

## 고순도 나노분말 제조기술 개발에 관한 연구

박영문\*(조선대 대학원 기계공학과), 차용훈·성백섭(조선대 기계공학과),  
윤길하((주)동영기공)

### A Study on the Manufacturing Technology Development of High Purity NanoPowder

Y. M. Park(Mech. Eng. Dept., CHOSUN), S. B. Sung(Mech. Eng. Dept., CHOSUN), K. H. Yun((주)동영기공)

#### ABSTRACT

Nanotechnology is the creation and utilization of materials, devices, and systems through the control of matter on the nanometer-length scale, that is, at the level of atoms, molecules, and supramolecular structures. The essence of nanotechnology is the ability to work at these levels to generate larger structures with fundamentally new molecular organization. These nanostructures, made with building blocks understood from first principles, are the smallest human-made objects, and they exhibit novel physical, chemical, and biological properties and phenomena. The aim of nanotechnology is to learn to exploit these properties and efficiently manufacture and employ the structures.

Control of matter on the nanoscale already plays an important role in scientific disciplines as diverse as physics, chemistry, materials science, biology, medicine, engineering, and computer simulation.

This paper describes the superprecision nano separator to productive particle size of nano powder. this separator system is very important in the industrial area for other high technology parts.

Key Words : Superprecision(초정밀), Micron(미크론), Separator(분급기), nanotechnology(나노기술), nanoscale(나노크기), nanostructure(나노구조)

#### 1. 서론

최근 첨단과학의 발전에 의해 분쇄, 분급 기술이 발달하여 식품과 의약품, 그리고 각종 화공약품과 전자 광물질 등 산업 전 분야에 걸쳐서 비약적인 발전을 이루고 있다. 초미분 분말제조에 있어서 국내의 수준은 20 $\mu$ m 정도로 그 기술면에 있어서 취약한 부분이다. 특히 0.5~20 $\mu$ m 범위의 초미크론 분말업자 생산은 전무한 실정이다. 분말로 만드는 기술로서 제조방법에 따라서 분말의 여러 가지 특성이 변하기 때문에 응용분야, 경제성, 생산성을 고려하여 공정기술을 달리하여야 한다.<sup>1-4</sup> 고성능 원료의 개발의 핵심은 초정밀 미크론 미분 분급기가 핵심으로서 그 응용범위가 넓다. 세계적인 조류로 볼 때 분쇄, 분급은 그 중요성이 더욱 강조되고 있으며 이미 선진국의 분쇄 기술은 이미 초미분 (1 $\mu$ m 이하)이하

까지 미치고 있고<sup>5,6</sup>, 새로운 자원을 이용한 극 미세 분말의 발달로 고부가가치를 창조 이에 초정밀 미크론 단위급 제품 생산을 위한 초정밀 미크론 분급기 개발은 시급한 실정이다. 분 분물은 스크린으로 분리한 미분, 초미분의 분급을 효율적으로 사프하게 행할 수 있는 장치를 개발하는데 있으며, 제어기에 서 원하는 미크론 단위의 숫자대로 크기를 세분화하여 자유자재로 분별할 수 있는 분급기를 개발하여 현재 국내에서 확보하지 못한 최첨단 분급기를 개발 하는데 있다.

#### 2. 초미크론 나노 분급기의 구성

Fig. 1의 구성도는 초미분 분쇄기의 플랜트 구성도이다. 기존의 국내기술 수준은 20 $\mu$ m 정도였으나 개발하고자 하는 초미크론 다용도 나노 분급기는 더

속 세분화하여 20  $\mu\text{m}$ 이하급 분말을 자유로이 크기별로 제조되게 설계하였다. 이원리는 회전날개를 이용하여 비중의 크기에 따른 선별이 가능하게 되어 설계되어 있다. 기존의 분급기는 분리된 분말에 미분말부터 중간크기의 미분말이 섞여 있어 원료로서 상품가치가 떨어져서, 이 분말을 이용할 경우 제품의 제조에 있어서 신뢰성과 상품가치가 현저히 떨어진다. 따라서 현재 국내기술 수준의 미약으로 원료를 수출하고 가공된 재료를 역 수입하는 이러한 약순환의 피해를 막기 위하여 초정밀 마이크로 분급기 개발은 시급한 실정이다. 아래의 구성도는  $\text{AL}(\text{OH})_3$  분쇄 플랜트 예를 공정별로 도시한 것이다.

