

# 眞空의 실무

(Actual Affairs of Vacuum)

禹 永 柱  
(한국진공사사장)

Galileo는 局部的인 眞空을 만들어낸 最初의 사람으로 그는 그러한 眞空상태를 얻기 위하여 Piston을 사용하였다. 이 發見에 이어 Torricelli는 1643年 水銀氣壓計를 發明했고 Von Guericke는 1650年 最初의 Pump를 發明했다. 減壓下에서의 氣體性質은 200年 以上이나 關心을 얻지 못하였으나 Macleod가 壓力 Gauge를 發明한 이후 急速한 發見時代에 들어갔다. 多作 發明家 Gaede는 1906年 水銀으로 氣密을 갖는 回轉 Pump를 設計했고 이때부터 眞空기술의 응용영역은 熱傳導 Gauge, 擴散 Pump, Ion Pump, Ion Gauge, He液化, Pump Oil의 제조 등 電球제조에서 시작하여 각종 특수 照明燈 製造技術 등으로까지 확장되고 있다. 앞으로의 眞空技術發展은 化學, 物理, 數學, Ceramic, 材料, 表面科學 및 超첨단技術에 應用될 것이며 現在도 많이 應用되고 있다. 이러한 때에 照明電氣設備學會의 創立으로 이 關係業界가 더욱 發展하기를 期待하며 學問的인 面을 떠나서 製造一線 實務者를 위한 가장 初步的인 이야기를 하고자 하며 生産 line에서 眞空管理에 도움이 된다면 좋겠다.

(1) 眞空이란 氣體가 하나도 없는 상태(絶對眞空)만을 가리키는 것이 아니고 標準大氣壓(760 Torr)보다 낮은 상태를 모두 眞空이라 한다. 어떤 용기를 진공 Pump로 배기할 때 壓力이 낮아지는 정도를 여러가지 眞空領域으로 區分할 수 있다. 眞空의 領域을 區分하면 大氣壓에 가까운 壓力일 때 低眞空이고 그 다음이 中眞空, 高眞空, 超高眞空의 順位로 부르고 있다. 高眞空 및 超高眞空의 操作은 매우 어려우나 眞空技術의 發展으로 學界에 보고된 바로는  $10^{-11}$  torr의 眞空을 만들고 있으며 壓力으로 말해서 大氣壓의 1조분의 1에 해당하는 眞空度라 할 수 있다.

眞空技術의 發展은 그 나라 科學技術發展의 尺度라 하리만큼 중요하고 어려운 것으로 우리나라 技

術과 眞空장치로  $10^{-13}$  torr 까지 眞空시키는 날이 하루속히 오기를 期待하면서 眞空장치 開發에 노력 중이다.

(2) 眞空의 單位.

mm水銀柱 (Millimeter of mercury)란 높이 1mm/0°C의 水銀柱가 그 底面에 미치는 壓力을 單位로 하는 壓力單位로서 水銀의 密度는 높이에 無關하며 그 값은  $13.5951\text{g/cm}^3$ 로 한다. 單位記號는 mmHg라 한다. 1mmHg의 1/1,000과 같은 壓力單位를  $\mu\text{Hg}$ 라 한다.

1 Torr는 標準 1氣壓 ( $1.01325\text{dyne/cm}^2$ )의 1/760 單位로 하는 壓力單位로서 單位記號는 Torr라 한다. 1Torr는 1mmHg와 같다고 하나 엄밀히 따지면 1/700 정도의 차이를 가진다.

우리는 Torr 또는 mmHg單位를 쓰고 있으나 先進國에서는 pa(pascal)單位로 移行하고 있다. pa는 國際單位系 S. I.(System International Unit) 壓力의 單位로 一般성이 있으며 Torr는 1氣壓以下の 眞空工學에서만 認定되는 特殊單位이므로 先進國의 경우 Torr 대신 pa單位를 사용하는 추세에 있다. pa는 有名한 프랑스 科學者 pascal의 이름을 따라 使用하는 單位로서 1pa는  $1\text{Newton/m}^2 = 10\text{dyne/cm}^2$ 이고 Newton은 힘의 單位이다. 또한 오랫동안 우리들이 익숙하게 使用해온 Torr單位는 物理學者 Torricelli의 이름을 따서 使用해온 壓力單位記號이다.

mmHg의 正式 定義는 앞에서 말한바와 같이 水銀의 密度나 重力의 加速度에는 關係없고 MKS 絶對單位系로부터 다음과 같이 유도된다.

$$1\text{mmHg} = 1.01325/760\text{ N/m}^2$$

Torr單位는 이러한 條件에 따라 有効便利한 것 뿐으로 一般성이 적고 따라서 全體關係에서 볼 때 pa單位가 가장 적절한 單位라고 볼 수 있다.

