 만큼 포함되어 있음. 따라서 47l 용기당 불순물의 부피는 60cc임.

1-2. 가스 순도를 낮추는 요인들(불순물 방출)

가스 순도를 낮추는 요인들(불순물 방출)

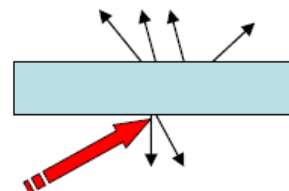
Outgassing(가스 방출) 환경적인 요인(외부 압력 등)으로 고체 및 액체로부터 자발적으로 불순물이 기체상태로 방출됨



Degassing(가스 제거) 고체 및 액체로부터 외부의 영향(가열, Purge, 진공 등)으로 강제로 불순물을 기체상태로 제거함



Desorption(탈착) 고체 및 액체로부터 표면에 흡착된 불순물을 기체상태로 제거함



2. 정제의 필요성

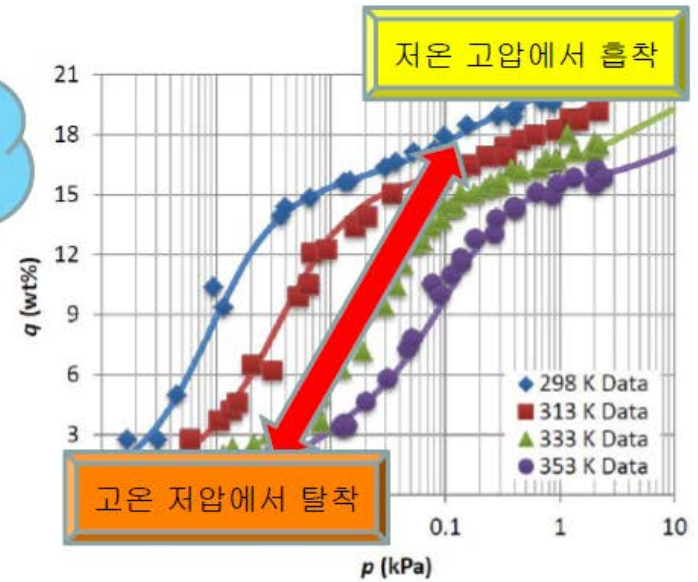
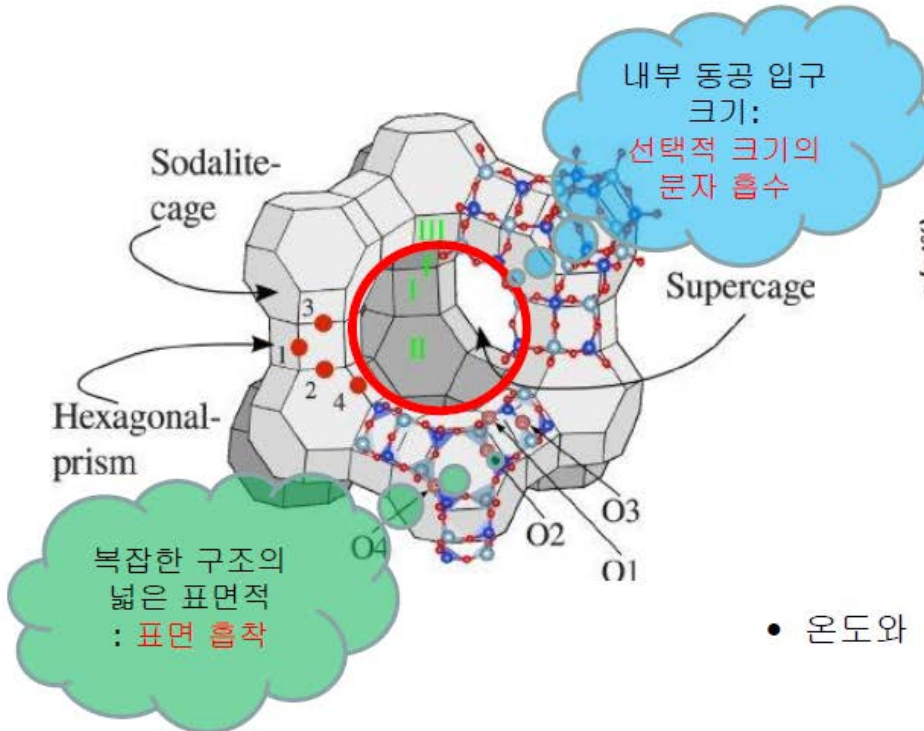
반도체, **LCD, OLED, LED, PV(Solar Cell)**, 광성유 산업에서는 초순도(**Ultra High Purity**)의 가스들이 절대적으로 필요하다.