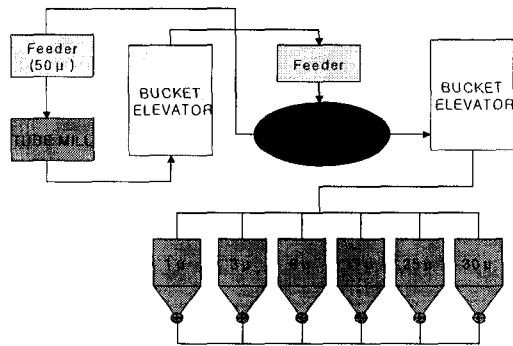


Fig. 1 Schematic diagram of separator system

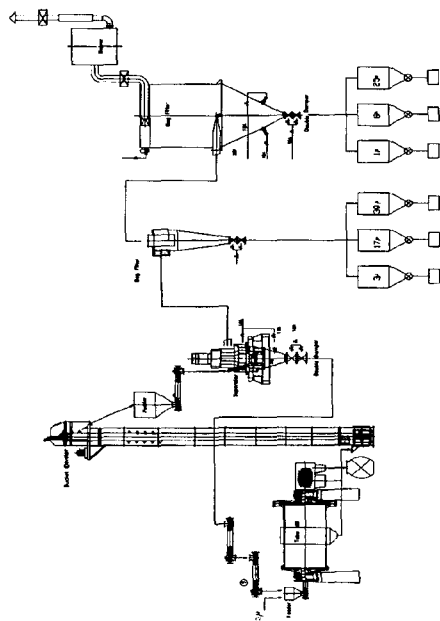


Fig. 2 Plant flow chart of  $\text{AL}(\text{OH})_3$

이러한 초정밀 마이크로 분급기를 개발을 위해 제

품의 모터, 로터, AIR QUANTITY, CAPACITY, MACHINE SPEC.의 사양은 저가 형태로 제작하였으며, 능력 및 성능은 배가 하여 최적의 초미크론 단위급 분급기를 개발하였다.

Fig. 3과 Fig. 4의 그림에서와 같이 각 구성품의 요소를 보면 개발에 앞서 분급원료가 원료투입구로 투입되고, 분급로터의 뒷면의 분산판에 확산되는 현상을 잘 이용해야 한다. 이에 따른 핵심 부품 개발 및 프로세싱 점검에 심도를 기울여야 한다. 주요 구성품은 베어링, 외기투입구, 부유인펠라, casing, gear box, pulley, 오일 주유구, 초정밀 마이크로 제품 outlit, 2차부유기 인펠라, 풀리, 기어박스, 1차 부유기 인펠라, 가이드밴, 모터, over size 배출구, 외기투입구 및 점검구 분급 원료투입구로 부유 인펠라에서 초정밀 마이크로 입도를 분리하게 된다.