(3) 관용 眞空單位의 해설

分數 小數 乘의 單位

- 760 torr = 標準 1氣壓 = 1atm
- 1/10 진공 = 0.1 torr =  $1 \times 10^{-1}$  torr
- 1/100 진공 = 0.01 torr =  $1 \times 10^{-2}$  torr
- 1/1,000 진공 = 0.001 torr =  $1 \times 10^{-3}$  torr
- 5/10,000 진공 = 0.0005 torr =  $5 \times 10^{-4}$  torr
- 1/10,000 진공 = 0.0001 torr =  $1 \times 10^{-4}$  torr

(4) 眞空의 區分

- 底眞空 (Low Vacuum) 760 ~ 1 torr
- 中眞空 (Medium Vacuum) 1 ~  $10^{-3}$  torr
- 高眞空 (High Vacuum)  $10^{-3}$  ~  $10^{-7}$  torr
- 超高眞空 (Ultra-High Vacuum)  $10^{-7}$  ~  $10^{-10}$  torr
- 極高眞空 (Extreme High Vacuum)  $10^{-10}$  以下

(5) 眞空 Gauge別 測定범위.

- ① Diaphragm Gauge (다이아프램 게이지) 760 ~ 1 Torr
- ② Pirani Gauge (피라니 게이지)  $10$  ~  $10^{-3}$  Torr
- ③ Macleod Gauge (막그레오드 게이지)  $10$  ~  $10^{-4}$  Torr
- ④ Penning Gauge (페닝 게이지)  $10^{-2}$  ~  $10^{-8}$  Torr
- ⑤ Ionization Gauge (이온 게이지)  $10^{-4}$  ~  $10^{-9}$  Torr
- ⑥ Nude Gauge (누드 게이지)  $10^{-3}$  ~  $10^{-11}$  Torr

(6) 眞空計 使用上 注意事項

- ① 요사이 眞空計는 半導體技術의 발전으로 I. C 回路를 채용하기 때문에 溫度가 높은 곳에서는 Gauge의 고장이 나기 쉬우므로 FAN을 설치하여 시원하게 冷却을 시켜주어야 한다.
- ② 眞空計에 스위치를 넣을 때는 먼저 Geissler Tube 등으로 진공을 확인한 다음 스위치를 넣어야 한다. 만일 진공이 나쁠 때 스위치를 넣으면 測定子의 Filament가 끊어지는 수가 있으므로 조심해야 한다. Diaphragm Gauge와 Macleod Gauge는 Filament方式이 아니기 때문에 Filament가 끊어지는 일은 없다.
- ③ 眞空計 동작中 眞空計 가까운 곳에서 高電壓 (Neon Trans電壓)이나 高周波동작을 同時에 使用하면 위험하니 조심해야 한다.
- ④ 眞空된 眞空장치에 공기를 넣을 때는 眞空計 스위치를 내려야 안전하다.

(7) 眞空度 測定技術

眞空度 測定 및 眞空計의 校正方法은 日本에서는 4件의 JIS규격으로 定해 놓고 있다. 眞空장치내부의 氣體壓力을 正確하게 測定한다라는 것은 그렇게 간단한 것은 아니다. 眞空計는 壓力單位로 눈금이 표시되어 있지만 氣體의 壓力을 直接測定하는 것은 U字管 Manometer와 Macleod 眞空計 정도 뿐이다. 眞空計는 앞에서 말한 바와 같이 여러 종류의 眞空計가 있으나 모두 誤差가 있다. 그 中에서 가장 正確한 眞空計는 大型 Macleod 基準眞空計가

있으며 이 基準眞空計에 依해 校正해야 한다. 眞空測定時 測定子 (Gauge Sensor)를 편의상의 목적으로 眞空고무Hose에 꽂아 測定하면 고무Hose에서 나오는 많은 Gas로 인하여 正確한 測定이 힘들며 正確한 測定을 위해서는 測定子專用 金屬製 Gauge Holder를 使用해야 한다. 測定子를 無理하게 오래 쓰면 測定子内部에 먼지와 기름性分 등이 들어가서 오염되며 오염의 정도가 심하면 測定值의 오차가 많이 발생한다. 오염된 금속제 測定子는 TriChloro

Ethylene이나 Freon-TF와 같은 Solvent로 깨끗이 닦아내고 잘 건조시켜 使用해야 한다. Ion Gauge測定球와 같은 유리球測定子는 自體回路의 Degasing 方法을 利用하면 測定오차가 적어진다.

(8) 眞空測定子에 使用하는 眞空Hose 處理方法은 KOH 20%의 증류수 용액에 70℃에서 1시간 정도 담근 다음 증류수로 세척하고 Hot Air로 잘 건조시켜서 使用한다. 眞空Hose는 가급적 짧게 쓰고 測定子와 相對파이프가 달아야 좋다.