가스 정제기는 불순물을 제거해서 초고순도 가스를 공급받기 위해서 필수적이며, 배관 및 부품에 의한 오염의 제거와 **Gas** 순도에 대한 요구사항이 높아짐에 따라서 **System** 정제기와 **POU** 정제기가 동시에 사용되기도 한다.

제품종류는 소용량의 **In-Line** 정제기, **POU** 정제기로부터 대용량의 **System** 정제기까지 다양한 형태로 고객의 설치환경 및 제거 불순물 종류에 따라서 선택되어지고 있다.

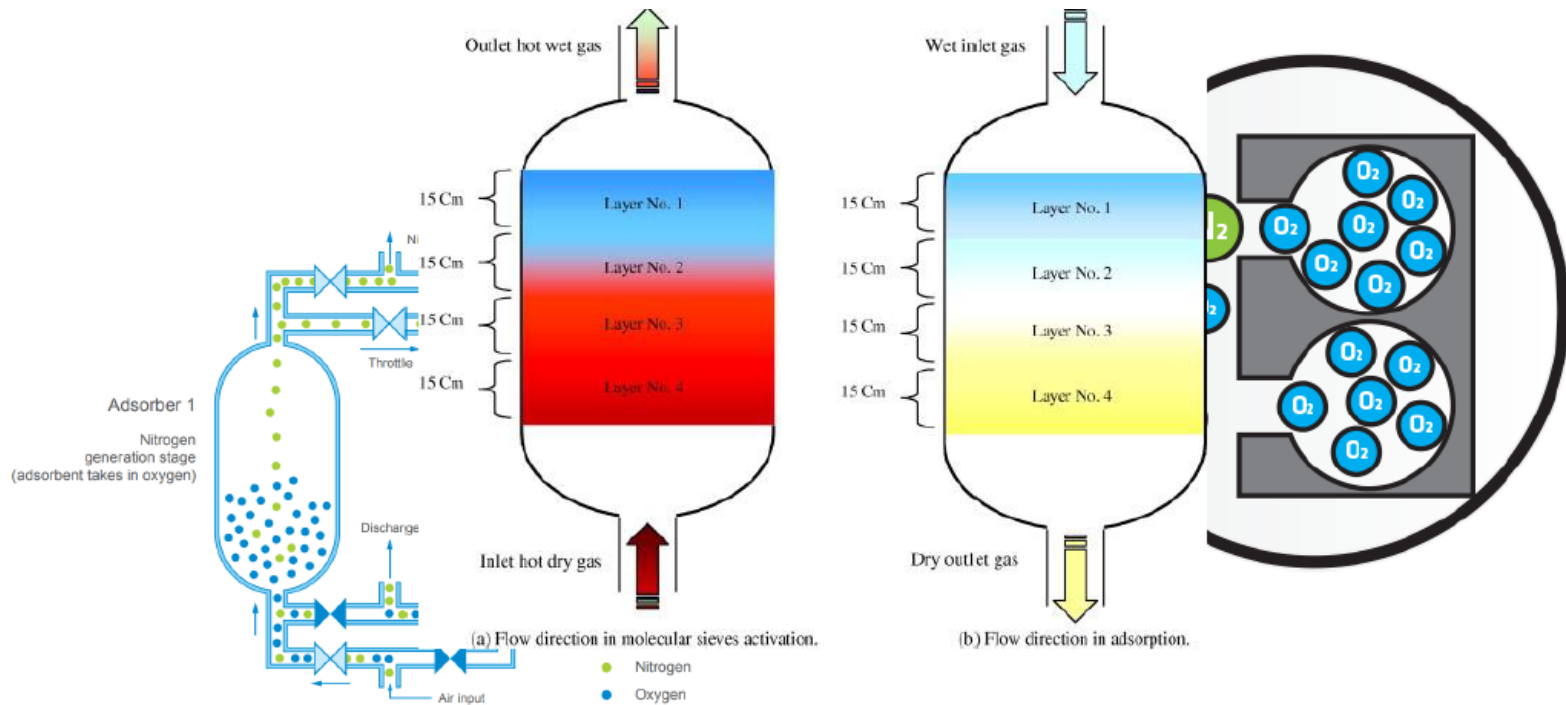
3. 정제 원리(3-1-1. 물리 흡착)