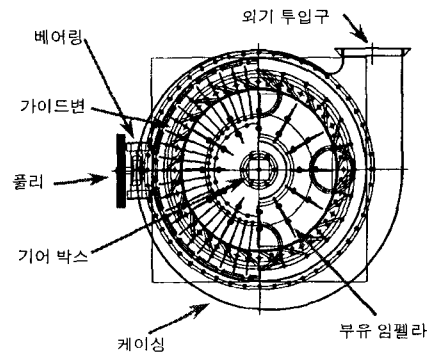


Fig. 3 The bottom side diagram of superprecision micron nano separator

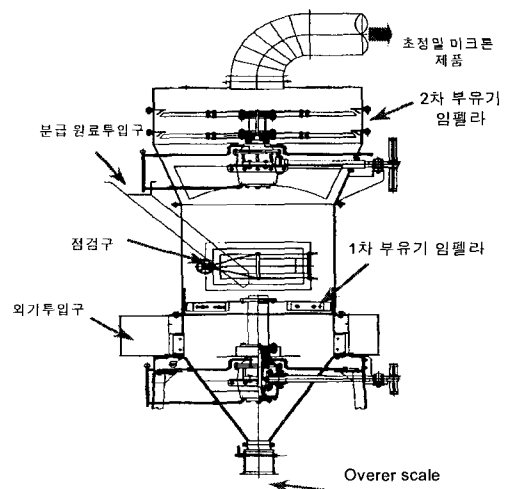


Fig. 4 The front side diagram of superprecision micron nano separator

### 3. 분급된 입자 분석

1차 입도 분리에는 분쇄기에서 분쇄한 원료를 원하는 입도로 분리를 하는 설비이며 입도 분리는 분쇄된 원료를 정량 공급하여 1차 부유 임펠라에 의해 분리를 한다. 이때 최상의 입도 분리를 위하여 1차 부유 임펠라의 회전수를 인버터로 변속시키며 가이드면의 각도를 조정하여 1차 입도 분리한다. 조정된 입도 분리하고자 할 때는 1차 부유 임펠라 및 가이드면에 의해 분리된 입도를 2차 부유 임펠라에 의해 조정된 입도 분리되도록 하였다. 이렇게 하여 2차 부유 임펠라에 의해서 분급된 초정밀 마이크론 초미립자를 백 필터에 의해 포집하여 제품화하고 분급기에서 입도 분리과정시 오버 사이즈는 리턴 시켜 분쇄기에서 재분쇄후 분급기에 재투입 시켜 입도 분리하도록 하였다.

또한 분급기의 생산량을 정밀 분석하기 위하여 실험을 실시하였다. 분급기의 효율을 높이기 위하여 임펠라의 회전수를 변화시켜 미분에 대한 회수율을 측정한 결과 회전수가 800rpm에서 회수율이 72.02%로 나와 시간당 미분 생산량을 증가시킬 수 있었다.

Fig. 5, Fig. 6에서 보는 것과 같이 미분 및 조분에 대한 크기를 볼 수 있으며, 조분의 크기는 풍량, 임펠라의 회전수, 가이드면의 각도 등의 변화에 따라 재 분쇄 후 미분으로 되도록 하였다.

Table 2. The recovery factor by rotation variation

Air flow NM3/min	Rotation rpm	Particle (kg)	Coarse powder (kg)	Recovery factor (%)
23	1000	9.8	6.6	59.76
23	800	12.1	4.7	72.02
23	560	6.6	6	52.38

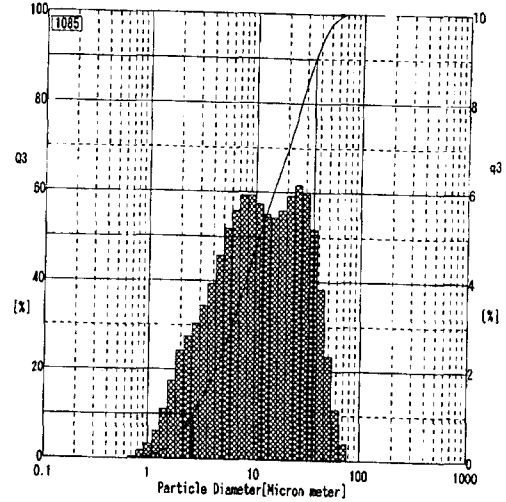


Fig. 5 Small particle size by the separator machine

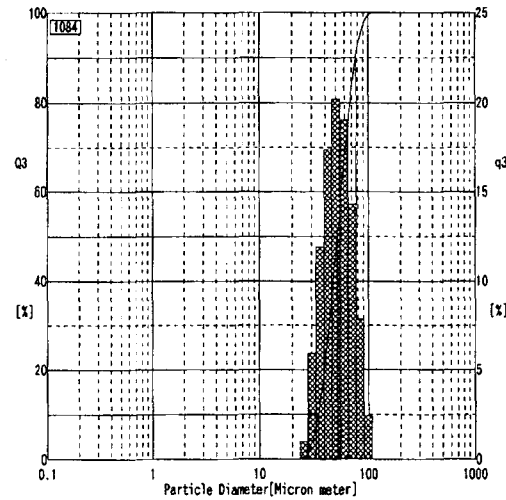


Fig. 6 large particle size by the separator machine

Fig. 7은 일정시간 동안 초미크론 탄위급 분말 입자의 생산량을 측정할 때 5µm이하급 생산이 집중됨을 알 수 있으며 20µm~60µm은 제처리 시스템에 의해 계속해서 초미크론 탄위급으로 생산하게 된다.