대표적인 Zeolite 흡착제 구조



- 온도와 압력에 따른 수분 흡수량 변화 그래프

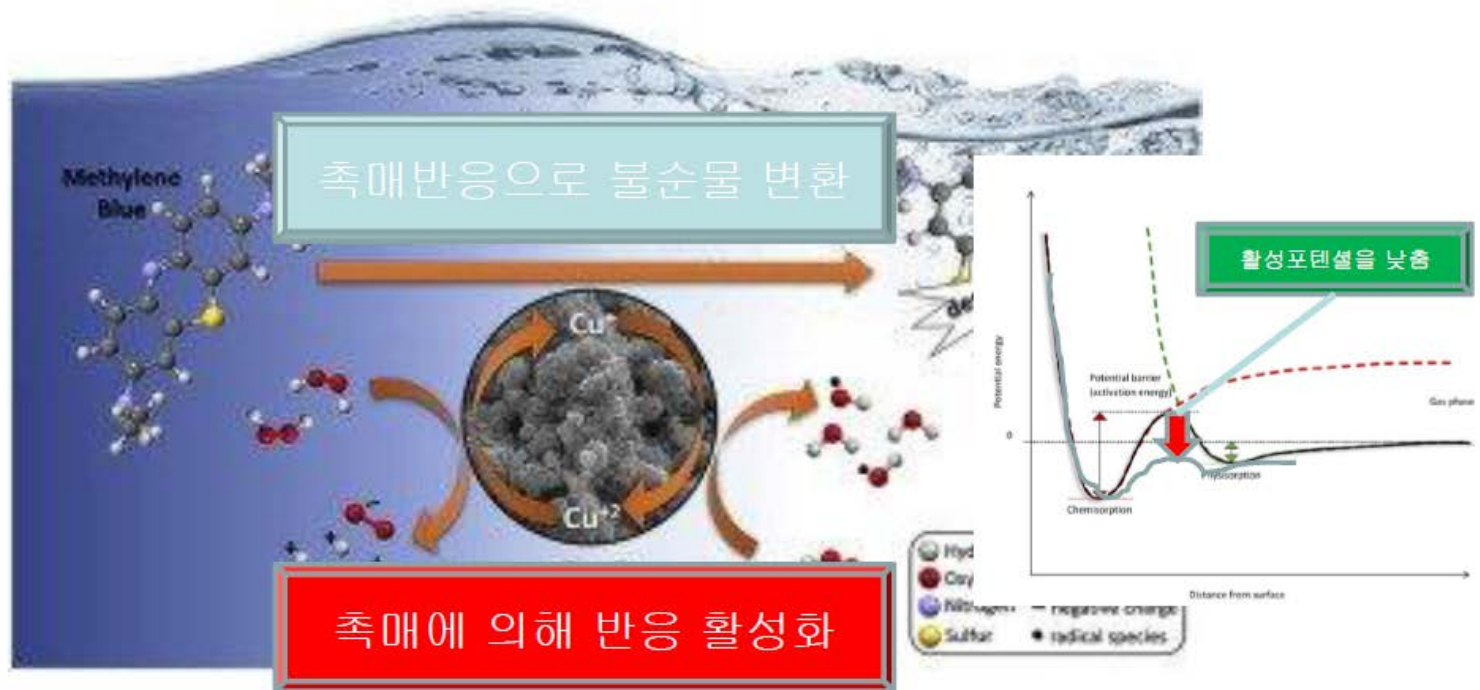
3. 정제 원리(3-1-2. 물리 흡착: 적용사례 PSA)



* 0.346nm 크기의 O₂는 흡수되고 0.364nm 크기의 N₂는 통과한다.