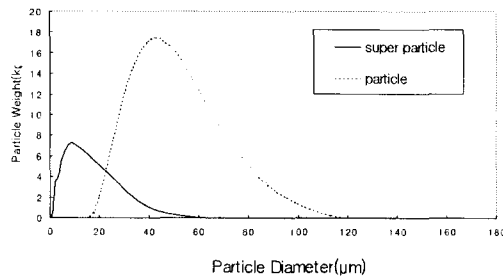


Fig. 7 Recovery weight of super particle size powder

#### 4. 결론

조정된 나노 분급기에 대한 연구로  $0.1 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  범위의 분말입자를 대량생산할 수 있는 시스템을 개발할 수 있었다.

초미크론 나노 분급기는 투입 원료를 분산관에 의해 비산하며, 비산된 원료는 초미분 분급기에서 기류 분급함으로써 로터 회전에 의해 발생 기류가 가이드면 사이에서 와류가 발생되도록 하였다. 로터의 원심력 기류와 가이드면 사이의 와류에서 분리된 초미립자는 섹션 에어에 의해 공기이송을 하여 사이클론이나 백 필터에서 포집되어 제품화되도록 하였다. 또한 로터 회전에 의해 발생한 원료의 혼합 기류가 원심력에 의해 가이드면에 부딪어 분급기 하부로 떨어지고, 분급입자가 큰 것은 다시 분쇄기로 보내 정밀 분급이 되어 효율이 증가하였다.

또한 분급기의 효율은 임펠라의 회전수, 풍량, 가이드면의 각도등의 변화에 큰 영향을 받았다.

따라서 고순도 나노분말 제조기술의 개발은 중요하며, 시급한 사항이라 사료된다.

#### 참고문헌

1. Siegel R. W., 1994, "NanoStructured Materials," 4(1), pp. 121.
2. C. J. Brinker and G. W. Schere, "Sol-Gel Science," Academic Press, New York, 1990
3. Hinds W. C., 1982, "Aerosol Technology," John Wiley and Sons Inc., New York, pp.233.
4. Siegel R. W., Hu E. and Roco M. C., 1999, "Nanostructure Science and Technology-R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials, and Nanodevices," Dordrecht, Kluwer.
5. Soong R.K., Bachand G.D., Neves H.P., Olkhovets A.G., Craighead H.G. and Montemagno C.D., 2000, "Powering an inorganic nanodevice with a biomolecular motor," Science 290, 1555-1588.

6. Gutmanis, Ivars, 1999, "Probability of the nanotechnology manufacturing processes in the industrial nations in 2015-2025 time period. Report of Hobe Corporation.
7. Dunin-Borkowski, R.E., M.R. McCartney, R.B. Frankel, D.A. Bazylinski, M. Posfai, and P.R. Buseck. 1998, "Magnetic microstructure of magnetotactic bacteria by electron holography," Science 282:1868-1870.
8. Dzegilenko F., Srivastava D. and Saini S., 1999 "Nanoscale Etching and Indentation of Silicon (111) Surface with Carbon Nanotube Tips", Nanotechnology, Vol. 10, pp.253.
9. C.W. Bauschlicher, A. Ricca, and R. Merkle, 1997 "Chemical Storage of Data", Nanotechnology, Vol. 8, pp. 1-5.
10. C.W. Bauschlicher and M. Rosi, 1998 "Differentiating Between H or F and CN on C(111) of Si(111) Surfaces", Journal of Physical Chemistry B, Vol. 102, pp. 2403-2405.
11. Bai, C.L. 1998. Nanotechnology in China, J. Aerosol Sci. 29, pp. 751-755.