3. 정제 원리(3-2. 촉매 반응)

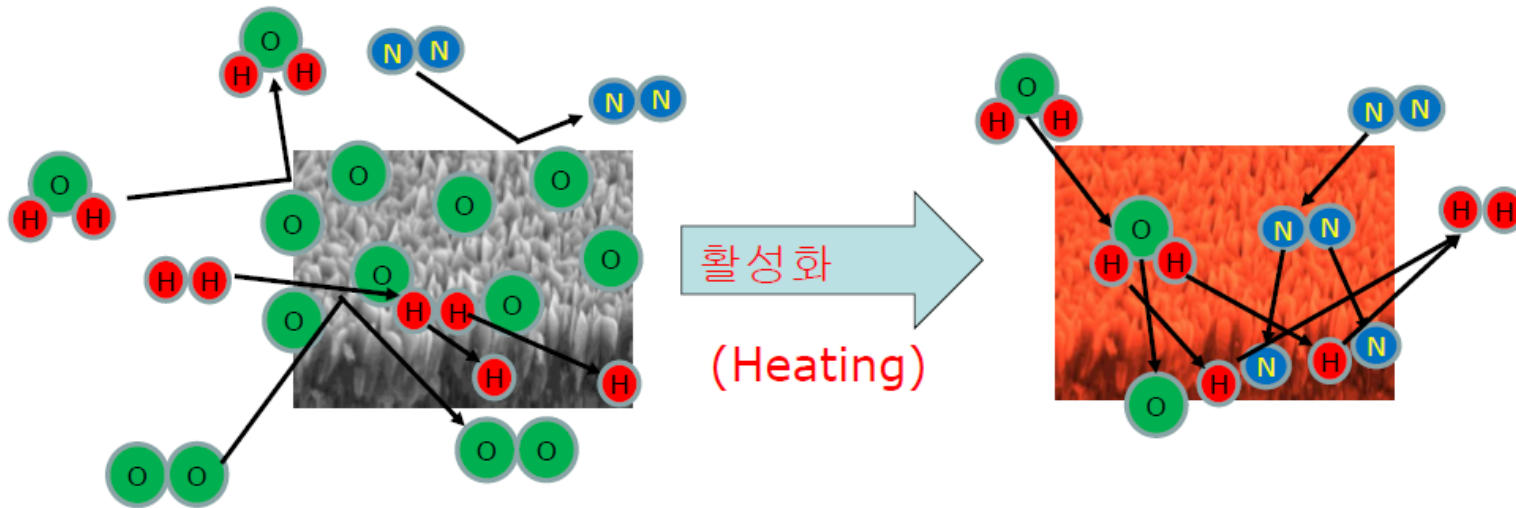
여러 불순물 반응에 의한 흡착 가능한 불순물 생성
 촉매에 의해 활성화 에너지 감소(포텐셜 높이 낮춤)로 반응 촉진



3. 정제 원리(3-3-1. Getter 활성화)

300~400°C 고온으로 가열하면

Getter 표면에 분포한 불순물(주로 O₂) 내부로 확산되고
깨끗한 표면이 형성되어 불순물과의 반응이 활발하게 이루어진다.



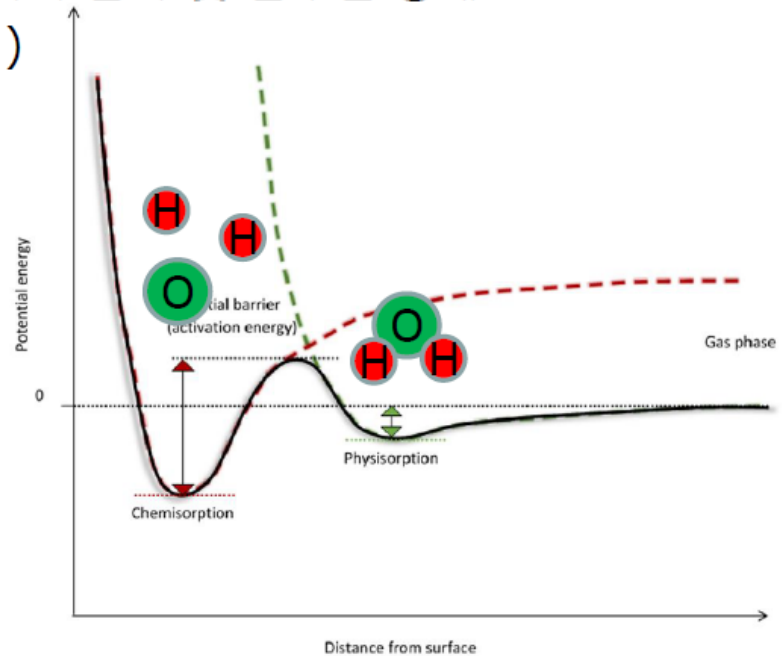
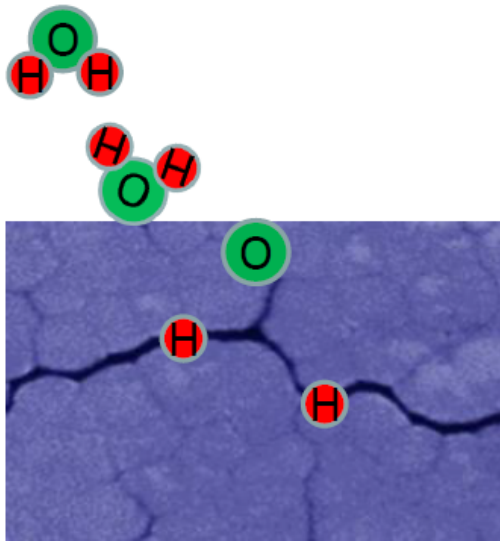
* H₂ 불순물의 경우는 상온에서도 Getter에 흡수되고, 높은 온도에서는 오히려 탈착 되어서, Getter 내부의 H₂ 농도가 낮아진다.

3. 정제 원리(3-3-2. Getter 물리흡착과 화학반응)

물리흡착은 불순물 분자를 유지하면서 흡착된 상태

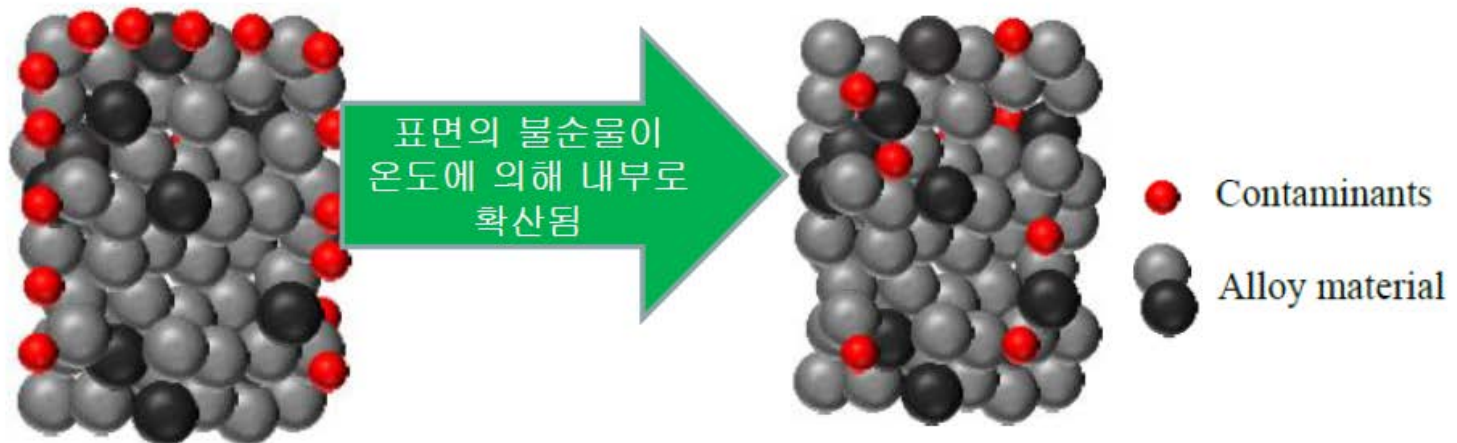
화학흡착은 불순물 분자가 원자로 분리되어 흡착 및 흡수된 상태

(* 화학흡착의 경우 높은 반응열 발생)

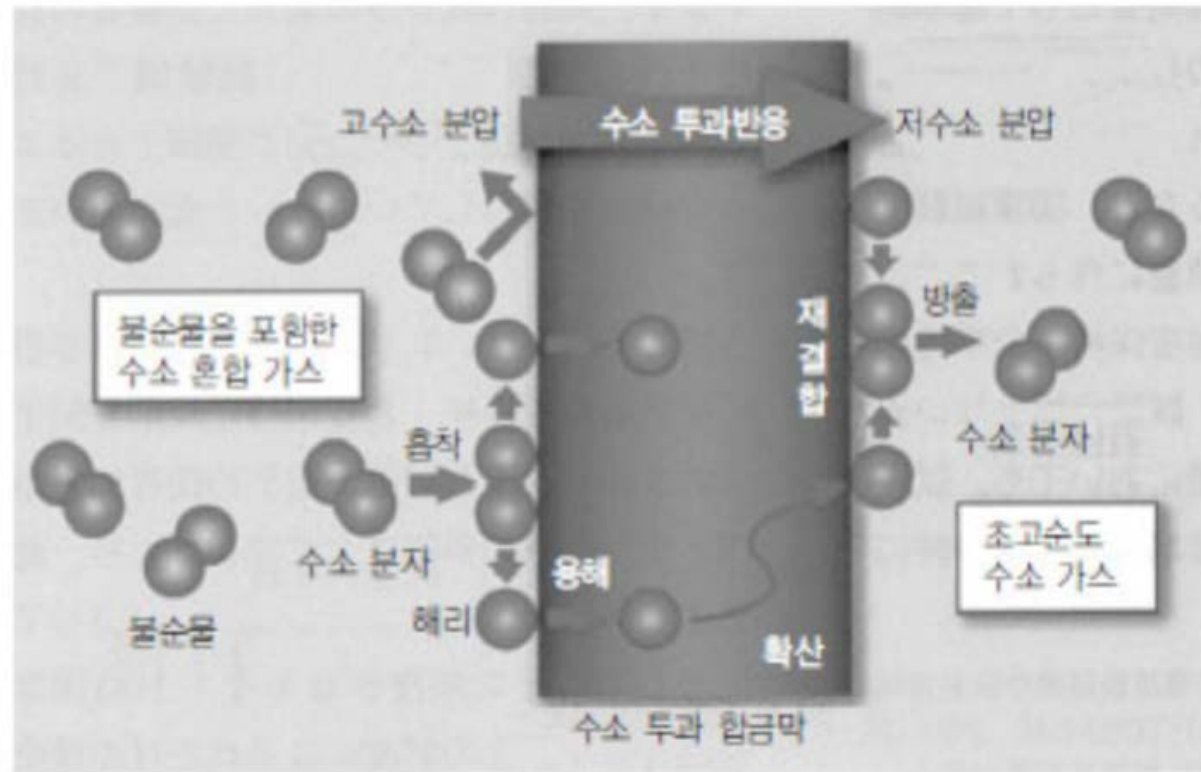


3. 정제 원리(3-3-3. Getter 확산)

화학 흡착 이후 표면 불순물을 내부로 확산하여 오염도 낮춤



3. 정제 원리(3-4. Membrane 분리막 정제 방법)



* 고온의 Pd(팔라듐)막을 수소만이 통과함으로서 초고순도의 수소 가스를 얻을 수 있다.

3. 정제 원리(3-5. 초저온 Cryogenic 정제)

액화질소(-196°C)의 흡착탑을 이용하여 불순물을 제거하는 방식

